

Crescimento inicial do feijão-caupi após aplicação de herbicidas em pós-emergência¹

Initial growth of cowpea-beans after application of post-emergence herbicides

Hugo Falkyner Silva Bandeira²; José Maria Arcanjo Alves³; Paulo Roberto Ribeiro Rocha⁴; Anderson Strucker²; Luciana Baú Trassato²; Andresa de Jesus Vieira⁵

Resumo - Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância do feijão-caupi, cultivar BSR Aracê, a diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência, na fase inicial de crescimento das plantas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: haloxyfop (60 g ha⁻¹), lactofen (180 g ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (17,5 g ha⁻¹), bentazon (576 g ha⁻¹), bentazon + imazamox (600 + 28 g ha⁻¹), imazethapyr (100 g ha⁻¹), fomesafen (250 g ha⁻¹), quizalofop-P-ethyl (62,5 g ha⁻¹), lactofen + quizalofop-P-ethyl (180 + 62,5 g ha⁻¹), fomesafen + quizalofop-P-ethyl (250 + 62,5 g ha⁻¹), e uma testemunha. Foram realizadas avaliações visuais de intoxicação, altura das plantas, massa seca foliar, da haste, raiz, massa seca total e área foliar. Os herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl causaram os menores danos ao desenvolvimento das plantas de feijão-caupi. O chlorimuron-ethyl provocou danos severos à cultura, interrompendo seu crescimento. As misturas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl provocaram os danos elevados à cultura, sendo que a mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl, promoveu a morte das plantas do feijão-caupi. Concluiu-se que o feijão-caupi cv. BRS Aracê têm tolerância aos herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl, e tolerância moderada ao formulado bentazon + imazamox e ao herbicida imazethapyr. As misturas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl potencializam o efeito dos herbicidas sobre a cultura do feijão-caupi. A mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl e o herbicida chlorimuron-ethyl provocam danos irreversíveis à cultura do feijão-caupi.

Palavras-chaves: controle químico; seletividade; tolerância à herbicida; *Vigna unguiculata*

Abstract - The objective of this work was to evaluate the tolerance of cowpea, BSR Aracê, to different herbicides applied in the post-emergence period, in the initial phase of plant growth. The experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, with four replications. The treatments evaluated were: haloxyfop (60 g ha⁻¹), lactofen (180 g ha⁻¹),

¹ Recebido para publicação em 08/12/2016 e aceito em 24/03/2017.

² Engenheiro Agrônomo, Mestre, Agência de Defesa Agropecuária do Estado de Roraima (ADERR), Departamento de Defesa Vegetal. Rua Cel. Mota, 1142 – Centro. CEP: 69.301-120, Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: hugo_falkyner@hotmail.com; andersonstriicker@hotmail.com; luciana.trassato@hotmail.com.

³ Prof. Titular do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: arcanjo.alves@ufr.br.

⁴ Prof. Adjunto do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: paulo.rocha@ufr.br.

⁵ Zootecnista, Universidade Federal de Roraima (UFRR). Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: andresaterminelles@hotmail.com.

chlorimuron-ethyl (17,5 g ha⁻¹), bentazon (576 g ha⁻¹), bentazon + imazamox (600 + 28 g ha⁻¹), imazethapyr (100 g ha⁻¹), fomesafen (250 g ha⁻¹), quizalofop-P-ethyl (62,5 g ha⁻¹), lactofen + quizalofop-P-ethyl (180 + 62,5 g ha⁻¹), fomesafen + quizalofop-P-ethyl (250 + 62,5 g ha⁻¹) and a control. Were realized visual evaluations of intoxication, plant height, dry leaf mass, stem, root, total dry mass and leaf area. The herbicides haloxyfop and quizalofop-P-ethyl they caused minor damage to the development of cowpea plants. The chlorimuron-ethyl caused severe damage to the crop, interrupting their growth. The lactofen + quizalofop-P-ethyl and fomesafen + quizalofop-P-ethyl mixtures caused high damage to the culture, with lactofen + quizalofop-P-ethyl causing the plants to die at 21 DAAH. It was concluded that cowpea, cv. BRS Aracê, have tolerance to haloxyfop and quizalofop-P-ethyl herbicides, and moderate tolerance to imazethapyr and bentazon + imazamox. The lactofen + quizalofop-P-ethyl and fomesafen + quizalofop-P-ethyl mixtures showed a synergistic effect on bean cowpea. The lactofen + quizalofop-P-ethyl mixture and the chlorimuron-ethyl herbicide cause irreversible damage to the bean cowpea crop.

