

UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**INTERFERÊNCIA DO MILHO RESISTENTE AO
GLYPHOSATE NA CULTURA DA SOJA E SUSCETIBILIDADE
DE HÍBRIDOS AO CONTROLE QUÍMICO**

LUCAS BRAGA PEREIRA BRAZ

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL

2016

LUCAS BRAGA PEREIRA BRAZ

**INTERFERÊNCIA DO MILHO RESISTENTE AO
GLYPHOSATE NA CULTURA DA SOJA E SUSCETIBILIDADE
DE HÍBRIDOS AO CONTROLE QUÍMICO**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

**RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL**

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B827i Braz, Lucas Braga Pereira
Interferência do milho resistente ao Glyphosate na cultura da soja e suscetibilidade de híbridos ao controle químico. / Lucas Braga Pereira Braz. - 2016
54 f. : il. Color.

Orientador: Drº. Sérgio de Oliveira Procópio.

Co- Orientador: Profº Drº. Alessandro Guerra da Silva

Co-Orientador: Drº. Guilherme Braga Pereira Braz

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde – UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2016.

Inclui índice de tabelas e figuras.

1. Zea mays. 2. Glycine Max. 3. Matocomposição. 4. Sucessão de Culturas. 5. Herbicidas. I. Título. II. Procópio, Sérgio de Oliveira. III. Silva, Alessandro Guerra da. IV. Braz, Guilherme Braga Pereira. V. Universidade de Rio Verde – UniRV.

CDU-632.934.1

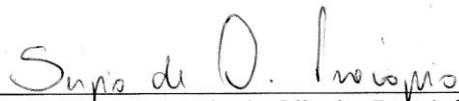
Catálogo na fonte: Bibliotecária Mariana Oliveira Soldera – CRB1/3100

LUCAS BRAGA PEREIRA BRAZ

**INTERFERÊNCIA DO MILHO RESISTENTE AO GLYPHOSATE NA
CULTURA DA SOJA E SUSCETIBILIDADE DE HÍBRIDOS AO
CONTROLE QUÍMICO**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 15 de dezembro de 2016

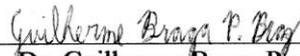


Prof. Dr. Sérgio de Oliveira Procópio
Presidente da Banca Examinadora

Membro – PPGPV/UniRV/Embrapa Tabuleiros Costeiros



Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Membro – FA/UniRV



Dr. Guilherme Braga Pereira Braz
Pós-doutorando Júnior (PDJ/CNPq) na UEM



Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior
Membro DAG/UEM

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, Braz e Vera, e aos meus irmãos, Rafael e Guilherme, por me auxiliarem direta e indiretamente na confecção deste trabalho.

EPÍGRAFE

*“Escolhe um trabalho de que gostes, e não terás
que trabalhar nem um dia na tua vida”*
(Confúcio).

AGRADECIMENTOS

Seria impossível citar aqui os nomes de todos que me auxiliaram a trilhar o caminho que tornou possível este trabalho. Porém, na tentativa de lembrar alguns, seguem os meus agradecimentos.

Em primeiro lugar, a Deus e minha família, que me forneceram o alicerce e me apoiaram durante todo o transcorrer do curso.

À Universidade de Rio Verde (UniRV) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Sérgio de Oliveira Procópio, e aos meus co-orientadores, Dr. Alessandro Guerra da Silva e Dr. Guilherme Braga Pereira Braz, os quais sempre se mantiveram atentos às correções do trabalho e ao desenvolvimento da pesquisa, e pelo esforço exercido na conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr., por participar como membro da banca examinadora deste trabalho e estar disposto a dar suas contribuições para melhoria do mesmo.

Agradeço, em especial, ao meu irmão Guilherme, a minha cunhada Camila e ao meu pai Braz, por todo empenho e dedicação que ofereceram ao me ajudar na confecção deste trabalho, colaborando em diferentes etapas desta jornada.

À empresa COMIGO, por todo suporte que me foi dado na condução dos experimentos, e a todos os colaboradores que de alguma forma auxiliaram no trabalho.

À empresa Fertiverde, pela oportunidade de realização deste estudo.

Agradeço aos professores com os quais tive o prazer de compartilhar conhecimentos no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UniRV, entre estes Dr. Alessandro Guerra, Dr. Carlos César, Dr. Gustavo Simon, Dr. Alberto Leão e Dra. June Faria.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rizzia, pelo atendimento profissional e competente durante este período de convivência.

A TODOS OS FAMILIARES, AMIGOS, PROFESSORES e COLEGAS que participaram direta e indiretamente deste sonho, fica registrado o meu muito obrigado.

BIOGRAFIA

LUCAS BRAGA PEREIRA BRAZ, filho de Antonio Joaquim Braga Pereira Braz e Vera Lúcia Pereira Braz, nasceu no município de Rio Verde, Estado de Goiás, aos 18 dias do mês de setembro do ano de 1991. Em 2009, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade de Rio Verde, graduando-se em dezembro de 2012. Em fevereiro de 2015, ingressou como aluno de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, na Universidade de Rio Verde, defendendo a dissertação no dia 15 de dezembro de 2016.

SUMÁRIO

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|
| LISTA | DE | vi |
| TABELAS..... | | |
| LISTA DE | | vii |
| FIGURAS..... | | |
| RESUMO..... | | vii |
| . | | i |
| ABSTRAT..... | | ix |
| . | | |
| INTRODUÇÃO | | 1 |
| GERAL..... | | |
| CAPÍTULO I. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE MILHO SOBRE SOJA CULTIVADA NO CERRADO..... | | 3 |
| RESUMO..... | | 3 |
| . | | |
| ABSTRAT..... | | 4 |
| . | | |
| 1. | | 5 |
| INTRODUÇÃO..... | | |
| 2 | MATERIAL | E 6 |
| MÉTODOS..... | | |
| 3 | RESULTADOS | E 9 |
| DISCUSSÃO..... | | |
| 4 | | 17 |
| CONCLUSÃO..... | | |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 17 |
| CAPÍTULO I.I CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE MILHO RESISTENTE AO GLYPHOSATE PROVENIENTES DE DIFERENTES HÍBRIDOS..... | | 20 |
| .. | | |

| | | |
|-----------------------------------|------------|------|
| RESUMO..... | | 20 |
| . | | |
| ABSTRAT..... | | 21 |
| . | | |
| 1. | | 22 |
| INTRODUÇÃO..... | | |
| 2 | MATERIAL | E 24 |
| MÉTODOS..... | | |
| 3 | RESULTADOS | E 27 |
| DISCUSSÃO..... | | |
| 4 | | 37 |
| CONCLUSÃO..... | | |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 37 |
| CONSIDERAÇÕES | | 40 |
| FINAIS..... | | |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1 | Propriedades físico-químicas do solo em que foi conduzido o experimento de interferência de plantas voluntárias de milho RR [®] na cultura da soja RR [®] . Rio Verde (GO), 2015/2016..... | 6 |
| TABELA 2 | Relação dos tratamentos herbicidas aplicados em pós-emergência, visando ao controle de plantas voluntárias de milho RR [®] . Rio Verde (GO), 2015..... | 25 |
| TABELA 3 | Relação de híbridos de milho RR [®] avaliados quanto à suscetibilidade a herbicidas aplicados em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2015..... | 26 |
| TABELA 4 | Porcentagem de controle aos 7 e 14 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao manejo químico de plantas voluntárias de milho RR [®] . Rio Verde (GO), 2015..... | 28 |
| TABELA 5 | Porcentagem de controle aos 21 e 28 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao manejo químico de plantas voluntárias de milho RR [®] . Rio Verde (GO), 2015..... | 30 |
| TABELA 6 | Porcentagem de controle aos 35 e 48 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao manejo químico de plantas voluntárias de milho RR [®] . Rio Verde (GO), 2015..... | 32 |
| TABELA 7 | Altura de plantas (cm) aos 7 e 28 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao controle químico de plantas voluntárias de milho RR [®] . Rio Verde (GO), 2015..... | 34 |
| TABELA 8 | Altura de plantas e porcentagem de redução de altura em relação à testemunha aos 48 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao controle químico de plantas voluntárias de milho RR [®] . Rio Verde (GO), 2015..... | 36 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 | Dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) durante o período de condução do experimento. Rio Verde (GO), 2015/2016.... | 7 |
| FIGURA 2 | Altura de plantas de soja aos 7, 28 e 105 DAE da cultura em função de diferentes níveis de infestação de milho voluntário. Rio Verde (GO), 2015/2016. MON: M8210 IPRO®; POT: BMX Potência RR®..... | 10 |
| FIGURA 3 | Índice SPAD (28 DAE), fechamento das entrelinhas da cultura (35 DAE) e massa seca da parte aérea de planta de soja (42 DAE) em função de diferentes níveis de infestação de milho voluntário. Rio Verde (GO), 2015/2016. MON: M8210 IPRO®; POT: BMX Potência RR® ... | 13 |
| FIGURA 4 | Altura de inserção da primeira vagem, massa de 100 grãos, número total de vagens por planta (NTV) e produtividade da soja (PROD) em função de diferentes níveis de infestação de milho voluntário. Rio Verde (GO), 2015/2016. MON: M8210 IPRO®; POT: BMX Potência RR® | 15 |
| FIGURA 5 | Dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) durante o período de condução do experimento. Rio Verde (GO), 2015..... | 24 |

RESUMO

BRAZ, L.B.P., Ms, UniRV - Universidade de Rio Verde, dezembro de 2016. **Interferência do milho resistente ao glyphosate na cultura da soja e suscetibilidade de híbridos ao controle químico**. Orientador: Prof. Dr. Sérgio de Oliveira Procópio. Co-orientadores: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva; Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

A sucessão soja e milho é adotada em grande parte da área de produção de grãos no Brasil. Na operação de colheita do milho, é normal a ocorrência de perdas de grãos, que poderão emergir e se comportar como plantas daninhas na cultura em sucessão. O potencial do milho em se tornar planta daninha de difícil controle na cultura da soja é maior quando se trata de híbridos que apresentam resistência ao herbicida glyphosate (RR[®]). Informações sobre o potencial de prejuízos que as plantas voluntárias de milho podem causar, quando em convivência com a soja, se fazem necessárias, bem como se todas as cultivares de soja irão responder de maneira semelhante à interferência do milho. A busca por herbicidas que possam ser utilizados no controle de milho RR[®] é fundamental para reduzir os prejuízos causados pelas plantas voluntárias, devendo-se conhecer se há suscetibilidade diferencial dos híbridos de milho aos herbicidas utilizados. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a interferência das plantas voluntárias de milho na cultura da soja, e avaliar a suscetibilidade ao controle químico de híbridos de milho RR[®]. Os resultados permitiram observar que as variáveis massa seca da parte aérea, massa de cem grãos, número de vagens por planta e produtividade são afetadas negativamente à medida que se aumenta a densidade de plantas de milho no cultivo de soja. A interferência do milho promove elevação na altura de inserção da primeira vagem e altura das plantas de soja. Há diferenças de suscetibilidade entre cultivares de soja à interferência imposta pelo milho. No presente estudo, a cultivar M8210 IPRO[®] demonstrou ser mais suscetível à interferência do milho em relação à BMX Potência RR[®], mesmo apresentando maior produtividade. Com relação ao controle de plantas voluntárias, os tratamentos com [imazamox + bentazon] ou cloransulan em associação com glyphosate não foram eficientes no controle de plantas voluntárias de milho RR[®] em estágio V6. O imazethapyr associado ao glyphosate foi eficiente no controle de plantas de milho dos híbridos DKB390, SYN7205 e CD384, os quais mostram maior suscetibilidade a esse herbicida em comparação aos demais híbridos avaliados. Clethodim apresentou ação mais lenta no controle em relação aos demais herbicidas inibidores da ACCase. Todos os híbridos podem ser controlados com a aplicação dos herbicidas quizalofop-p-ethyl, clodinafop e clethodim sobre plantas de milho em estágio V6.

Palavras-chave: *Zea mays*; *Glycine max*; matocompetição; sucessão de culturas; herbicidas.

ABSTRACT

BRAZ, L.B.P., Ms, UniRV - University de Rio Verde, December 2016. **Interference of glyphosate-resistant volunteer corn plants on soybean crop and susceptibility to chemical control.** Adviser: Prof. Dr. Sérgio de Oliveira Procópio. Co-advisers: Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva; Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

Many grain production areas adopt the soybean and corn succession in Brazil. In the corn harvesting operation, it is normal to occur grain losses and these grains start to behave as weeds in the crop in succession. The potential of corn to become a hard control weed in soybean crop is greater when it comes from hybrids that show resistance to glyphosate herbicide (RR[®]). Information on the potential for damage that volunteer corn plants can cause when living with soybean is necessary, as well as whether all soybean cultivars will respond in a similar way to corn interference. The search for herbicides that can be used in order to control RR[®] corn is fundamental to reduce the damages caused by these volunteer plants, but before this, it is important to know if there is differential susceptibility of corn hybrids to the herbicides used. The present study had as general objective to evaluate the interference of the volunteer corn plants in the soybean crop and to investigate the susceptibility to the chemical control of the RR[®] corn hybrids. The results of this study showed that: the variables shoot dry matter, 100 grain mass, number of pods per plant and yield are negatively affected as the density of corn plants in coexistence with soybean is increased. The interference of corn promoted elevation of the height of first pod insertion and height of soybean plants. There are differences in susceptibility between soybean cultivars to the interference imposed by the corn. In the present study, the cultivar M8210 IPRO[®] was more susceptible to interference from corn compared to BMX Potência RR[®], even showing higher yield. Regarding the control experiment, treatments containing [imazamox + bentazon] or chloransulan in combination with glyphosate were not efficient in controlling RR[®] volunteer corn plants at V6 stage. The combination of imazethapyr and glyphosate was efficient in controlling corn plants of the hybrids DKB390, SYN7205, and CD384, which show greater susceptibility to this herbicide compared to the other hybrids evaluated. Clethodim presented slower action in the control compared to the other ACCase inhibitors herbicides. All hybrids can be controlled with the application of the herbicides quizalofop-p-ethyl, clodinafop and clethodim on corn plants at V6 stage.

Keywords: *Zea may*; *Glycine max*; weed competition; crop succession; herbicides.

INTRODUÇÃO GERAL

A soja é a principal *commodity* agrícola do Brasil, respondendo por, aproximadamente, 57% de toda a área cultivada com grãos no País. O milho é a segunda cultura mais cultivada no Brasil, apresentando estimativas de que cerca de 16 milhões de hectares serão cultivados na safra 2016/2017.

Em diversas regiões produtoras no Brasil, é comum o cultivo em sucessão da soja semeada na safra seguida pelo milho cultivado em condições de segunda safra (“safrinha”). Atualmente na região central do Brasil, composta pelo bioma Cerrado, a área cultivada com milho em segunda safra é maior do que a de milho em primeira safra.

