

YANNA KAROLINE SANTOS DA COSTA

**HERBICIDAS: SELETIVIDADE PARA MUDAS DE MACAÚBA E
EFICÁCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

C837h
2018
Costa, Yanna Karoline Santos da, 1991-
Herbicidas : seletividade para mudas de macaúba e eficácia
no controle de plantas daninhas / Yanna Karoline Santos da
Costa. – Viçosa, MG, 2018.
ix, 27f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.25-27.

1. *Acrocomia aculeata*. 2. Macaúba. 3. Herbicidas.
4. Plantas - Efeito dos herbicidas. 5. Plantas - Meios de Cultivo.
6. Ervas daninhas - Controle. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia. II. Título.


CDD 22 ed. 633.851

YANNA KAROLINE SANTOS DA COSTA

**HERBICIDAS: SELETIVIDADE PARA MUDAS DE MACAÚBA E
EFICÁCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

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

APROVADA: 23 de fevereiro de 2018.



Sergio Yoshimitsu Motoike



Hellen Martins da Silveira



Antonio Alberto da Silva
(Coorientador)



Francisco Cláudio Lopes de Freitas
(Orientador)

*Aos meus pais Francisco das Chagas Gomes da Costa e Maria Hilda da Silva Santos
À minha irmãzinha Anna Karla Santos da Costa
Ao meu afilhado Pedro dos Santos
Ao meu avô José Olímpio*

In memoriam José Olímpio S. Sobrinho, Absalão e Nagib Vieira.

Dedico

*“Não há ensino sem
pesquisa e pesquisa sem
ensino”*
(Paulo Freire, 1996)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, por sempre ser presente, pela força e bênçãos.

Aos meus amados pais Maria Hilda da Silva Santos e Francisco das Chagas Gomes da Costa e à minha irmã Anna Karla Santos da Costa por apoiarem as minhas escolhas e acreditarem nelas, pelo amor e a confiança investidos.

Aos familiares e amigos que sempre estiveram presentes, em especial aos meus padrinhos Zezé e Raimundo, Marizete, José Andre, Eduardo, Pedro, Nelma, Joerlene, Dacio, Antonio, Tia Graça, Wuanda Moraes, Ivailson, Pâmela Leal, Gustavo Silvano, Alline Meireles, David Dias, Adriana Gomes, Débora Sales, Juliane Rios, Rafaela Siqueira, Vanessa e Fernanda.

Das raízes nunca deveremos esquecer, se cheguei até aqui foi graças a todo o suporte da Universidade Federal Rural da Amazônia, ao grupo de pesquisa Manejo Integrado de Plantas Daninhas da Amazônia, Secretaria Municipal de Produção Rural de Parauapebas, à Universidade do Porto, Vale S/A, CNPq e FAPESPA. Em especial ao Rafael Viana, Joseane Viana, Héria Freitas, Alexandre Castilho, Renata Thaysa, Cíntia, Tiago, Sheila Carvalho, Helane, Giselle, Vandeilson, Raildo, Gabriel, Roberthi, Mailson, Valdir Silva, Midiã, Amanda e Tayla.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao grupo de pesquisa Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG): pela bolsa de mestrado e à Rede Macaúba de Pesquisa.

Ao professor e orientador Francisco Cláudio Lopes de Freitas por toda paciência, ensinamentos, oportunidades, pelos conselhos paternos e amigos.

Aos coorientadores e professores Carlos Sigueyuki Sedyama e Antonio Alberto da Silva e aos docentes Lino Roberto Ferreira, Rita Vaz de Melo, Rogério Lana, Laércio Zambolim e Betânia Medeiros pelos ensinamentos e amizade.

Ao Francisco Assis por todo suporte e ensinamentos durante a condução dos experimentos.

Aos funcionários do Vale da Agronomia, em especial Luiz, Julinho, Paulo e Luciano.

À Lídia Nunes e Tatiane Gouvêa por serem sempre prestativas e pelos conselhos.

Aos colegas da UFV e UNIVIÇOSA: Rodrigo Cabral, Jefferson Luiz, Antônio Jr., Wendel, Matheus França, Roxana Mendes, Rodrigo Faria, Ivan, Úrsula, Maria

Carolina, Natália, Gabriel, Emerson, Luciane, Kélen, Samyra, Laura, Jociele, Fernanda, Jacqueline, Douglas Parreira, Kaléo Dias e Izabela Santos.

Aos amigos conquistados em Viçosa, que foram um grande diferencial, em especial Elaine Soares, Leandro Baptista, Djalma Pereira, Hellen Silveira, Ricardo Cruz, Hamy Pedroza, Ediane Alves, Wendelo Costa, Amanda Gomes e Andrei Marciel.

A todos aqueles que contribuíram diretamente e indiretamente para conclusão deste trabalho.

Muito obrigada!!!

BIOGRAFIA

Yanna Karoline Santos da Costa, filha de Maria Hilda da Silva Santos e Francisco das Chagas Gomes da Costa, nasceu em Tucuruí, Estado do Pará, em 10 de outubro de 1991. Em agosto de 2010 iniciou o curso de graduação em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), graduando-se em março de 2016. Foi bolsista de iniciação científica do CNPq no período de 2011 a 2014 e da FAPESPA, de 2014 a 2015. Foi estagiária da FUNPEA e VALE S/A de 2014 a 2016 e, neste mesmo período, participou do grupo de pesquisa Nutrição e Produção Animal na Amazônia. Em fevereiro de 2015 realizou mobilidade acadêmica internacional na Universidade do Porto (Portugal) e foi bolsista pelo Santander Universidades pelo programa Ibero Americanas, retornando em agosto de 2015. Em fevereiro de 2016, iniciou o Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), e em 23 de fevereiro de 2018 finaliza mais uma etapa na área acadêmica, submete-se a defesa de Dissertação do Mestrado em Fitotecnia, na linha de pesquisa “Plantas Daninhas, Pragas, Doenças e Impacto Ambiental”. Em 2017 iniciou o curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho na União de Ensino Superior de Viçosa (UNIVIÇOSA/FAVIÇOSA). Atualmente é membro dos grupos de pesquisa Manejo Integrado de Plantas Daninhas da UFV (MIPD) e Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Amazônia da UFRA (MIPDAM).

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
Experimento I. “Seletividade de herbicidas em diferentes formas de aplicação sobre mudas de macaúba.”	4
Experimento II. “Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas infestantes em mudas de macaúba”	7
3. RESULTADOS	9
Experimento I. “Seletividade de herbicidas em diferentes formas de aplicação sobre mudas de macaúba.”	9
Experimento II. “Eficácia de herbicidas para o controle de plantas daninhas infestantes em mudas de macaúba”	13
4. DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

COSTA, Yanna Karoline Santos da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Herbicidas: seletividade para mudas de macaúba e eficácia no controle de plantas daninhas.** Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas. Coorientadores: Antonio Alberto da Silva e Carlos Sigueyuki Sedyama.