Keywords: chemical control; selectivity; herbicide tolerance; *Vigna unguiculata*

Introdução

Antes vista apenas como cultura de subsistência, o feijão-caupi vem gerando cada vez mais interesse do mercado, o que reflete em mais pesquisas voltadas para a melhoria dos sistemas de produção (Teixeira et al., 2010; Freire Filho et al., 2011). No Brasil, a cultura apresenta uma baixa produtividade, 401 kg ha⁻¹ (Embrapa, 2016), entretanto há relatos de resultados promissores, com produtividades superiores a 2.000 kg ha⁻¹, com inserção de tecnologia que abrange o controle de pragas, manejo do solo, cultivares adaptadas e altamente produtivas, inoculação e o uso de irrigação adequada (Oliveira et al., 2011; Locatelli et al., 2014).

Entretanto o controle de plantas daninhas, principalmente em pós-emergência estão entre os fatores de maior limitação no cultivo do feijão-caupi (Freitas et al., 2009; Mancuso et al., 2016). A convivência com plantas daninhas causa danos significativos ao desenvolvimento da cultura, com perdas em produtividade podendo ser superiores a 90% (Matos et al., 1991; Freitas et al., 2009; Oliveira et al., 2010).

O uso de herbicidas constitui-se um dos principais componentes do manejo integrado de plantas daninhas, estes compostos apresentam

elevada eficácia de controle e redução de custos de produção (Oliveira et al., 2013). Entretanto, o controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi é limitado devido à escassez de trabalhos relacionados ao uso de herbicidas seletivos para essa cultura, além disso, ainda não há produtos registrados, o que impede a recomendação para o uso de herbicidas no campo (Silva et al., 2014; Brasil, 2016).

Fontes et al. (2010), relataram que o feijão-caupi, cv. BRS Guariba apresentou elevada tolerância ao uso do oxidiazon em pré-emergência. Ishaya et al. (2008), observaram que a mistura metolachlor + prometryn (1.250 + 800 g ha⁻¹) aplicada em pré-emergência não provocou sinais severos de injúrias sobre plantas de feijão-caupi cv. SAMPEA-7, não afetando a crescimento e a produtividade de grãos da cultura.

Dessa forma, é de suma importância a pesquisa de herbicidas que possam ser utilizados de forma segura na cultura do feijão-caupi, com o propósito de garantir produtividade satisfatória, com menor custo possível para o produtor. Herbicidas disponíveis no mercado, especialmente aqueles utilizados na cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), podem ser eficazes para o controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi, sem

comprometer a produção, porém existe pouca informação disponível sobre o assunto.

Tendo em vista a carência de informações sobre a tolerância do feijão-caupi a herbicidas aplicados isolados ou em misturas em tanque em pós-emergência, é de grande importância à realização de pesquisas, de modo a gerar informações que possa subsidiar a utilização destes compostos, de modo seguro na cultura. Assim objetivou-se com esse trabalho avaliar a tolerância do feijão-caupi, cultivar BRS Aracê, a diferentes herbicidas, na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Roraima (CCA-UFRR), em condições controladas de temperatura e umidade. Utilizou-se solo da camada 0-20 cm de um Latossolo Amarelo distrófico (Ladx), de textura média (areia: 663 g kg⁻¹; argila: 252 g kg⁻¹ e silte: 85 g kg⁻¹). A análise dos atributos químicos do solo apresentou os seguintes valores: pH (H₂O) de 4,6; Matéria orgânica de 9,3 g kg⁻¹; P (Mehlich 1): 0,45 mg kg⁻¹; Ca²⁺: 0,1 cmol_c kg⁻¹; Mg²⁺: 0,02 cmol_c kg⁻¹; K⁺: 0,06 cmol_c kg⁻¹; H⁺+AL³⁺: 2,39 cmol_c kg⁻¹; AL³⁺: 0,75 cmol_c kg⁻¹; CTCt de 2,55 cmol_c dm⁻³; V de 6,3% e m de 82,4%.

Após a coleta, foi feita incubação do solo por 30 dias, com o uso de calcário dolomítico PRNT 95%, para corrigir a acidez e elevar a saturação de base a 60%. Terminado o período de incubação foi preparado um substrato, com uma mistura de 75% de solo e 25% de esterco bovino curtido. Em seguida realizou-se o enchimento de vasos com capacidade volumétrica de 8 dm³. Para adequação do solo quanto à nutrição, foram aplicados em cada vaso, o equivalente a 20 kg ha⁻¹ de ureia, 50 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 100 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (Melo e Zilli, 2009).