A soja apresenta ciclo de desenvolvimento curto, quando comparado com o de outras culturas anuais, tornando-se fundamental não haver interferências de fatores abióticos e bióticos que possam comprometer o seu desenvolvimento, visando assegurar que não haja redução na produtividade final. Há inúmeros fatores bióticos que interferem no desenvolvimento da cultura, podendo-se mencionar principalmente os agentes causadores de doenças, os insetos-pragas e as plantas daninhas.

As plantas daninhas afetam o desenvolvimento da cultura da soja devido ao conjunto de ações negativas que recebe o nome de interferência. Dentro do processo de interferência, os prejuízos causados pelas plantas daninhas em convivência com a soja podem ser diretos, por meio da competição por recursos necessários ao desenvolvimento vegetal (água, luz, nutrientes, etc), além do efeito alelopático que algumas espécies de plantas daninhas apresentam; e indiretos, em função do potencial das plantas daninhas em hospedar pragas e doenças. Em determinadas situações em que não se adota medidas visando ao controle das plantas daninhas, as reduções na produtividade da soja podem ser tão intensas a ponto de se inviabilizar economicamente a colheita desta cultura.

Neste contexto, a utilização de herbicidas para o controle das plantas daninhas que infestam lavouras de soja consiste na principal estratégia de manejo empregada por agricultores, uma vez que se apresenta como de fácil execução em grandes propriedades e possui menor dependência de mão de obra. Atualmente, o principal herbicida empregado para o manejo de plantas daninhas na soja é o glyphosate, sendo sua utilização graças à inserção de gene que confere resistência ao produto. Esta transgenia trouxe benefícios para a cultura na qual foi inserida, porém, por outro lado, pensando nos sistemas em que é adotada a sucessão e/ou rotação de culturas, o manejo das plantas voluntárias com herbicidas se tornou mais complexo.

Com a dificuldade de controle das plantas voluntárias de milho resistentes ao glyphosate, elas acabam interferindo sobre a soja, reduzindo assim a produtividade final da cultura. As plantas de milho, quando não são devidamente controladas, podem causar uma série de problemas, como tornar-se hospedeiras de pragas, doenças e nematoides que são comuns à soja, acelerar a perda da eficiência da tecnologia *Bt* para o controle de lepidópteros e, ainda, dificultar a operação da colheita desta cultura.

Em função da ineficiência do glyphosate no controle de plantas voluntárias de milho RR[®], é fundamental o desenvolvimento de novas alternativas herbicidas para o seu controle, visto que as mesmas afetam de maneira significativa o desenvolvimento da soja. No entanto, os reais prejuízos que a presença de plantas voluntárias de milho causa na cultura da soja precisam ser mais investigados, principalmente nas condições edafoclimáticas do Cerrado.

Os herbicidas inibidores da ACCase consistem nas alternativas iniciais que devem ser estudadas no intuito de se obter o controle das plantas voluntárias de milho RR[®], devido ao espectro de ação que os mesmos apresentam. Além destes, é fundamental avaliar a eficácia dos inibidores da ALS, visto que estes herbicidas são amplamente utilizados na cultura da soja.

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a interferência das plantas voluntárias de milho na cultura da soja em condições de Cerrado, bem como avaliar a suscetibilidade ao controle químico de híbridos de milho resistente ao glyphosate. Nesse sentido, três objetivos específicos foram associados a dois experimentos: 1) avaliar a influência de plantas voluntárias de milho RR[®] sobre os parâmetros de crescimento e produção de duas cultivares de soja; 2) avaliar a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência no controle químico de híbridos de milho RR[®]; 3) avaliar a suscetibilidade e tolerância diferencial de híbridos de milho RR[®] oriundos de diferentes programas de melhoramento a herbicidas aplicados em pós-emergência.

CAPÍTULO I

INTERFERÊNCIA DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE MILHO SOBRE SOJA CULTIVADA NO CERRADO

RESUMO

A sucessão de culturas de soja e milho é muito representativa no sistema de produção de grãos do Sudoeste de Goiás há vários anos. A presença de plantas voluntárias de milho em convivência com a soja vem se acentuando desde a introdução no mercado de híbridos de milho resistentes ao glyphosate. O fato do milho apresentar metabolismo C4, possuindo maior eficiência em diversos processos fisiológicos quando comparado com a soja, faz com que plantas voluntárias dessa espécie possam causar severos prejuízos à produção de soja. Não se sabe ao certo se determinados tipos de cultivares de soja respondem de maneira distinta aos efeitos impostos pela interferência do milho sobre a cultura. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da interferência de plantas voluntárias de milho RR[®] em diferentes densidades em duas cultivares de soja RR[®]. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da COMIGO, localizada no município de Rio Verde (GO). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial (2x5), com quatro repetições. O Fator A correspondeu a duas cultivares de soja (BMX Potência RR[®] e M8210 IPRO[®]). Para o Fator B, foram adotadas cinco densidades de infestação de plantas milho RR[®] por m² (0, 4, 8, 12 e 16). Foram realizadas as seguintes avaliações referentes à soja: altura de plantas, índice SPAD, porcentagem de fechamento das entrelinhas, massa seca da parte aérea, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade. A altura de plantas de soja na colheita é maior quando estas foram submetidas à convivência com as plantas de milho. Massa seca da parte aérea, massa de 100 grãos, número de vagens por planta e produtividade de grãos são afetados negativamente sob qualquer densidade de infestação de milho voluntário. A presença das plantas de milho promove elevação na altura de inserção da primeira vagem das plantas de soja. A cultivar de soja M8210 IPRO[®] demonstra ser mais suscetível à interferência das plantas de milho, quando comparada com a cultivar BMX Potência RR[®].

Palavras-chave: *Glycine max*, *Zea mays*, cultivares de soja, matocompetição, glyphosate.

INTERFERENCE OF VOLUNTEER CORN ON THE SOYBEAN CULTIVATED UNDER CERRADO CONDITIONS

ABSTRACT

The crop succession between soybean and corn has been very representative in the grain production system of the Southwest of Goiás for several years. The presence of volunteer corn plants in coexistence with soybean has been increasing since the introduction of hybrids resistant to glyphosate. The fact that corn presents C4 metabolism, having greater efficiency in several processes when compared to the soybean, causes that voluntary plants of this species can bring severe damages to soybean production. The effects of corn interference on certain cultivars of soybean it is not clear. The objective of this work was to evaluate the effect of the interference of RR[®] corn volunteer plants at different densities on two RR[®] soybean cultivars. The experiment was carried out at the COMIGO Experimental Farm, located in the municipality of Rio Verde (GO). The experimental design was a randomized complete block design (2x5), with four replications. Factor A corresponded to two soybean cultivars (BMX Potência RR[®] and M8210 IPRO[®]). For Factor B, five infestation densities of RR[®] corn plants per m² (0, 4, 8, 12 and 16) were adopted. The following evaluations were carried out: plant height, SPAD index, percentage of interlining, shoot dry matter, height of first pod insertion, number of pods per plant, 100 grain mass and grain yield. The height of soybean plants in the harvest is higher when they are submitted to coexistence with corn plants. Shoot dry matter, 100 grain mass, number of pods per plant and yield are reduced as the density of corn plants in coexistence with soybean is increased. The presence of corn plants promoted elevation of the height of first pod insertion of soybean plants. The M8210 IPRO[®] soybean cultivar is more susceptible to interference from corn plants when compared to the cultivar BMX Potência RR[®].

Keywords: *Glycine max*, *Zea mays*, soybean varieties, weed competition, glyphosate.

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola apresenta papel fundamental na balança comercial brasileira, sendo base segura para que a economia do país não entre em declínio. No Estado de Goiás, mais especificamente na Região Sudoeste, entre as principais culturas exploradas em sistema de sucessão estão a soja (safra), semeada entre os meses de outubro e novembro, e o milho (safrinha), semeado após a colheita da soja. A área semeada com a cultura da soja no Brasil corresponde a 57% da área de grãos cultivada no país. O Estado de Goiás possui uma área considerável de plantio de soja, equivalente a 3.285,1 mil hectares, apresentando produtividade média de 3.120 kg ha⁻¹ na safra 2015/2016 (CONAB, 2016).

Nas áreas cultivadas com a sucessão soja e milho, a ocorrência de plantas voluntárias de milho em lavouras de soja tem sido comum. Isto ocorre pela perda de grãos oriundos do processo da colheita do milho, trazendo como principal problema a interferência exercida por estas plantas voluntárias no desenvolvimento da cultura da soja. A problemática se torna ainda maior quando nestes sistemas de sucessão são semeadas culturas com a mesma tecnologia que confere resistência a herbicidas (exemplo: soja RR[®] e milho RR[®]), criando a necessidade de utilização de outros mecanismos de ação para o controle das plantas voluntárias (PETTER et al., 2015).

Diversos são os impactos negativos na cultura da soja devido à presença de plantas voluntárias de milho, citando-se dentre os principais a contaminação dos grãos, dificuldades na colheita mecanizada, hospedagem de pragas e doenças e competição por recursos necessários ao desenvolvimento das plantas (DEEN et al., 2006). As perdas na produtividade da cultura da soja podem ser variáveis, de acordo com o tipo de solo, as condições climáticas, o estágio fenológico da cultura, a densidade de infestação e o intervalo em que acontece a convivência entre a espécie indesejada e a soja (KARAM e MELHORANÇA, 2002).

O nível de interferência do milho no desenvolvimento da soja irá depender de uma série de fatores, como a densidade de infestação (número de plantas), se esta ocorre preferencialmente na linha ou na entrelinha da cultura, e o momento em que as plantas voluntárias se estabelecem na lavoura. Além destes aspectos relacionados à espécie infestante, é importante observar fatores ligados à cultura. Por exemplo, há possibilidade de verificar resposta distinta à interferência imposta pelas plantas de milho em função da semeadura de cultivares de soja com diferentes hábitos de crescimento e ciclo de desenvolvimento distintos.

Para se ter uma ideia das perdas significativas que a interferência de plantas voluntárias de milho pode causar na soja, Beckett e Stoller (1988) observaram redução na produtividade desta cultura de até 25%, pela presença de 5 a 6 plantas de milho por m². Com a presença de 0,5 a 16 plantas de milho por m², Marquardt et al. (2012a) verificaram perda de produtividade na soja de 10 a 41%, respectivamente.

Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da interferência exercida por diferentes densidades de infestação de milho RR[®] no desenvolvimento de duas cultivares de soja RR[®] semeadas em condições de Cerrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, localizado no município de Rio Verde (GO), nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude 17°46'01,10''S, Longitude 51°02'18,40''O e altitude de 828 m. O período de condução do experimento foi de 20/11/2015 a 28/03/2016.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006). Antecedendo a instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo (camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm) para a caracterização físico-química do mesmo, estando os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades físico-químicas do solo em que foi conduzido o experimento de interferência de plantas voluntárias de milho RR[®] na cultura da soja RR[®]. Rio Verde (GO), 2015/2016

| Profundidade cm | pH - CaCl ₂ - | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | Al ³⁺ + H ⁺ | K ⁺ | P (Mehlich) | S | M.O. |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------|-------|---------|
| | | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | ----- mg dm ⁻³ ----- | | -- % -- |
| 0 - 10 | 5,8 | 4,0 | 1,5 | 0,04 | 1,3 | 0,2 | 47,4 | 4,5 | 2,6 |
| 10 - 20 | 5,2 | 3,4 | 1,0 | 0,04 | 1,9 | 0,1 | 18,6 | 6,1 | 2,5 |
| Profundidade cm | Cu | Fe | Mn | Zn | Na | Argila | Silte | Areia | |
| | | ----- mg dm ⁻³ ----- | | | | | ----- % ----- | | |
| 0 - 10 | 0,9 | 37,9 | 17,1 | 12,1 | 0,0 | 51,4 | 5,4 | 43,2 | |
| 10 - 20 | 0,7 | 36,4 | 12,3 | 3,6 | 0,0 | 54,8 | 5,4 | 39,8 | |

Micronutrientes extraídos pelo método de Mehlich.

Segundo a classificação de Köppen, o clima para a localidade é do tipo Aw, que recebe o nome de clima tropical com estação seca, caracterizado por apresentar chuvas mais intensas no verão em comparação ao inverno. As precipitações e temperaturas médias observadas durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.

A área em que foi instalado o experimento estava em pousio, não sendo cultivada nenhuma espécie vegetal na “safrinha” de 2015. O critério de escolha de uma área sem cultivo prévio de milho na “safrinha” foi para evitar que outras plantas desta espécie emergissem durante o experimento. A dessecação das plantas daninhas emergidas na área experimental foi realizada por meio de aplicação sequencial de herbicidas, de forma mecanizada, com uma taxa de aplicação de cem litros por hectare, sendo a primeira aos vinte dias antecedendo a semeadura da soja com aplicação de glyphosate + 2,4-D amina (1.080 + 670 g e.a. ha⁻¹) e a segunda realizada no dia da semeadura com aplicação de glyphosate na dose de 1.080 g e.a. ha⁻¹.

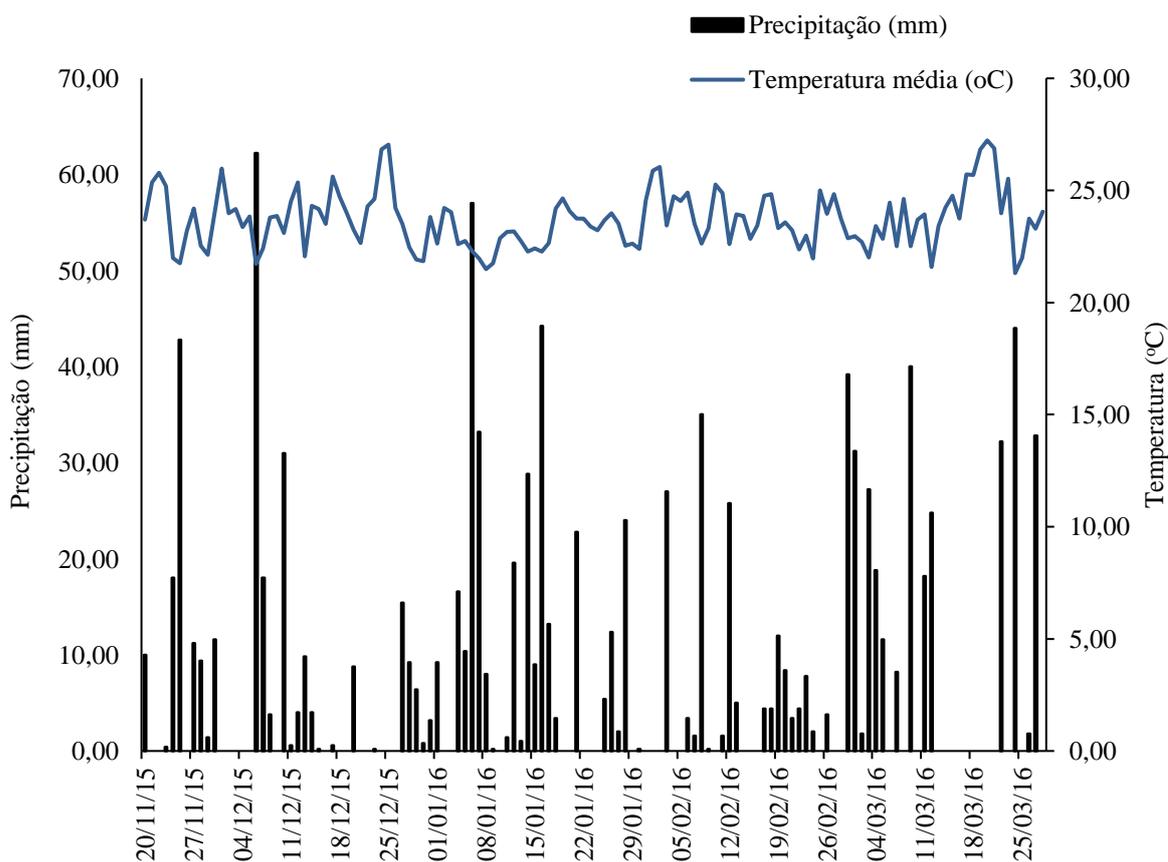


Figura 1. Dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) durante o período de condução do experimento. Rio Verde (GO), 2015/2016.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial (2x5), com quatro repetições. O Fator A correspondeu a duas cultivares de soja (BMX Potência RR[®] e M8210 IPRO[®]). A cultivar BMX Potência RR[®] apresenta hábito de crescimento indeterminado e ciclo sempreprecoce (grupo de maturação 6.7), enquanto que a M8210 IPRO[®] apresenta crescimento determinado e ciclo médio (grupo de maturação 8.2). Para o Fator B

foram adotadas cinco densidades de infestação de plantas de milho RR[®] (híbrido AS 1633 PRO2) por m² (0, 4, 8, 12 e 16). Cada unidade experimental possuía 20 m² de área total, sendo as parcelas constituídas de 10 linhas de 4 m de comprimento, espaçadas a 0,5 m entre si. A área útil utilizada para avaliações e colheita foi de 6 m², sendo 3 m de largura (6 linhas centrais) por 2 m de comprimento.

