

VICTOR AFONSO REIS GONÇALVES

EFICIÊNCIA DO INDAZIFLAM EM CAFEIEIRO JOVEM

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis

**RIO PARANAÍBA – MINAS GERAIS
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba

T

G635e
2020
Gonçalves, Victor Afonso Reis, 1995-
Eficiência do indaziflam em cafeeiro jovem / Victor Afonso Reis Gonçalves. – Rio Paranaíba, MG, 2020.
44 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Herbicida. 2. Injúrias. 3. Solo contaminado.
I. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Ciências Agrárias. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal).
II. Título.

633.73

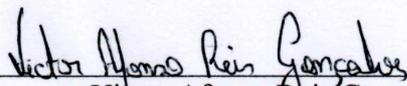
VICTOR AFONSO REIS GONÇALVES

EFICIÊNCIA DO INDAZIFLAM EM CAFEIRO JOVEM

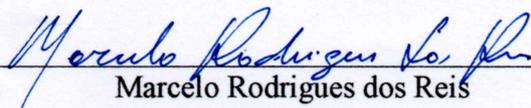
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 12 de março de 2020.

Assentimento:



Victor Afonso Reis Gonçalves
Autor



Marcelo Rodrigues dos Reis
Orientador

Dedico aos meus pais,

Por todo apoio e dedicação.

A minha namorada pelo companheirismo.

Toda família e amigos pelo incentivo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos que sempre realizou na minha vida.

Aos meus pais, Sebastião Osair e Maria de Fátima, meu irmão, Felipe, e minhas avós e tios, pelo apoio incondicional.

À minha namorada Rafaela Lima, por estar sempre do meu lado e me ajudar em tudo.

Aos meus amigos da República Arame Farpado (Lanzin, Haroldin, Catitu, Maritaca, Moca, Bin, Kekeu, Fake, Palitão, Lumbriga, Tilango, Pirikito e Cominha), pelos ótimos momentos vividos juntos.

Ao meu patrão e amigo Felipe Santinato, por toda confiança e amizade no decorrer desses últimos anos e a possibilidade de estar realizando mais este sonho.

Aos meus amigos de Patrocínio (CCF), por estarem comigo desde sempre.

Aos amigos Caio Fernando e Enrique Arceda que me ajudaram incansavelmente na realização dos experimentos.

Ao Prof. Marcelo Reis pelos ensinamentos, paciência e amizade durante todo tempo que trabalhamos juntos.

Ao grupo de pesquisa, em especial Lais, Gustavo, Matheus e Gabriel.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade na realização do curso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”.
(Albert Einstein).

BIOGRAFIA

Victor Afonso Reis Gonçalves nasceu em Patrocínio no dia 04 de abril de 1995. Em 2012 concluiu o Ensino Médio no Colégio Atenas, na cidade de Patrocínio-MG. Em 2013 iniciou o Curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa *Campus* Rio Paranaíba. Participou de trabalhos de pesquisa nas áreas de melhoramento de soja com bolsa pelo CNPQ. Depois trabalhou com manejo integrado de plantas daninhas (ênfase em herbicida na cultura do cafeeiro). Em 2017, graduou-se Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba (UFV-CRP), Minas Gerais, Brasil. Em março de 2018, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, submetendo-se à defesa de dissertação em 12 de março de 2020.

RESUMO

GONÇALVES, Victor Afonso Reis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2020. **Eficiência do indaziflam em cafeeiro jovem.** Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis.

O controle de plantas daninhas no cafeeiro jovem é difícil devido a restrita quantidade de herbicidas registrados. Recentemente um novo herbicida foi lançado, indaziflam, o qual pode ser eficiente no manejo pré-emergente do cafeeiro jovem. Diante disso, essa dissertação foi proposta para estudar o uso do indaziflam em cafeeiro jovem, sendo dividida em dois capítulos. O primeiro teve como objetivo avaliar a interação do indaziflam com solo com adição de compostos orgânicos, utilizando os principais compostos orgânicos aplicados ao solo, através de uma planta bioindicadora (soja), que acusaria a possível sorção do herbicida na fração orgânica e inativação da molécula, além de avaliar a interferência do indaziflam no crescimento radicular do cafeeiro recém transplantado, por meio da contaminação de solo e contato direto das raízes com solo contaminado. No segundo capítulo objetivou-se avaliar a eficiência do indaziflam sobre o controle de plantas daninhas por espécie e os possíveis efeitos sobre o crescimento vegetativo do cafeeiro jovem. Conclui-se que a aplicação no solo dos materiais orgânicos: esterco bovino, esterco de galinha, palha de café e composto de palha de café + esterco bovino não reduzem a ação do indaziflam ($75 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), a ponto de impedir efeitos danosos na germinação da soja. Além disso, foi observado que a contaminação do solo com indaziflam não causa danos visíveis na parte aérea do cafeeiro jovem, aos 60 dias após a contaminação, no entanto, indaziflam reduz a massa da matéria seca radicular do cafeeiro jovem, mesmo em doses baixas ($3,125 \text{ g ha}^{-1} \text{ de i.a.}$). Constatou-se que doses de 25 a $100 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$ e 50 a $100 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$ de indaziflam promovem controle satisfatório até os 120 dias após a aplicação na condição irrigada e condição sequeiro, respectivamente e a aplicação de indaziflam não influencia o crescimento vegetativo do cafeeiro jovem até 210 dias após a aplicação do herbicida.

Palavras-chave: Herbicida. Injúrias. Solo contaminado.

ABSTRACT

GONÇALVES, Victor Afonso Reis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2020. **Efficiency of indaziflam in young coffee.** Adviser: Marcelo Rodrigues dos Reis.

The control of weeds in young coffee is difficult due to the limited amount of registered herbicides. Recently a new herbicide has been launched, indaziflam, which can be efficient in the pre-emergent management of young coffee. Therefore, this dissertation was proposed to study the use of indaziflam in young coffee, being divided into two chapters. The first aimed to evaluate the interaction of indaziflam with soil with the addition of organic compounds, using the main organic compounds applied to the soil, through a bioindicator plant (soybean), which would assess the possible sorption of the herbicide in the organic fraction and inactivation of the molecule, in addition to evaluating the interference of indaziflam in the root growth of the newly transplanted coffee tree, through soil contamination and direct contact of the roots with contaminated soil. The second chapter aimed to evaluate the efficiency of indaziflam on weed control by species and the possible effects on the vegetative growth of young coffee. It is concluded that the application of organic materials to the soil: cattle manure, chicken manure, coffee straw and coffee straw + cattle manure does not reduce the action of indaziflam (75 g ha⁻¹ ia), to the point of preventing harmful effects on soybean germination. Furthermore, it has been observed that contamination of the soil with indaziflam does not cause visible damage to the aerial part of the young coffee tree, at 60 days after contamination, however, indaziflam reduces the root dry matter mass of the young coffee tree, even in low doses (3.125 g ha⁻¹ of ia). It was found that doses of 25 to 100 g ha⁻¹ ia and 50 to 100 g ha⁻¹ ia of indaziflam promote satisfactory control until 120 days after application in irrigated and dry conditions, respectively and the application of indaziflam does not influence the vegetative growth of young coffee until 210 days after application of the herbicide.

Keywords: Herbicide. Injuries. Contaminated soil.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO 1 – INDAZIFLAM: AVALIAÇÃO DA SORÇÃO/DESSORÇÃO EM MATERIAIS ORGÂNICOS E SUA INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO RADICULAR DO CAFEEIRO.....	12
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
¹ Titulometria; ² Titulação; ³ Potenciometria e ⁴ Gravimetria	16
RESULTADOS	17
DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 2 – EFICIÊNCIA DO INDAZIFLAM EM CAFEEIRO JOVEM.....	30
INTRODUÇÃO.....	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de café no Brasil tem alcançado alto nível tecnológico, com produtividades e movimentação de exportação que a colocam em um importante patamar no cenário econômico do país. Entretanto, para a manutenção e alcance de maior rentabilidade para o agricultor é necessário maior investimento no manejo de pragas, doenças e plantas daninhas.

As plantas daninhas, por causarem perdas, muita das vezes não tão notórias a curto prazo, como causadas por ataque de pragas e doenças, no geral não apresentam o manejo necessário para o controle satisfatório. Um ponto dificulta o manejo das plantas daninhas no cafeeiro é a sua fenologia, apresentando um crescimento inicial lento (França et al, 2013), por ser uma cultura que demora a promover o sombreamento total da linha de plantio e, conseqüentemente, reduziram a capacidade competitiva das plantas daninhas (Meschede et al, 2004).

Os herbicidas pós-emergentes são interessantes no ponto de vista de controle das plantas daninhas, porque terem ótimo custo benefício (controle satisfatório X custo baixo). Entretanto, a deriva nas plantas de café, quando não seletivos, causa injúrias e paralisa momentaneamente no crescimento das plantas. Visto isso, em lavouras jovens a utilização de herbicidas pré-emergentes se torna uma alternativa interessante neste cenário, além de menor custo com entrada de pessoas na área e inibição da competição entre cultura e plantas daninhas.

Porém, a quantidade de herbicidas pré-emergentes registrados para cultivos na fase jovem do café é baixa (Magalhães et al. 2012). Recentemente uma nova molécula, o indaziflam, foi registrada para cafeeiros acima de 2,5 anos. Analisando seu potencial de controle, levantou-se hipóteses sobre seu uso em plantas mais jovens, visto que o grande problema do controle das plantas daninhas em cafeeiro ocorre antes dos 2,5 anos.

Por ser uma molécula recente no mercado, seria interessante um estudo amplo da dinâmica do herbicida no sistema de cultivo e suas conseqüências nas plantas jovens de café (fase fenológica não recomendada) (San Juan et al, 2012). Usualmente materiais orgânicos são utilizados em grande quantidade no manejo de adubação dos cafezais (Fernandes et al., 2013). Devido as características físico-químicas existentes dos herbicidas esse manejo do cafeeiro é importante, porque haverá contato direto da aplicação com esse material, na superfície do solo. O coeficiente de sorção no solo (K_{oc}) ganha maior importância nesse cenário, por indicar a força química que a molécula do herbicida se liga a fração orgânica do solo (Guerra et al., 2013).

Por ser um herbicida pré-emergente a sua aplicação é realizada diretamente no solo, sendo necessário entender seu comportamento e conseqüentemente o que acontecerá com o

sistema radicular do cafeeiro, visto que é a parte da planta que terá contato com o herbicida (D'Antonino et al, 2012).

Diante disso, se faz necessário entender a dinâmica da molécula de indaziflam em contato com os principais materiais orgânicos usados na cafeicultura atual, conhecer os impactos dessa molécula em contato com as raízes do cafeeiro e averiguar a possibilidade da utilização desta molécula em plantas com menos de 2,5 anos de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D'ANTONINO, L. et al. **Development of coffee plants in soils with picloram residues.** Planta Daninha. v.30, n.1, p. 193-200, 2012.

FERNANDES, A. L. T. et al. **Adubação orgânica do cafeeiro, com uso do esterco de galinha, em substituição à adubação mineral.** Coffee Science, Lavras, v. 8, n. 4, p. 486-499 out./dez. 2013.

FRANÇA, A.C. et al. **Deriva simulada do glyphosate em cultivares de café Acaiá e Catucaí.** Planta daninha, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 443-451, 2013.

GUERRA, N. et al., **Aminocyclopyrachlor and indaziflam: selectivity control and fate in the environment.** Revista Brasileira de Herbicidas. V.12, n.3, p. 285-295, 2013.

MAGALHÃES, C.E.O. et al. **Weed selectivity and control with oxyfluorfen and sulfentrazone in young arabica coffee plantations.** Planta Daninha, v. 30, p. 607-616, 2012.

MESCHEDE, D.K. et al. **Período anterior à interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas.** Planta daninha, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2004.

SAN JUAN, R.C., et al., **Uso de herbicida novo pre-emergente ALION-indaziflam no controle de plantas daninhas no cafeeiro.** In: Congresso Brasileiro de pesquisas Cafeeiras (38., 2012, Caxambu, MG). Resumos Simples Brasília, DF: EMBRAPA Café. 2012. P.2316-4115.