O período necessário para formação das mudas de macaúba (*Acrocomia aculeata*) é de aproximadamente 10 meses. Em razão da indisponibilidade de herbicidas seletivos para essa cultura na fase de mudas, o controle das plantas daninhas tem sido feito de forma manual. Neste trabalho, avaliou-se a seletividade e eficácia de herbicidas em diferentes formas de aplicação na produção de mudas de macaúba, por meio da condução de dois experimentos. No primeiro, mantido sem infestação de plantas daninhas, avaliou-se a seletividade dos herbicidas em ensaio conduzido em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, com quatro herbicidas (indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone), três formas de aplicação (herbicidas incorporados ao solo, aplicados em pré-transplântio sobre a superfície do solo e em pós-transplântio sobre as mudas de macaúba), mais um tratamento adicional (sem herbicida). O segundo experimento, com o objetivo de avaliar a eficácia dos herbicidas sobre o controle das plantas daninhas, foi conduzido em esquema fatorial $4 \times 3 + 2$, com os mesmos herbicidas e os modos de aplicação do experimento anterior, mais dois tratamentos sem herbicidas (com capinas e sem capinas). Nos dois experimentos, nas plantas de macaúba, foram realizadas avaliações visuais de intoxicação, altura de plantas, área do limbo foliar e matéria seca da planta. No segundo, realizou-se avaliações visuais de controle das plantas daninhas aos 14, 21, 42 e 56 dias após a aplicação (DAA). As plantas daninhas foram separadas por espécie para determinação da densidade e acúmulo de matéria seca aos 56 DAA. O indaziflam foi seletivo quando aplicado em pós-transplântio, promovendo incremento no crescimento das plantas em relação à testemunha e aos demais tratamentos. Os herbicidas avaliados foram eficientes para o controle da maioria das espécies de plantas daninhas, independente do modo de aplicação.

ABSTRACT

COSTA, Yanna Karoline Santos da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Herbicides: selectivity for macaw palm seedlings and efficiency in weed control.** Adviser: Francisco Cláudio Lopes de Freitas. Co-advisers: Antonio Alberto da Silva and Carlos Sigueyuki Sedyama.

The period necessary for the formation of macaw palm seedlings (*Acrocomia aculeata*) is approximately 10 months. Due to the unavailability of selective herbicides for this crop in the seedling stage, weed control has been done manually. In this work, the selectivity and efficacy of herbicides in different forms of application in the production of macaw palm seedlings were evaluated through the conduction of two experiments. In the first, maintained without weed infestation, we assessed the selectivity of the herbicides in the test conducted in a factorial $4 \times 3 + 1$, four herbicides (indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen and sulfentrazone), three forms of application (herbicides incorporate into soil, applied in the pre-transplant at the soil surface and post-transplanting on macaw seedlings), more one an additional treatment (without herbicide). The second experiment, with the objective of evaluating the efficacy of herbicides on weed control, was conducted in a factorial $4 \times 3 + 2$, same herbicides and forms of application, more two an addition treatment without herbicide (with weeding and no weeding). In both experiments, macaw palm was submitted to visual evaluations of intoxication, height of plants, area of the leaf blade and dry matter of the plant. In the second, evaluations visual of weed control was performed at 14, 21, 42 and 56 days after application (DAA). The weeds were by species for density determination and dry matter accumulation at 56 DAA. The indaziflam was selective when applied in post-transplanting, promoting increase in the growth of the plants in relation to the control and other treatments. The herbicides evaluated were for the control of most weed species, independent of the forms of application.

1. INTRODUÇÃO

A macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.] é uma das palmeiras com maior dispersão natural no Brasil (BOAS et al., 2010), possui crescimento lento e presença espinhos na parte aérea (MOTTA et al., 2002). Esta palmeira tem despertado interesse para produção de biocombustível e das indústrias de alimentos, cosméticos e farmacêuticos, pela alta produção e qualidade das propriedades do óleo, que é extraído do fruto, podendo apresentar rendimento estimado na ordem de 6.200 L ha⁻¹ (PIRES et al., 2013). Superior à soja (420 L ha⁻¹) e girassol (890 L ha⁻¹) (CARVALHO; SOUZA; MACHADO, 2011). Além disso, a torta da polpa, que é subproduto da extração do óleo, pode ser utilizada na composição de ração de uso animal e o endocarpo pode ser utilizado como carvão e combustíveis para caldeiras (MOTOIKE et al., 2013).

A produção de mudas de macaúba dura em torno de 10 meses dependendo das condições climáticas (MOTOIKE et al., 2013). Desde a fase de mudas, as plantas possuem espinhos na parte aérea, dificultando o controle de plantas daninhas no viveiro (MIRISOLA FILHO, 2009), pois as capinas têm sido realizadas manualmente e os espinhos ferem as mãos dos trabalhadores, resultando em baixo rendimento e custo elevado da operação.

Dentre as alternativas para o controle das plantas daninhas em viveiro, têm-se o controle químico, é o método mais empregado pelos produtores em diversas culturas, devido ao maior rendimento operacional, eficiência no controle das plantas infestantes e baixo custo em relação à capina manual (SANTOS et al., 2004). No entanto, não há herbicidas registrados para a macaúba no Brasil (AGROFIT, 2018). Demandando estudos acerca da seletividade e formas de aplicação para a mudas de macaúba em viveiros.

Para a escolha de herbicidas é necessário conhecer os atributos do solo que podem influenciar na dose a ser utilizada, como também, estar relacionada à alguns critérios como a eficiência sobre o controle das espécies infestantes, seletividade para a cultura, custo, ação residual sobre as culturas em sucessão, menor potencial para contaminação ambiental, flexibilidade em relação à época de aplicação e disponibilidade para aquisição (OLIVEIRA JR, 2011a).

Os herbicidas oxyfluorfen, sulfentrazone, isoxaflutole e o indaziflam são recomendados para o controle de plantas daninhas, na implantação de culturas perenes como o eucalipto (AGROFIT, 2018).

O oxyfluorfen e o sulfentrazone são herbicidas que atuam inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase ou inibidores da protoporfirina IX (PPO), um intermediário importante na síntese da clorofila em plantas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; BRUM et al., 2013; VELHO; DAL MAGRO, 2015).

O oxyfluorfen (2-chloro- α,α,α -trifluoro-p-tolyl 3-ethoxy-4-nitrophenyl ether) é recomendado para aplicação em pré-emergência das plantas daninhas gramíneas e dicotiledôneas nas culturas como o café e cana-de-açúcar. Em pré e pós-emergência inicial das plantas daninhas nas culturas do eucalipto e pinus (AGROFIT, 2018). FREITAS et al. (2007), constataram a seletividade deste herbicida para produção de mudas da palmeira *Archontophoenix cunninghamiana*.

O sulfentrazone {N-[2,4-dichloro-5-[4-(difluoromethyl)-4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-yl]phenyl]methanesulfonamide} é um herbicida aplicado em pré-emergência, imediatamente após o plantio ou semeadura das culturas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; BRUM et al., 2013). É utilizado para o controle de plantas daninhas monocotiledôneas e eudicotiledôneas (ROSSI; ALVES; MARQUES JÚNIOR, 2005; NOVO et al., 2008) em culturas como cana-de-açúcar, café e eucalipto (AGROFIT, 2018).

O isoxaflutole [5-ciclopropil – 4 – (2-metilsulfonil – 4 – triflorometilbenzoil) -isoxazole] inibe a enzima 4- hidrofenill-piruvato dioxigenase (HPPD), requerida na biossíntese dos carotenóides (OLIVEIRA JR, 2011b). É utilizado para o controle seletivo de plantas daninhas gramíneas, anuais e perenes e algumas eudicotiledôneas (ADORYAN et al., 2002; VIDAL et al., 2014) nas culturas do milho e eucalipto, mediante aplicação em pré-emergência das plantas daninhas. Na cultura do eucalipto, este herbicida pode ser aplicado antes ou após o transplante das mudas (AROFIT, 2018).