A semeadura da soja foi realizada mecanicamente no dia 20/11/2015, realizando-se adubação no sulco de semeadura com 250 kg ha⁻¹ de MAP Turbo (10-50-00) + 120 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Ambas as cultivares foram semeadas com uma profundidade de 3 cm. Para a cultivar de soja BMX Potência RR[®], foram distribuídas 20 sementes por m⁻¹, obtendo-se estande inicial de 18 plantas por m⁻¹ (360.000 plantas ha⁻¹), enquanto que para a M8210 IPRO[®], semeou-se 12 sementes por m⁻¹, verificando-se estande inicial de 11 plantas por m⁻¹ (220.000 plantas ha⁻¹), conforme recomendação dos obtentores. Para ambas as cultivares foi realizado tratamento de sementes com [fipronil + pyraclostrobin + thiophanate-methyl] na dose [3 + 30 + 27 g por 100 kg de sementes], utilizando-se o produto comercial Standak Top[®] (120 mL p.c. por 100 kg de sementes). A emergência de ambas as cultivares ocorreu seis dias após a semeadura (26/11/2015).

Para simular as diferentes densidades de milho previstas por m² em cada tratamento, foi realizada a semeadura manual desta espécie da seguinte forma: 50% da população nas entrelinhas e 50% na linha de plantio da cultura da soja. A semeadura do milho foi realizada a 3 cm de profundidade do solo e imediatamente após o término da semeadura da soja, optando-se por fazer a operação desta forma a fim de evitar que o revolvimento do solo gerado na semeadura da soja alterasse a distribuição espacial das sementes de milho. Após 8 dias da semeadura, foi realizado o desbaste das plantas de milho para garantir o estande desejado.

Para controlar as plantas daninhas que emergiram após a semeadura da cultura, foi realizada uma aplicação de glyphosate (1.440 g e.a. ha⁻¹) aos 20 DAE da soja. Para as plantas daninhas tolerantes a este herbicida, que não foram devidamente controladas, procedeu-se à eliminação das mesmas por meio de uma capina manual. O cuidado no controle das outras espécies presentes na área experimental teve como objetivo garantir que em cada tratamento apenas o efeito da convivência do milho com a soja fosse avaliado. O manejo de pragas e doenças foi realizado de acordo com as recomendações técnicas de cultivo para a cultura da soja, descritas por Embrapa (2013).

Para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos no desenvolvimento da cultura da soja, foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas aos 7, 28 e 105 dias após a emergência

da cultura (DAE); índice SPAD aos 28, 35 e 42 DAE; porcentagem de fechamento das entrelinhas da soja aos 35 DAE; e massa seca das plantas de soja aos 42 DAE.

Para a avaliação de altura de plantas, foi realizada a medição, com auxílio de uma régua graduada, da distância entre a superfície do solo (colo da planta) até o meristema apical da planta, sendo amostradas cinco plantas por unidade experimental. O índice SPAD foi avaliado com o aparelho clorofilômetro, modelo Minolta SPAD-502, sendo amostradas cinco plantas por unidade experimental, fazendo a mensuração no folíolo central da terceira folha completamente expandida localizada na direção do ápice para a base da planta. Na avaliação de porcentagem de fechamento das entrelinhas da soja, foi conferida nota (%) de quanto as entrelinhas da cultura encontravam-se sombreadas pelo dossel das plantas, sendo considerado valor máximo (100%) a condição em que as entrelinhas estavam totalmente recobertas pelas folhas e caule das plantas de soja (HEIFFIG et al., 2006). Para avaliação de massa seca, a parte aérea das plantas de soja coletadas foi colocada em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a temperatura constante de 65°C, visando à obtenção da massa seca, sendo amostradas cinco plantas por unidade experimental.

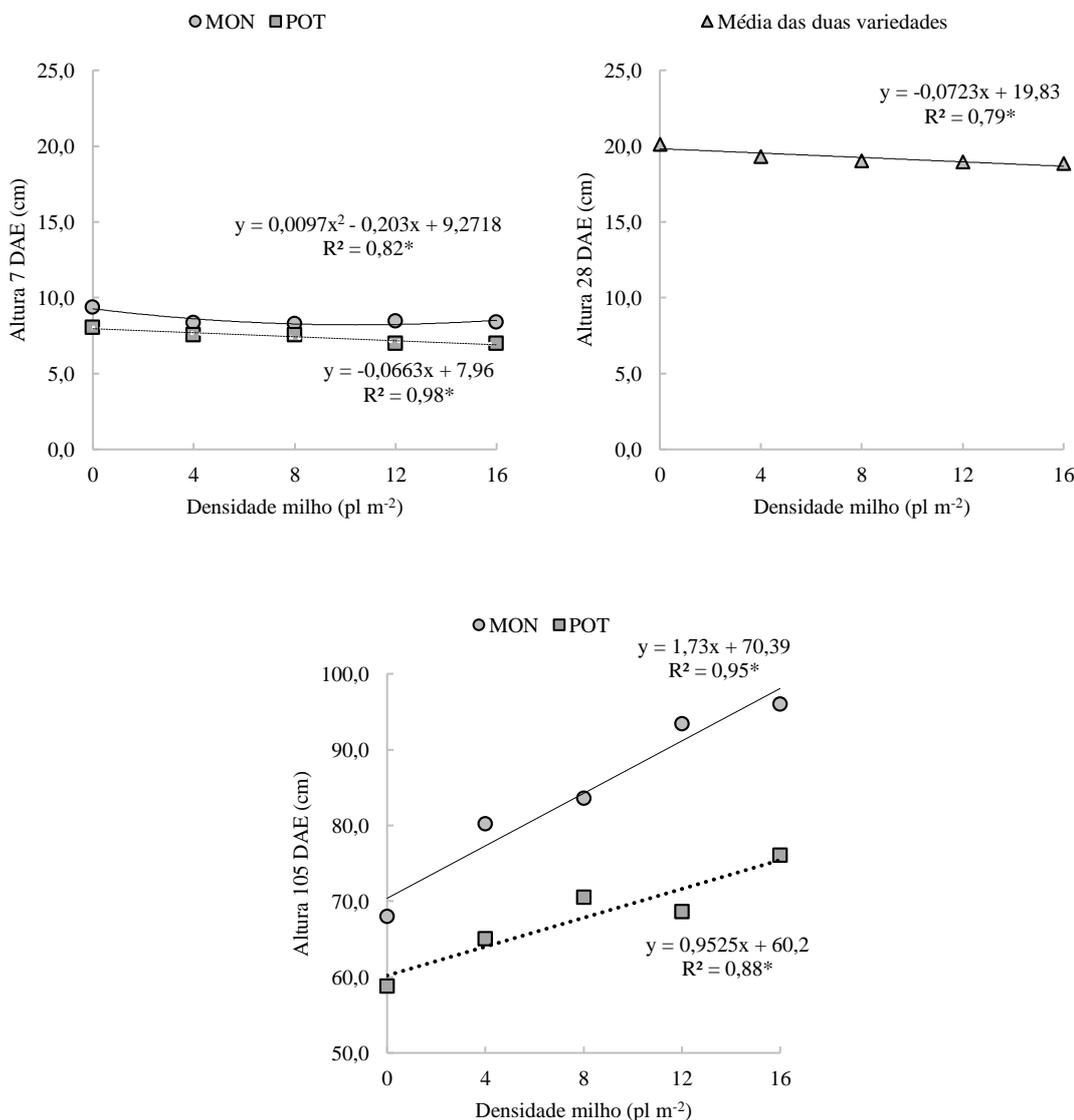
Além disso, por ocasião da colheita da soja foram realizadas as seguintes avaliações: altura de inserção da primeira vagem, contagem do número de vagens por planta e massa de 100 grãos (cinco plantas de soja por parcela). No final do ciclo da soja, procedeu-se à colheita das plantas e conversão da produtividade de grãos da cultura em quilogramas por hectare, realizando a correção da umidade para 13%. A colheita da variedade BMX Potência RR[®] foi realizada em 10/03/2016, encerrando o ciclo de produção entre emergência e colheita com 105 dias. Para a variedade M8210 IPRO[®], a colheita foi realizada em 28/03/2016, apresentando ciclo total de 123 dias.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011). Após o término do experimento, os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância. Quando eram observados efeitos significativos entre os fatores testados ou entre os níveis de cada fator, os dados foram submetidos à análise de regressão

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade de milho influenciou significativamente a altura de plantas de soja aos 7 DAE, sendo este comportamento observado para as duas cultivares, M8210 IPRO[®] e BMX

Potência RR[®] (Figura 2). As plantas que se desenvolveram sem a convivência com o milho apresentaram os maiores valores de altura nesta avaliação, sendo este fato observado para ambas as cultivares. Independentemente da presença de plantas de milho ou não em convivência com a soja, a cultivar M8210 IPRO[®] apresentou maiores valores de altura de plantas quando comparada à BMX Potência RR[®].



*: significativo a 5% ($p < 0,05$); ns: não-significativo ($p > 0,05$).

Figura 2. Altura de plantas de soja aos 7, 28 e 105 DAE da cultura em função de diferentes níveis de infestação de milho voluntário. Rio Verde (GO), 2015/2016. MON: M8210 IPRO[®]; POT: BMX Potência RR[®].

Ainda com relação à avaliação realizada aos 7 DAE, verificou-se o menor valor de altura de plantas de soja para a cultivar M8210 IPRO[®] com densidade média de 10,46 plantas de milho

por m². Para a BMX Potência RR[®], este valor pode ser estimado, tendo em vista que a altura da soja continuou a ser reduzida por densidades superiores ao intervalo avaliado no presente trabalho. Apesar disto, no intervalo de densidades avaliado, verificou-se altura 13,5% menor nas plantas de soja que se desenvolveram em convivência com 16 plantas de milho por m² em relação àquelas que não foram submetidas à convivência com o milho.

Aos 28 DAE, o aumento da densidade de plantas de milho influenciou de forma similar a altura de plantas de soja para ambas as cultivares avaliadas (Figura 2). Nesta ocasião, o aumento de uma planta de milho por m² proporcionou redução na altura das plantas de soja de aproximadamente 0,07 cm. O máximo de prejuízo nesta variável foi observado com a presença de 16 plantas de milho por m², sendo observada nestas parcelas plantas de soja com altura 5,6% menor em comparação com as que se desenvolveram livre da convivência com o milho.

Na avaliação de altura realizada por ocasião da colheita (105 DAE) da cultivar mais precoce, foi observado comportamento distinto do registrado nas avaliações anteriores, uma vez que com o aumento de densidade de plantas de milho em convivência com a soja, foi verificada a presença de plantas com alturas mais elevadas (Figura 2). Este comportamento pode ser justificado pela competição por luz entre a soja e o milho, uma vez que o crescimento mais rápido que as plantas de milho apresentam em comparação com a soja favorece o sombreamento da cultura. Quando a soja se encontra em condições de intenso sombreamento, há aumento no comprimento dos entrenós das plantas, fato que conseqüentemente proporciona estiolamento da soja (CASTRO e GARCIA, 1996).

Analisando as diferentes avaliações de altura de plantas de soja, inicialmente (7 DAE) a cultivar BMX Potência RR[®] apresentou-se mais sensível ao efeito da convivência com as plantas de milho, tendo em vista que a redução máxima nos valores de altura, dentro do intervalo de densidade avaliado, foi superior quando comparado com a M8210 IPRO[®]. Isto fica mais evidente quando se observa as porcentagens de redução máxima das alturas de planta, uma vez que para a cultivar M8210 IPRO[®] este valor foi de 11,4% em densidade de 10,46 plantas de milho por m², e para a BMX Potência RR[®] 13,5% na densidade de 16 plantas de milho por m².

Em contrapartida, na avaliação realizada na colheita da soja, observou-se maior estiolamento de plantas da cultivar M8210 IPRO[®] pelo aumento de densidade de plantas de milho em convivência com a cultura, fato que pode ser comprovado pelo coeficiente angular de ambas as equações lineares, uma vez que o desta cultivar (1,73) foi maior do que o da BMX Potência RR[®] (0,95).

O índice SPAD, mensurado por equipamento manual que recebe o nome de clorofilômetro (Minolta SPAD-502), avalia quantitativamente a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, quando ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila, e a 940 nm, quando não ocorre absorção. A partir destes dois valores, o equipamento calcula um número, o qual é denominado índice SPAD (MARKWELL et al., 1995). Apesar de não ser uma medida direta do teor de clorofila, o índice SPAD é altamente correlacionado com ele.