CAPÍTULO 1 – INDAZIFLAM: AVALIAÇÃO DA SORÇÃO/DESSORÇÃO EM MATERIAIS ORGÂNICOS E SUA INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO RADICULAR DO CAFEIEIRO

Resumo: O conhecimento das novas moléculas é essencial para melhorar o posicionamento em campo e seu potencial de intoxicação da cultura. Visto isso objetivou avaliar a interação do herbicida indaziflam no solo com adição de compostos orgânicos e sua interferência no crescimento radicular do cafeeiro recém transplantado. Dois experimentos foram instalados buscando elucidar essas questões. No experimento I os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 5x2+1 (cinco tipos de cobertura de solo e duas condições de simulação de chuva, além de um tratamento adicional sem cobertura e aplicação do herbicida). Foram avaliadas a percentagem de germinação da soja (7 e 14 dias após a emergência DAE), injúrias das plantas de soja (7 e 14 DAE) e acúmulo de massa seca da parte aérea e de raízes aos 14 DAE. No experimento II os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2x7, (sete doses e duas variedades de café). As avaliações foram realizadas aos 60 DAT sendo o comprimento do internódio e acúmulo de massa seca da parte aérea e de raízes. Para o experimento I ao analisar a variável germinação, aos 14 dias após a emergência, não se observou interação entre os fatores A e B. O tratamento adicional, sem aplicação de indaziflam, teve 82% de germinação e a intoxicação foi inversamente semelhante a germinação, sem intoxicação para o tratamento adicional, e acima de 99% para EB com chuva e composto com e sem chuva, o restante teve morte total das plantas de soja. Para o experimento II as variáveis dependentes massa seca da parte aérea e massa seca das raízes não obtiveram interação entre os fatores (variedade x dose) e, também, não houve diferença significativa pelo teste F entre as doses estudadas. Embora não verificado diferenças significativas na massa seca das raízes, impossibilitando assim o ajuste de um modelo estatístico de regressão, ocorreram danos consideráveis nessa estrutura vegetativa. Conclui-se que a aplicação no solo dos materiais orgânicos esterco bovino, esterco de galinha, palha de café e composto de palha de café + esterco bovino não reduzem a ação do indaziflam (75 g ha i.a.), a ponto de impedir efeitos danosos na germinação da soja. O indaziflam reduz a massa da matéria seca radicular do cafeeiro jovem, mesmo em doses baixas (6,25 mL ha⁻¹ de p.c.). Esta ação é mais drástica na variedade Catuaí vermelho IAC 144 em relação a variedade Asa branca.

Palavras-chave: Herbicida. Pré-emergente. *Coffea arabica*.

Abstract: Knowledge of the new molecules is essential to improve field positioning and its potential for culture poisoning. In view of this, the objective was to evaluate the interaction of the herbicide indaziflam with soil with the addition of organic compounds and its interference in the root growth of the newly transplanted coffee tree. Two experiments were installed in order to elucidate these issues. In experiment I the treatments were arranged in a 5x2 + 1 factorial scheme (five types of soil cover and two rain simulation conditions, in addition to an additional treatment without cover and application of the herbicide). The percentage of soybean germination (7 and 14 days after DAE emergence), injuries to soybean plants (7 and 14 DAE) and dry mass accumulation of aerial parts and roots at 14 DAE were evaluated. In experiment II the treatments were arranged in a 2x7 factorial scheme (seven doses and two varieties of coffee). The evaluations were carried out at 60 DAT, the length of the internode and the accumulation of dry mass of the aerial part and roots. For experiment I, when analyzing the germination variable, at 14 days after emergence, there was no interaction between factors A and B. The additional treatment, without application of indaziflam, had 82% germination and intoxication was inversely similar to germination, without intoxication for additional treatment, and above 99% for EB with rain and compost with and without rain, the rest died total soybean plants. For experiment II, the dependent variables dry mass of the aerial part and dry mass of the roots did not obtain interaction between the factors (variety x dose) and, also, there was no significant difference by the F test between the studied doses. Although there were no significant differences in the dry mass of the roots, thus making it impossible to adjust a statistical regression model, considerable damage occurred in this vegetative structure. It is concluded that the application in the soil of organic materials bovine manure, chicken manure, coffee straw and compost of coffee straw and bovine manure do not reduce the action of indaziflam (75 g ha⁻¹), to the point of preventing harmful effects on germination of soybean. Indaziflam reduces the root dry mass of young coffee, even in low doses (6.25 mL ha⁻¹ of p.c.). This action is more drastic in the Catuaí red IAC 144 variety compared to the Asa branca variety.

Key-words: Herbicide. Pre-emergent. *Coffea arabica*.

INTRODUÇÃO

Plantas daninhas são umas das principais causadoras de danos em cafeeiros jovens. Seu manejo incorreto causa prejuízos iguais ou superiores a injúrias provenientes da aplicação de herbicida, devido a competição por água, luz e nutrientes, principalmente em plantas jovens (até 2,5 anos), sendo este período o de maior preocupação e exigência de controle de plantas daninhas (Lorenzi, 2014).

Os principais métodos utilizados na cafeicultura para manejo das plantas daninhas são o mecânico (capina manual, roçadora e trincha) e químico (herbicida). A capina manual, quando utilizada, é sequenciada de um herbicida pré-emergente no início do período chuvoso. Atualmente são poucas moléculas registradas para plantas jovens de café e o ingrediente ativo oxyfluorfen é uma delas (Magalhães et al. 2012).

Nos últimos anos, com o registro do herbicida indaziflam o produtor teve uma nova opção de manejo (AGROFIT, 2020). Esta molécula atua na biossíntese da parede celular, inibindo a enzima glucosyltransferase, a qual polimeriza a celulose por meio do substrato UDP-glicose (Brabham et al. 2014). Geralmente apresenta controle total de plantas daninhas por até seis meses após a aplicação em citros (Singh et al. 2011) e em café resultados semelhantes foram encontrados, obtendo-se na faixa de 90% de controle aos 164 dias após a aplicação (San Juan et al., 2014). Este herbicida é considerado o mais eficiente deste mecanismo de ação (Myers et al. 2009).

As propriedades físico-químicas dos herbicidas como constante de equilíbrio de ionização do ácido ou da base, coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}), solubilidade em água, pressão de vapor, fotodegradação ou degradação química e constante da lei de Henry interferem diretamente no seu comportamento e destino no solo (Gebler e Spadotto, 2004). Das propriedades físico-químicas uma que tem grande influência no período residual das moléculas é o coeficiente de sorção ao solo (K_{oc}), o qual indica a força química que a molécula de herbicida se liga a fração orgânica do solo (Primel et al, 2005). O indaziflam tem sua adsorção considerada de moderada a forte (ATSDR, 1992) por apresentar K_{oc} de 1544 g L^{-1} (Alonso et al, 2011).

O conhecimento destas propriedades é de suma importância no manejo visando o aumento da eficiência de controle, já que as variações de pH, quantidade de argila e/ou matéria orgânica dos solos podem alterar a disponibilidade dos herbicidas para o controle de plantas e/ou aumentarem a sorção destes produtos no ambiente com conseqüentes contaminações do meio (Bailey e White, 1964).

Baseado na necessidade de entender a dinâmica do herbicida indaziflam no solo e, também, a garantia de que nenhum dano seja causado na cultura do cafeeiro, se objetivou avaliar a interação do herbicida indaziflam em solo com adição de compostos orgânicos e a interferência no crescimento radicular do cafeeiro recém transplantado.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento I:

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Rio Paranaíba (19°12'42'' S e 46°13'39'' W), a 1124 metros de altitude.

Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 5x2+1, com cinco repetições, em que tem-se cinco tipos de cobertura de solo (sem material orgânico, esterco bovino, esterco de galinha, palha de café e composto feito com palha de café + esterco bovino) e duas condições de simulação de chuva (com e sem aplicação de lâmina d'água). Foi implantado um tratamento adicional sem material orgânico e sem aplicação de indaziflam.

O material orgânico foi aplicado na dose de 5 t ha⁻¹, simulando as condições de campo em que são aplicados na faixa de controle de plantas daninhas. Em todas as unidades experimentais foram aplicados indaziflam na dose de 75 g ha⁻¹, com pulverizador costal elétrico, pressão 300 kPa, barra equipada com três pontas leque duplo com vazão de 0,75 L min⁻¹, exceto controle.

As unidades experimentais foram constituídas por um vaso com capacidade de 3 dm³, contendo 12 sementes de soja cultivar 6410, semeadas exatamente com 3 cm de profundidade, e a realização do semeio ocorreu imediatamente antes da aplicação dos estercos e do herbicida. Nos tratamentos com simulação de chuva foi aplicado uma lâmina de 5 mm após 24 h da aplicação do herbicida com auxílio de um regador e proteção na superfície para evitar perdas dos materiais orgânicos que são hidrofóbicos. Foram avaliadas a percentagem de germinação da soja (7 e 14 dias após a emergência DAE), injúrias das plantas de soja (7 e 14 DAE) e acúmulo de massa seca da parte aérea e de raízes aos 14 DAE. Foi realizado a análise química dos materiais orgânicos e solo utilizados (Tabelas 1 e 2), buscando entender melhor a interação herbicida-composto.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado no experimento.

Identificação	¹ M.O.S (g/dm ³)	² C.O.T (g/dm ³)	³ pH (CaCl ₂)	³ pH Tampão (SMP)	⁴ CTC (mmol/dm ³)
Solo 01	31	18	5,8	6,52	88,5

¹M.O.S.: matéria orgânica do solo; ²C.O.T.: carbono orgânico total; ³pH: potencial hidrogeniônico; ⁴CTC: capacidade de troca catiônica.

Tabela 2. Análise química dos materiais orgânicos utilizados no experimento.

Material	¹ CTC mmol/kg	² C.O. %	³ pH -	⁴ Peneira (4,80 mm) %	⁴ Peneira (2,83 mm) %	⁴ Peneira (0,84 mm) %
Palha Café (PC)	950	38,4	5,9	27,48	49,36	18,53
Esterco de galinha (EG)	450	20,97	8	43,31	50,26	22,39
Esterco Bovino (EB)	585	24,19	7,8	55,54	69,61	37,1
Composto (PC + EB)	525	12,54	5,4	19,32	57,33	24,56

¹ Titulometria; ² Titulação; ³ Potenciometria e ⁴ Gravimetria

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste SNK à 5% de probabilidade com auxílio do software Speed Stat 1.0.

Experimento II:

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, situada na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Rio Paranaíba, (19°12'42'' S e 46°13'39'' O), a 1124 metros de altitude. Foi utilizado mudas das variedades de café Catuaí Vermelho IAC 144 (CV 144) e Asa Branca.

Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2x7, com cinco repetições, sendo dois tipos de cultivares (CV 144 e Asa branca) e sete doses de herbicida (0, 3,125, 6,25, 12,5, 25, 50 e 75 mL ha⁻¹ de ingrediente ativo). A unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 8 dm³ de solo, onde cada vaso com uma planta de café.

Com o intuito de melhorar a homogeneização do herbicida com o solo a contaminação ocorreu com o auxílio de uma betoneira, a qual revolveia o solo durante a aplicação do herbicida. Foram colocados seis vasos com solo na betoneira e aplicados 2 L da solução contendo o herbicida. A aplicação ocorreu com um pulverizador costal manual com uma ponta leque simples com vazão de 0,65 L min⁻¹, em cada dose predeterminada, através de uma solução

padrão e cálculos de concentração e volume inicial e final, alcançando a dose desejada, e após a contaminação o solo foi colocado dentro dos vasos.

Para aumentar o contato das raízes com o solo contaminado as mudas, que continham de 5 a 6 pares de folhas, foram transplantadas nuas, ou seja, antes do transplante todo o substrato da sacolinha foi descartado e as raízes foram colocadas em contato direto com o solo. Os vasos foram irrigados quando necessário e foi realizada uma adubação com 5 g/vaso de sulfato de amônio aos 20 dias após o transplante.

O momento de avaliação das plantas foi definido pelo monitoramento dos vasos extras de testemunha. Quando as raízes atingiram as paredes laterais do vaso foi desmontado o experimento, isso ocorreu aos 60 dias após o transplante (DAT). Todas as avaliações foram realizadas aos 60 DAT sendo o comprimento do internódio e acúmulo de massa seca da parte aérea e de raízes.

Todas as medições foram realizadas utilizando-se régua milimetrada, no comprimento e largura da folha. A régua foi posicionada na base da nervura central até seu ápice e na extremidade central esquerda até a direita. Para o comprimento do internódio foi considerado de uma estípula interpeciolar até a outra e havia uma marcação nas plantas que foi considerado o ponto de partida até o ápice das mudas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, para os fatores qualitativos significativos, as médias foram comparadas pelo teste SNK à 5% de probabilidade, e para os fatores quantitativos significativos, as médias foram submetidas a análise de regressão, com auxílio do software Speed Stat 1.0.

RESULTADOS

Experimento I:

O tratamento adicional, sem aplicação do herbicida, obteve uma germinação de 85% (tabela 3). A simulação de chuva não teve influência para os tipos de cobertura EB, PC, Composto e sem material orgânico (SMO). Já para EG com simulação de chuva a porcentagem de germinação diminuiu significativamente em comparação do EG sem a simulação de chuva (Tabela 3). As coberturas SMO e EB se destacaram das demais por terem os maiores valores de germinação nessa avaliação, iguais ou maior de 20%, seguidos pelo composto (8,3%), e por último EG e PC com basicamente 0% de germinação, não influenciando no efeito do herbicida nas plantas de soja nessa época de avaliação.