Cada vaso representou uma unidade experimental. Foram plantadas por vaso, cinco sementes do cultivar de feijão-caupi BRS Aracê, inoculadas com estirpes de rizóbio BR 3262 (oriundas da coleção de culturas da Embrapa-RR). O plantio foi realizado no dia 3 de abril de 2015, passado o período de germinação, foi realizado o desbaste deixando-se três plantas por vaso. As irrigações foram feitas diariamente, com 15 minutos de duração, ocorrendo as 08h00min, 12h30min e 16h15min, por sistema automático de microaspersão.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com onze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram no uso de oito herbicidas com diferentes ingredientes ativos, duas misturas de herbicidas indicados para o controle de plantas mono e dicotiledôneas e uma testemunha sem aplicação (Tabela 1).

Tabela 1. Ingredientes ativos, produto comercial e respectivas dosagens dos herbicidas aplicados em pós-emergência nas plantas de feijão-caupi.

| Ingrediente Ativo | Produto Comercial | Dose g i.a. ha ⁻¹ |
|--------------------------------|---|------------------------------|
| Haloxyfop | Verdict, 120 g L ⁻¹ de i.a., EC, Dow AgroSciences | 60 |
| Lactofen | Cobra, 240 g L ⁻¹ de i.a., EC, Bayer | 180 |
| Chlorimuron-ethyl | Staron, 250 g kg ⁻¹ de i.a., WG, CropChem | 17,5 |
| Bentazon | Basagran, 480 g L ⁻¹ de i.a., SL, Basf | 576 |
| Bentazon + imazamox | Ampló, 600 g L ⁻¹ de i.a. + 28 g L ⁻¹ de i.a., SL, Basf | 600 + 28 |
| Imazethapyr | Imazethapyr Plus, 100 g L ⁻¹ de i.a., SL, Nortox | 100 |
| Fomesafen | Flex, 250 g L ⁻¹ de i.a., SL, Syngenta | 250 |
| Quizalofop-P-ethyl | Targa, 50 g L ⁻¹ de i.a., EC, Bayer | 62,5 |
| Lactofen + quizalofop-P-ethyl | Cobra + Targa | 180+62,5 |
| Fomesafen + quizalofop-P-ethyl | Flex + Targa | 250+62,5 |
| Testemunha | - | - |

A aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 14 de abril de 2015, aos 11 dias após o plantio (DAP) coincidindo com a fase V2 do feijão-caupi. Foi utilizado um pulverizador manual costal com pressão constante de 150 kPa, equipado com bicos contendo ponta tipo leque modelo TT-11002, trabalhando a uma altura de 50 cm do alvo, com velocidade de 1 m s⁻¹ e volume de calda de 180 L ha⁻¹.

As avaliações visuais de intoxicação ocorreram aos 3; 6; 9; 12; 15; 18 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas (DAAH). Para quantificar a intoxicação nas plantas utilizou-se uma escala percentual de notas variando entre 0 (zero) a 100 (cem), em que 0 implicaria ausência de quaisquer injúrias e 100 a morte da planta (SBCPD, 1995). As avaliações de altura de planta ocorreram aos 0; 7; 14; 21 DAAH. Sendo essa variável resultante das médias das três plantas presentes em cada unidade experimental.

Aos 21 DAAH, posterior à última mensuração de altura, foi realizado o corte das plantas na base da haste, separando-se folhas, haste e raízes, sendo essas previamente lavadas para retirar o excesso de solo. Todas as amostras da parte aérea (haste, folhas) e raízes foram acondicionadas em sacos devidamente identificados e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Fitotecnia da Pós graduação (CCA-UFRR). Posteriormente com o uso do aparelho CID Bio-Science® modelo CI 202, foi mensurado a área foliar de cada parcela. Em seguida as amostras foram, colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, até atingir peso constante para determinação da massa seca.

Nas variáveis, avaliação de intoxicação e altura da planta, para a análise estatística, foi adotado o esquema em parcelas subdivididas, considerando os tratamentos (herbicidas) como fator primário, e o tempo como fator secundário. Os dados das variáveis: altura de planta, massa seca e área foliar, foram transformados em porcentagem relativa à testemunha. Posteriormente, foram submetidos à análise de

variância e as médias quando significativas foram agrupadas segundo critério de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro, por intermédio do programa estatístico SISVAR 5.3.