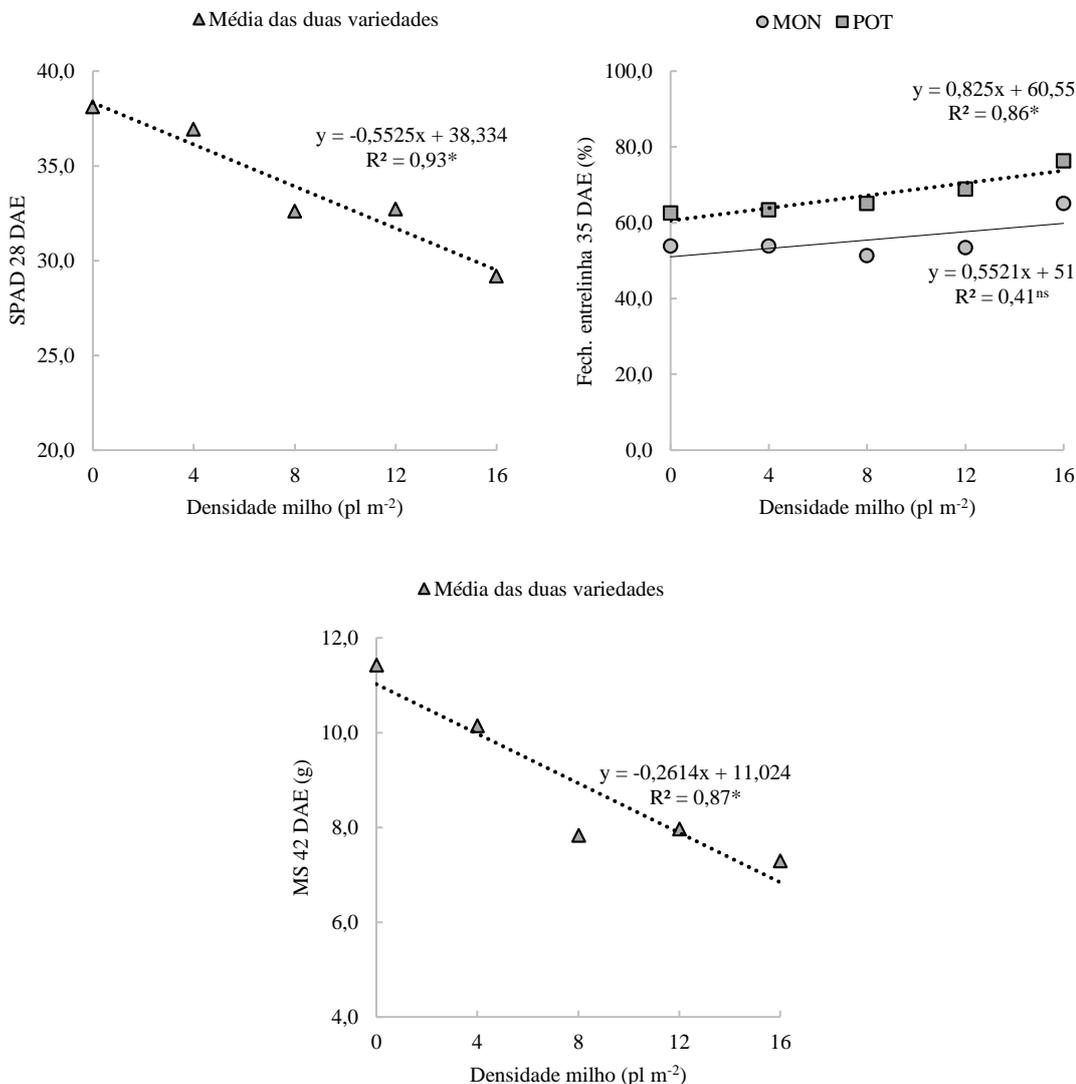
Aos 28 DAE, foi realizada avaliação do índice SPAD das plantas de soja, observando que o aumento de densidade de milho em convivência com a cultura afetou de maneira similar as duas cultivares de soja avaliadas no experimento (M8210 IPRO® e BMX Potência RR®) (Figura 3). O aumento de uma planta de milho por m² proporcionou diminuição equivalente a 0,55 no valor de índice SPAD aferido na soja. A redução máxima desta variável foi observada com a presença de 16 plantas de milho por m², sendo o valor 23,1% menor do que o registrado nas plantas de soja que se desenvolveram livremente da interferência do milho.

Apesar das diferenças observadas para o índice SPAD aos 28 DAE, quando se busca na literatura por resultados que correlacionam esta variável resposta com a interferência de plantas daninhas, em geral, confronta-se com a situação de que o efeito não é claro. Em trabalhos realizados com as culturas do tomateiro e do algodoeiro, os autores não verificaram efeito significativo da interferência de plantas daninhas sobre o índice SPAD (SALGADO et al., 2002; SILVA et al., 2010).

Foi realizada também a avaliação do índice SPAD em plantas de soja aos 35 e 42 DAE da soja em diferentes densidades de milho, apresentando resultados não significativos, ou seja, a presença das plantas de milho não alterou o nível de coloração verde das folhas de soja, e provavelmente o teor de clorofila destas nas referidas avaliações (dados não apresentados). Apesar de não ter apresentado diferenças significativas nas avaliações posteriores, a resposta apresentada pela soja para o índice SPAD aos 28 DAE indica que este equipamento pode ser utilizado como indicativo de estar havendo ou não interferência de plantas daninhas na cultura da soja, havendo necessidade de mais estudos para confirmar esta hipótese.

Aos 35 DAE, a porcentagem de fechamento das entrelinhas de soja foi influenciada significativamente pela densidade de milho apenas para a cultivar BMX Potência RR® (Figura 3). Para esta cultivar, as plantas de soja que foram submetidas à convivência com maiores densidades de milho apresentaram valores de fechamento das entrelinhas mais elevados em comparação com aquelas livres de interferência (0 plantas de milho por m²). Apesar de ter sido observado este comportamento, se comparado com outras variáveis-repostas, o efeito do

aumento de densidade das plantas de milho no fechamento das entrelinhas da soja foi de pequena magnitude.



*: significativo a 5% ($p < 0,05$); ns: não-significativo ($p > 0,05$).

Figura 3. Índice SPAD (28 DAE), fechamento das entrelinhas da cultura (35 DAE) e massa seca da parte aérea de planta de soja (42 DAE) em função de diferentes níveis de infestação de milho voluntário. Rio Verde (GO), 2015/2016. MON: M8210 IPRO[®]; POT: BMX Potência RR[®].

A cultivar BMX Potência RR[®] apresentou porcentagens de fechamento das entrelinhas maiores quando comparada com a M8210 IPRO[®]. Isto pode ser justificado pelo menor ciclo de desenvolvimento desta cultivar em comparação com a M8210 IPRO[®], fazendo com que a BMX Potência RR[®] atinja seu ápice de crescimento mais rapidamente. Além disso, a BMX Potência RR[®] apresenta hábito de crescimento indeterminado, o que indica que mesmo após alcançar o

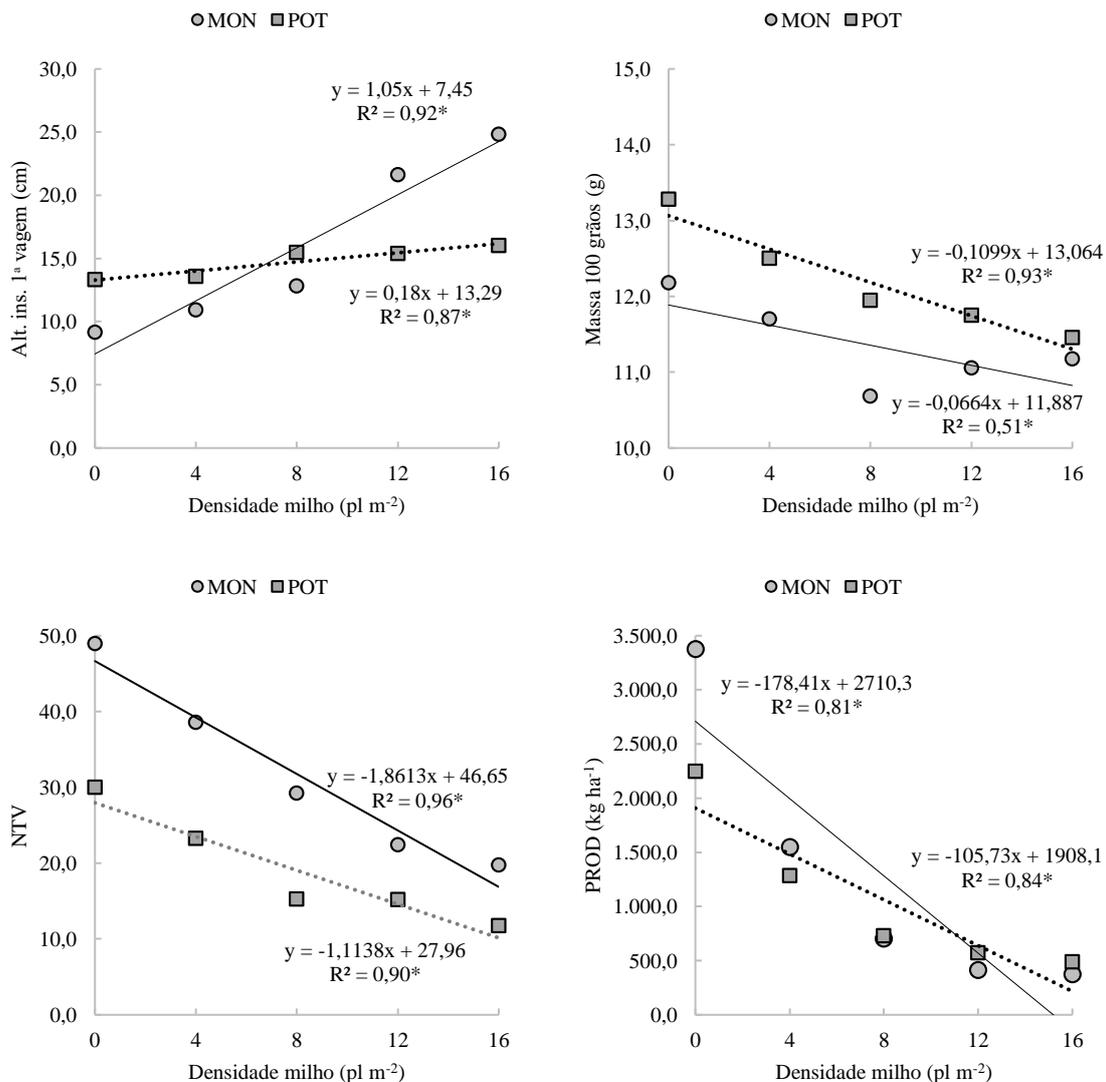
estádio reprodutivo, a cultivar continua apresentando intenso crescimento em altura e massa (STÜLP et al., 2009). Outro fator que contribuiu para o maior fechamento das entrelinhas desta cultivar foi a densidade de semeadura empregada, sendo esta superior à utilizada para a cultivar M8210 IPRO®.

A massa seca da parte aérea por planta de soja foi influenciada de maneira similar para ambas as cultivares (M8210 IPRO® e BMX Potência RR®) devido ao aumento de densidade de milho em convivência com a cultura (Figura 3). Na condição com maior densidade de plantas de milho em convivência com a soja (16 plantas m²), foi observada redução máxima no valor de massa seca de 37,9% em relação às plantas de soja livres de interferência. A redução no acúmulo de massa seca da soja ocorre devido à maior habilidade competitiva que o milho apresenta, tendo em vista que é uma espécie C4, respondendo melhor aos estímulos climáticos encontrados nas condições tropicais (MARQUARDT et al., 2012b; MENDES et al., 2013).

A avaliação da altura de inserção da primeira vagem é importante, pois apesar de não ser classificada como um dos componentes de rendimento da soja, tem influência direta sobre a produtividade (NEPOMUCENO et al., 2007). Em geral, quanto menor a altura de inserção de vagem, maiores são os potenciais de perdas de rendimento no momento da colheita, pois a plataforma de corte da colhedora trabalha a uma altura mínima do solo (BRAZ et al., 2010).

As duas cultivares de soja apresentaram maiores valores de altura de inserção da primeira vagem quando houve aumento na densidade de plantas de milho em convivência com a cultura (Figura 4). Este comportamento está relacionado ao estiolamento verificado nas plantas de soja que se encontravam sob intensa competição por luz com as plantas de milho. Apesar de ambas as cultivares responderem de maneira similar ao aumento de densidade de milho, esta variável-resposta foi mais fortemente influenciada na M8210 IPRO®, verificando-se aumento na altura de inserção da primeira vagem equivalente a 1,05 cm para cada planta de milho adicionada em convivência com a soja. Sedyama et al. (1985) afirmam que para haja uma minimização das perdas na colheita mecanizada da soja, as cultivares de soja devem apresentar altura mínima de inserção da primeira vagem igual a 12 cm.

As duas cultivares de soja avaliadas no presente trabalho apresentaram redução nos valores de massa de 100 grãos quando em convivência com as plantas de milho (Figura 4). Independentemente da convivência com o milho, a cultivar de soja BMX Potência RR® apresentou massa de 100 grãos superior quando comparada à M8210 IPRO®. Na maior densidade de plantas de milho avaliada no presente trabalho (16 plantas por m²), verificou-se redução da ordem de 8,9 e 13,4% na massa de 100 grãos, para M8210 IPRO® e BMX Potência RR®, respectivamente, em relação às suas parcelas sem convivência com as plantas de milho.



*: significativo a 5% ($p < 0,05$).

Figura 4. Altura de inserção da primeira vagem, massa de 100 grãos, número total de vagens por planta (NTV) e produtividade da soja (PROD) em função de diferentes níveis de infestação de milho voluntário. Rio Verde (GO), 2015/2016. MON: M8210 IPRO[®]; POT: BMX Potência RR[®].

Diferentemente da avaliação de massa de 100 grãos, para o número total de vagens por planta, a cultivar M8210 IPRO[®] apresentou maiores valores quando comparada com a BMX Potência RR[®] (Figura 4). Apesar da diferença no número total de vagens entre as duas cultivares, quando se compara a porcentagem de redução máxima obtida em cada material em relação à sua respectiva testemunha (sem convivência com o milho), o valor é idêntico, sendo registrada diminuição de 36,2% no número total de vagens quando estas cultivares se desenvolveram na presença de 16 plantas de milho por m² de milho. Vale ressaltar também a

influência que a densidade de semeadura da soja apresenta sobre esta variável, uma vez que para plantios mais adensados, há uma tendência clara de se observar menor número total de vagens por planta.

Com relação aos dados de produtividade da soja, a cultivar M8210 IPRO[®] apresentou resultados superiores, chegando a 3.374 kg ha⁻¹, comparando-se com a BMX Potência RR[®] que alcançou 2.246 kg ha⁻¹ (Figura 4). Embora a M8210 IPRO[®] tenha demonstrado produtividade maior, a convivência com 1 planta de milho por m² proporcionou redução de 178 kg ha⁻¹ para esta cultivar, enquanto que para a BMX Potência RR[®] essa redução foi menor, sendo de 106 kg ha⁻¹ a cada planta de milho presente por m² quadrado.