Tabela 3. Porcentagem de germinação da soja, em função dos tratamentos estudados com e sem aplicação de chuva, aos 7 dias após a emergência. (T1 – Testemunha, T2 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e sem chuva, T3 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e com chuva, T4 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e sem chuva, T5 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e com chuva, T6 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco bovino e sem chuva, T7 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de bovino e com chuva, T8 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e sem chuva, T9 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e com chuva, T10 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e sem chuva, T11 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e com chuva) Rio Paranaíba, MG.

	EG	EB	PC	Composto	Sem material
Sem chuva	20,0 Aa	28,3 Aa	10,0 Aa	20,0 Aa	15,0 Aa
Com chuva	0,0 Bb	20,0 Aa	1,7 Ba	8,3 ABA	23,3 Aa
extras			85,0		
CV (%)			56		

Não há evidência suficiente de que médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade de erro. mm: médias marginais.

Ao analisar a variável intoxicação, aos 7 dias após a emergência, observou-se interação entre os fatores A e B. Esterco bovino, palha de café e composto não sofreram influência da simulação de chuva. Já EG com chuva, notou-se um aumento da intoxicação de 100%, em relação a sem chuva que foi 97%. Sem material orgânico teve comportamento contrário ao EG, com maior intoxicação sem a simulação de chuva 98,2% e menor intoxicação com a simulação de chuva 96,0%. Não se evidenciou diferenças entre as coberturas sem a presença de chuva. As coberturas SMO e EB tiveram menor intoxicação, 96% e 97% respectivamente, em relação as demais coberturas (EG – 100%; PC – 99,8% e composto 99%) (Tabela 4).

Tabela 4. Porcentagem de intoxicação da soja, aos 7 dias após a emergência, em função dos tratamentos estudados. (T1 – Testemunha, T2 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e sem chuva, T3 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e com chuva, T4 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e sem chuva, T5 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e com chuva, T6 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco bovino e sem chuva, T7 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de bovino e com chuva, T8 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e sem chuva, T9 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e com chuva, T10 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e sem chuva, T11 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e com chuva) Rio Paranaíba, MG.

	EG	EB	PC	Composto	Sem material
Sem chuva	97,0 Ab	97,4 Aa	98,4 Aa	97,4 Aa	98,2 Aa

Com chuva	100,0	Aa	97,0	Ba	99,8	Aa	99,0	Aa	96,0	Bb
extras					0,0					
CV (%)					2					

Não há evidência suficiente de que médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade de erro. mm: médias marginais.

Ao analisar a variável germinação, aos 14 dias após a emergência, não observou-se interação entre os fatores A e B. O tratamento adicional, sem aplicação de indaziflam, teve 82% de germinação. As coberturas EB e composto com simulação de chuva e composto sem simulação de chuva, obtiveram 3,3%, 1,7% e 8,3% respectivamente, sendo o maior valor encontrado para o tratamento sem simulação de chuva. As demais coberturas, independente da chuva, levaram a ausência de plantas de soja nesta época (Figura 1). A intoxicação foi inversamente semelhante a germinação, sem intoxicação para o tratamento adicional, e acima de 99% para EB com chuva e composto com e sem chuva, o restante teve morte total das plantas de soja (Figura 2).

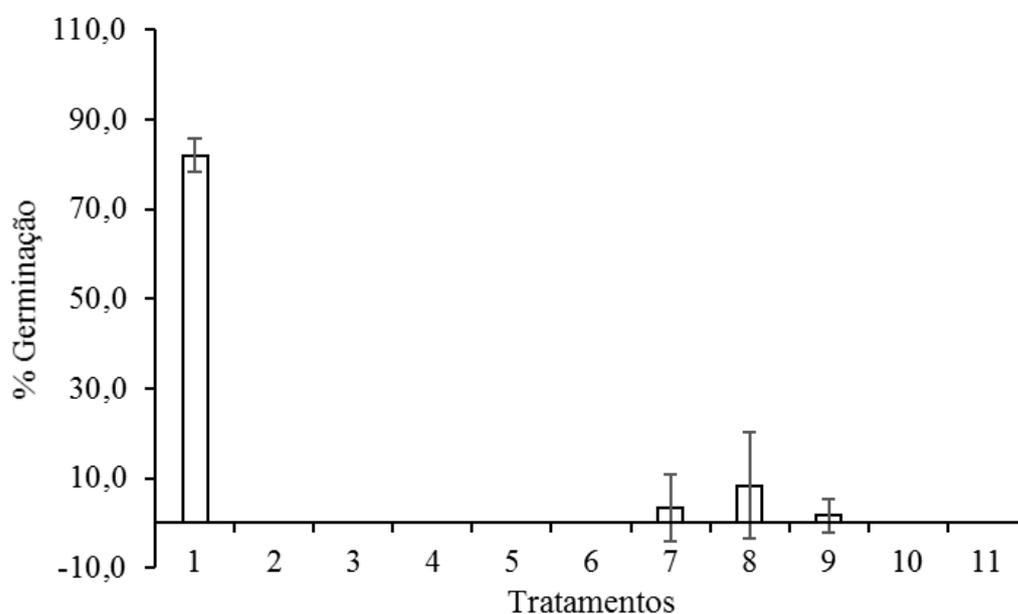


Figura 1. Porcentagem de germinação aos 14 dias após a aplicação (T1 – Testemunha, T2 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e sem chuva, T3 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e com chuva, T4 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e sem chuva, T5 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e com chuva, T6 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco bovino e sem chuva, T7 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de bovino e com chuva, T8 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e sem chuva, T9 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e com chuva, T10 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e sem chuva, T11 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e com chuva). Rio Paranaíba, MG.

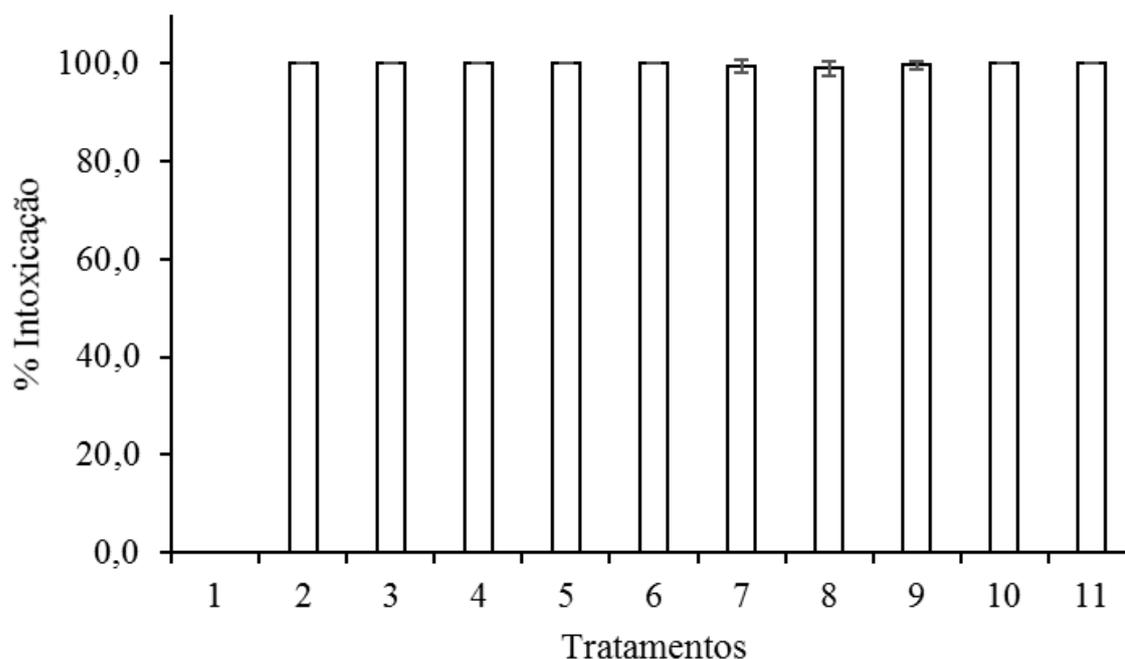


Figura 2. Porcentagem de intoxicação aos 14 dias após a aplicação (T1 – Testemunha, T2 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e sem chuva, T3 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e com chuva, T4 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e sem chuva, T5 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e com chuva, T6 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco bovino e sem chuva, T7 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de bovino e com chuva, T8 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e sem chuva, T9 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e com chuva, T10 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e sem chuva, T11 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e com chuva). Rio Paranaíba, MG.

A massa seca da parte aérea e raízes seguiu o mesmo comportamento da germinação aos 14 dias após a aplicação, com maiores valores para a testemunha e menores para os tratamentos com esterco bovino com chuva e composto sem e com chuva além de zerar (morte de todas as plantas) os demais (Figura 3 e 4).

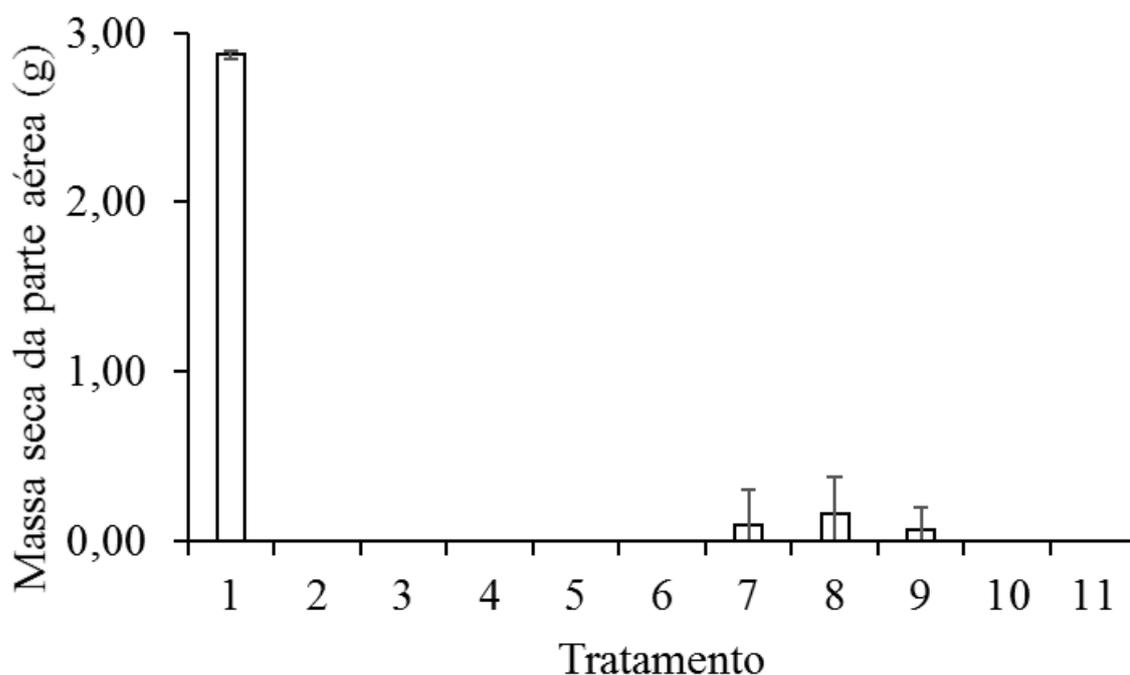


Figura 3. Matéria seca, em gramas, da parte aérea das plantas de soja aos 14 dias após a aplicação (T1 – Testemunha, T2 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e sem chuva, T3 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e com chuva, T4 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e sem chuva, T5 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e com chuva, T6 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco bovino e sem chuva, T7 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de bovino e com chuva, T8 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e sem chuva, T9 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e com chuva, T10 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e sem chuva, T11 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e com chuva). Rio Paranaíba, MG.