Resultados e Discussão

Na primeira avaliação, aos 3 DAAH, foram constatados em todos os tratamentos sintomas visuais de intoxicação (Tabela 2). Os valores mais elevados foram observados com a aplicação das misturas quizalofop-P-ethyl + lactofen (86,25%) e quizalofop-P-ethyl + fomesafen (81,25%).

Os sintomas verificados nesses tratamentos foram de bronzeamento e murcha foliar. Com o decorrer das avaliações ocorreu o ressecamento do ápice das plantas tratadas com quizalofop-P-ethyl + lactofen. Esses tratamentos causaram paralização do crescimento, e a emissão de novas folhas ocorreu de forma pouco significativa, aos 21 DAAH as plantas estavam bastante debilitadas. Os herbicidas lactofen e fomesafen atuam como inibidores da Protox, os sintomas de intoxicação causados por estes herbicidas são lesões necróticas, comumente verificadas logo após a aplicação, podendo diminuir a severidade no decorrer do ciclo da cultura (Oliveira et al., 2013).

Silva et al. (2014) verificaram severa intoxicação com o uso de lactofen 170 g ha⁻¹ (aplicado aos 14 DAP) + fluazifop-p-butyl 120 g ha⁻¹ (aplicado aos 19 DAP), até os 21 DAAH sobre a cv. BRS Guariba. Foram observados sintomas de necrose severa nas áreas tratadas, no entanto, a gema apical não foi afetada, o que permitiu que as plantas emitissem novas folhas sadias, diferente do ocorrido com a cv. BRS Aracê deste trabalho, em que a aplicação da mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl, apresentou danos severos ao meristema apical, impedindo a retomada do desenvolvimento com emissão de folhas novas.

Tabela 2. Intoxicação de plantas de feijão-caupi, cv. BRS Aracê aos 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 DAAH.

| Tratamentos | Nível de intoxicação de plantas (%) | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 |
| Haloxifop | 17,75 Ab | 5,50 Aa | 2,00 Aa | 2,00 Aa | 2,00 Aa | 1,25 Aa | 2,25 Aa |
| Lactofen | 63,25 Cb | 59,50 Cb | 56,25 Cb | 51,25 Ca | 48,25 Ca | 44,25 Ca | 38,75 Ca |
| Chlorimuron-ethyl | 38,25 Ba | 73,75 Db | 80,75 Db | 90,75 Dc | 90,00 Dc | 93,00 Ec | 95,75 Ec |
| Bentazon | 59,00 Cb | 39,25 Bb | 36,00 Ba | 34,50 Ba | 30,75 Ba | 30,25 Ba | 28,25 Ca |
| Bentazon + imazamox | 48,75 Bc | 36,00 Bb | 31,75 Bb | 30,25 Bb | 26,50 Ba | 20,50 Ba | 18,00 Ba |
| Imazethapyr | 27,50 Aa | 36,50 Ba | 36,00 Ba | 32,50 Ba | 32,50 Ba | 30,00 Ba | 30,50 Ca |
| Fomesafen | 69,00 Cb | 62,50 Cb | 55,00 Cb | 50,50 Ca | 49,00 Ca | 45,25 Ca | 35,75 Ca |
| Quizalofop-P-ethyl | 33,25 Bb | 35,75 Bb | 35,00 Bb | 26,25 Ba | 21,25 Ba | 17,00 Ba | 12,75 Ba |
| Lactofen + quizalofop-P-ethyl | 86,25 Da | 85,00 Da | 85,00 Da | 83,75 Da | 83,25 Da | 88,25 Ea | 90,75 Ea |
| Fomesafen + quizalofop-P-ethyl | 81,25 Db | 72,5 Db | 72,50 Db | 57,50 Ca | 52,25 Ca | 46,50 Ca | 53,25 Da |
| CV (%) da parcela | | | | 15,61 | | | |
| CV (%) da subparcela | | | | 7,42 | | | |

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A severa intoxicação aos 21 DAAH com o uso da mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl na cv. BRS Aracê sugere o efeito sinérgico entre os herbicidas, visto que Silva et al. (2014) aplicaram os herbicidas lactofen + fluazifop-p-butyl em dias diferentes.