Com a presença de 15,2 plantas de milho por m² de milho, a redução na produtividade da soja para a cultivar M8210 IPRO[®] chegou a 100%, enquanto que para a cultivar BMX Potência RR[®] o máximo de redução na produtividade observado no intervalo de densidades de milho avaliado neste experimento foi de 11,3%, quando havia a convivência da soja com 16 plantas de milho por m². Em trabalho realizado por Alms et al. (2016), verificou-se redução de 71% na produtividade da soja devido à presença de 6 plantas de milho por m², dados estes oriundos de experimentos repetidos em duas safras distintas.

As reduções na produtividade da soja impostas pela presença das plantas de milho são oriundas não apenas de uma ação específica, mas sim de um conjunto de ações que determina o processo de interferência. Entre estas ações, foi verificada a competição por luz, que pode ser comprovada pelo estiolamento na avaliação de altura na ocasião da colheita, mecanismo no qual a soja apresenta maior gasto metabólico, visando compensar o ambiente de sombreamento em que se desenvolveu.

Há também a problemática relacionada à competição por nutrientes. Os teores destes elementos apresentados na Tabela 1 estão adequados para o cultivo da soja. Porém, quando há a presença das plantas de milho, a extração por unidade de área será maior, limitando a disponibilidade destes nutrientes para a cultura que apresenta menor habilidade competitiva, que neste caso é a soja (CURY et al., 2012).

4 CONCLUSÃO

A altura de plantas de soja na colheita é maior quando estas foram submetidas a convivência com plantas de milho.

Os componentes do rendimento são afetados negativamente sob qualquer densidade de infestação de milho voluntário.

A presença das plantas de milho promove elevação na altura de inserção da primeira vagem das plantas de soja, sendo essa elevação correlacionada positivamente com o aumento na densidade das plantas de milho.

A cultivar de soja M8210 IPRO[®] demonstra ser mais suscetível à interferência das plantas voluntárias de milho, quando comparada com a cultivar BMX Potência RR[®].

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMS, J. et al. Yield loss and management of volunteer corn in soybean. **Weed Technology**, v. 30, n.1, p.254-262, 2016.

BECKETT, T.H.; STOLLER, E.W. Volunteer corn (*Zea mays*) interference in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v.36, n.2, p.159-166, 1988.

BRAZ, G.B.P. et al. Componentes de produção e rendimento de soja em função da época de dessecação e do manejo em pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.2, p.63-72, 2010.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, v.26, n.1, p.167-174, 1996.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho/2016**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf>. Acesso em: 13/06/2016.

CURY, J.P.; et al. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.30, n.2, p.287-296, 2012.

DEEN, W. et al. Control of volunteer glyphosate-resistant corn (*Zea mays*) in glyphosate resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.20, n.1, p.261-266, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. v. 16, 268p.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

HEIFFIG, L.S. et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A.L. **Cultivo do milho: plantas daninhas**. Sete Lagoas, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 2002. n.58, p.10.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J.L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, v.46, n.3, p.467-472, 1995.

MARQUARDT, P.T.; KRUPKE, C.H.; JOHNSON, W.G. Competition of transgenic volunteer corn with soybean and the effect on western corn rootworm emergence. **Weed Science**, v.60, n.2, p.193-198, 2012a.

MARQUARDT, P.T. et al. Competitive effects of volunteer corn on hybrid corn growth and yield. **Weed Science**, v.60, n.4, p.537-541, 2012b.

MENDES, M.M.S. et al. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1342-1350, 2013.

NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.43-50, 2007.

PETTER, F.A. et al. Volunteer RR[®] corn management in Roundup Ready[®] soybean corn succession system. **Planta Daninha**, v.33, n.1, p.119-128, 2015.

SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A.; ROSSI, C.V.S. Efeito da densidade de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*) sobre o crescimento inicial de plantas de algodão. **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.405-411, 2002.

SEDIYAMA, T. et al.. **Cultura da soja: I parte**. Viçosa: UFV, 1985. 96p.

SILVA, B.P. et al. Interferência de caruru-de-mancha, maria-pretinha, picão-preto e tiririca em tomateiro industrial. **Bragantia**, v.69, n.2, p.313-318, 2010.

STÜLP, M. et al. I. Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.5, p.1240-1248, 2009.

CAPÍTULO II

CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE MILHO RESISTENTE AO GLYPHOSATE PROVENIENTES DE DIFERENTES HÍBRIDOS

RESUMO

As plantas voluntárias de milho podem ocasionar elevadas perdas quando presentes em outras culturas, tornando-se necessário proceder ao seu controle. Neste sentido, diferentes estratégias podem ser utilizadas, destacando-se o método químico com a aplicação de herbicidas. O uso de cultivares resistentes ao glyphosate em culturas semeadas em sucessão dificulta ainda mais o manejo de plantas voluntárias. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a suscetibilidade diferencial de híbridos de milho Roundup Ready (RR[®]) ao controle químico com aplicação de herbicidas em pós-emergência. O experimento foi conduzido a campo, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 8x9, sendo as parcelas subdivididas, com quatro repetições. Na parcela foram avaliados oito tratamentos herbicidas compostos pela aplicação de clethodim + glyphosate, quizalofop-p-ethyl + glyphosate, clodinafop + glyphosate, imazethapyr + glyphosate, [imazamox + bentazon] + glyphosate, cloransulan + glyphosate, glyphosate, constando também entre estes uma testemunha sem aplicação. Nas subparcelas foram semeados nove híbridos de milho RR[®] (AS 1633 PRO2, CD 384 PW, CD 3612 PW, 30S31 YHR, 30F53 YHR, SYN 7205 TL/TG, DKB 177 PRO 3, DKB 390 PRO 3 e 2B587 PW). As plantas voluntárias de todos os híbridos avaliados podem ser controladas em V6 com a aplicação dos herbicidas inibidores da ACCase quizalofop-p-ethyl, clodinafop e clethodim. O herbicida clethodim apresentou ação mais lenta no controle de plantas voluntárias de milho em relação aos demais herbicidas inibidores da ACCase. A associação do glyphosate com os herbicidas inibidores da ACCase não impediu que estes promovessem excelente controle das plantas voluntárias de milho RR[®]. Os tratamentos [imazamox + bentazon] e cloransulan associados com glyphosate não foram eficientes no controle de plantas voluntárias de milho RR[®] em estágio V6. O tratamento imazethapyr associado ao glyphosate foi eficiente no controle de plantas voluntárias de milho dos híbridos DKB390, SYN7205 e CD384, os quais mostram maior suscetibilidade a esse tratamento herbicida em comparação aos demais híbridos avaliados.

Palavras-chave: *Zea mays*, plantas voluntárias, controle químico, Inibidores da ACCase, Inibidores da ALS, Inibidores do Fotossistema II.

CONTROL OF GLYPHOSATE-RESISTANT VOLUNTEER CORN PLANTS FROM DIFFERENT HYBRIDS

ABSTRACT

Volunteer corn plants can cause great losses when in coexistence with other crops, making necessary its control. In this sense, different strategies can be used, emphasizing the chemical method with herbicides application. The use of cultivars in sequential crop with resistance to glyphosate makes the management of volunteer plants even more difficult. The objective of this study was to evaluate the differential susceptibility of Roundup Ready (RR[®]) corn hybrids to chemical control with post-emergence herbicides. The experiment was carry out in the field, using a randomized complete block design, in an 8x9 factorial arrangement, with split plots, with four replications. In the main plot, eight herbicide treatments were evaluated using clethodim + glyphosate, quizalofop-p-ethyl + glyphosate, clodinafop + glyphosate, imazethapyr + glyphosate, [imazamox + bentazon] + glyphosate, cloransulan + glyphosate, glyphosate, and a control without herbicide application. In the subplots, nine RR[®] corn hybrids (AS 1633 PRO2, CD 384 PW, CD 3612 PW, 30S31 YHR, 30F53 YHR, SYN 7205 TL / TG, DKB 177 PRO 3, DKB 390 PRO 3, and 2B587 PW) were seeded. Volunteer plants of all evaluated hybrids can be controlled in V6 with application of ACCase inhibitors herbicides quizalofop-p-ethyl, clodinafop, and clethodim. The herbicide clethodim presented slower action controlling volunteer corn plants in relation to the other ACCase inhibitors herbicides evaluated. The association of glyphosate with ACCase inhibitors herbicides did not prevent them from promoting excellent control volunteer RR[®] corn plants. The treatments [imazamox + bentazon] and cloransulan associated with glyphosate were not efficient in the control of volunteer RR[®] corn plants in V6 stage. The imazethapyr treatment associated to glyphosate was efficient in controlling volunteer corn plants of the DKB390, SYN7205, and CD384 hybrids, which showed greater susceptibility to this herbicide treatment compared to the other hybrids evaluated.

Keywords: *Zea mays*, volunteer plants, chemical control, ACCase inhibitors, ALS inhibitors, PS II inhibitors.

1 INTRODUÇÃO

Na última safra agrícola (2015/2016), o Brasil apresentou área cultivada com soja de 33.176,9 mil hectares, observando produtividade de grãos média equivalente a 2.870 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016). A cultura do milho, que tradicionalmente era cultivada na safra principal (semeadura entre os meses de setembro a dezembro), na última década passou a apresentar maior área de cultivo na segunda safra (semeadura entre os meses de janeiro a março), sendo que na safra 2015/2016, cerca de 2/3 da área total de milho cultivado no Brasil foram realizados em segunda safra (CONAB, 2016).

Do ponto de vista econômico, a sucessão soja e milho “safrinha” apresenta-se rentável, porém, pensando na sustentabilidade das áreas agrícolas, é fundamental o emprego da rotação de culturas, utilizando-se uma maior gama de espécies para obter melhorias do ambiente edáfico e maior diversidade biológica. A utilização exclusiva do sistema de sucessão de culturas com soja e milho pode trazer problemas como compactação do solo, redução na estabilidade de agregados, menor conteúdo de matéria orgânica, seleção de micro-organismos da fauna do solo responsáveis pela degradação de pesticidas (e consequente redução na atividade residual destes), e plantas voluntárias emergidas de uma cultura interferindo no desenvolvimento da outra espécie semeada (BERTOL et al., 2004; GASPARIM et al., 2005; ZABLOTOWICZ et al., 2006; BRAZ et al., 2013).

As plantas daninhas podem causar grandes prejuízos na cultura da soja, sendo fundamental proceder ao seu controle para a obtenção de uma boa produtividade (SILVA et al., 2008). As espécies que compõem a comunidade infestante caracterizam-se por possuir alta capacidade competitiva por água, luz, nutrientes e espaço físico, além de serem hospedeiras de pragas e doenças e liberarem compostos químicos que interferem no desenvolvimento da espécie cultivada (alelopatia) (SILVA et al., 2009).

Apesar de o milho ser uma espécie de interesse econômico, a partir do momento em que há convivência de plantas voluntárias dessa espécie com a nova cultura instalada, o milho passa a se comportar como planta daninha, sendo fundamental realizar o controle para que não haja prejuízos à cultura semeada. Nos últimos anos, tem sido comum a ocorrência de plantas voluntárias de milho na cultura da soja. Estas plantas podem emergir de sementes com anomalias na germinação e que foram semeadas em safras anteriores, ou ainda de grãos oriundos de perdas na colheita. O milho tem potencial para se tornar uma planta daninha de difícil controle na soja, especialmente no caso do milho Roundup Ready (RR[®]) voluntário em

cultivos de soja transgênica que também apresentam resistência ao glyphosate (COSTA et al., 2014).

Por este motivo, é fundamental proceder ao controle das plantas voluntárias de milho na cultura da soja, podendo ser adotados diferentes métodos de controle, como o cultural, o mecânico e o químico. O método químico, por meio da aplicação de herbicidas, consiste no mais utilizado na cultura da soja, em função de características como facilidade e rápida execução, além de apresentar elevada eficácia (CORREIA et al., 2011).

Dúvidas com relação ao estágio de aplicação mais apropriado, bem como mecanismos de ação de herbicidas que irão apresentar eficácia no controle de plantas de milho voluntárias ainda existem, apesar de algumas pesquisas já terem sido desenvolvidas visando solucionar estas questões (COSTA et al., 2014; PETTER et al., 2015). Trabalhos realizados com os herbicidas inibidores da ACCase clethodim e fluazifop-p-butyl, aplicados em doses de 84 e 187,5 g ha⁻¹, respectivamente, demonstraram a eficácia destes produtos no controle de milho voluntário, para aplicações realizadas sobre plantas em estágio V4 (BIANCHI, 2009).

Além das dúvidas relacionadas aos herbicidas que podem ser utilizados para o controle das plantas voluntárias de milho RR[®], há possibilidade de haver tolerância diferencial desta espécie em relação à suscetibilidade aos herbicidas. Atualmente, existe grande número de empresas que desenvolvem híbridos de milho para serem comercializados no Brasil, fazendo com que estes materiais sejam provenientes de diferentes programas de melhoramento. Esta característica do mercado de sementes de milho torna possível a visualização de diferenças na sensibilidade desta espécie aos herbicidas que podem ser utilizados para o controle das plantas voluntárias. Em trabalho realizado por Cavalieri et al. (2008), no qual o intuito da pesquisa foi verificar a tolerância diferencial de híbridos de milho ao nicosulfuron, ficou comprovado que existe comportamento distinto quanto à sensibilidade para este herbicida entre os materiais genéticos de milho disponíveis no Brasil.

A partir do contexto abordado acima, o objetivo desse trabalho foi avaliar a suscetibilidade de híbridos de milho resistentes ao glyphosate, provenientes de diferentes programas de melhoramento, a aplicações de herbicidas em pós-emergência, bem como selecionar herbicidas eficientes para esse tipo de controle.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, localizado no município de Rio Verde (GO), nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude 17°45'52,04''S, Longitude 51°02'19,68''O e altitude de 830 m. O período de condução do experimento foi de 06/03/2015 a 30/05/2015.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006), apresentando pH em CaCl₂ = 5,5; M.O. = 2,6%; 53,1% de areia; 5,4% de silte e 41,5% de argila em análise realizada na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Segundo a classificação de Köppen, o clima para a localidade é do tipo Aw, que recebe o nome de clima tropical com estação seca, sendo caracterizado por apresentar chuvas mais intensas no verão em comparação com o inverno. As precipitações e temperaturas médias observadas durante a condução do experimento encontram-se na Figura 5.