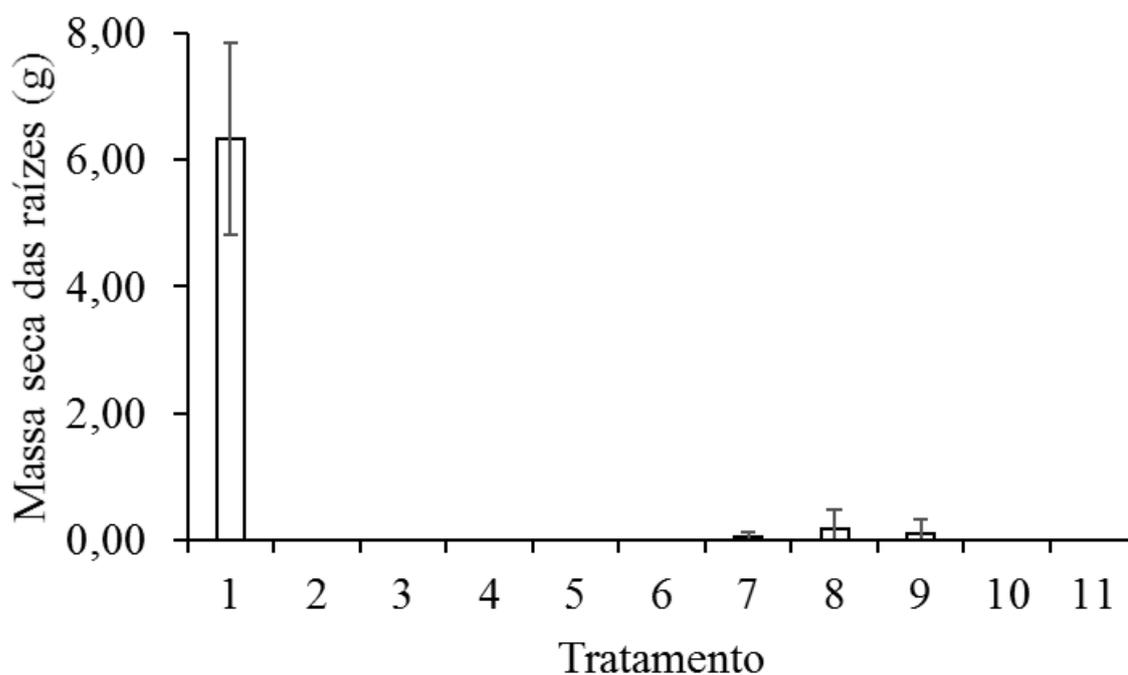


Figura 4. Matéria seca, em gramas, das raízes das plantas de soja aos 14 dias após a aplicação (T1 – Testemunha, T2 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e sem chuva, T3 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ sem composto e com chuva, T4 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e sem chuva, T5 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de galinha e com chuva, T6 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco bovino e sem chuva, T7 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ esterco de bovino e com chuva, T8 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e sem chuva, T9 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ composto e com chuva, T10 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e sem chuva, T11 – Indaziflam 75 g ha⁻¹ casca de café e com chuva). Rio Paranaíba, MG.

Experimento II:

As variáveis dependentes massa seca da parte aérea (Figura 1) e massa seca das raízes (Figura 2) não obtiveram interação entre os fatores (variedade x dose) e também, não houve diferença significativa pelo teste F entre as doses estudadas.

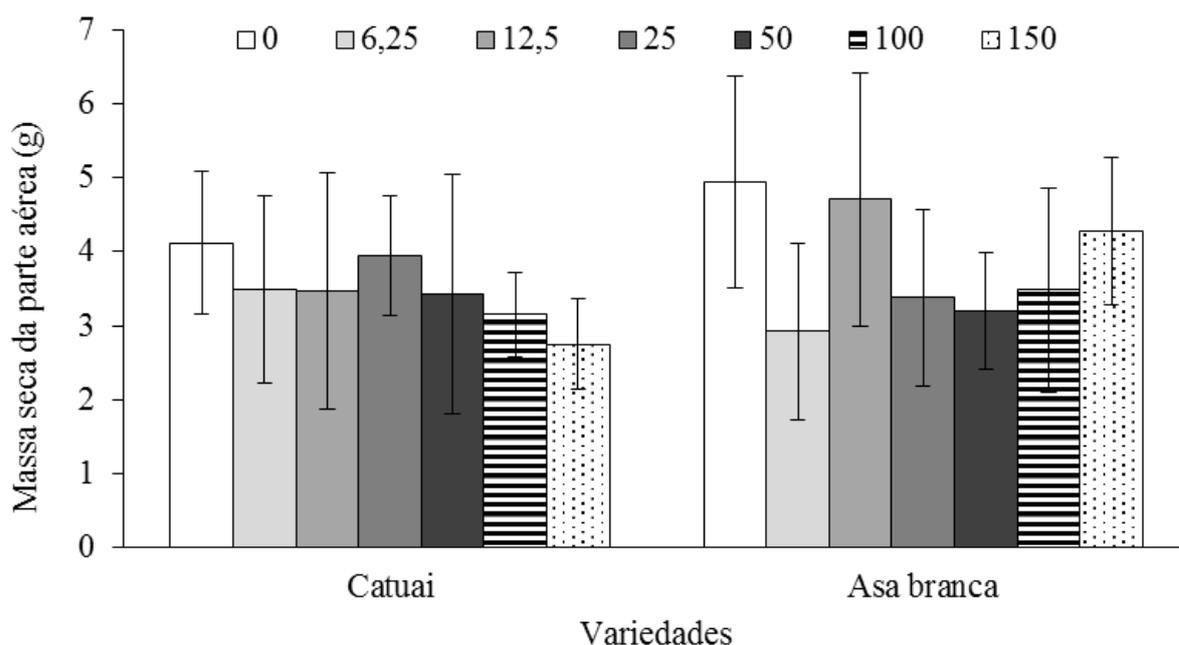


Figura 1. Massa seca da parte aérea, em gramas, das cultivares Catuai vermelho IAC 144 e Asa branca, em função das doses do herbicida indaziflam, aos 60 dias após o transplante das mudas. Rio Paranaíba, MG.

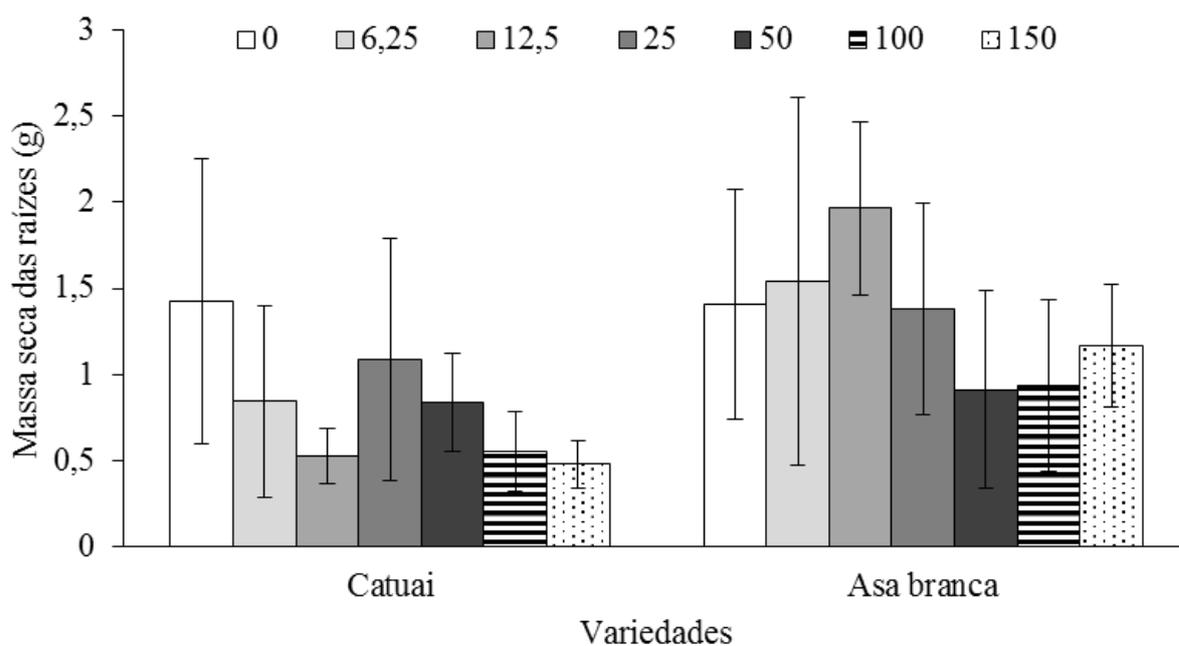


Figura 2. Massa seca das raízes, em gramas, das cultivares Catuai vermelho IAC 144 e Asa branca, em função das doses do herbicida indaziflam, aos 60 dias após o transplante das mudas. Rio Paranaíba, MG.

Não foram verificadas diferenças significativas na massa seca das raízes, impossibilitando assim o ajuste de um modelo estatístico de regressão. No entanto, ocorreram danos consideráveis nessa estrutura vegetativa (Figura 3 e 4). Sendo observados os sintomas de retorcimento das radículas, clorose evoluindo para necrose, indícios de raízes secundárias grossas com ausência de radículas e aumento da taxa de bifurcação e/ou peão torto da raiz pivotante.

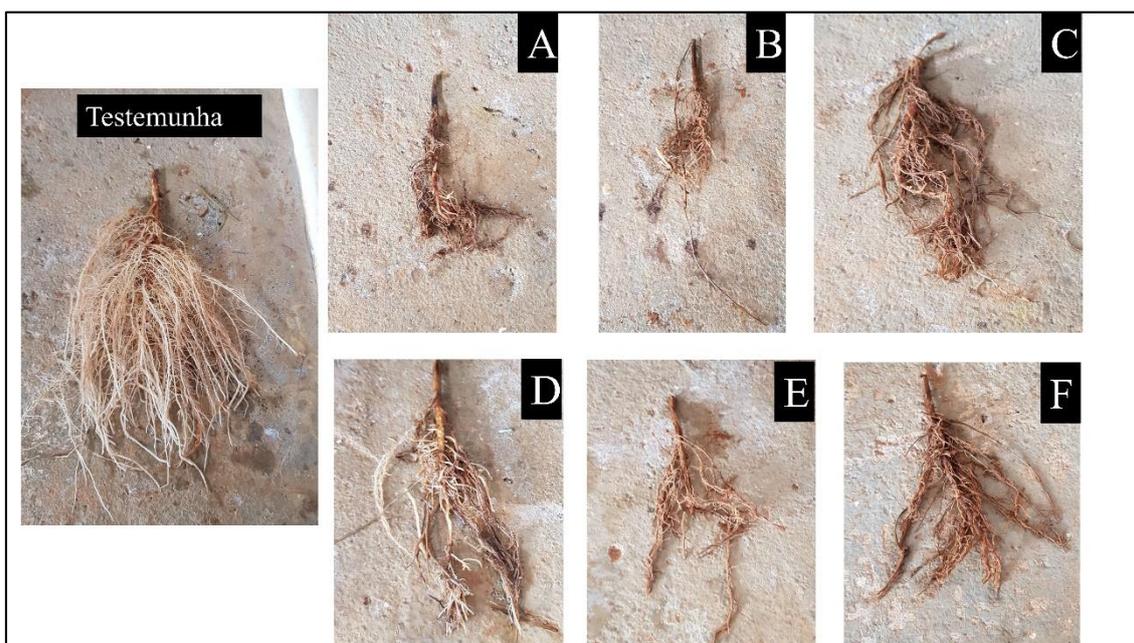


Figura 3. Fotos do sistema radicular da variedade Catuaí vermelho IAC 144 aos 60 dias após a contaminação e transplante. (Testemunha = 0 mL ha⁻¹, A = 3,125 g ha⁻¹, B = 6,25 g ha⁻¹, C = 12,5 g ha⁻¹, D = 25 g ha⁻¹, E = 50 g ha⁻¹, F = 75g g ha⁻¹ de ingrediente ativo).

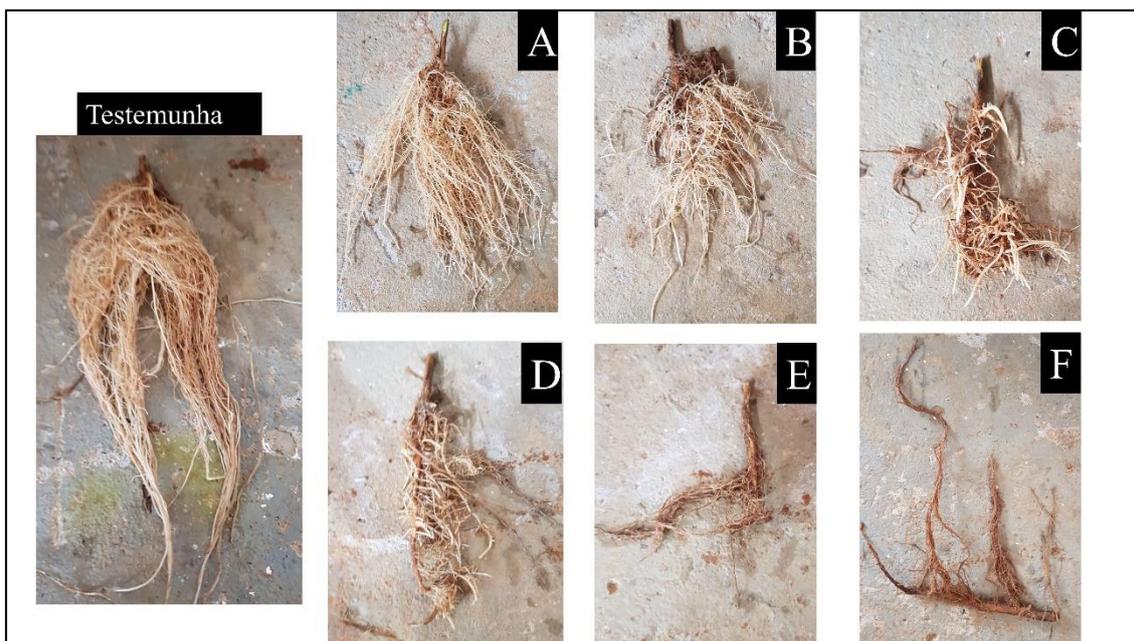


Figura 4. Fotos do sistema radicular da variedade Asa branca aos 60 dias após a contaminação e transplante. (Testemunha = 0 mL ha⁻¹, A = 3,125 g ha⁻¹, B = 6,25 g ha⁻¹, C = 12,5 g ha⁻¹, D = 25 g ha⁻¹, E = 50 g ha⁻¹, F = 75g g ha⁻¹ de ingrediente ativo).