O indaziflam {1,3,5-triazine-2,4-diamine,N-[(1R,2S)-2,3-dihydro-2,6-dimethyl-1H-inden-1-yl]-6-(1-fluoroethyl)} pertence ao grupo das alquilazina (*alkylazine*) e atua inibindo a biossíntese da parede celular (GUERRA et al., 2013; GUERRA et al., 2014). Atua na síntese de celulose, como nos tecidos meristemáticos ativos crescentes, divisão e expansão de células (KAAPRO; HALL, 2012) e raízes em crescimento, sem que haja interferência na síntese de polímeros de polissacarídeos

(GUERRA et al., 2013). Este herbicida é recomendado para aplicação em pré-emergência das plantas daninhas em diversas culturas como eucalipto, pinus, dendê, coco, café e cana-de-açúcar (AGROTIF, 2018). É utilizado em aplicação em pré-emergência das plantas daninhas para o controle de espécies gramíneas e eudicotiledôneas (GONZÁLEZ-DELGADO et al., 2017).

Atualmente, não há informações acerca da seletividade e da forma de aplicação de herbicidas para a macaúba, fazendo-se necessário a realização de estudos sobre a seletividade de herbicidas para esta espécie e eficácia sobre o controle de plantas infestantes para uso no manejo de plantas daninhas em viveiros de produção de mudas dessa espécie.

Objetivou-se neste trabalho, avaliar a seletividade dos herbicidas isoxaflutole, oxyfluorfen, sulfentrazone e indaziflam aplicados de diferentes formas: incorporados ao solo, antes do transplântio na superfície do solo e após o transplântio sobre as mudas de macaúba e a eficácia destes sobre o controle das plantas daninhas na produção de mudas de macaúba em viveiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação no *Campus* da Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil, no período de setembro de 2016 a agosto de 2017.

Para os dois experimentos, as sementes de macaúba foram adquiridas na fase pré-germinada (com presença de radícula e plúmula). As mudas de macaúba foram produzidas em tubetes de polipropileno, contendo substrato comercial para produção de mudas homogêneo com superfosfato simples. As mudas foram mantidas em pré-viveiro por um período de 90 dias, quando as plantas já haviam emitido as folhas lanceoladas.

Experimento I. “Seletividade de herbicidas em diferentes formas de aplicação sobre mudas de macaúba.”

O experimento foi conduzido em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados quatro herbicidas (oxyfluorfen, sulfentrazone, isoxaflutole, indaziflam), três formas de aplicação [herbicidas incorporados ao solo (INCORPORADO), aplicação antes do transplântio na superfície do solo (PRÉ-TRANSPLANTIO) e após o transplântio das mudas de macaúba (PÓS-TRANSPLANTIO)] e um tratamento adicional, sem herbicida sem capina (TESTEMUNHA).

As doses dos herbicidas utilizadas foram conforme as recomendações da bula do produto, com base na recomendação para a cultura do eucalipto (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos produtos e doses utilizadas para a preparação da calda.

Nome comercial	Titular do Registro	Nome Comum	Dose* (g ha ⁻¹)
Esplanade	Bayer S.A.	Indaziflam	75
Fordor 750 WG	Bayer S.A.	Isoxaflutole	150
Goal BR	Dow Agrosiences Industrial Ltda.	Oxyfluorfen	720
Solara 500	FMC Química do Brasil Ltda.	Sulfentrazone	500

*Dose recomendada para cultura de eucalipto.

Cada unidade experimental foi composta por um vaso de polietileno, contendo 12,0 L de solo (Latossolo vermelho-amarelo). O solo foi coletado no município de Viçosa – MG, o qual, foi coletado na camada de 0 a 20 cm, em área com infestação de

plantas daninhas. Após a coleta, o solo foi destorroado, seco à sombra, peneirado e, posteriormente, foi retirada uma amostra para realização de análises física e química, conforme Embrapa (1997). A partir dos resultados da análise de solo (Tabela 2), realizou-se a correção da fertilidade adicionando-se 3,0 kg m⁻³ de superfosfato simples e 3,0 kg m⁻³ da formulação 04-14-04 (N-P-K), conforme as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999).

Tabela 2. Resultados das análises química e física do solo. Viçosa – MG, 2016.

pH	P	K	Ca²⁺	Mg²⁺	Al³⁺	H+Al	SB	t
H₂O	--- mg dm ⁻³ ---		----- cmol _c dm ⁻³ -----					
5,77	80,1	330	7,22	2,11	0,00	2,6	10,18	10,18
T	V	MO	P-Rem	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural
cmol _c dm ⁻³	%	Dag kg ⁻¹	Mg L ⁻¹	Kg kg ⁻¹				
12,78	79,7	4,86	39,7	0,232	0,155	0,121	0,492	argila

pH em água; P e K⁺ – Extrator Mehlich 1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ – Extrator: KCl – 1 mol L⁻¹; H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ pH 7,0; SB – Soma de bases trocáveis; t – Capacidade de troca catiônica efetiva; T – Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V – índice de saturação de bases; m – índice de saturação de alumínio; MO – matéria orgânica.

Os herbicidas foram aplicados utilizando-se pulverizador costal pressurizado por CO₂, mantido a pressão constante de 250 kPa, munido de barra com duas pontas de pulverização TT 11002, espaçadas de 0,5 m entre si, calibrado para aplicar volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Para os tratamentos com herbicidas INCORPORADOS ao solo, a aplicação foi realizada em solo distribuído em camada de 15 cm sobre filme de polietileno para posterior incorporação, enchimento dos vasos e transplântio das mudas de macaúba.

Para os tratamentos com aplicação do herbicida em PRÉ-TRANSPLANTIO, a pulverização foi realizada uma hora antes do transplântio das mudas de macaúba e nos tratamentos em que os herbicidas foram aplicados em PÓS-TRANSPLANTIO, à pulverização foi realizada uma hora após o transplântio, sobre as mudas de macaúba.

No tratamento adicional, sem herbicidas e nos tratamentos com herbicidas, a cada sete dias foi realizado o arranque manual das plantas daninhas emergidas, de modo a evitar a interferência destas sobre a cultura. A irrigação foi realizada diariamente, conforme a necessidade da cultura. Foram realizadas adubações de cobertura com 3,0 g/vaso da formulação 20-05-20 (N-P-K), conforme a necessidade das plantas.

A seletividade dos herbicidas e a altura das mudas de macaúba foram avaliadas aos 7, 21, 49, 126, 182 e 245 dias após a aplicação (DAA). Avaliações visuais de intoxicação foram realizadas em relação ao tratamento controle (sem aplicação de herbicida) com base na escala proposta pela *European Weed Research Council* (1964), adaptada por Brancalion et al. (2009). As notas de intoxicação foram atribuídas em escala variando de 0 a 4, onde se considerou 0 (zero), ausência de intoxicação; 1 (um), intoxicação leve; 2 (dois), intoxicação média; 3 (três), intoxicação severa e 4 (quatro), morte da planta.

Aos 245 DAA as plantas tiveram seus órgãos separados (limbo foliar, estipe, bulbo e raízes), com posterior determinação da área do limbo foliar (ALF), matéria seca de limbo foliar (MSLF), pecíolo (MSP), estipe (MSE), bulbo (MSB) e raízes (MSR). A ALF foi determinada conforme metodologia da matéria seca dos discos foliares, descrita por Zeist et al. (2014). Foram coletados aproximadamente 30 discos foliares de diferentes partes do limbo, por meio de um cilindro de diâmetro de 1,04 cm. Os discos foram colocados em sacos de papel e o restante do limbo foliar foi colocado em outro saco para, posteriormente, serem secos em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, até massa constante. A partir da área e da matéria seca da área mensurada pelos disco e do restante do limbo da planta, estimou-se a AF.