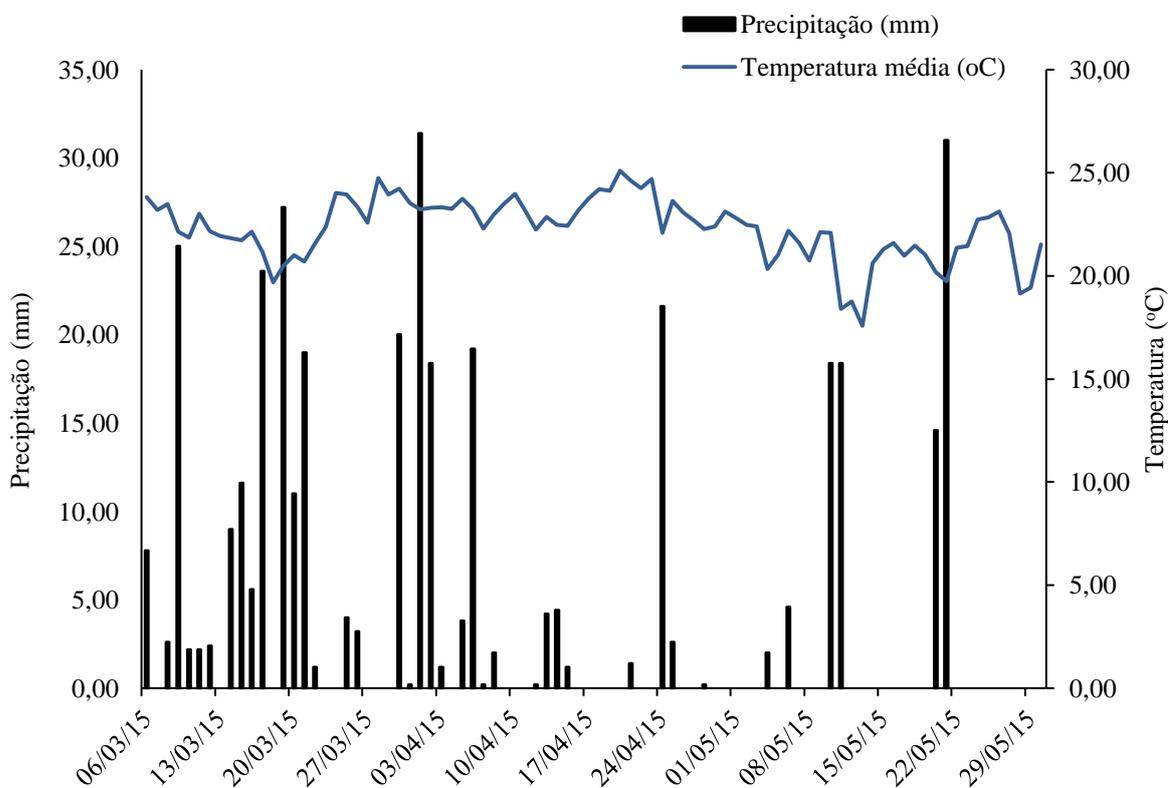


Figura 5. Dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) durante o período de condução do experimento. Rio Verde (GO), 2015.

Anteriormente à instalação do experimento, a área havia sido cultivada com soja em condições de safra (2014/2015). Após a colheita da soja, procedeu-se à dessecação no dia

15/01/2015, utilizando-se a associação entre os herbicidas glyphosate (720 g e.a. ha⁻¹) + fenoxaprop-p-ethyl (55 g i.a. ha⁻¹). No dia 02/03/2015, uma nova aplicação foi realizada visando eliminar as plantas daninhas emergidas na área experimental, utilizando-se o herbicida glyphosate isolado na dose de 720 g e.a. ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os tratamentos distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Na parcela principal foram avaliados oito tratamentos herbicidas, constando entre estes uma testemunha sem aplicação, que serviu como referência nas avaliações de controle (Tabela 2). Nas subparcelas foram semeados nove híbridos de milho RR[®], oriundos de diferentes tipos de cruzamentos e programas de melhoramento (Tabela 3). As unidades experimentais apresentavam 4 linhas semeadas com milho, com 4 m de comprimento, espaçadas a 0,5 m entre si. A área útil para avaliação correspondeu as 2 linhas centrais, descontando 0,5 m da extremidade inicial e final da unidade experimental (3 m²).

Tabela 2. Relação dos tratamentos herbicidas aplicados em pós-emergência, visando ao controle de plantas voluntárias de milho RR[®]. Rio Verde (GO), 2015

| Tratamentos | Dose (g i.a. ou e.a. ha ⁻¹) |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Testemunha sem herbicida | - |
| Clethodim + glyphosate ² | 96 + 720 |
| Quizalofop-p-ethyl + glyphosate ¹ | 75 + 720 |
| Clodinafop-propargyl + glyphosate ³ | 48 + 720 |
| Imazethapyr + glyphosate ⁴ | 106 + 720 |
| [Imazamox + bentazon] + glyphosate ² | [28 + 60] + 720 |
| Cloransulan + glyphosate ⁵ | 33,6 + 720 |
| Glyphosate ¹ | 720 |

¹Não foram adicionados adjuvantes à calda de aplicação; ²Adicionado Assist a 0,5% v v⁻¹ à calda de aplicação;

³Adicionado Nimbus a 0,5% v v⁻¹ à calda de aplicação; ⁴Adicionado Assist a 1% v v⁻¹ à calda de aplicação;

⁵Adicionado Agral a 0,2% v v⁻¹ à calda de aplicação.

A semeadura de milho (06/03/2015) foi realizada manualmente, depositando-se 5 sementes por m⁻¹, a fim de se obter uma população final de 100 mil plantas ha⁻¹. Não foi realizada adubação no sulco de semeadura do milho por se tratar de experimento visando ao controle de plantas voluntárias desta espécie, simulando as condições nas quais estas plantas se encontram na ocasião em que se procede ao controle. A emergência das plântulas de milho ocorreu cinco dias após a semeadura, em 11/03/2015.

Tabela 3. Relação de híbridos de milho RR[®] avaliados quanto à suscetibilidade a herbicidas aplicados em pós-emergência. Rio Verde (GO), 2015

| Híbrido | Tipo de cruzamento | Empresa |
|----------------|--------------------|------------------|
| AS 1633 PRO2 | Simple | Agroeste |
| CD 384 PW | Triplo | Coodetec |
| CD 3612 PW | Simple modificado | Coodetec |
| 30S31 YHR | Simple | Pioneer |
| 30F53 YHR | Simple | Pioneer |
| SYN 7205 TL/TG | Simple | Syngenta |
| DKB 177 PRO 3 | Simple | Dekalb |
| DKB 390 PRO 3 | Simple | Dekalb |
| 2B587 PW | Simple | Dow AgroSciences |

A partir do vigésimo dia (26/03/2015) após a semeadura do milho, período no qual houve um fluxo de emergência da comunidade infestante, todas as parcelas foram mantidas capinadas até o término do experimento, para que não houvesse nenhum tipo de interferência das plantas daninhas nos tratamentos, sendo avaliado apenas o efeito dos herbicidas sobre o desenvolvimento das plantas de milho.

A aplicação dos tratamentos herbicidas foi realizada em pós-emergência das plantas no dia 12/04/2015 (horário de início: 10h20min, duração de 2h10min), data correspondente a 32 dias após a emergência do milho. Nesta ocasião, as plantas dos diferentes híbridos avaliados encontravam-se em estágio fenológico V6 (altura média de 75 cm). Para esta operação, utilizou-se um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂ (35 lb pol⁻²), equipado com quatro pontas de pulverização do tipo XR 110.02, espaçadas em 0,5 m, proporcionando um volume de aplicação equivalente a 150 L ha⁻¹ de calda. O pH da água utilizada na calda de aplicação foi mensurado no valor de 6,7. As aplicações foram realizadas acompanhando as linhas de semeadura, visando assegurar que todas as plantas presentes nas unidades experimentais fossem pulverizadas com a calda de aplicação prevista em cada tratamento. No momento da aplicação, o céu estava claro e sem nuvens e o solo úmido, verificando-se umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento média de 63,7%, 23,4°C e 3,4 km h⁻¹, respectivamente.

Para avaliar a eficácia dos diferentes tratamentos no manejo químico das plantas voluntárias de milho, foram realizadas avaliações de porcentagem de controle aos 7, 14, 21, 28, 35 e 48 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), de acordo com escala proposta pela SBPCPD (1995). Além destas avaliações, aos 7, 28 e 48 DAA foram realizadas avaliações de altura das plantas de milho. Para a avaliação de altura de plantas, foi realizada a medição com auxílio de uma régua graduada da distância entre a superfície do solo (colo da planta) até o ápice da última folha expandida, sendo amostradas cinco plantas por unidade experimental.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011). Todos os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância. Quando foi observado efeito significativo entre os fatores testados ou entre os níveis de cada fator, aplicou-se o teste de comparação de médias de Scott-Knott com 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, podem ser visualizados os resultados referentes à porcentagem de controle aos 7 e 14 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas para o manejo químico de plantas voluntárias de milho RR[®].

Na primeira avaliação realizada (7 DAA), os herbicidas inibidores da ACCase clethodim, quizalofop-p-ethyl, clodinafop, e os inibidores da ALS imazethapyr, [imazamox + bentazon], cloransulan, todos aplicados em associação com glyphosate, proporcionaram baixos níveis de controle sobre as plantas voluntárias de milho RR[®]. No entanto, os herbicidas inibidores da ACCase, de forma geral, promoveram injúrias mais severas aos híbridos de milho, tendo como destaque o tratamento contendo clodinafop, que ocasionou nessa avaliação inicial 50% de controle nas plantas do híbrido 30F53. O glyphosate isolado proporcionou baixos níveis de injúria às plantas de milho, independentemente do híbrido avaliado.

Aos 14 DAA, a eficiência de controle dos herbicidas aumentou numericamente em relação à avaliação realizada aos 7 DAA (Tabela 4). O tratamento contendo quizalofop-p-ethyl com glyphosate proporcionou, de forma geral, os melhores resultados de controle de milho, variando de 72% para o híbrido CD3612 a 100% de controle, para o 30S31. A associação de clodinafop com glyphosate também apresentou elevados níveis de controle, com exceção do controle proporcionado para os híbridos AS 1633 e DKB390. O tratamento com clethodim associado com glyphosate apresentou resultados de controle variando entre 18,8 a 49,5%, sendo o menos eficiente entre os inibidores da ACCase nesta avaliação. Apesar disto, quando comparado com os tratamentos em que foram utilizados herbicidas inibidores da ALS em associação com glyphosate, verifica-se que o clethodim, de modo geral, teve controle ligeiramente superior, principalmente quando comparado aos tratamentos contendo cloransulan + glyphosate.

Tabela 4. Porcentagem de controle aos 7 e 14 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao manejo químico de plantas voluntárias de milho RR[®]. Rio Verde (GO), 2015

| Híbrido | % de controle – 7 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------------------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------------|----|---------|----|-------|----|
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 0,00 | Da | 22,50 | Bc | 35,00 | Aa | 30,75 | Ac | 24,00 | Ba | 19,75 | Ba | 12,50 | Ca | 12,00 | Ca |
| CD384 | 0,00 | Ea | 27,50 | Ac | 27,50 | Ab | 30,00 | Ac | 17,50 | Bb | 16,50 | Bb | 12,00 | Ca | 5,75 | Da |
| CD3612 | 0,00 | Ea | 26,50 | Ac | 30,00 | Ab | 29,50 | Ac | 20,25 | Ba | 14,50 | Cb | 10,75 | Ca | 6,25 | Da |
| 30S31 | 0,00 | Da | 31,25 | Ab | 33,75 | Aa | 29,00 | Ac | 16,25 | Bb | 16,50 | Bb | 12,25 | Ba | 8,25 | Ca |
| 30F53 | 0,00 | Fa | 35,75 | Ba | 39,00 | Ba | 50,00 | Aa | 22,75 | Ca | 17,50 | Db | 15,50 | Da | 10,00 | Ea |
| SYN7205 | 0,00 | Ea | 37,25 | Aa | 38,00 | Aa | 34,00 | Ab | 21,00 | Ba | 20,75 | Ba | 14,50 | Ca | 9,50 | Da |
| DKB177 | 0,00 | Ea | 26,50 | Ac | 27,00 | Ab | 29,75 | Ac | 21,00 | Ba | 20,25 | Ba | 15,00 | Ca | 7,75 | Da |
| DKB390 | 0,00 | Ea | 23,50 | Bc | 22,00 | Bc | 27,00 | Ac | 20,75 | Ba | 19,50 | Ba | 11,25 | Ca | 6,50 | Da |
| 2B587 | 0,00 | Ea | 33,25 | Ab | 35,50 | Aa | 33,25 | Ab | 23,25 | Ba | 22,00 | Ba | 15,25 | Ca | 8,25 | Da |
| CV (%) | 53,47 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 16,61 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Híbrido | % de controle – 14 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 0,00 | Ea | 18,75 | Cc | 87,00 | Aa | 38,00 | Bd | 32,00 | Ba | 28,75 | Ba | 12,50 | Da | 0,50 | Ea |
| CD384 | 0,00 | Da | 29,00 | Bc | 99,50 | Aa | 95,75 | Aa | 28,75 | Ba | 25,00 | Ba | 12,50 | Ca | 0,75 | Da |
| CD3612 | 0,00 | Ca | 35,00 | Bb | 72,00 | Ab | 76,25 | Ab | 27,00 | Ba | 26,25 | Ba | 10,75 | Ca | 1,25 | Ca |
| 30S31 | 0,00 | Ea | 43,25 | Ba | 100,00 | Aa | 93,00 | Aa | 23,25 | Ca | 20,00 | Ca | 12,50 | Da | 0,75 | Ea |
| 30F53 | 0,00 | Ea | 46,25 | Ba | 96,25 | Aa | 97,50 | Aa | 27,75 | Ca | 25,00 | Ca | 13,75 | Da | 0,00 | Ea |
| SYN7205 | 0,00 | Da | 34,50 | Bb | 97,00 | Aa | 94,50 | Aa | 26,25 | Ba | 26,75 | Ba | 13,25 | Ca | 0,25 | Da |
| DKB177 | 0,00 | Da | 49,50 | Ba | 94,50 | Aa | 90,50 | Aa | 32,00 | Ca | 33,75 | Ca | 8,25 | Da | 0,50 | Da |
| DKB390 | 0,00 | Da | 26,25 | Cc | 92,50 | Aa | 50,00 | Bc | 27,50 | Ca | 27,00 | Ca | 8,75 | Da | 0,25 | Da |
| 2B587 | 0,00 | Ea | 38,00 | Cb | 98,25 | Aa | 86,25 | Bb | 30,75 | Ca | 30,00 | Ca | 12,75 | Da | 0,00 | Ea |
| CV (%) | 50,24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 22,38 | | | | | | | | | | | | | | | |

CLE = clethodim; QUI = quizalofop-p-ethyl; CLO = clodinafop; IMZ = imazethapyr; [IMX+BEN] = [imazamox + bentazon]; CLS = cloransulan; GLY = glyphosate. *Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Aos 21 DAA, todos os herbicidas inibidores de ACCase em associação com glyphosate apresentaram eficácia aceitável no controle de milho voluntário ($\geq 80\%$), sendo os níveis mais baixos de controle observados com a aplicação da associação entre clethodim + glyphosate (Tabela 5). Marquardt e Johnson (2013) observaram controle eficiente e similar das plantas de milho RR[®] pelo herbicida clethodim (79 g ha^{-1}) aplicado quando as mesmas se encontravam com 30 ou 90 cm de altura. Nessa avaliação todas as plantas de milho que receberam a aplicação do tratamento contendo quizalofop-p-ethyl com glyphosate, independentemente do híbrido, estavam mortas.