A altura do último internódio foi influenciada pelas doses de indaziflam, em que pode-se notar um decréscimo linear ao longo do aumento das doses para Catuaí vermelho IAC 144, Asa branca e a média das variedades (Figura 5A, Figura 5B e Figura 5C, respectivamente).

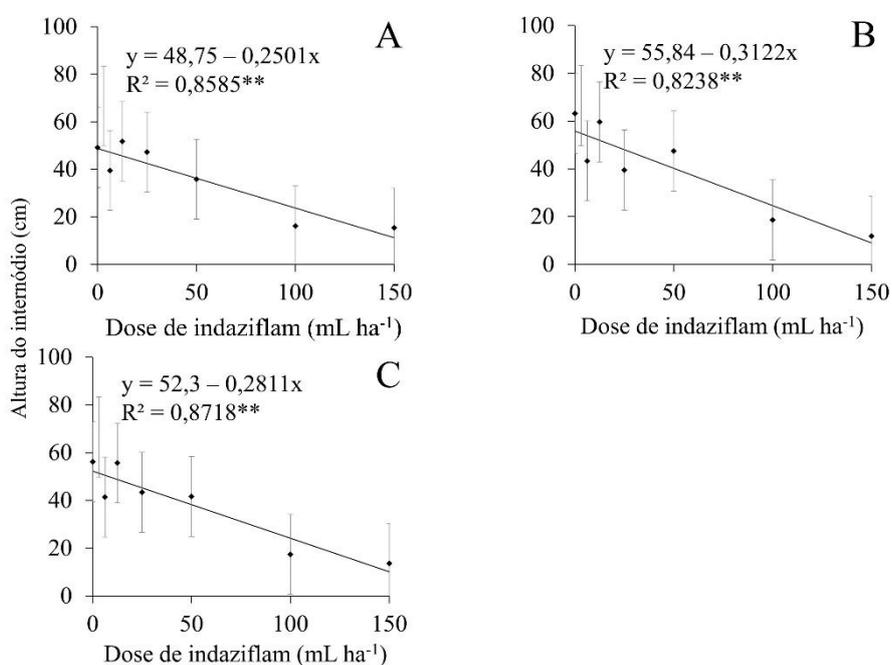


Figura 5. Altura do último internódio das variedades Catuaí vermelho IAC 144 (A), Asa branca (B) e média das variedades (C), aos 60 dias após o transplante, em função de doses de indaziflam. Dados transformados por rank noise.

DISCUSSÃO

Experimento I:

Devido cada material orgânico possuir diferentes características físicas e químicas (Tabela 2) a sorção e dessorção da molécula do indaziflam é diferente em cada um deles. Em pH próximo ao do seu pKa o herbicida fica, em grande parte, na sua forma dissociada, aumentando a capacidade de sorção (Souza, 2018). O pKa do indaziflam o valor de 3,5, considerado um herbicida derivado de um ácido fraco (Alonso et al., 2011).

De todos materiais orgânicos utilizados o composto é o que possui menor pH (5,4). Tal fato pode explicar porque em ambos os tratamentos utilizando o composto (com ou sem chuva) algumas plantas indicadoras sobreviveram 14 dias após a aplicação.

A sorção do indaziflam aumenta à medida que o carbono orgânico aumenta e o pH diminui (Sebastian et al, 2017). Associado a um valor de CTC alto (525 mmol_c), parâmetro que teve boa correlação com sorção de indaziflam (Souza, 2018), além da baixa granulometria das partículas (>80% inferior a peneira de 2,83 mm), aumentando a superfície específica do material.

Experimento II:

Devido a contaminação com herbicida ter ocorrido diretamente no solo, não existiu contato direto do herbicida com a parte aérea das plantas de café, o que pode explicar o não efeito das doses estudadas sobre a parte aérea. Gomes et al. (2019) também encontrou efeito negativo na parte aérea de mudas de café com a aplicação de 150 mL ha⁻¹ de produto comercial de indaziflam sobre as mudas. O curto período avaliado, também, pode ser um motivo de não encontrar diferença na massa seca da parte aérea nas diferentes doses analisadas.

A biossíntese de celulose é inibida nas plantas após o contato com o indaziflam (Sebastian et al. 2017), reduzindo o crescimento das raízes do cafeeiro, que é uma eudicotiledônea. Jeffries et al (2014) encontraram resultados semelhantes para as eudicotiledôneas (algodão, soja e tomate), simulando 2,5% de deriva com uma aplicação de 73

g ha⁻¹ de ingrediente ativo, alcançando reduções maiores que 20% da massa radicular. Para um sistema radicular diferente, principalmente fasciculado, da Grama-bermuda (*Cynodon dactylon*) também se encontrou uma grande redução do seu desenvolvimento na presença de indaziflam (Begitschke et al, 2018).

As avaliações foram todas feitas aos 60 dias após a aplicação do herbicida e transplante das mudas. A ideia de avaliar a altura do último internódio era tentar quantificar o grau de estresse das plantas na época de finalização do experimento. Ao analisar os resultados vemos que houve um decréscimo linear, em função das doses estudadas. A altura do último internódio, provavelmente está ligada a redução do sistema radicular (que também seguiu uma redução linear), o qual não sustentava mais a planta da maneira necessária (água e nutrientes) para o crescimento normal. Essa informação corrobora com os dados de Rocha (2000), onde ele observou que houve uma diminuição linear da altura do último internódio, em função de doses de acetochlor, 40 dias após a aplicação (DAA) e não houve diferença significativa aos 20 DAA.

Para a área foliar não tivemos diferença devido o curto tempo avaliado, ou seja, não tivemos tempo suficiente para a redução do sistema radicular refletir nas folhas e, conseqüentemente, na área foliar. Entretanto, o não aparecimento dos sintomas visuais não é sinônimo de não injúrias, alguns herbicidas podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas durante uma parte do ciclo da cultura sem aparecimento dos sintomas visuais (Carvalho et al, 2009).

CONCLUSÕES

A aplicação no solo dos materiais orgânicos esterco bovino, esterco de galinha, palha de café e composto de palha de café + esterco bovino não reduzem a ação do indaziflam (75 g ha i.a.), a ponto de impedir efeitos danosos na germinação da soja.

A contaminação do solo com indaziflam não causa danos visíveis na parte aérea do cafeeiro jovem, aos 60 dias após a contaminação.

O indaziflam reduz a massa da matéria seca radicular do cafeeiro jovem, mesmo em doses baixas (6,25 mL ha⁻¹ de p.c.). Esta ação é mais drástica na variedade Catuaí vermelho IAC 144 em relação a variedade Asa branca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR), 1992. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiledocs/index.html>>. Acesso em 19 de setembro de 2019.

ALONSO, D.G. et al. **Sorption-desorption of indaziflam in selected agricultural soils.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.59, n.4, p.3096-3101, 2011.

BAILEY, G. W., WHITE J. L. **Review of adsorption and desorption of organic pesticides by soil colloids, with implications concerning pesticide bioactivity.** J. Agr. Food Chem. 12, 324 (1964).

BEGITSCKE, E. G. **Preemergence Herbicide Effects on Establishment and Tensile Strength of Sprigged Hybrid Bermudagrass.** HortScience 53(4). Pag 567-572. 2018.

BRABHAM C. et al. **Indaziflam herbicidal action: a potent cellulose biosynthesis inhibitor.** Plant Physiology 166, 1177–1185, 2014.

CARVALHO, S. J. P. et al. **Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages.** Scientia Agricola, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009.

GLEBER, L., SPADOTTO, C.A. **Comportamento ambiental de herbicidas.** In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.57-87.

GOMES, C. A. et al. **Indaziflam application in newly transplanted arabica coffee seedlings.** Coffee Science, Lavras, v. 14, n. 3, p. 373 – 381, 2019.

JEFFRIES, M. D. et al. **Effect of simulated indaziflam drift rates on various plant species.** Weed Technology. v 28 (4) pág. 608-616. 2014.

LORENZI, H. **Manual de Identificação e controle de plantas daninhas.** 7ª Ed. Nova Odessa – SP. Instituto Plantarum, 2014. 384p.

MAGALHÃES, C.E.O. et al. **Weed selectivity and control with oxyfluorfen and sulfentrazone in young arabica coffee plantations.** Planta Daninha, v. 30, p. 607-616, 2012.

MYERS, D. F. et al. **Indaziflam/BCS AA170717 - a new herbicide for preemergent control of grasses and broadleaves in turf and ornamentals.** Proceeding South Society Weed Science Abstracts, v.62, p.393, 2009.

PRIMEL, E. G. et al. **Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento.** Química Nova, vol 28, nº 4, p 605-609, 2005.

ROCHA, M. A. M. **Uso de acetochlor no controle de plantas daninhas em café (*Coffea arabica*, L) em pré-emergência.** In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (1.: 2000: Poços de Caldas, MG). Resumos expandidos. Brasília, DF: Embrapa Café. 2000. P. 1068-1071.

SAN JUAN, R. C. C. et al. **Resposta de doses de indaziflam 500SC no controle das principais plantas daninhas infestantes dos cafezais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 40., 2014, Serra Negra, SP. *Anais...* Serra Negra, SP. p. 162-163.

SEBASTIAN, D. J. et al. **Indaziflam: a new cellulose biosynthesis inhibiting herbicide provides long-term control of invasive winter annual grasses.** *Pest Management Science* 73: 2149– 2162 (2017).

SINGH, M. et al. **Indaziflam: A new preemergence herbicide for citrus.** *Weed Science Society of America Conference.* Portland, OR: Weed Science Society of America. p 44 of 51st, 2011.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS (AGROFIT), 2020. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 30 de janeiro de 2020.

CAPÍTULO 2 – EFICIÊNCIA DO INDAZIFLAM EM CAFEIEIRO JOVEM

Resumo: Uma das maiores dificuldades no manejo da cultura é o controle das plantas daninhas, principalmente na fase jovem devido existirem poucas moléculas registradas com essa finalidade. Recentemente uma nova molécula, indaziflam, foi registrada para cafeeiros adultos. Buscando verificar a possibilidade da inserção desta molécula no manejo das plantas daninhas no cafeeiro, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência do indaziflam sobre o controle de plantas daninhas por espécie e os possíveis efeitos sobre o crescimento do cafeeiro jovem. O trabalho foi conduzido à campo em duas áreas, uma em condição irrigada e outra sequeiro, sendo adotado o delineamento em blocos ao acaso com cinco doses do indaziflam. A aplicação foi realizada na faixa de controle, a um metro da linha de café. As avaliações foram, controle geral e por espécie das plantas daninhas e crescimento vegetativo do cafeeiro. Na condição irrigada observou-se um controle muito satisfatório, para todas as doses, até aos 120 DAA. Para a condição de sequeiro a dose de 25 g ha⁻¹ i.a. proporcionou um controle inferior as demais, na época 120 DAA. Doses de 25 a 100 g ha⁻¹ i.a. e 50 a 100 g ha⁻¹ i.a. de indaziflam promovem controle satisfatório até os 120 dias após a aplicação na condição irrigada e condição sequeiro, respectivamente. A aplicação de indaziflam não influencia o crescimento vegetativo do cafeeiro jovem até 210 dias após a aplicação do herbicida.

Palavras-chave: Controle de plantas daninhas. Intoxicação de plantas. Manejo químico.

Abstract: One of the biggest difficulties in crop management is the control of weeds, especially in the young phase, because there are few molecules registered for this purpose. Recently, a new molecule, indaziflam, has been registered for adult coffee trees. Seeking to verify the possibility of the insertion of this molecule in the management of weeds in coffee, the objective of this work was to evaluate the efficiency of indaziflam on the control of weeds by species and the possible effects on the growth of young coffee. The work was carried out in the field in two areas, one in irrigated condition and the other rainfed, using a randomized block design with five doses of indaziflam. The application was carried out in the control range, one meter from the coffee line. The evaluations were, general and species control of weeds and vegetative growth of the coffee tree. In the irrigated condition, a very satisfactory control was observed, for all doses, up to 120 DAA. For the rainfed condition, the dose of 25 g ha⁻¹ a.i. provided a lower control than the others, at the time 120 DAA. Doses of 25 to 100 g ha⁻¹ a.i. and 50 to 100 g ha⁻¹ a.i. of indaziflam promote satisfactory control until 120 days after application in irrigated

and dry conditions, respectively. Doses of 25 to 100 g ha⁻¹ a.i. and 50 to 100 g ha⁻¹ a.i. of indaziflam promote satisfactory control until 120 days after application in irrigated and dry conditions, respectively.