Os demais órgãos da parte aérea das plantas (pecíolo e estipe) foram colocadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar à uma temperatura de 65°C ± 2 °C e até que atinjam massa constante para posterior determinação da matéria seca.

Para bulbo e raízes realizou-se a eliminação do solo contido nos vasos por meio de lavagem com água corrente. Após a lavagem, as raízes foram destacadas do bulbo para medição do volume do sistema radicular (VR) das mudas, para tal as raízes foram colocadas em uma proveta graduada com capacidade para 1000 mL, contendo 500 mL de água. As raízes foram inseridas na proveta e o volume determinado pelo deslocamento do nível da água (FIGUEIREDO et al., 2014). Em seguida, colocou-se as raízes e os bulbos das plantas em sacolas de papel para secagem em estufa e determinação da massa matéria seca desses órgãos, conforme realizado para as estruturas da parte aérea, descrita anteriormente.

Os dados relativos aos sintomas de intoxicação não foram submetidos à análise de variância, sendo apresentadas apenas as médias das quatro repetições. Os demais dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade e

em caso de significância, as médias dos fatores (herbicidas e modo de aplicação) foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e a média da testemunha foi comparada com as médias dos demais tratamentos pelo teste de Dunnett, a 5 % de probabilidade.

Experimento II. “Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas infestantes em mudas de macaúba”

O experimento foi conduzido em esquema fatorial $4 \times 3 + 2$, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados quatro herbicidas (oxyfluorfen, sulfentrazone, isoxaflutole, indaziflam), três formas de aplicação [herbicidas incorporados ao solo (INCORPORADO), aplicação antes do transplântio na superfície do solo (PRÉ-TRANSPLANTIO) e após o transplântio das mudas de macaúba (PÓS-TRANSPLANTIO)] e dois tratamentos adicionais sem herbicidas com (TESTEMUNHA CAPINADA) e sem capinas (TESTEMUNHA SEM CAPINAS).

Os procedimentos adotados no preparo do solo e aplicação dos herbicidas do experimento II, foram os mesmos adotados no experimento I.

A testemunha mantida no limpo, foi capinada manualmente a cada sete dias de modo a evitar a interferência das plantas infestantes.

Aos 14, 28, 42 e 56 DAA foram realizadas avaliações de controle das plantas infestantes por meio de avaliação visual, onde 0 (zero) corresponde à ausência de controle e 100 (cem), controle total em relação à testemunha sem capinas. Aos 56 DAA, realizou-se também a coleta plantas daninhas, que foram cortadas rente ao solo e separadas por espécie, contadas e levadas à estufa com circulação forçada de ar a $65 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, até massa constante, para determinação da massa da matéria seca. A partir dos 56 DAA as plantas daninhas foram capinadas manualmente a cada 14 dias.

Para avaliação do efeito dos herbicidas sobre as mudas de macaúba, realizou-se aos 7, 21, 49, 98 e 126 DAA, avaliações de intoxicação e crescimento de plantas e altura. Aos 126 DAA, determinou-se ALF e a MSLF, MSP, MSE, MSB e MSR, conforme procedimentos do experimento I.

Os dados relativos aos sintomas de intoxicação não foram submetidos à análise de variância, sendo apresentadas apenas as médias das quatro repetições, enquanto que os dados das demais variáveis foram submetidos à análise de variância pelo teste F e em caso de significância, as médias foram comparadas dentro dos fatores (herbicidas

e modo de aplicação) pelo teste de Tukey. Para as variáveis relativas à macaúba, as médias das testemunhas, com e sem capinas, foram comparadas com as médias dos demais tratamentos pelo teste de Dunnett. Todos os testes foram conduzidos a 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS

Experimento I. “Seletividade de herbicidas em diferentes formas de aplicação sobre mudas de macaúba.”

Nas avaliações visuais de intoxicação realizadas nas mudas de macaúba, constatou-se para todos os herbicidas, independente da forma de aplicação, que ocorreu, no máximo, sintomas de intoxicação considerados leves até por volta dos 182 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), com posterior recuperação detectada na avaliação realizada aos 245 DAA (Tabela 3), quando as mudas encontravam-se com as folhas definitivas, que corresponde ao final da fase de viveiro e estão aptas a irem para o campo.

Tabela 3. Médias das notas de intoxicação das plantas de macaúba submetidas à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone incorporados ao solo (incorporado), pré-transplântio (pré) e pós-transplântio (pós) aos 7, 21, 49, 126, 182 e 245 dias após a aplicação (DAA).

Herbicidas	Formas de Aplicação					
	Incorporado	Pré	Pós	Incorporado	Pré	Pós
	7 DAA			21 DAA		
Indaziflam	0,00 ¹	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75
Isoxaflutole	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxyfluorfen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
Sulfentrazone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	49 DAA			126 DAA		
Indaziflam	0,00	1,00	1,00	0,25	1,00	1,25
Isoxaflutole	0,33	0,00	0,00	1,00	0,75	0,75
Oxyfluorfen	0,00	0,00	1,00	0,50	0,75	1,00
Sulfentrazone	0,00	0,00	1,00	1,00	1,33	1,00
	182 DAA			245 DAA		
Indaziflam	1,25	1,00	1,00	0,25	0,00	0,25
Isoxaflutole	1,33	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00
Oxyfluorfen	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Sulfentrazone	1,00	1,33	1,25	0,00	0,00	0,00

¹Índices de intoxicação: 0) Sem intoxicação. 1) Intoxicação leve. 2) Intoxicação moderada. 3) Intoxicação severa. 4) morte da planta.

A partir dos 49 DAA, constata-se que o herbicida o indaziflam aplicado em PRÉ-TRANSPLANTIO das mudas resultou em redução na taxa de crescimento em relação à aplicação em PÓS-TRANSPLANTIO (Tabela 4).

Tabela 4. Altura das mudas de macaúba submetidas à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone incorporados ao solo, pré-transplântio (pré) e pós-transplântio (pós) aos 21, 49, 126, 182 e 245 dias após a aplicação (DAA).

Herbicidas	Formas de Aplicação		
	Incorporado	Pré	Pós
----- 21 DAA -----			
Indaziflam	21,50 Aa	20,00 Aa	22,25 Aa
Isoxaflutole	22,25 Aa	21,50 Aa	22,25 Aa
Oxyfluorfen	23,25 Aa	21,75 Aa	24,25 Aa
Sulfentrazone	21,75 Aa	22,25 Aa	23,00 Aa
Testemunha		20,25	
CV		13,04	
----- 49 DAA -----			
Indaziflam	25,50 Aab	23,00 Ab	25,50 Aa
Isoxaflutole	25,00 Aa	25,00 Aa	26,50 Aa
Oxyfluorfen	26,00 Aa	26,00 Aa	26,75 Aa
Sulfentrazone	26,00 Aa	26,00 Aa	28,75 Aa
Testemunha		27,00	
CV		9,46	
----- 126 DAA -----			
Indaziflam	42,50 Ab*	44,00 Ab*	63,75 Aa*
Isoxaflutole	49,00 Aa	53,00 Aa	56,50 ABa
Oxyfluorfen	49,75 Aa	50,75 Aa	53,00 Ba
Sulfentrazone	49,75 Aa	47,00 Aa	49,50 Ba
Testemunha		53,50	
CV		9,68	
----- 182 DAA -----			
Indaziflam	46,75 Bb*	52,00 Cb*	83,50 Aa*
Isoxaflutole	59,00 Ab	72,00 Aa	72,75 ABa
Oxyfluorfen	59,75 Aa	65,75 ABa	64,25 Ba
Sulfentrazone	66,00 Aa	59,25 BCa	66,00 Ba
Testemunha		66,25	
CV		9,38	
----- 245 DAA -----			
Indaziflam	50,50 Bb*	58,25 Bb	102,00 Aa*
Isoxaflutole	70,32 Aa	71,50 ABa	82,75 Aa
Oxyfluorfen	71,67 Aa	72,32 ABa	76,92 Ba
Sulfentrazone	74,50 Aa	80,75 Aa	80,75 Aa
Testemunha		75,75	
CV		11,78	