A eficácia observada no presente trabalho dos diferentes inibidores da ACCase avaliados em controlar plantas de milho corrobora com os resultados apresentados por Soares et al. (2010). Neste trabalho, os autores concluíram que os herbicidas clethodim (84 e 108 g ha^{-1}), sethoxydim (184 e 230 g ha^{-1}), tepraloxydim (80 e 100 g ha^{-1}), fluazifop-p-butyl (125 e 188 g ha^{-1}), haloxyfop-methyl (50 e 62 g ha^{-1}), aplicados isoladamente, além da associação entre clethodim + fenoxaprop-p-ethyl ($40 + 40$ e $50 + 50 \text{ g ha}^{-1}$), foram eficientes no controle de milho RR[®] voluntário, quando estas plantas se encontravam em estágio V5/V6.

Os tratamentos com imazethapyr e [imazamox + bentazon], em associação com glyphosate, apresentaram, nesta avaliação (21 DAA), baixa porcentagem de controle, verificando-se níveis variando entre 27 e 43,75%. Dentre os herbicidas inibidores da ALS, o cloransulan consistiu naquele com pior desempenho visando ao controle de milho voluntário. Destaca-se ainda nesta avaliação que nenhum sintoma foi detectado de controle nas plantas de milho, em todos os híbridos, nas parcelas onde houve a aplicação isolada do herbicida glyphosate.

Aos 28 DAA, como já havia ocorrido em relação ao tratamento quizalofop-p-ethyl com glyphosate, todas as plantas de todos os híbridos de milho avaliadas estavam mortas nas parcelas que receberam a combinação dos herbicidas clodinafop com glyphosate (Tabela 5). A ação dos herbicidas clethodim + glyphosate continuou se intensificando, sendo que nesta avaliação, controle superior a 92% foi verificado em todos os híbridos que receberam esse tratamento. Os herbicidas inibidores de ACCase promovem a inibição desta enzima, ocasionando bloqueio da síntese de lipídeos nas plantas susceptíveis (BURKE et al., 2006). A partir disso, efeitos negativos começam a afetar a formação da parede celular, especialmente nas regiões em crescimento (NALEWAJA et al., 1994).

Tabela 5. Porcentagem de controle aos 21 e 28 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao manejo químico de plantas voluntárias de milho RR[®]. Rio Verde (GO), 2015

| Híbrido | % de controle – 21 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------------------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------------|----|---------|----|------|----|
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 0,00 | Fa | 81,25 | Cc | 100,00 | Aa | 92,50 | Bb | 36,25 | Db | 37,50 | Db | 13,75 | Ea | 0,00 | Fa |
| CD384 | 0,00 | Ea | 81,25 | Bc | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 36,75 | Cb | 38,75 | Cb | 10,00 | Da | 0,00 | Ea |
| CD3612 | 0,00 | Fa | 90,00 | Bb | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 37,00 | Cb | 32,50 | Dc | 8,75 | Eb | 0,00 | Fa |
| 30S31 | 0,00 | Ea | 91,25 | Bb | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 28,25 | Cc | 27,00 | Cd | 11,25 | Da | 0,00 | Ea |
| 30F53 | 0,00 | Da | 96,25 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 38,75 | Bb | 38,00 | Bb | 11,25 | Ca | 0,00 | Da |
| SYN7205 | 0,00 | Ea | 81,25 | Bc | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 35,00 | Cb | 35,00 | Cc | 12,50 | Da | 0,00 | Ea |
| DKB177 | 0,00 | Ea | 95,00 | Ba | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 43,75 | Ca | 42,00 | Ca | 5,00 | Db | 0,00 | Ea |
| DKB390 | 0,00 | Ea | 88,75 | Bb | 100,00 | Aa | 96,25 | Ab | 40,50 | Ca | 40,75 | Ca | 7,50 | Db | 0,00 | Ea |
| 2B587 | 0,00 | Ea | 87,50 | Bb | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 41,25 | Ca | 42,50 | Ca | 10,75 | Da | 0,00 | Ea |
| CV (%) | 21,05 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 5,95 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Híbrido | % de controle – 28 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 0,00 | Ea | 92,50 | Bc | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 40,00 | Cc | 41,75 | Cc | 8,75 | Db | 0,00 | Ea |
| CD384 | 0,00 | Ea | 96,25 | Bb | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 48,75 | Cb | 50,00 | Ca | 12,50 | Da | 0,00 | Ea |
| CD3612 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 50,00 | Bb | 42,50 | Cc | 8,25 | Db | 0,00 | Ea |
| 30S31 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 38,25 | Bc | 35,50 | Cd | 8,25 | Db | 0,00 | Ea |
| 30F53 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 48,75 | Bb | 47,00 | Bb | 9,50 | Cb | 0,00 | Da |
| SYN7205 | 0,00 | Da | 98,50 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 48,75 | Bb | 48,75 | Bb | 12,00 | Ca | 0,00 | Da |
| DKB177 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 51,25 | Ba | 47,00 | Cb | 2,50 | Dc | 0,00 | Da |
| DKB390 | 0,00 | Ca | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 53,75 | Ba | 52,50 | Ba | 2,50 | Cc | 0,00 | Ca |
| 2B587 | 0,00 | Da | 99,50 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 48,75 | Bb | 51,25 | Ba | 10,00 | Cb | 0,00 | Da |
| CV (%) | 4,10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 3,81 | | | | | | | | | | | | | | | |

CLE = clethodim; QUI = quizalofop-p-ethyl; CLO = clodinafop; IMZ = imazethapyr; [IMX+BEN] = [imazamox + bentazon]; CLS = cloransulan; GLY = glyphosate. *Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pequena evolução no controle dos híbridos de milho foi verificada, aos 28 DAA, nas parcelas pulverizadas com imazethapyr ou [imazamox + bentazon], ambos em associação com glyphosate, mas ainda em nível não satisfatório de controle. Nesta avaliação, foi observado um início de recuperação das plantas de milho provenientes de alguns híbridos com menor intoxicação gerada pela aplicação do herbicida cloransulan + glyphosate (Tabela 5).

Nas duas últimas avaliações (35 e 48 DAA) da porcentagem de controle das plantas de milho RR[®] (Tabela 6), é possível constatar que todos os herbicidas inibidores da ACCase associados com o glyphosate apresentaram excelente controle. Apenas para o híbrido AS1633 não ocorreu o controle total das plantas de milho quando se utilizou o herbicida clethodim com glyphosate, mas mesmo assim o nível de controle apresentado foi bastante satisfatório (97,5%). Costa et al. (2014) relatam que o herbicida clethodim isolado e em mistura com o 2,4-D ou com fluroxypyr não foi eficiente no controle das plantas de milho RR[®] em V8. Todavia, quando as aplicações foram realizadas em V5, o controle apresentado pelo clethodim isolado ou em mistura foi total.

Os resultados demonstram concordância e até valores superiores aos apresentados por Chahal et al. (2014), que avaliando diferentes herbicidas inibidores da ACCase constataram controle médio de 96% das plantas de milho RR[®] quando essas se encontravam com 2 a 3 folhas e controle médio de 85% quando a aplicação era realizada com 5 a 6 folhas.

Nas avaliações realizadas aos 35 e 48 DAA, continuou sendo observado aumento de controle ocasionado pela ação do herbicida imazethapyr associado ao glyphosate (Tabela 6). No entanto, apenas três híbridos (CD384, SYN7205 e DKB390) foram controlados de forma aceitável agronomicamente por esse tratamento químico (controle variando entre 85 e 94,5%). Ou seja, seis híbridos apresentaram tolerância ao tratamento imazethapyr + glyphosate, o que de certa forma dificulta a recomendação desse tratamento para o controle de milho voluntário no estágio V6, e que demonstra uma variabilidade genotípica quanto à tolerância do milho à aplicação de imazethapyr.

A mistura formulada de [imazamox + bentazon] associada com glyphosate não foi eficiente para o controle de plantas de milho provenientes de qualquer um dos híbridos avaliados (Tabela 6). O híbrido SYN 7205 foi o que apresentou maior sensibilidade a este tratamento, mesmo assim o controle verificado foi de 73,75%, ou seja, abaixo do mínimo aceitável para fins de registro quanto a sua eficiência agrônômica

Tabela 6. Porcentagem de controle aos 35 e 48 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao manejo químico de plantas voluntárias de milho RR[®]. Rio Verde (GO), 2015

| Híbrido | % de controle – 35 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------------------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------------|----|---------|----|------|----|
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 0,00 | Ea | 92,50 | Bc | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 55,00 | Cb | 53,75 | Cb | 11,25 | Da | 0,00 | Ea |
| CD384 | 0,00 | Fa | 96,25 | Bb | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 60,00 | Ca | 55,00 | Db | 8,75 | Ea | 0,00 | Fa |
| CD3612 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 52,50 | Bc | 50,00 | Cc | 5,00 | Db | 0,00 | Ea |
| 30S31 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 43,75 | Bd | 41,25 | Cd | 5,75 | Db | 0,00 | Ea |
| 30F53 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 57,50 | Bb | 56,25 | Ba | 10,75 | Ca | 0,00 | Da |
| SYN7205 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 61,25 | Ba | 57,50 | Ca | 9,00 | Da | 0,00 | Ea |
| DKB177 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 55,00 | Bb | 48,75 | Cc | 2,50 | Dc | 0,00 | Ea |
| DKB390 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 61,25 | Ba | 56,25 | Ca | 1,25 | Dc | 0,00 | Da |
| 2B587 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 56,25 | Bb | 55,00 | Bb | 6,25 | Cb | 0,00 | Da |
| CV (%) | 5,64 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 3,36 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Híbrido | % de controle – 48 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 0,00 | Ea | 97,50 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 60,00 | Bd | 55,00 | Cd | 8,75 | Da | 0,00 | Ea |
| CD384 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 85,00 | Bb | 58,75 | Cc | 6,25 | Da | 0,00 | Ea |
| CD3612 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 60,00 | Bd | 47,50 | Ce | 3,75 | Db | 0,00 | Da |
| 30S31 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 46,25 | Be | 41,25 | Cf | 2,50 | Db | 0,00 | Da |
| 30F53 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 62,50 | Bd | 63,75 | Bb | 7,50 | Ca | 0,00 | Da |
| SYN7205 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 92,00 | Ba | 73,75 | Ca | 7,50 | Da | 0,00 | Ea |
| DKB177 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 68,75 | Bc | 48,75 | Ce | 0,00 | Db | 0,00 | Da |
| DKB390 | 0,00 | Da | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 94,50 | Ba | 65,00 | Cb | 0,00 | Db | 0,00 | Da |
| 2B587 | 0,00 | Ea | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 100,00 | Aa | 50,00 | Ce | 55,00 | Bd | 5,75 | Da | 0,00 | Ea |
| CV (%) | 10,99 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 5,89 | | | | | | | | | | | | | | | |

CLE = clethodim; QUI = quizalofop-p-ethyl; CLO = clodinafop; IMZ = imazethapyr; [IMX+BEN] = [imazamox + bentazon]; CLS = cloransulan; GLY = glyphosate. *Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O herbicida cloransulan em mistura de tanque com glyphosate praticamente apresentou-se como um herbicida seletivo ao milho, quando aplicado em V6 (Tabela 6). Poucos sintomas foram observados decorrentes da ação deste tratamento aos 48 DAA, sendo que para dois híbridos (DKB177 e DKB390) as notas de controle foram nulas (zero), mostrando total ausência de injúrias.

Em relação aos herbicidas inibidores da ACCase, somente foram observadas diferenças quanto à suscetibilidade entre os híbridos em relação à velocidade de controle. Os híbridos AS1633 e DKB390 apresentaram resposta mais lenta à ação do herbicida clodinafop associado ao glyphosate, podendo ser visualizado tal efeito na avaliação realizada aos 14 DAA (Tabela 4). Já o híbrido CD3612 foi o único com controle abaixo de 80% na avaliação realizada aos 14 DAA, nas parcelas que receberam a aplicação de quizalofop-p-ethyl com glyphosate (Tabela 4). AS1633 e CD384 foram os únicos híbridos de milho que ainda apresentavam plantas vivas aos 35 DAA (Tabela 6) após a aplicação de clethodim + glyphosate.

Na Tabela 7, podem ser analisados os resultados referentes à avaliação de altura de plantas aos 7 e 28 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao manejo químico de plantas voluntárias de milho RR[®]. Aos 7 DAA, quase todos os tratamentos herbicidas causaram redução no crescimento das plantas de milho. Os híbridos que não apresentaram reduções no crescimento de plantas nessa avaliação relacionadas ao tratamento herbicida empregado foram: CD384 com aplicação de quizalofop-p-ethyl e [imazamox + bentazon] em associação com glyphosate; 30S31 com aplicação de quizalofop-p-ethyl em associação com glyphosate; DKB390 e 2B587 com aplicação de quizalofop-p-ethyl e cloransulan em associação com glyphosate, além da utilização isolada do glyphosate.

Na avaliação seguinte aos 28 DAA, observam-se reduções drásticas no porte das plantas de milho de todos os híbridos promovidas pela ação dos herbicidas, com exceção dos tratamentos cloransulan + glyphosate e glyphosate isolado, que causaram pequenas reduções no crescimento de alguns híbridos (Tabela 7).

As plantas de milho de todos os híbridos que foram pulverizadas com quizalofop-p-ethyl e clodinafop em associação com glyphosate já estavam todas mortas e prostradas rente ao solo nessa avaliação.