Key-words: Weed control. Plant intoxication. Chemical management.

INTRODUÇÃO

O café é uma cultura largamente plantada no Brasil, principalmente na região Sudeste do país (Conab, 2020). A cultura tem um importante papel na economia brasileira, sendo um dos produtos agrícolas mais exportados (Arevalo et al, 2016). É uma cultura perene com crescimento inicial lento (Sakiyama, 2015), implantada em grande parte do país com espaçamentos largos (geralmente 4,0 x 0,5 m) em função do grande porte atingido ao longo dos anos e das máquinas e implementos utilizados para o trato (Ronchi et al., 2015). O sombreamento total entre plantas na linha de plantio somente acontecerá após 2,5 a 3 anos do transplante. Por isso, são necessárias intervenções frequentes na faixa de cultivo, especialmente no período das chuvas, para controle das plantas daninhas que interferem no crescimento e desenvolvimento do cafeeiro, reduzindo assim a competição por recursos do meio que podem acarretar em perdas na produtividade da cultura.

As perdas de produtividade causadas pelas plantas daninhas no cafeeiro podem atingir de 55,9 a 77,2 % (Blanco et al., 1982), e quando expostas desde o transplante podem levar a uma perda de 100% da produtividade na primeira safra (Souza et al., 2006). Algumas das principais plantas daninhas infestantes são *Eleusine indica*, *Brachiaria plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *Conyza* spp. e *Bidens pilosa* (San Juan et al., 2014). O conhecimento das espécies infestantes em cada talhão é pré-requisito fundamental na tomada de decisão estratégica para cada situação (Rocha et al., 2017). Já na faixa de plantio, os métodos de controle das plantas daninhas mais usuais são o mecânico e/ou químico (Melloni et al., 2013).

O controle mecânico, especialmente a capina manual, é o método tradicional adotado pelos cafeicultores para o manejo de plantas daninhas (Embrapa, 2014). Porém, este apresenta limitações como a reduzida disponibilidade de mão de obra e alto custo de execução (Costa et al., 2018), em torno de R\$ 2.500,00 ha⁻¹. Atualmente, o controle químico é o mais adotado, devido à rápida execução e eficácia em períodos chuvosos (Toledo et al., 1996).

O ingrediente ativo oxyfluorfen, pertencente ao grupo dos herbicidas que inibem a enzima PROTOX, sendo um dos poucos registrados para a cultura do café na fase jovem (< que

2,5 anos) e por este motivo é amplamente utilizado no controle de plantas daninhas em pré-emergência em lavouras jovens (Agrofit, 2020). É utilizado na forma de pré-emergente das plantas daninhas, frequentemente na dose de 4 L ha⁻¹ de produto comercial Goal^{BR}. Porém, seu efeito residual e sua eficiência de controle pode ser aquém do esperado, necessitando de novas aplicações de herbicida em pós-emergência das plantas daninhas, onerando o custo de controle (Magalhães et al., 2012).

O estudo de novas moléculas é necessário com o intuito de facilitar o manejo de plantas daninhas nas lavouras jovens de café, buscando alternativas de novos mecanismos de ação e períodos residuais maiores podem melhorar a eficácia de controle, reduzindo o número de aplicações e danos causados por plantas daninhas ao cafeeiro (Silva et al., 2015).

Nos últimos anos uma nova molécula, com longo efeito residual e amplo espectro de ação, foi colocada no mercado, o indaziflam. Entretanto, a recomendação de bula abrange somente plantas de café adulto, acima de 2,5 anos, onde a convivência de plantas daninhas com o cafeeiro é menos drástica, devido ao sombreamento existente na faixa de competição, podendo fazer uma inferência com lavouras adensadas onde o auto sombreamento auxilia no controle das plantas daninhas (Toledo & Barros, 1999). Em plantas jovens de café não se encontrou diferença no crescimento do cafeeiro submetido a diferentes doses de indaziflam, sendo semelhantes a testemunha sem aplicação (Borges et al., 2018), mesmo não sendo recomendado em sua bula.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência do indaziflam sobre o controle de plantas daninhas por espécie e os possíveis efeitos sobre o crescimento do cafeeiro jovem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas lavouras com condições distintas, uma nas dependências da estação experimental do Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado (IPACER), município de Rio Paranaíba. Os solos das áreas foram classificados como Latossolo Vermelho Amarelo. A lavoura utilizada, cultivar IBC 12, com espaçamento de 3,70 x 0,6 m, totalizando 4.504 plantas ha⁻¹, em condição irrigada, com 11 meses de idade. O outro estudo foi realizado na fazenda Abaeté dos Mendes, município de Rio Paranaíba, a cultivar foi a IPR 100, em espaçamento 3,8 x 0,6 m, totalizando 4.385 plantas ha⁻¹, em condição de sequeiro, com 30 meses idade.

Os estudos foram instalados em DBC, com 4 repetições. As parcelas foram construídas por 10 plantas, sendo úteis as 6 centrais. Os tratamentos, nos dois ensaios, foram compostos por doses crescentes de indaziflam (25; 50; 75 e 100 g ha⁻¹ i.a.) e a testemunha capinada.

A aplicação do herbicida indaziflam foi realizada com pulverizador costal elétrico, pressão 300 kPa, e barra equipada com três pontas leque duplo com vazão de 0,75 L h⁻¹. A faixa de aplicação foi de 2 m, sendo 1 m para cada lado da linha de café, adotando-se a calda de 200 L ha⁻¹. As aplicações foram realizadas com as áreas limpas de plantas daninhas.

As avaliações realizadas foram: controle de plantas daninhas no geral e por espécie e injúrias das plantas de café aos 30, 60, 90, 120 dias após a aplicação (DAA), seguindo a Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

Marcou-se 20 ramos plagiotrópicos no último internódio, com barbante na data da instalação do experimento, para avaliações biométricas (comprimento a partir da marcação, número de nós e comprimento do terceiro internódio), as quais foram realizadas aos 120, 150, 180 e 210 DAA.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos as médias foram comparadas pelo teste SNK à 5% de probabilidade, com o auxílio do software Speed Stat 1.0.

RESULTADOS

Para a área irrigada o controle de plantas daninhas foi semelhante em todas as doses testadas, com valores próximos a 100%, no geral, sem alteração de controle até os 120 DAA (Figura 1). A única redução observada foi com o uso da menor dose (25 g ha⁻¹ i.a.) do herbicida aos 120 DAA, no entanto, com valores ainda considerados de alta eficiência de controle (97,5%).

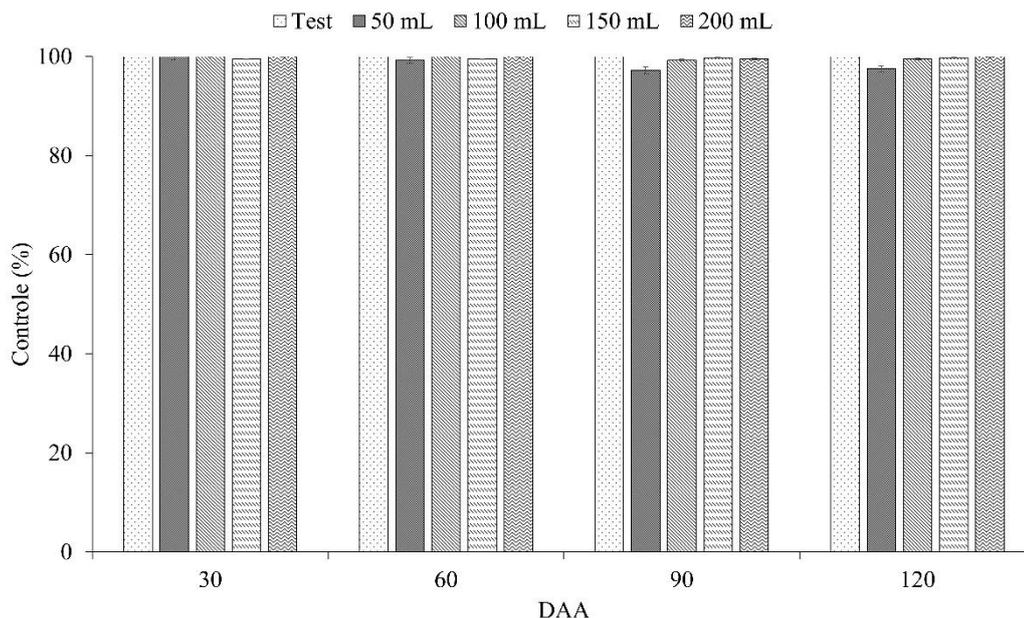


Figura 1. Porcentagem de controle geral das plantas daninhas, em função das doses estudadas, nas quatro épocas de avaliação, em condição irrigada. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.)

As principais espécies observadas na área experimental foram: *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*), *Mimosa* (*Mimosa pudica*), *Serralha* (*Sonchus oleraceus*), *Guanxuma* (*Sida rhombifolia*), *Poaia branca* (*Richardia brasiliensis*), *Buva* (*Conyza bonariensis*) e *Corda de viola* (*Ipomoea* spp.). Independente da dose testada, a aplicação do indaziflam resultou em controles próximos à 100% em todas as espécies, se mantendo constante até os 120 DAA. Observou-se o início de escape para as plantas daninhas *Brachiaria*, *Mimosa*, *Serralha*, *Guanxuma* e *Poaia branca* a partir dos 90 DAA (Figura 2C), porém com uma infestação muito baixa para todas (porcentagem de controle específico acima de 99% para cada uma dessas plantas daninhas).

Aos 120 DAA para o tratamento 2, menor dose de indaziflam (25 g ha⁻¹ i.a.), foi o que tinha maior diversidade de plantas daninhas infestantes, porém todas com controle acima de 98,5% (Figura 2D).

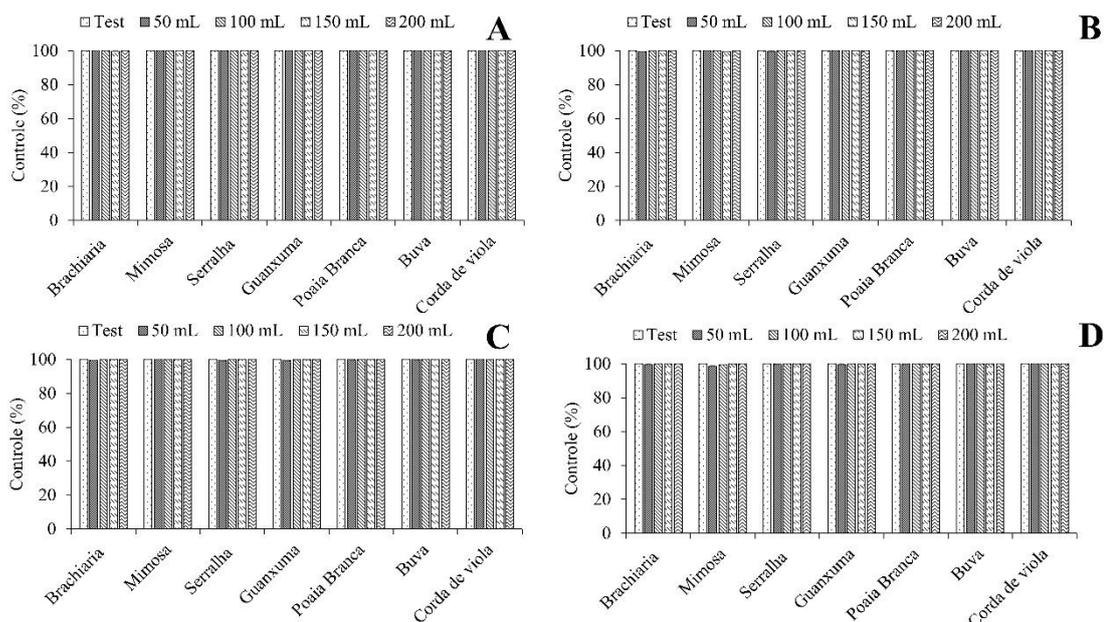


Figura 2. Porcentagem de controle específico de cada planta daninhas, em função das doses estudadas, nas épocas de avaliação (A: 30 DAA; B: 60 DAA; C: 90 DAA e D: 120 DAA), em condição irrigada. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.).

Os primeiros sintomas de injúrias nas plantas de café foram observados a partir dos 30 DAA para todos os tratamentos com herbicida. Os principais sintomas foram um leve enrugamento e caráter coriáceo nas folhas do último par, além de em algumas folhas pontuações de clorose. Os sintomas foram próximos a 7% independente da dose utilizada, aos 30 DAA, sendo reduzidos com o passar do tempo, com valores próximos de 0% aos 120 DAA. A redução com o passar dos dias pode ser relacionada com a emissão de novas folhas (Figura 3).