O herbicida chlorimuron-ethyl provocou danos progressivos na cv. BRS Aracê aos 3 DAAH a intoxicação foi de 38,25%. Por se tratar de um inibidor da ALS, o crescimento das plantas foi cessado, não ocorreu emissão de folhas ou crescimento da planta, com o decorrer das avaliações houve a morte apical, aos 21 DAAH a intoxicação foi de 95,75%. Entretanto o imazethapyr, inibidor da ALS, causou danos menos expressivos na cultura, 30,5% de intoxicação aos 21 DAAH.

Fernandes et al. (2012), verificaram que herbicida halosulfuron apresentou menores índices de fitotoxicidade, com 35% de intoxicação para o feijão-caupi. Considerando o herbicida como moderado seletivo para a cultura. Os valores descritos por Fernandes et al. (2012) são similares aos encontrados neste trabalho com o uso do imazethapyr, sendo ambos inibidores da ALS, porém de grupos químicos diferentes, mas que apresentaram comportamento similar de intoxicação durante as avaliações. A baixa toxicidade do halosulfuron também foi relatada por Silva et al. (2000).

Os herbicidas inibidores da ACCase proporcionaram os menores índices de intoxicação no feijão-caupi. Herbicidas do grupo químico aryloxyphenoxy-propionate, como o haloxifop e quizalofop-P-ethyl, bloqueiam a síntese de ácidos graxos por inibição da atividade de Acetil-CoA carboxilase (ACCase). Sendo que tipo de ACCase presente em dicotiledôneas é menos susceptível a ação desses herbicidas (Moreland, 1999).

A baixa intoxicação de inibidores da ACCase é corroborada por Fontes et al. (2013) e Silva et al. (2014) ambos relatam que não foram verificados sintomas de intoxicação com o uso de fluazifop-p-butyl, sobre as plantas de feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, não afetando nenhuma característica nas plantas, mostrando elevada seletividade. Entretanto Nina (2011) descreve que o fluazifop-p-butyl provocou sintomas leves de intoxicação até os 15 DAAH, resultado similar ao observado com o uso do quizalofop-P-ethyl.

O herbicida bentazon + imazamox causou 48,75% de intoxicação aos 3 DAAH. As folhas apresentaram redução da espessura do limbo foliar, com branqueamento que tendeu à transparência com posterior queda das folhas. Aos 21 DAAH as plantas apresentaram recuperação com sintomas visuais de intoxicação de 18,0%.

Os resultados quanto a resposta da cultura ao formulado bentazon + imazamox é corroborado por Linhares et al. (2014), em que tal tratamento, mesmo em dosagem mais elevada, promoveu leve amarelecimento nas folhas de feijão-caupi cv. BRS Guariba com total recuperação aos 15 DAAH. Outros autores também relataram tolerância da cultura em relação ao uso deste herbicida (Mesquita, 2011; Silva et al., 2014).

Todos os tratamentos causaram reduções na altura das plantas aos 7 e 14 DAAH. Entretanto na avaliação realizada aos 21 DAAH, os tratamentos haloxyfop, bentazon, bentazon + imazamox, imazethapyr e quizalofop-P-ethyl, não diferenciaram estatisticamente da testemunha (Tabela 3). Oliveira et al. (2013) constataram que a aplicação do fluazifop-p-butyl não alterou a altura das plantas, assim como observado nesse trabalho.

Tabela 3. Altura das plantas de feijão-caupi, cv BRS Aracê, em porcentagem relativa à testemunha aos 0, 7, 14 e 21 DAAH.

| Tratamentos | Altura da planta (%) | | | |
|--------------------------------|----------------------|-----------|-----------|------------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 |
| Haloxyfop | 99,38 A a | 71,86 B b | 83,94 B b | 98,36 A a |
| Lactofen | 94,81 A a | 59,74 C b | 54,93 C b | 52,39 B b |
| Chlorimuron-ethyl | 99,93 A a | 54,94 C b | 25,44 D c | 11,38 D d |
| Bentazon | 99,91 A a | 65,80 B b | 71,02 B b | 90,72 A a |
| Bentazon + imazamox | 106,27 A a | 69,34 B c | 72,48 B c | 86,33 A b |
| Imazethapyr | 93,09 A a | 74,71 B b | 79,55 B b | 97,86 A a |
| Fomesafen | 93,44 A a | 59,33 C b | 52,93 C b | 56,59 B b |
| Quizalofop-P-ethyl | 109,92 A a | 75,18 B b | 75,48 B b | 101,81 A a |
| Lactofen + quizalofop-P-ethyl | 97,35 A a | 58,51 C b | 26,42 D c | 28,77 C c |
| Fomesafen + quizalofop-P-ethyl | 94,98 A a | 55,60 C b | 46,43 C b | 46,34 B b |
| Testemunha | 100 A a | 100 A a | 100 A a | 100 A a |
| CV (%) da parcela | | 13,40 | | |
| CV (%) da subparcela | | 10,65 | | |