Tabela 7. Altura de plantas (cm) aos 7 e 28 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao controle químico de plantas voluntárias de milho RR[®]. Rio Verde (GO), 2015

| Híbrido | Altura de plantas (cm) – 7 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------------|----|---------|----|-------|----|
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 106,3 | Aa | 90,4 | Ca | 97,7 | Ba | 85,8 | Ca | 89,1 | Ca | 87,3 | Cb | 89,2 | Ca | 88,9 | Ca |
| CD384 | 106,7 | Aa | 89,8 | Ba | 100,6 | Aa | 89,7 | Ba | 95,0 | Ba | 97,6 | Aa | 92,7 | Ba | 94,9 | Ba |
| CD3612 | 104,4 | Aa | 94,4 | Ba | 94,8 | Ba | 83,7 | Ba | 92,9 | Ba | 89,5 | Bb | 90,4 | Ba | 90,1 | Ba |
| 30S31 | 105,0 | Aa | 88,1 | Ba | 96,6 | Aa | 86,6 | Ba | 90,1 | Ba | 93,1 | Ba | 92,2 | Ba | 89,9 | Ba |
| 30F53 | 101,9 | Ab | 84,7 | Ba | 88,0 | Bb | 80,0 | Bb | 82,8 | Ba | 84,4 | Bb | 84,5 | Ba | 83,4 | Ba |
| SYN7205 | 100,0 | Ab | 82,9 | Ba | 87,8 | Bb | 84,5 | Ba | 86,0 | Ba | 83,9 | Bb | 89,2 | Ba | 90,3 | Ba |
| DKB177 | 98,3 | Ab | 83,5 | Ba | 86,1 | Bb | 76,1 | Cb | 85,8 | Ba | 87,1 | Bb | 83,5 | Ba | 86,5 | Ba |
| DKB390 | 97,4 | Ab | 89,2 | Ba | 97,5 | Aa | 87,3 | Ba | 89,5 | Ba | 82,4 | Bb | 95,5 | Aa | 92,7 | Aa |
| 2B587 | 95,4 | Ab | 83,1 | Ba | 88,3 | Ab | 79,8 | Bb | 83,5 | Ba | 81,2 | Bb | 92,0 | Aa | 87,3 | Aa |
| CV (%) | 18,57 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 6,96 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Híbrido | Altura de plantas (cm) – 28 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 175,7 | Ab | 61,8 | Ca | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 61,0 | Cc | 79,2 | Bc | 160,7 | Aa | 157,5 | Ab |
| CD384 | 186,7 | Aa | 52,4 | Da | 0,0 | Ea | 0,0 | Ea | 61,6 | Dc | 82,3 | Cc | 163,6 | Ba | 182,7 | Aa |
| CD3612 | 176,4 | Ab | 36,5 | Db | 0,0 | Ea | 0,0 | Ea | 70,1 | Cc | 91,3 | Bb | 168,4 | Aa | 162,1 | Ab |
| 30S31 | 192,4 | Aa | 0,0 | Ec | 0,0 | Ea | 0,0 | Ea | 103,0 | Da | 120,7 | Ca | 157,8 | Ba | 168,2 | Bb |
| 30F53 | 176,6 | Ab | 0,0 | Dc | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 64,9 | Cc | 64,2 | Cc | 157,9 | Ba | 157,1 | Bb |
| SYN7205 | 170,6 | Ab | 37,3 | Cb | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 57,5 | Bc | 65,4 | Bc | 157,2 | Aa | 158,8 | Ab |
| DKB177 | 197,0 | Aa | 15,5 | Ec | 0,0 | Ea | 0,0 | Ea | 58,3 | Dc | 100,3 | Cb | 161,9 | Ba | 164,2 | Bb |
| DKB390 | 179,1 | Ab | 37,3 | Db | 0,0 | Ea | 0,0 | Ea | 61,5 | Cc | 69,5 | Cc | 160,5 | Ba | 162,8 | Bb |
| 2B587 | 163,4 | Ab | 37,2 | Cb | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 80,8 | Bb | 95,0 | Bb | 152,9 | Aa | 150,8 | Ab |
| CV (%) | 32,18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 14,29 | | | | | | | | | | | | | | | |

CLE = clethodim; QUI = quizalofop-p-ethyl; CLO = clodinafop; IMZ = imazethapyr; [IMX+BEN] = [imazamox + bentazon]; CLS = cloransulan; GLY = glyphosate. *Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na última avaliação (48 DAA), verificou-se que o efeito completo de prostração e morte das plantas de milho de todos os híbridos, relatadas na avaliação anterior (28 DAA) para os tratamentos quizalofop-p-ethyl e clodinafop em associação com glyphosate, também ocorreu com o outro inibidor de ACCase avaliado, o clethodim, confirmando, assim como na avaliação de controle visual, ser um herbicida eficiente para controlar plantas voluntárias de milho, mas de ação mais lenta.

Também foi confirmada nessa última avaliação de altura de plantas (48 DAA) o efeito apenas parcial promovido pelos herbicidas imazethapyr e [imazamox + bentazon] nas plantas de milho. Eles são tóxicos, mas para a maioria dos híbridos não atinge o patamar de eficiência necessária para serem utilizados nessa modalidade. Todos os híbridos de milho que receberam a aplicação de cloransulan + glyphosate e glyphosate isolado apresentaram altura de plantas similar à testemunha, com exceção do híbrido 30S31 que sofreu pequenas reduções no porte, quando recebeu os tratamentos cloransulan + glyphosate e glyphosate, e o híbrido DKB177 com a aplicação de cloransulan + glyphosate.

Ainda na Tabela 8, estão apresentados os resultados de porcentagem de redução na altura em relação à respectiva testemunha de cada híbrido de milho, sendo considerados para esta análise os dados da avaliação realizada aos 48 DAA. Para todos os híbridos, os herbicidas inibidores da ACCase proporcionaram redução máxima nos valores de altura (100%). O imazethapyr associado ao glyphosate consistiu no segundo grupo de tratamentos que proporcionou maiores reduções na altura de plantas de milho, sendo as reduções neste tratamento superiores ao do [imazamox + bentazon] + glyphosate em seis dos nove híbridos de milho avaliados. Para os tratamentos com aplicação de clorasulan + glyphosate ou glyphosate isolado, as reduções na altura foram de, no máximo, 11,4%.

Comparando o efeito dos herbicidas sobre os híbridos de milho, a partir dos resultados de porcentagem de redução de altura em relação à respectiva testemunha, verifica-se que tanto para imazethapyr como [imazamox + bentazon], ambos os tratamentos aplicados em associação com glyphosate, os híbridos que apresentaram menores porcentagens de redução foram 30S31 e 2B587.

Tabela 8. Altura de plantas e porcentagem de redução de altura em relação à testemunha aos 48 DAA dos diferentes tratamentos herbicidas visando ao controle químico de plantas voluntárias de milho RR[®]. Rio Verde (GO), 2015

| Híbrido | Altura de plantas (cm) – 48 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------------------------------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------------|----|---------|----|-------|----|
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 186,3 | Ab | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 77,9 | Cb | 105,7 | Bb | 168,4 | Ab | 173,0 | Aa |
| CD384 | 181,7 | Ab | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 56,0 | Cc | 94,3 | Bb | 167,3 | Ab | 176,5 | Aa |
| CD3612 | 174,7 | Ab | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 76,4 | Cb | 93,3 | Bb | 163,7 | Ab | 171,1 | Aa |
| 30S31 | 213,6 | Aa | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 137,4 | Ca | 153,8 | Ca | 200,3 | Ba | 190,3 | Ba |
| 30F53 | 166,7 | Ac | 0,0 | Ca | 0,0 | Ca | 0,0 | Ca | 75,4 | Bb | 60,4 | Bd | 163,0 | Ab | 160,1 | Ab |
| SYN7205 | 159,0 | Ac | 0,0 | Ca | 0,0 | Ca | 0,0 | Ca | 48,9 | Bc | 57,9 | Bd | 151,4 | Ab | 158,9 | Ab |
| DKB177 | 180,1 | Ab | 0,0 | Ea | 0,0 | Ea | 0,0 | Ea | 70,7 | Db | 103,0 | Cb | 159,7 | Bb | 177,2 | Aa |
| DKB390 | 182,2 | Ab | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 0,0 | Da | 49,9 | Cc | 78,4 | Bc | 175,1 | Ab | 172,2 | Aa |
| 2B587 | 141,0 | Ad | 0,0 | Ca | 0,0 | Ca | 0,0 | Ca | 82,7 | Bb | 98,6 | Bd | 149,9 | Ab | 150,6 | Ab |
| CV (%) | 30,75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 14,20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Híbrido | Redução de altura (%) em relação à testemunha – 48 DAA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Testemunha | | CLE+GLY | | QUI+GLY | | CLO+GLY | | IMZ+GLY | | [IMX+BEN]+GLY | | CLS+GLY | | GLY | |
| AS1633 | 0,0 | Da | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 58,2 | Bb | 43,2 | Cb | 9,6 | Da | 7,1 | Da |
| CD384 | 0,0 | Da | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 69,2 | Ba | 48,1 | Cb | 7,9 | Da | 2,9 | Da |
| CD3612 | 0,0 | Da | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 56,3 | Bb | 46,6 | Cb | 6,3 | Da | 2,1 | Da |
| 30S31 | 0,0 | Da | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 35,7 | Bc | 28,0 | Bc | 6,3 | Ca | 10,9 | Ca |
| 30F53 | 0,0 | Da | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 54,8 | Cb | 63,8 | Ba | 2,2 | Da | 4,0 | Da |
| SYN7205 | 0,0 | Ca | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 69,3 | Ba | 63,6 | Ba | 4,7 | Ca | 0,0 | Ca |
| DKB177 | 0,0 | Ea | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 60,8 | Bb | 42,8 | Cb | 11,4 | Da | 1,6 | Ea |
| DKB390 | 0,0 | Da | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 72,6 | Ba | 57,0 | Ca | 3,9 | Da | 5,5 | Da |
| 2B587 | 0,0 | Da | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 100,0 | Aa | 41,4 | Bc | 30,0 | Cc | 0,0 | Da | 0,0 | Da |
| CV (%) | 26,34 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | 11,48 | | | | | | | | | | | | | | | |

CLE = clethodim; QUI = quizalofop-p-ethyl; CLO = clodinafop; IMZ = imazethapyr; [IMX + BEN] = [imazamox + bentazon]; CLS = cloransulan; GLY = glyphosate. *Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÃO

As plantas voluntárias de todos os híbridos avaliados podem ser controladas em V6 com a aplicação dos herbicidas quizalofop-p-ethyl, clodinafop-propargyl e clethodim, todos em associação com glyphosate.

O herbicida clethodim apresenta ação mais lenta no controle de plantas voluntárias de milho em relação aos demais herbicidas inibidores da ACCase.

A adição do glyphosate junto com os herbicidas inibidores da ACCase não impede que estes promovam excelente controle das plantas voluntárias de milho resistente ao glyphosate.

Os tratamentos [imazamox + bentazon] e cloransulan associados ao glyphosate não apresentam eficiência em níveis considerados aceitáveis no controle de plantas voluntárias de milho resistente ao glyphosate.

O tratamento imazethapyr associado ao glyphosate é eficiente no controle de plantas voluntárias de milho somente dos híbridos DKB390, SYN7205 e CD384, os quais mostram maior suscetibilidade a esse tratamento herbicida em comparação aos demais híbridos avaliados.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.155-163, 2004.

BIANCHI, M.A. Avaliação da eficiência e seletividade de clethodim sobre milho voluntário (*Zea mays* L.) na cultura da soja. In: _____. **Resultados de pesquisa: controle de plantas daninhas 1993 a 2008**. Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 2009. p.178-180.

BRAZ, G.B.P. et al.. Alternativas para o controle de soja RR[®] voluntária na cultura do algodoeiro. **Bioscience Journal**, v.29, n.2, p.360-369, 2013.

BURKE, I.C. et al. A seedling assay to screen aryloxyphenoxypropionic acid and cyclohexanedione resistance in johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Technology**, v.20, n.4, p.950-955, 2006.

CAVALIERI, S.D. et al. Tolerância de híbridos de milho ao herbicida nicosulfuron. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p. 203-214, 2008.

CHAHAL, P.S. et al. Efficacy of pre-emergence and post-emergence soybean herbicides for control of glufosinate, glyphosate, and imidazolinone resistant volunteer corn. **Journal of Agricultural Science**, v.6, n.8, p.131-140, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, non levantamento, junho/2016**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf>. Acesso em: 13/06/2016.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; ESPANHOL, M. Manejo de plantas daninhas em soja geneticamente modificada tolerante ao glyphosate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.242-247, 2011.

COSTA, N.V. et al. Glyphosate tolerant volunteer corn control at two development stages. **Planta Daninha**, v.32, n.4, p.675-682, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed.. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006. 306 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.27, n.1, p.107-115, 2005.

MARQUARDT, P.T.; JOHNSON, W.G. Influence of clethodim application timing on control of volunteer corn in soybean. **Weed Technology**, v.27, n.4, p.645-648, 2013.

NALEWAJA, J.D.; MATYSIAK, R.; SZELEZNIAK, E.F. Sethoxydim response to spray chemical properties and environment. **Weed Technology**, v.8, n.3, p.591-597, 1994.

PETTER, F.A. et al. Volunteer RR[®] corn management in roundup ready[®] soybean-corn succession system. **Planta Daninha**, v.33, n.1, p.119-128, 2015.

SILVA, A.F. et al. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.65-71, 2008.

SILVA, A.F. et al. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.75-84, 2009.

SOARES, D.J. et al.. Controle de plantas voluntárias de milho geneticamente modificado tolerante ao glyphosate na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p.1513-1516.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD.
Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.
Londrina: [s.n.], 1995. 42 p.

ZABLOTOWICZ, R.M.; WEAVER, M.A.; LOCKE, M.A. Microbial adaptation for accelerated atrazine mineralization/degradation in Mississippi Delta soils. **Weed Science**, v.54, n.3, p.538-547, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas voluntárias de milho apresentam elevada capacidade de interferir no ciclo de desenvolvimento da soja, causando reduções na produtividade desta cultura. À medida que há um aumento na densidade de plantas de milho em convivência com a soja, os efeitos negativos sobre a cultura passam a ser mais acentuados.

Cada cultivar de soja responde de maneira distinta à interferência provocada pelas plantas de milho. Este comportamento diferencial pode ser resultado de diversos fatores relacionados à cultivar de soja, tais como: hábito de crescimento (determinado ou indeterminado), ciclo de desenvolvimento (período de tempo em que a cultura estará exposta a interferência), área foliar, ramificação, sistema radicular. Além disso, ressalta-se a importância dos ajustes fitotécnicos como o espaçamento das entrelinhas e a densidade de plantas como estratégia para mitigar a interferência.

Nas áreas em que se cultiva a sucessão soja e milho, empregando em ambas as culturas materiais que apresentam resistência ao herbicida glyphosate (RR[®]), o manejo de plantas voluntárias é mais complexo. Neste contexto, os herbicidas inibidores da ACCase representam as melhores opções para o controle de plantas voluntárias de milho RR[®] em lavouras de soja. Apesar de não ter proporcionado níveis de controle acima de 80% (patamar mínimo de eficácia) para todos os híbridos de milho, o desempenho observado para o imazethapyr em associação com glyphosate indica que este tratamento deve ser avaliado para aplicações em plantas de milho em estádios menores ou em sistemas de manejo químico que envolvam aplicações sequenciais de herbicidas. Além disso, para três híbridos de milho avaliados, este tratamento por si só apresentou eficácia no controle, demonstrando o bom potencial que este herbicida apresenta para ser utilizado no manejo de plantas voluntárias.

Em relação à suscetibilidade dos híbridos de milho provenientes de diferentes programas de melhoramento aos herbicidas avaliados, pode-se constatar que para os inibidores da ACCase não há uma tolerância diferencial entre os materiais, sendo todos muito sensíveis a estes herbicidas. Para estes herbicidas, pode-se proceder a uma recomendação única, independentemente do híbrido presente na área. Em contrapartida, para o imazethapyr, que consistiu no único inibidor da ALS a apresentar eficácia de controle, há a necessidade de se conhecer o híbrido que deu origem à planta voluntária, antes de se proceder à recomendação de manejo.

Com o advento de novas transgenias para o milho que conferem resistência a herbicidas, o manejo de plantas voluntárias tende a se tornar ainda mais complexo nos próximos anos. Neste cenário, a tecnologia Enlist[®], que trará híbridos de milho com resistência ao herbicida haloxyfop, poderá consistir em novo problema para a agricultura brasileira, se alternativas de manejo não forem desenvolvidas antes de sua disponibilização no mercado.