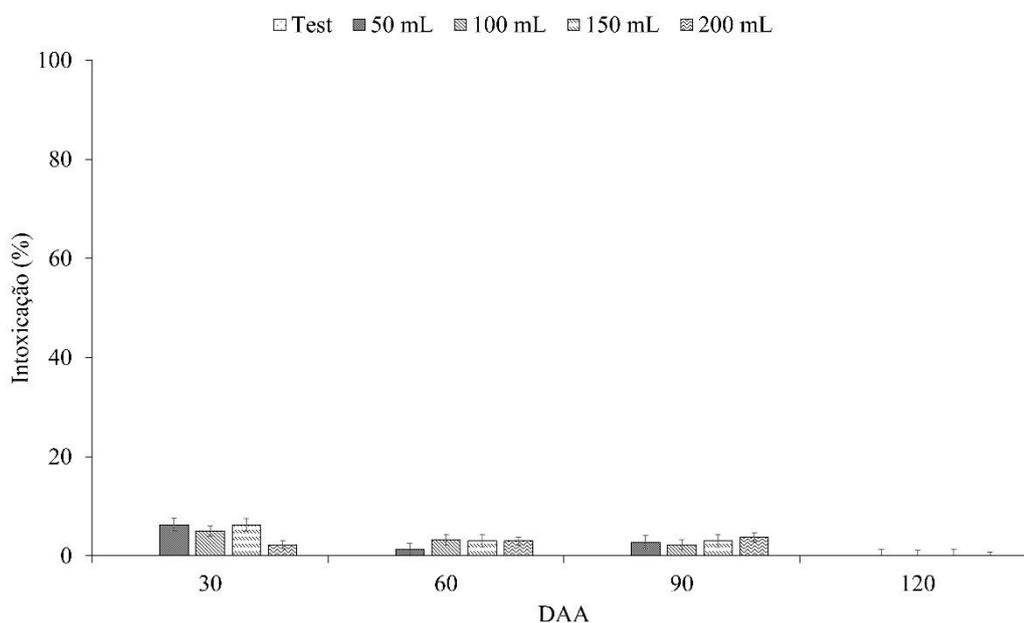


Figura 3. Porcentagem de injúrias das plantas de café, em função das doses estudadas, nas quatro épocas de avaliação, em condição irrigada. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.).

Não houve reduções no comprimento do ramo, número de nós e comprimento do terceiro internódio, com o aumento das doses do indaziflam, independente da época de avaliação (figuras 4A, 4B e 4C).

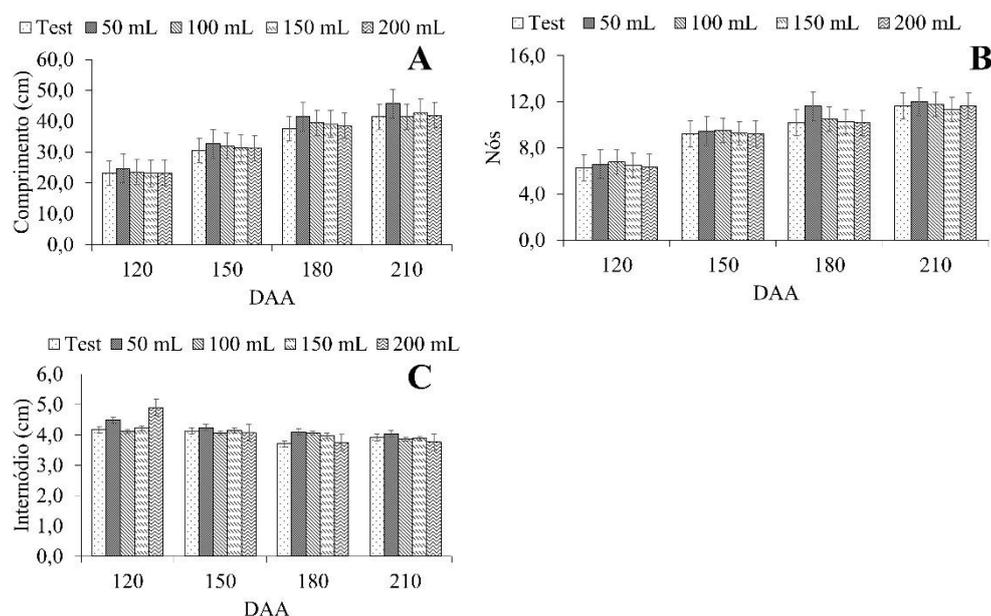


Figura 4. Parâmetros biométricos de crescimento das plantas de café, em função das doses estudadas, em quatro épocas de avaliação (A: comprimento em centímetros; B: número de nós e C: comprimento do terceiro internódio em centímetros), em condição irrigada. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.).

Na área de sequeiro a variável resposta controle geral das plantas daninhas não houve diferença significativa entre as doses nas épocas 30, 60 e 90 DAA (Figura 5). Já para a época de avaliação 120 DAA verificou-se diferença significativa, sendo o tratamento 2, menor dose de indaziflam (25 g ha⁻¹ i.a.), o pior entre as analisados com 94,75% (Tabela 1).

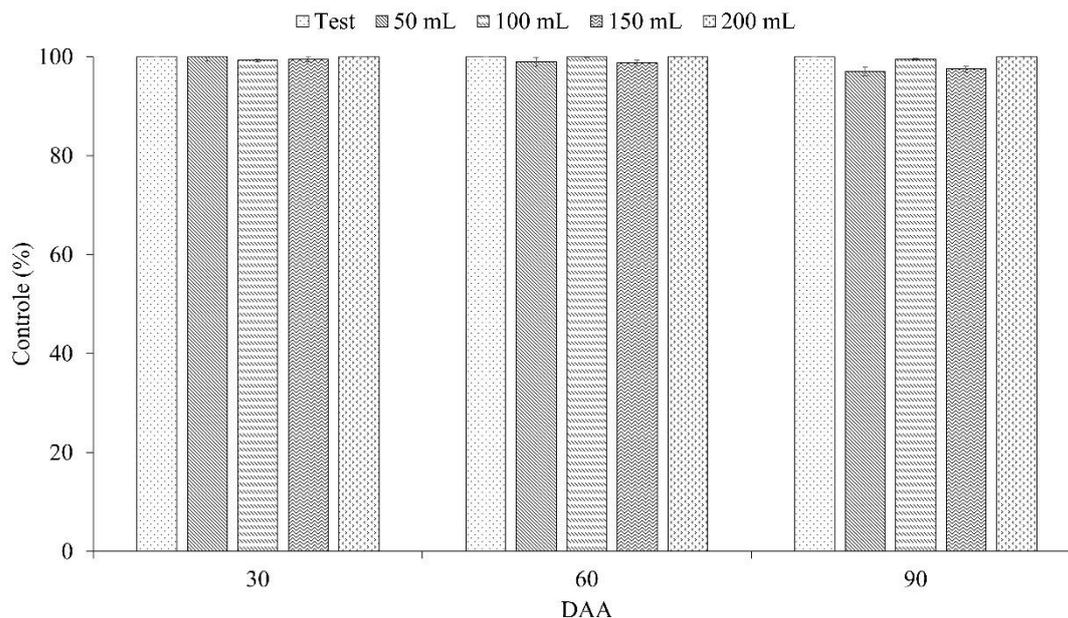


Figura 5. Porcentagem de controle geral das plantas daninhas, em função das doses estudadas, nas épocas 30, 60 e 90 DAA, em condição sequeiro. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.).

Tabela 1. Porcentagem de controle geral das plantas daninhas, em função das doses estudadas, na época 120 DAA, em condição de sequeiro.

Tratamentos	Controle (%)
Testemunha	100,00 a
25 g ha ⁻¹ i.a.	94,75 b
50 g ha ⁻¹ i.a.	96,75 ab
75 g ha ⁻¹ i.a.	99,00 a
100 g ha ⁻¹ i.a.	100,00 a
CV (%)	2,16

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, à 5% de probabilidade pelo teste SNK, CV (%): Coeficiente de variação.

Para a variável resposta controle específico das plantas daninhas, em nenhuma das épocas avaliadas encontrou-se diferença significativa entre as doses. A partir dos 90 DAA iniciou um escape para as plantas daninhas Brachiaria, Mimosa, Serralha, Guanxuma e Poaia branca (Figura 6C), pouco drástico (porcentagem de controle específico acima de 98,75% para cada uma dessas plantas daninhas).

No tratamento 2, menor dose de indaziflam (25 g ha⁻¹ i.a.), ocorreu maior diversidade de plantas daninhas aos 120 DAA, porém todas com controle acima de 97,5% (Figura 6D).

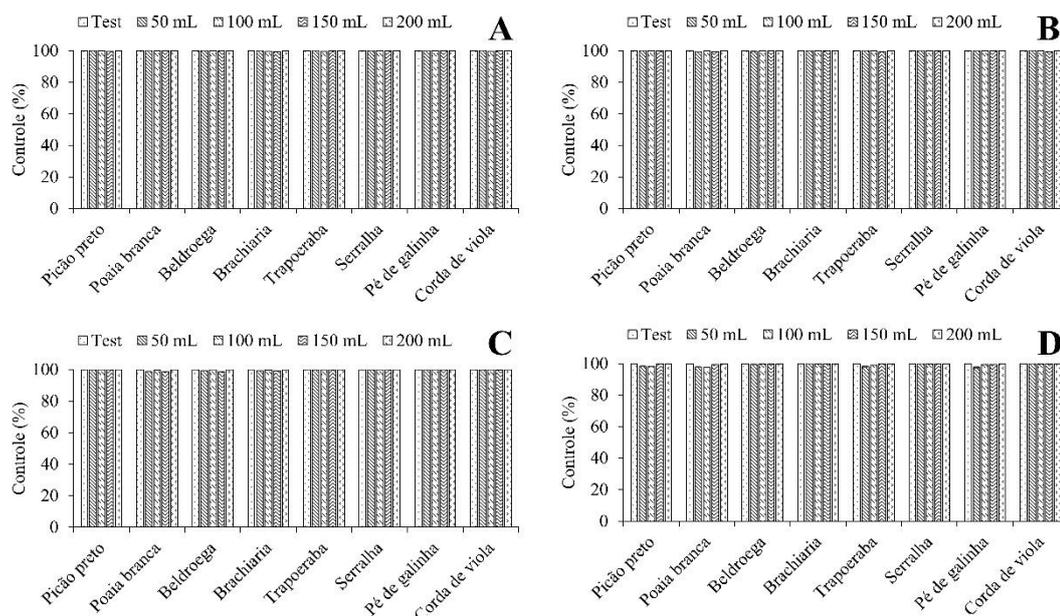


Figura 6. Porcentagem de controle específico de cada planta daninhas, em função das doses estudadas, nas épocas de avaliação (A: 30 dias após a aplicação; B: 60 dias após a aplicação; C: 90 dias após a aplicação e D: 120 dias após a aplicação), em condição de sequeiro. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.).

A injúrias das plantas de café diferiu-se estatisticamente aos 30 DAA, visto que a maior dose, 100 g ha⁻¹ i.a., intoxicou mais as plantas (Tabela 2). Para as demais épocas não se observou diferença significativa entre os tratamentos (Figura 7).

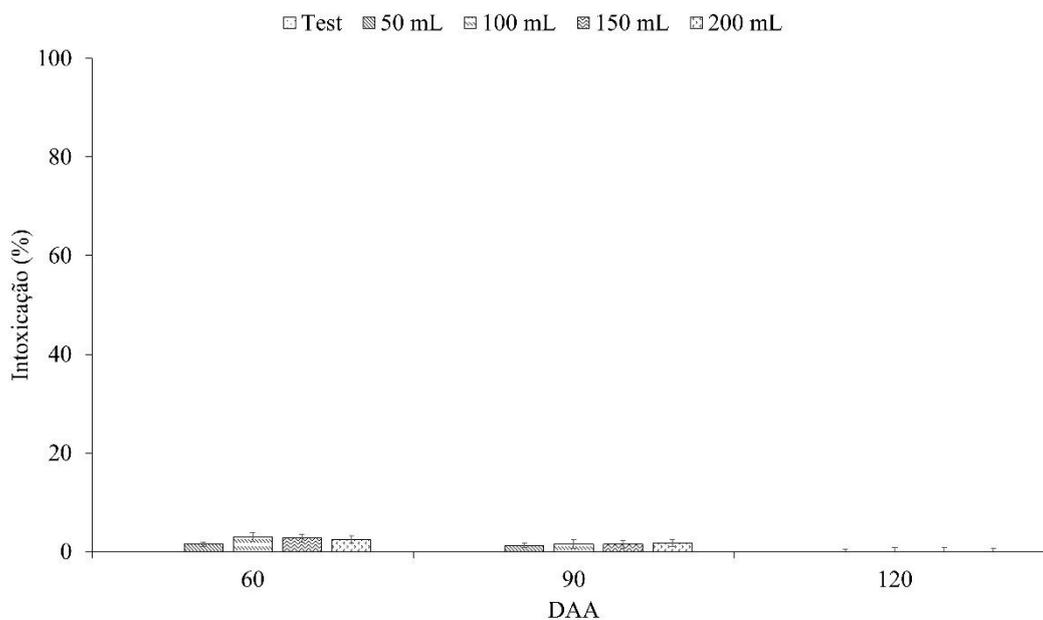


Figura 7. Porcentagem de injúrias das plantas de café, em função das doses estudadas, nas épocas 30, 60 e 90 DAA, em condição de sequeiro. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.).