Para cada época de avaliação, nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas linhas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

A partir dos 126 DAA, o indaziflam, aplicado em PRÉ-TRANSPLANTIO das mudas, em superfície ou INCORPORADO ao solo, resultou em redução no crescimento das plantas em relação ao próprio indaziflam aplicado em PÓS-TRANSPLANTIO. Todavia, a aplicação do indaziflam em PÓS-TRANSPLANTIO, resultou em incremento na taxa de crescimento das plantas em relação aos demais tratamentos, inclusive, à testemunha sem herbicidas (Tabela 4).

Para as variáveis ALF e MSLF, avaliadas aos 245 DAA, houve interação entre herbicidas e entre as formas de aplicação. Quando os herbicidas foram INCORPORADOS, o tratamento com isoxaflutole teve maior ALF em relação aos outros herbicidas, não diferindo da testemunha. Para a forma de aplicação dos herbicidas em PRÉ-TRANSPLANTIO, não houve diferença para as respectivas variáveis, mas quando aplicado em PÓS-TRANSPLANTIO o indaziflam proporcionou incremento na ALF em relação aos demais herbicidas e à testemunha (Tabela 5).

Tabela 5. Área do limbo foliar (cm²/planta) aos 245 dias após à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplântio incorporados ao solo (incorporado), antes do transplântio sobre o solo (pré) e após o transplântio sobre as mudas (pós).

Herbicidas	----- Formas de aplicação -----		
	Incorporado	Pré	Pós
Indaziflam	945,6 Cc*	1.634,4 Ab	2.977,3 Aa*
Isoxaflutole	2.296,3 Aa	1.898,0 Aa	2.107,9 Ba
Oxyfluorfen	1.650,5 Ba	1.908,9 Aa	1.871,2 Ba
Sulfentrazone	1.776,3 ABa	1.864,3 Aa	1.751,9 Ba
Testemunha		1917,4	
Coefficiente de variação		17,20	

Nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas linhas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

Além do menor crescimento do limbo foliar, as mudas macaúba submetidas à aplicação do indaziflam INCORPORADO, tiveram menor acúmulo de MSP, MSE, MSB e MSR, menor VR, e conseqüentemente, menor acúmulo de matéria seca total em relação a testemunha sem herbicidas e aos demais herbicidas aplicados do mesmo modo (Tabelas 6 e 7). Quando se aplicou o indaziflam em PÓS-TRANSPLANTIO, houve efeito oposto, uma vez que, as plantas acumularam mais matéria seca nos diferentes órgãos da planta, resultando, também, em maior acúmulo de matéria seca total em relação a testemunha, além do maior volume de raízes (Tabela 6 e 7).

Tabela 6. Matéria seca do limbo foliar, pecíolo, estipe, bulbo e raiz (g/planta), volume de raiz (ml/planta) e matéria seca total (g/planta) de plantas de macaúba aos 245 dias após à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplântio incorporados ao solo (incorporado), antes do transplântio sobre o solo (pré) e após o transplântio sobre as mudas (pós).

Herbicidas	----- Formas de Aplicação -----		
	Incorporado	Pré	Pós
	----- Matéria seca do limbo foliar -----		
Indaziflam	6,92 Bc*	12,67 Ab	24,64 Aa*
Isoxaflutole	18,02 Aa	14,63 Aa	16,93 Ba
Oxyfluorfen	13,20 Aa	15,88 Aa	15,46 Ba
Sulfentrazone	14,99 Aa	14,27 Aa	14,69 Ba
Testemunha		16,29	
Coefficiente de variação		18,44	
	----- Matéria seca de pecíolo -----		
Indaziflam	2,51 Bb	4,41 Ab	10,38 Aa*
Isoxaflutole	8,53 Aa*	7,92 Aa*	7,21 ABa
Oxyfluorfen	6,24 ABa	6,57 Aa	8,43 ABa*
Sulfentrazone	5,26 ABa	5,33 Aa	5,82 Ba
Testemunha		4,36	
Coefficiente de variação		29,60	
	----- Matéria seca de estipe -----		
Indaziflam	3,23 Ab*	3,80 Bb*	9,25 Aa
Isoxaflutole	4,33 Aa*	4,63 Ba*	5,78 ABa
Oxyfluorfen	6,90 Aa	5,78 Aba	4,64 Ba*
Sulfentrazone	6,91 Aa	8,90 Aa	6,40 ABa
Testemunha		8,83	
Coefficiente de variação		29,95	
	----- Matéria seca do bulbo -----		
Indaziflam	45,62 Bb*	61,20 Ab	167,93 Aa*
Isoxaflutole	99,10 Aa	84,80 Aa	87,32 Ba
Oxyfluorfen	69,20 ABa	101,10 Aa	98,92 Ba
Sulfentrazone	93,30 ABa	81,10 Aa	83,45 Ba
Testemunha		83,78	
Coefficiente de variação		34,13	
	----- Matéria seca de raiz -----		
Indaziflam	7,23 Bb	10,35 Ab	17,23 Aa*
Isoxaflutole	13,37 Aa	11,08 Aa	12,53 Ba
Oxyfluorfen	10,85 ABa	10,98 Aa	11,96 Ba
Sulfentrazone	11,15 ABa	14,73 Aa	12,93 ABa
Testemunha		11,40	
Coefficiente de variação		24,02	
	----- Matéria seca total -----		
Indaziflam	65,50 Bb	92,43 Ab	229,44 Aa*
Isoxaflutole	143,34 Aa	123,05 Aa	129,76 Ba
Oxyfluorfen	106,38 ABa	140,30 Aa	133,83 Ba
Sulfentrazone	131,61 Aa	124,33 Aa	123,86 Ba
Testemunha		124,66	
Coefficiente de variação		26,17	

Para cada variável, nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas linhas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Volume de raiz de plantas de macaúba (mL/planta) aos 245 dias após à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplântio incorporados ao solo (incorporado), antes do transplântio sobre o solo (pré) e após o transplântio sobre as mudas (pós).

Herbicidas	Formas de Aplicação		
	Incorporado	Pré	Pós
Indaziflam	50,25 Bb*	65,50 Ab	138,33 Aa*
Isoxaflutole	106,67 Aa	85,75 Aa	81,75 Ba
Oxyfluorfen	78,50 ABa	92,50 Aa	90,04 Ba
Sulfentrazone	92,00 Aa	103,00 Aa	96,50 Ba
Testemunha		93,50	
Coefficiente de variação		21,89	

Nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas linhas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

Experimento II. “Eficácia de herbicidas para o controle de plantas daninhas infestantes em mudas de macaúba”

Houve interação entre os fatores herbicidas e as formas de aplicação destes para o nível de controle de plantas daninhas aos 14, 28, 42 e 56 DAA. Dentre os herbicidas avaliados, o indaziflam foi o único que obteve controle satisfatório a partir dos 28 DAA, em todas as formas de aplicação, enquanto que o oxyfluorfen e o sulfentrazone, quando INCORPORADOS, obtiveram controle inferior ao indaziflam aplicado do mesmo modo e inferior aos respectivos herbicidas quando aplicados em pré-transplântio sem incorporação e após o transplântio (Tabela 8).