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O efeito dos herbicidas lactofen + quizalofop-P-ethyl e chlorimuron-ethyl foram de paralisação do crescimento das plantas. O chlorimuron-ethyl agiu de forma sistêmica, aos 7 DAAH reduziu em 45,06% o crescimento do feijão-caupi, e paralisou por completo o crescimento da cultura, que aos 21 DAAH, sem nenhum desenvolvimento apresentou uma altura 88,62% menor que o tratamento controle. Enquanto o tratamento lactofen + quizalofop-P-ethyl, agindo por contato, provocou a morte apical, impediu o crescimento das plantas de feijão-caupi logo aos 7 DAAH.

O valor em porcentagem relativa à testemunha de acúmulo de massa seca e área foliar do feijão-caupi estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que o tratamento haloxyfop, demonstrou valores elevados no

acúmulo de massa seca foliar (MSF), da haste (MSH), de raízes (MSR), massa seca total (MST) e área foliar (AF), com valores superiores ao da testemunha, não diferenciando estatisticamente da mesma, indicando ser um herbicida bastante seletivo para a cultura.

Os herbicidas quizalofop-P-ethyl, bentazon + imazamox e imazethapyr, apresentaram valores elevados de MSF, MSH, MSR, MST, porém inferiores aos do tratamento controle, mas indicando que a cultura apresenta tolerância ao uso desses herbicidas. Entretanto, considerando as demais variáveis analisadas, observa-se que apenas o quizalofop-P-ethyl e imazethapyr, demonstraram maior seletividade, sem prejudicar o desenvolvimento da cultura, com elevado acúmulo de massa seca e com baixa intoxicação das plantas.

Tabela 4. Massa seca foliar (MSF), da haste (MSH), de raízes (MSR), massa seca total (MST) e área foliar (AF) do feijão-caupi, em porcentagem relativa à testemunha, aos 21 DAAH.

| Tratamentos | MSF | MSH | MSR | MST | AF |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Haloxyfop | 107,74 a | 104,39 a | 113,60 a | 107,61 a | 106,41 a |
| Lactofen | 51,50 c | 47,92 c | 55,34 c | 50,85 d | 49,30 c |
| Chlorimuron-ethyl | 19,14 e | 15,14 d | 28,62 d | 19,61 f | 13,83 e |
| Bentazon | 60,24 c | 69,25 b | 56,73 c | 63,17 c | 77,85 b |
| Bentazon + imazamox | 76,45 b | 75,47 b | 78,55 b | 76,48 b | 79,65 b |
| Imazethapyr | 85,24 b | 75,32 b | 76,00 b | 78,97 b | 87,67 b |
| Fomesafen | 56,21 c | 45,51 c | 49,33 c | 50,16 d | 49,85 c |
| Quizalofop-P-ethyl | 72,07 b | 80,51 b | 88,75 b | 79,33 b | 75,70 b |
| Lactofen + quizalofop-P-ethyl | 28,66 e | 24,92 d | 32,62 d | 27,99 f | 26,71 d |
| Fomesafen + quizalofop-P-ethyl | 42,02 d | 39,65 c | 34,15 d | 39,23 e | 39,62 c |
| Testemunha | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a |
| CV (%) | 12,61 | 12,97 | 22,71 | 10,30 | 13,22 |

Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Linhares et al. (2014) observaram resultados promissores com o uso de bentazon + imazamox, os quais obtiveram incremento na área foliar e no índice de área foliar até aos 40 dias após emergência, embora os resultados também tenham sido inferiores ao da testemunha ao final do ciclo da cultura. A seletividade de inibidores da ACCase, como haloxyfop e quizalofop-P-ethyl, foram observados por Fontes et al. (2013), os autores relatam que com o uso do herbicida fluazifop-p-butyl a produtividade de grãos foi semelhante à da testemunha capinada.