Tabela 2. Porcentagem de injúrias das plantas de café, em função das doses estudadas, na época 30 DAA, em condição de sequeiro.

Tratamentos	Injúrias (%)
Testemunha	0,00 b
25 g ha ⁻¹ i.a.	3,75 ab
50 g ha ⁻¹ i.a.	3,75 ab
75 g ha ⁻¹ i.a.	1,25 b
100 g ha ⁻¹ i.a.	7,50 a
CV (%)	71,61

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, à 5% de probabilidade pelo teste SNK, CV(%): Coeficiente de variação.

Nas variáveis respostas relacionadas ao crescimento (comprimento do ramo, número de nós e comprimento do terceiro internódio, figuras 8A, 8B e 8C respectivamente), não se verificou diferença significativa em nenhuma das épocas avaliadas.

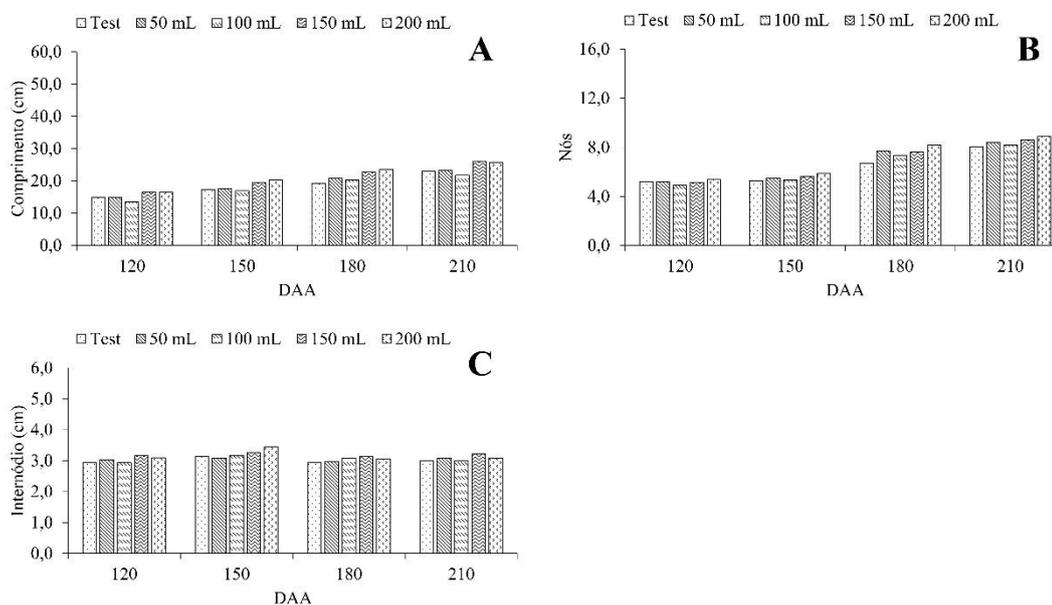


Figura 8. Parâmetros biométricos de crescimento das plantas de café, em função das doses estudadas, em quatro épocas de avaliação (A: comprimento em centímetros; B: número de nós e C: comprimento do terceiro internódio em centímetros), em condição de sequeiro. (T1 – testemunha; T2 – 25 g ha⁻¹ i.a.; T3 – 50 g ha⁻¹ i.a.; T4 – 75 g ha⁻¹ i.a. e T5 – 100 g ha⁻¹ i.a.).

DISCUSSÃO

O controle geral, conseqüentemente das plantas daninhas específicas, foi muito satisfatório na condição irrigada, mostrando que para um controle até 120 DAA não é necessário utilização da dose de bula. Essa informação é semelhante a encontrada por Brosnan et al (2012), se averiguou que doses de 30 e 40 g ha⁻¹ i.a. foram suficientes para entregar um controle de 99% após 24 semanas, para uma Poaceae. Entretanto, foi observado que em um solo de textura argilosa para conseguir controle acima de 80% para corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) é necessário 150 g ha⁻¹ i.a., para um período de 40 DAA (Amim et al, 2014), sendo assim uma observação diferente da notada no presente trabalho.

Outros estudos realizados no Brasil, demonstraram que a aplicação de 100 g ha⁻¹ i.a., produziu um controle satisfatório até 120 DAA, para *Ageratum conyzoides*, *Sida rhombifolia* e *Digitaria horizontalis* (Christoffoleti e Nicolai, 2016), mostrando que o controle está relacionado a diversas variáveis (tipo de solo, clima, pressão das plantas daninhas, etc), sendo necessário uma adaptação das doses utilizadas de acordo com as condições que serão expostas.

A recomendação de bula traz que a aplicação deve ser feita apenas após 30 meses do transplante do cafeeiro, porém neste estudo foi aplicado com 11 meses após o transplante, mesmo sendo aplicado fora do período recomendado não se notou diferença significativa de injúrias entre as áreas tratadas e a testemunha, possivelmente devido o cuidado no momento da aplicação que evitou o máximo a deriva. Observação semelhante a Pucci et al (2019) que trabalharam com doses de 25 e 50 g ha⁻¹ i.a. fora da época recomendada pela bula e, também, não houve intoxicações significativas.

A injúrias pode ser oculta em alguns casos, ou seja, não existem sintomas visuais, mas o desenvolvimento das plantas é afetado (Carvalho et al, 2009). Buscando excluir essa possibilidade, foi realizado as avaliações de crescimento biométrico dos ramos plagiotrópicos. Não houve diferença entre os tratamentos em nenhum dos parâmetros avaliados (crescimento de ramo, número de nós e crescimento do terceiro internódio).

Na área de sequeiro houve diferença significativa para o controle geral aos 120 DAA, com a dose de 25 g ha⁻¹ i.a., sendo inferior aos demais tratamentos, porém com um controle satisfatório, acima de 80% (Alam, 1974). A área onde o experimento foi instalado é um talhão onde existe uma pressão de plantas daninhas muito grande, fato este que pode ter sido determinante para este resultado. Resultados estes interessantes ao comparados com Silva (2019), onde o controle da família Poaceae foi semelhante (acima de 97%) nos dois estudos, mas ao analisar o controle de corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) no presente trabalho obteve mais

de 97% de controle aos 120 DAA, já no trabalho citado o controle foi de 7,5% aos 100 DAA. Um dos motivos que pode explicar essa diferença é a espécie da corda de viola, no trabalho de Silva (2019) foi avaliado *Ipomoea grandifolia* e neste não houve diferenciação das espécies, considerando apenas o gênero *Ipomoea* spp.

Outro parâmetro que se diferenciou nas duas áreas estudadas foi a injúrias. Na área de sequeiro houve diferença significativa aos 30 DAA, com maiores injúrias para maior dose estudada. Um possível motivo que explica essa diferença é a irrigação/fertirrigação, o estresse causado pela aplicação do herbicida demorou mais a ser metabolizado e diluído pelas plantas de sequeiro, devido a isso evidenciou-se a injúrias mais nítida nesse cenário. Plantas de café sob regime de irrigação (30% da evaporação de água em tanque Classe A) produziram na média de 4 safras 250% a mais do que regime de sequeiro (Silva et al, 2008). Com isso, vemos que a produção de fotoassimilados na condição irrigada é exageradamente maior que em sequeiro, podendo ser o motivo por essa disparidade de injúrias. Mesmo com uma baixa intensidade de metabolização, em comparação a outra área, as menores doses não causaram grandes injúrias, pelo fato de existir menos moléculas de indaziflam translocando dentro da planta.

Também, não houve diferença de crescimento vegetativo nesta área. Pode-se explicar esse fenômeno com base nas épocas de avaliação, iniciaram 120 DAA, um período longo após a aplicação, a injúrias inicial já passou e o crescimento se tornou normal para todos tratamentos. Um fator que poderia diferenciar no crescimento das plantas de café era a competição com as plantas daninhas, entretanto a percentagem de controle foi satisfatória para todos os tratamentos, até a última época avaliada.

CONCLUSÕES

Doses de 25 a 100 g ha⁻¹ i.a. e 50 a 100 g ha⁻¹ i.a. de indaziflam promovem controle satisfatório até os 120 dias após a aplicação na condição irrigada e condição sequeiro, respectivamente.

A aplicação de indaziflam não influencia o crescimento vegetativo do cafeeiro jovem até 210 dias após a aplicação do herbicida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas.** Bogotá, v.1, n.1, p.35-38, 1974.

AMIM, R.T. et al. **Controle de plantas daninhas pelo indaziflam em solos com diferentes características físico-químicas.** Planta daninha, Viçosa, v. 32, n.4, p.791-800, dez 2014.

AREVALO, J. L. S. et al. **Competitividade no comércio internacional do café: um estudo comparativo entre Brasil, Colômbia e Peru.** Organizações Rurais e Agroindustriais, v. 18, n. 1, 2016.

BLANCO, H.G. et al. **Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação.** Biológico, v. 48, p.920, 1982

BORGES, C. L. et al. **Efeito fitotóxico do herbicida de pré-emergência Alion 500SC em lavoura cafeeira recém-implantada.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 44., 2018, Franca, SP. *Anais...* Franca, SP. p. 220.

BROSNAN, J. T. et al. **PRE and POST control of annual bluegrass (*Poa annua*) with indaziflam.** Weed Technology., v. 26, n. 1, p. 48-53, 2012.

CARVALHO, S. J. P. et al. **Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages.** Scientia Agricola, v. 66, n.1, p. 136-142, 2009.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas.** 4ª ed. 262p. Piracicaba: ESALQ. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira, café.** Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/30380_d1e1f36c2356b81e8a385cd24f05993b. V.6. Safra 2020. N 1 – Primeiro levantamento. Acesso em 25 de fevereiro de 2020.

COSTA, N. V. et al. **Metodos de controle de plantas daninhas em sistemas organicos: Breve revisão.** Revista Brasileira de Herbicidas. v.17, n.1, p. 25-44, 2018.

EMBRAPA. **Manejo Agroecológico de plantas daninhas da cultura de café.** 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1027715/1/Doc159cafe.pdf>. Acesso 02 de janeiro de 2020.

MAGALHÃES, C.E.O. et al. **Weed selectivity and control with oxyfluorfen and sulfentrazone in young arabica coffee plantations.** Planta Daninha, v. 30, p. 607-616, 2012.

MELLONI, R. et al. **Métodos de controle de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

PUCCI, L. F. et al. **Association of indaziflam and oxyfluorfen in coffee pre-transplantation.** Coffee Science, Lavras, v.14, n.3, p.359-365, 2019.

ROCHA, R. S. et al. **Levantamento Fitossanitário de Plantas Daninhas em Lavouras de Café Arábica com Diferentes espaçamentos** In: ANAIS DA SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE AGRONOMIA DO CCAE/UFES, 2017, Alegre. *Anais...* Alegre: 2017. p.1-4.

RONCHI, C. P. et al. **Morfologia radicular de cultivares de café Arábica submetidas a diferentes tipos de arranjos espaciais.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. v.50, n.3, p. 187-195, 2015.

SAKIYAMA, N. S. **O café arábica.** Café arábica, do plantio a colheita. 2015. Pag 9 – 23.

SAN JUAN, R. C. C. et al. **Resposta de doses de indaziflam 500SC no controle das principais plantas daninhas infestantes dos cafezais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 40., 2014, Serra Negra, SP. Anais... Serra Negra, SP. p. 162-163.

SILVA, A. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas In: Sakiyama, N. et al. (Ed.) **café arábica: do plantio à colheita.** 1 Ed. UFV, Viçosa, 2015, p. 104-128.

SILVA, C. A. et al. **Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação.** Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, v.43, n.3, p.387-394, 2008.

SILVA, J. L. P. D. (2019). **Herbicida indaziflam no controle de plantas na cana-de-açúcar.** Trabalho de conclusão de curso apresentado no Instituto Federal Goiano – Campus de Rio Verde. Rio Verde, GO. 2019.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS (AGROFIT), 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 20 de janeiro de 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimento para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina SBCPD, 1995.

SOUZA, L. S. et al. **Efeitos das faixas de controle do capimbraquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*).** Planta Daninha, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

TOLEDO, S. V. et al. **Efeito da frequência das capinas na produção de cafeeiro.** *Bragantia*, Campinas, v.55, n.2, 1996.

TOLEDO, S. V.; BARROS, **Influência da densidade de plantio e sistema de podas na produção de café.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.8, p.1379-1384, 1999.