Tabela 8. Porcentagem (%) de controle de plantas daninhas aos 14, 28, 42 e 56 dias após à aplicação dos herbicidas (DAA) indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone incorporados ao solo (incorporado), pré-transplântio (pré) e pós-transplântio (pós).

Herbicidas	Formas de aplicação					
	14 DAA			28 DAA		
	Incorporado	Pré	Pós	Incorporado	Pré	Pós
Indaziflam	99,25 Aa	98,75 Aa	99,50 Aa	98,75 Aa	94,50 Aa	98,50 Aa
Isoxaflutole	80,00 ABa	93,75 Aa	96,75 Aa	51,25 Ba	85,50 Aa	83,50 Aa
Oxyfluorfen	78,75 ABb	97,75 Aa	98,00 Aa	45,00 Bb	90,75 Aa	96,75 Aa
Sulfentrazone	65,00 Bb	97,50 Aa	98,75 Aa	46,25 Bb	82,00 Aa	96,50 Aa
CV		12,21			25,59	
Herbicidas	42 DAA			56 DAA		
	Incorporado	Pré	Pós	Incorporado	Pré	Pós
	Incorporado	Pré	Pós	Incorporado	Pré	Pós
Indaziflam	97,75 Aa	88,50 Aa	95,75 Aa	96,50 Aa	77,50 Aa	87,00 Aa
Isoxaflutole	36,25 Ba	75,00 Aa	60,00 Aa	35,00 Ba	65,00 Aa	47,50 Aa
Oxyfluorfen	18,75 Bb	80,00 Aa	87,25 Aa	15,00 Bb	69,50 Aa	79,50 Aa
Sulfentrazone	28,75 Bb	75,00 Aa	91,25 Aa	21,25 Bb	60,00 Aab	89,50 Aa
CV		37,56			28,66	

Para cada época de avaliação, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas, e seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

As espécies infestantes com maior densidade de plantas por vaso aos 56 DAA foram o capim-colchão [*Digitaria horizontalis* Willd. (DIGHO)], caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus* L.), apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla), capim-pé-de-galinha [*Eleusine indica* (L.) Gaertn] e botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora* Cav.). As demais espécies foram agrupadas devido à desuniformidade e baixa ocorrência (Tabela 9).

A densidade e o acúmulo de matéria seca variaram entre as espécies de plantas daninhas em função dos herbicidas e suas respectivas formas de aplicação. Para *D. horizontalis*, *E. indica* e *G. parviflora*, o sulfentrazone aplicado após o transplântio da macaúba, proporcionou menor índice de controle. O isoxaflutole aplicado em superfície PRÉ-TRANSPLANTIO teve baixa eficiência para o controle de *A. retroflexus* e *A. tenella*.

Para o *A. retroflexus*, que foi a espécie com maior acúmulo de matéria seca aos 56 DAA na testemunha sem herbicidas, o indaziflam aplicado em PRÉ e PÓS-TRANSPLANTIO das mudas, o isoxaflutole em PRÉ-TRANSPLANTIO e o sulfentrazone INCORPORADO, apesar do controle razoável (Tabela 9), resultou em acúmulo de matéria seca superior às demais formas de aplicação, devido à intensa taxa de crescimento e ao porte elevado das plantas desta espécie. Todavia, o oxyfluorfen proporcionou excelente controle do *A. retroflexus*, independentemente do modo de aplicação.

Tabela 9. Densidade (planta/vaso) e matéria seca da parte aérea (g/vaso) das plantas daninhas, aos 56 dias após à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplântio incorporados ao solo (incorporado), antes do transplântio sobre o solo (pré) e após o transplântio (pós) das mudas de macaúba.

Herbicidas	----- Densidade -----			----- Matéria seca -----		
	Incorporado	Pré	Pós	Incorporado	Pré	Pós
----- <i>Digitaria horizontalis</i> -----						
Indaziflam	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*
Isoxaflutole	0,75 Aa*	0,75 Aa*	0,00 Aa*	0,28 Aa*	2,33 Aa*	0,00 Aa*
Oxyfluorfen	0,00 Aa*	0,00 Aa*	1,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	1,23 Aa*
Sulfentrazone	1,25 Aa*	1,50 Aa*	7,00 Bb*	4,24 Aa*	16,63 Aa	2,37 Aa*
Testemunha	18,50			30,11		
CV	130,66			440,05		
----- <i>Alternanthera tenella</i> -----						
Indaziflam	0,00 Aa*	2,75 ABa*	1,50 ABa*	0,00 Aa*	0,30 Aa*	0,36 Aa*
Isoxaflutole	0,25 ABa*	6,00 Bb*	0,00 Aa*	0,39 Aa*	7,95 Bb*	0,00 Aa*
Oxyfluorfen	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*
Sulfentrazone	5,50 Bb*	0,25 Aa*	5,75 Bb*	2,73 Aa*	0,47 Aa*	0,63 Aa*
Testemunha	16,75			21,93		
CV	88,16			237,53		
----- <i>Galinsoga parviflora</i> -----						
Indaziflam	0,00 Aa*	0,00 Aa*	2,50 ABa*	0,00 Aa	0,00 Aa	4,00 Aa
Isoxaflutole	0,00 Aa*	0,50 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa	0,68 Aa	0,00 Aa
Oxyfluorfen	0,00 Aa*	0,25 Aa*	1,50 Aa*	0,00 Aa	1,93 Aab	16,43 ABb
Sulfentrazone	0,00 Aa*	0,25 Aa*	4,75 Bb	0,00 Aa	2,29 Aa	27,12 Bb*
Testemunha	5,25			11,21		
CV	116,80			212,46		
----- <i>Amaranthus retroflexus</i> -----						
Indaziflam	0,00 Aa*	1,50 Aa*	4,50 Bb*	0,00 Aa*	43,87 ABab	56,44 Bb
Isoxaflutole	0,50 Aa*	5,25 Bb*	0,00 Aa*	15,78 Aa*	64,80 Bb	0,00 Aa*
Oxyfluorfen	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*
Sulfentrazone	1,00 Aa*	0,00 Aa*	2,50 ABa*	47,67 Ab	0,00 Aa*	0,53 Aa*
Testemunha	14,50			70,71		
CV	81,60			141,94		
----- <i>Eleusine indica</i> -----						
Indaziflam	0,00 Aa*	0,00 Aa*	2,75 ABa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	7,70 Bb*
Isoxaflutole	0,00 Aa*	0,75 Aa*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,77 Aa*	0,00 Aa*
Oxyfluorfen	0,00 Aa*	0,25 Aa*	0,75 Aa*	0,00 Aa*	0,15 Aa*	3,31 ABa*
Sulfentrazone	0,00 Aa*	0,00 Aa*	7,25 Bb*	0,00 Aa*	0,00 Aa*	0,48 Aa*
Testemunha	13,75			24,88		
CV	145,76			322,30		
----- Outras espécies -----						
Indaziflam	1,25 Aa*	3,25 Aa*	4,50 ABa*	7,09 Aa	16,51 ABa	9,30 Aa
Isoxaflutole	1,25 Aa*	1,25 Aa*	1,25 Aa*	10,92 Aa	1,06 Aa	2,69 Aa
Oxyfluorfen	0,75 Aa*	1,50 Aa*	3,00 Aa*	2,27 Aa	5,37 ABa	10,54 Aa
Sulfentrazone	2,00 Aa*	2,75 Aa*	10,50 Bb	7,68 Aa	29,37 Ba	19,84 Aa
Testemunha	13,75			11,19		
CV	68,03			143,32		
----- Densidade total de plantas ----- Matéria seca total de plantas -----						
Indaziflam	1,25 Aa*	7,50 Aa*	15,75 Aa*	7,09 Aa*	60,68ABab*	77,79 Bb*
Isoxaflutole	2,75 Aa*	14,50 Aa*	1,25 Aa*	27,36 Aab*	77,58 Bb*	2,69 Aa*
Oxyfluorfen	0,75 Aa*	2,00 Aa*	6,25 Aa*	2,27 Aa*	7,45 Aa*	31,50 Bb* ABa*
Sulfentrazone	9,75 Aa*	4,75 Aa*	37,75 Bb*	62,33 Aa*	48,75ABa*	50,97 Ba*
Testemunha	82,50			170,01		
CV	51,46			84,98		