Os herbicidas lactofen, bentazon e fomesafen ao final das avaliações, apresentaram valores intermediários de acúmulo de massa seca da parte aérea e raízes. Tais herbicidas provocaram injúrias que evoluíram para a morte e queda das folhas. A redução do tecido fotossintético, afeta o crescimento e desenvolvimento da planta e alterações na atividade fisiológica (fonte-dreno), o que influi diretamente no acúmulo de fotoassimilados pela cultura (Araújo e Deminicis, 2009).

As folhas são responsáveis pela produção e distribuição da maior parte dos assimilados necessários para o desenvolvimento da planta (Mondal et al., 2011). O desfolhamento precoce resulta em retardamento do ciclo, redução de números de flores, vagens, influenciando negativamente na produção final de

grãos na cultura do feijão-caupi (Ibrahim et al., 2010).

Mancuso et al. (2016), obtiveram resultados satisfatórios de controle de plantas daninhas com a aplicação de fomesafen na fase inicial do feijão-caupi, cv. BRS Guariba e cv. BRS Nova Era. Embora tenha ocorrido fitotoxicidade, a população da cultura se manteve adequada, com produtividade de grãos semelhante ao da testemunha capinada. Entretanto, Linhares et al. (2014), constataram que o fomesafen influenciou negativamente o acúmulo de massa seca nos diferentes órgãos da planta, devido a intoxicação elevada reduzindo a área foliar e, conseqüentemente, a produtividade da cv. BRS Guariba.

Os dados apresentados na Tabela 4 demonstram não seletividade dos tratamentos chlorimuron-ethyl e lactofen + quizalofop-P-ethyl, para o feijão-caupi, cv. BRS Aracê, sendo os resultados de acúmulo de massa seca e área foliar, reflexo da intoxicação provocada por esses tratamentos. Devido à paralisação do crescimento das plantas tratadas, observou-se que para o chlorimuron-ethyl, o acúmulo de MSF, MSH, MST e AF, tiveram as reduções superiores aos 80% e para o lactofen + quizalofop-P-ethyl, reduções superiores a 70% em relação ao tratamento controle.

Fernandes et al. (2012) concluíram que a utilização de halosulfuron (inibidor da ACCase) aplicado em pós-emergência em plantas de

feijão-caupi, cv. BRS Nova Era, não é uma opção adequada. Pois embora o tratamento não tenha reduzido o acúmulo de massa seca da planta, reduziu o número de grãos por vagens, massa de 100 grãos e produtividade, com perda de 700 kg ha⁻¹, aproximadamente. Os resultados observados com a aplicação do chlorimuron-ethyl em pós-emergência, indicam a total impossibilidade no uso desse herbicida na cultura do feijão-caupi cv. BRS Aracê.

A cv. BRS Aracê apresentou resultados promissores quanto à tolerância aos herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl, o que possibilita a inclusão das moléculas para o controle de plantas daninhas de folha estreita. Os herbicidas imazethapyr e o formulado bentazon + imazamox, apresentaram bons resultados para a utilização no controle de plantas daninhas aumentando a possibilidade de controle de espécies mono e dicotiledôneas em pós-emergência.

A mistura entre as moléculas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl potencializam o efeito nocivos dos herbicidas sobre a cultura do feijão-caupi, demonstrando a incompatibilidade no uso desses herbicidas em mistura de tanque para o controle de plantas daninhas em pós-emergência da cultura. O herbicida chlorimuron-ethyl provocou danos irreversíveis à cultura do feijão-caupi, concluindo, portanto que a cultura não tolera a ação dessa molécula de herbicida.

Conclusões

O feijão-caupi cv. BRS Aracê têm tolerância aos herbicidas haloxyfop e quizalofop-P-ethyl. A cultivar BRS Aracê tem tolerância moderada ao formulado bentazon + imazamox e ao herbicida imazethapyr.

As misturas lactofen + quizalofop-P-ethyl e fomesafen + quizalofop-P-ethyl potencializam o efeito dos herbicidas sobre a cultura do feijão-caupi. A mistura lactofen + quizalofop-P-ethyl e o herbicida chlorimuron-ethyl provocam danos irreversíveis a cultura do feijão-caupi.

Referências

Araújo, S.A.C.; Deminicis, B.B. Revisão: Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v.7, n.4, p.463-472, 2009.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 mar. 2017.

Embrapa Arroz e Feijão. **Dados de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e de arroz (*Oryza sativa* L.), extratificados por safras e sistema de plantio, no Brasil, Regiões e Estados da Federação**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em 20 abril 2016.