Para cada variável, nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas linhas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

Apesar do menor nível de controle de plantas daninhas relatado anteriormente para os herbicidas oxyfluorfen INCORPORADO (Tabela 8), houve baixa densidade e acúmulo de matéria seca total de plantas daninhas, equiparando-se ao indaziflam INCORPORADO (Tabela 9), embora todos os herbicidas, independente da forma de aplicação, proporcionaram redução substancial na densidade e acúmulo de matéria seca total de plantas daninhas.

O *G. parviflora* também obteve acúmulo acentuado de matéria seca nas parcelas tratadas com sulfentrazone e oxyfluorfen aplicados em PÓS-TRANSPLANTIO das mudas.

Assim como observado no experimento I, praticamente não se detectou, visualmente, sintomas de intoxicação causados pelos herbicidas, dependente do modo de aplicação, nas mudas de macaúba até os 126 DAA e quando estes ocorreram foram considerados leves (Tabela 10).

Tabela 10. Médias das notas de intoxicação das plantas de macaúba submetidas à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplantio incorporados ao solo, antes do transplantio sobre o solo e após o transplantio sobre as mudas.

Herbicidas	Formas de Aplicação					
	Incorporado			Pré		
	21 DAA	49 DAA	98 DAA	126 DAA	126 DAA	126 DAA
Indaziflam	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Isoxaflutole	0,00	0,75	1,00	0,50	0,00	0,75
Oxyfluorfen	0,00	1,00	0,25	0,00	0,25	0,00
Sulfentrazone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indaziflam	1,00	0,75	0,25	0,75	0,75	1,00
Isoxaflutole	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75
Oxyfluorfen	0,75	1,00	0,75	0,50	1,00	0,50
Sulfentrazone	0,25	0,25	0,25	0,75	0,50	0,00

Índices de intoxicação: 0) Sem intoxicação. 1) Intoxicação leve. 2) Intoxicação moderada. 3) Intoxicação severa. 4) morte da planta

Até os 49 DAA não se observou nenhuma diferença entre os tratamentos avaliados para altura das plantas de macaúba devido ao crescimento inicial lento das mudas. Entretanto, quando aplicados antes do transplantio das mudas, sobre o solo ou INCORPORADO, os herbicidas isoxaflutole e indaziflam proporcionaram menor estatura de plantas de macaúba aos 98 DAA e 126 DAA em relação à aplicação PÓS-TRANSPLANTIO, enquanto que, para os demais herbicidas não houve variação quanto à forma de aplicação (Tabela 11).

Tabela 11. Altura de plantas de macaúba aos 21, 49, 98 e 126 DAA, submetidas à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplântio incorporados ao solo, antes do transplântio sobre o solo e após o transplântio sobre as mudas.

Herbicidas	----- Formas de Aplicação -----		
	Incorporado	Pré	Pós
	----- 21 DAA -----		
Indaziflam	23,70 Aa	22,13 Aa	23,17 Aa
Isoxaflutole	22,03 Aa	19,15 Aa	23,70 Aa
Oxyfluorfen	20,93 Aa	20,95 Aa	19,68 Aa
Sulfentrazone	21,98 Aa	20,20 Aa	18,73 Aa
Testemunha com capina		23,30	
Testemunha sem capina		21,78	
CV		13,59	
	----- 49 DAA -----		
Indaziflam	25,00 Aa	23,13 Aa*	27,27 Aab
Isoxaflutole	26,45 Aab	25,00 Ab	30,50 Aa
Oxyfluorfen	26,17 Aa	24,63 Aa	23,38 Ba*
Sulfentrazone	28,00 Aa	24,03 Aa	25,48 Aab
Testemunha com capina		29,27	
Testemunha sem capina		25,20	
CV		11,63	
	----- 98 DAA -----		
Indaziflam	31,75 Ab*	27,38 Bb*	41,67 Aa ⁺
Isoxaflutole	35,38 Ab*	35,13 Ab*	42,33 Aa ⁺
Oxyfluorfen	34,00 Aa*	34,25 ABA*	32,25 Ba*
Sulfentrazone	38,38 Aa ⁺	33,17 ABA*	36,88 Aab
Testemunha com capina		43,83 ⁺	
Testemunha sem capina		30,38*	
CV		10,70	
	----- 126 DAA -----		
Indaziflam	36,00 Ab*	29,38 Bb*	53,67 Aa ⁺
Isoxaflutole	40,25 Aa*	40,00 Aa*	47,17 ABA ⁺
Oxyfluorfen	36,67 Aa*	39,50 ABA*	38,75 Ba*
Sulfentrazone	42,25 Aa*	40,67 Aa*	39,63 Ba*
Testemunha com capina		55,33 ⁺	
Testemunha sem capina		31,75*	
CV		13,79	

Para cada época de avaliação, nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas linhas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁺ Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas e sem capinas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas e capinada pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

Constata-se aos 126 DAA, que a infestação das plantas daninhas na testemunha sem capinas afetou a taxa de crescimento das mudas de macaúba em relação à testemunha com capinas e aos tratamentos com indaziflam e isoxaflutole aplicados em PÓS-TRANSPLANTIO (Tabela 11). Também, o controle insatisfatório de algumas espécies de plantas daninhas pelos herbicidas e a consequente competição imposta por estas, resultou em redução na taxa de crescimento das mudas em relação à testemunha capinada, com exceção dos tratamentos com indaziflam e isoxaflutole aplicados em PÓS-TRANSPLANTIO.

No caso do indaziflam, em que a altura de plantas é semelhante à testemunha com capinas, o maior crescimento pode ser atribuído, em parte, ao estímulo no crescimento das plantas verificado no experimento I (Tabela 6), onde estas estavam livres da competição, haja vista que na avaliação de acúmulo de matéria seca e plantas daninhas aos 56 DAA, o indaziflam não controlou adequadamente a infestação de espécies como *A. retroflexus* (Tabela 8) e a competição exercida pelas plantas infestantes pode ter afetado seu crescimento.