Fernandes, C.P.C.; Braz, A.J.B.F.; Procópio, S. O.; Dan, H.A.; Braz, G.B.P.; Barroso, A.L.L.; et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar ao feijão-de-corda. **Global Science and Technology**, v.5, n.2, p 09-23, 2012.

Ferreira D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2010. (SISVAR 5.3. pacote computacional).

Fontes J.R.A.; Gonçalves, J.R.P.; Moraes, R.R. Tolerância do feijão-caupi ao herbicida oxadiazon. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.40, n.1, p.110-115, 2010.

Fontes J.R.A.; Oliveira, I.J.; Gonçalves, J.R.P. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.12, n.1, p.47-55, 2013.

Freire filho, F.R.; Ribeiro, V.Q.; Rocha, M. M.; Silva, K.J.D.; Nogueira, M.S.R.; Rodrigues, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina-PI: Embrapa Meio-norte, 2011. 84 p.

Freitas F.C.L.; Medeiros, V.F.L.P.; Grangeiro, L. C.; Silva, M.G.; Nascimento, P.G.M.L.;

- Nunes, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**. v.27, n.2, p.241-247, 2009.
- Ibrahim, U.; Auwalu, B.M.; Udom, G.N. Effect of stage and intensity of defoliation on the performance of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **World Journal of Agricultural Sciences**. v.6, n.4, p.460-465, 2010.
- Ishaya, D.B.; Tunku, P.; Yahaya, M.S. Effect of pre-emergence herbicide mixtures on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) at Samaru, in northern Nigeria. **Crop Protection**. v.27, n.7, p.1105-1109. 2008.
- Linhares, C.M.S.; Freitas, F.C.L.; Silva, K.S.; Lima, M.F.P.; Dombroski, J.L.D. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon+imazamox. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.41-49, 2014.
- Locatelli, V.E.R.; Medeiros, R.D.; Smiderle, O.J.; Albuquerque, J.A.A.; Araújo, W.F.; Souza, K.T.S. Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.6, p.574-580, 2014.
- Mancuso, M.A.C.; Aires, B.C.; Negrisoni, E.; Corrêa, M.R.; Soratto, R.P. Seletividade e eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Revista Ceres**, v.63, n.1, p.025-032, 2016.
- Melo S.R., Zilli J.E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.9, p.1177-1183, 2009.
- Mesquita, H.C. **Seletividade e eficácia de herbicidas em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, 2011.
- Mondal, M.M.A.; Fakin, Md.S.A.; Ismail, M. R.; Ashrafuzzaman, M. Effect of defoliation on growth, reproductive characters and yield in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Australian Journal of Crop Science**. v.5, n.8, p.987-992, 2011.
- Moreland, D.E. Biochemical Mechanisms of Action of Herbicides and the Impact of Biotechnology on the Development of Herbicides. **Journal Pesticide Science**, v.24, n.3, p.299-307, 1999.
- Nina, N.C.S. **Controle de plantas daninhas com herbicidas e efeitos da seletividade destes sobre o crescimento e produtividade de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2011. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus 2011.
- Oliveira, G.A.; Araújo, W.F.; Cruz, P.L.S.; Silva, W.L.M.; Ferreira, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n.4, p.872-882, 2011.
- Oliveira, M.B.; Alves, P.F.S.; Teixeira, M.F. F.; Silva, H.D.; Sá, R.R.; Campos, R.G.C.; et al.. Fitotoxicidade de herbicidas aplicados em diferentes épocas em pós-emergência do feijão-caupi. **Revista Unimontes Científica**, v.15, n.1, jan.2013.
- Oliveira, O.M.S.; Silva, J.F.; Gonçalves, J.R. P.; Klehm, C.S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta daninha**, v.28, n.3, p.523-530, 2010.
- Silva C.M.; Ferreira L.R.; Vieira R.F. Tolerância do feijão caupi (*Vigna unguiculata* var. USA) a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. **Boletim Informativo**. 2000; 6: 16-7.
- Silva, K.S; Freitas, F.C.L.; Silveira, L.M.; Linhares, C.S.; Carvalho, D.R.; Lima, M.F.P. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-

caupi. **Planta Daninha**, v.32, n.1, p.197-205, 2014.

Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

Teixeira, I.R.; Silva, G.C.; Oliveira, J.P.R.; Silva, A.G.; Pelá, A. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista ciência agrônômica**, v.41, n 2, p.300-307, 2010.