Assim como ocorreu para altura de plantas aos 126 DAA, as variáveis relacionadas ao crescimento da macaúba como ALF (Tabela 12) e MSLF, MSP, MSE, MSR, matéria seca total (Tabela 13) foram influenciadas pela forma de aplicação do indaziflam, com maiores índices observados na aplicação em PÓS-TRANSPLANTIO das mudas. Fato que, também foi observado para o isoxaflutole nas variáveis MSR e matéria seca total, aos 126 DAA. Não havendo diferença entre as formas de aplicação para os herbicidas sulfentrazone, oxyfluorfen e isoxaflutole para as variáveis da matéria seca do limbo, bulbo e raízes e total.

Tabela 12. Área foliar (cm²/planta) das plantas de macaúba submetidas à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplântio incorporados ao solo, antes do transplântio sobre o solo e após o transplântio sobre as mudas aos 126 DAA.

Herbicidas	----- Formas de Aplicação -----		
	Incorporado	Pré	Pós
----- 21 DAA -----			
Indaziflam	440,03 Ab*	369,32 Ab*	837,43 Aa ⁺
Isoxaflutole	446,30 Aa*	395,43 Aa*	662,95 Aa
Oxyfluorfen	392,26 Ab	602,30 Aab	740,67 Aa ⁺
Sulfentrazone	655,84 Aa	666,97 Aa	589,97 Aa
Testemunha com capina		850,10 ⁺	
Testemunha sem capina		410,27*	
CV		28,68	

Nas colunas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas linhas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁺ Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas e sem capinas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas e capinada pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

Tabela 13. Matéria seca do limbo foliar (g/planta), pecíolo (g/planta), estipe (g/planta), bulbo (g/planta), raiz (g/planta) e total (g/planta) das plantas de macaúba submetidas à aplicação dos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone antes do transplântio incorporados ao solo, antes do transplântio sobre o solo e após o transplântio sobre as mudas aos 126 DAA.

Formas de Aplicação	Herbicidas			
	Indaziflam	Isoxaflutole	Oxyfluorfen	Sulfentrazone
----- Matéria seca do limbo foliar -----				
Incorporado	2,75 Ab*	2,67 Ab*	2,43 Aa*	3,73 Aa* ⁺
Pré-transplântio	1,93 Bb*	2,65 ABb*	3,05 ABa*	3,93 Aa* ⁺
Pós-transplântio	5,37 Aa ⁺	4,77 ABa* ⁺	3,67 Ba* ⁺	4,10 ABa* ⁺
Testemunha com capina				6,27 ⁺
Testemunha sem capina				2,05*
Coefficiente de Variação				22,64
----- Matéria seca de pecíolo -----				
Incorporado	0,48 Ab*	0,40 Aa*	0,33 Aa*	0,55 Ab*
Pré-transplântio	0,27 Bb*	0,45 Ba*	0,50 Ba*	1,30 Aa ⁺
Pós-transplântio	1,03 Aa ⁺	0,43 Ba*	0,53 ABa*	0,70 ABb*
Testemunha com capina				1,40 ⁺
Testemunha sem capina				0,45*
Coefficiente de Variação				46,44
----- Matéria seca de estipe -----				
Incorporado	1,28 Ab*	1,77 Aa*	1,37 Aa*	2,28 Ab*
Pré-transplântio	1,20 Ab*	1,68 Aa*	1,80 Aa*	1,33 Ab*
Pós-transplântio	3,47 Aa ⁺	2,70 Aa* ⁺	2,17 Aa*	3,08 Aa* ⁺
Testemunha com capina				4,67 ⁺
Testemunha sem capina				1,23*
Coefficiente de Variação				35,96
----- Matéria seca do bulbo -----				
Incorporado	8,53 Aa*	5,67 ABa*	4,83 Ba*	7,30 ABa*
Pré-transplântio	3,50 Ab*	5,90 Aa*	5,65 Aa*	6,30 Aa*
Pós-transplântio	7,13 Aa*	8,03 Aa*	5,53 Aa*	4,98 Aa*
Testemunha com capina				14,97 ⁺
Testemunha sem capina				4,58*
Coefficiente de Variação				30,87
----- Matéria seca de raiz -----				
Incorporado	2,10 Bb*	3,37 ABb	3,70 ABa	5,50 Aa
Pré-transplântio	2,50 Ab*	4,43 Aab	4,65 Aa	3,63 Aa
Pós-transplântio	6,23 Aa	6,33 Aa	3,57 Aa	6,03 Aa
Testemunha com capina				5,3
Testemunha sem capina				3,73
Coefficiente de Variação				35,43
----- Matéria seca total -----				
Incorporado	15,13 ABb*	13,87 ABb*	12,67 Ba*	19,40 Aa* ⁺
Pré-transplântio	9,40 Bb*	15,10 ABb*	15,65 ABa*	16,50 Aa*
Pós-transplântio	23,23 Aa* ⁺	22,27 Aa* ⁺	15,47 Ba*	18,88 ABa*
Testemunha com capina				32,60 ⁺
Testemunha sem capina				12,03*
Coefficiente de Variação				21,23

Para cada variável, nas linhas, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e nas colunas médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁺ Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas e sem capinas pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. * Estatisticamente diferente da testemunha sem herbicidas e capinada pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

Quando se compara os herbicidas dentro de cada modo de aplicação, constata-se nas estratégias com INCORPORAÇÃO e aplicação em PRÉ-TRANSPLANTIO,

menores índices de matéria seca total foram para o oxyfluorfen e indaziflam, respectivamente. Enquanto que, a aplicação em PÓS-TRANSPLANTIO, menor índice para a respectiva variável foi constatado para o oxyfluorfen.

4. DISCUSSÃO

Nos dois experimentos as mudas de macaúba, quando intoxicadas, apresentaram no máximo sintomas leves de intoxicação pelos herbicidas indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone, independentemente das formas de aplicações (Tabelas 3 e 10), porém o indaziflam não se mostrou adequado para aplicações antes do transplântio, incorporado ou não ao solo, em razão dos danos causados ao crescimento das mudas de macaúba, quanto à altura de plantas (Tabelas 4 e 11), área do limbo foliar (Tabelas 5 e 12), volume de raízes (Tabela 7) e acúmulo de matéria seca dos órgãos da planta (Tabelas 6 e 13).

O indaziflam é absorvido pelas raízes e pelos tecidos da parte aérea. Inibe o crescimento da raiz por meio da interferência na formação da parede celular e na divisão celular (NEAL, 2014). Diante disso, neste trabalho foi observado que este herbicida causou danos no sistema radicular das mudas, quando este herbicida foi INCORPORADO ou quando foi aplicado em PRÉ-TRANSPLANTIO. Possivelmente esta redução do crescimento radicular está relacionado ao fato de que, as raízes das mudas entraram em contato com o herbicida durante o transplântio.

Apesar da escassez de informações detalhadas sobre o mecanismo de ação do indaziflam, sabe-se que há inibição da divisão celular do tecido meristemático, afetando também a formação, divisão e alongamento das células, sem danos às folhas completamente desenvolvidas, já que, não há nova síntese de celulose (GUERRA et al., 2013).

Hijano (2016) avaliando a seletividade do indaziflam sobre cultivares de cana-de-açúcar ($37,5 \text{ g ha}^{-1}$) aplicado em diferentes formas em pré-plantio de mudas pré-brotadas e aplicado um dia antes do plantio e após plantio (sobre as mudas), constatou morte da cultura quando o herbicida foi aplicado antes do plantio e seletividade para aplicação em pós-plantio, com acúmulo de matéria seca de raiz 56,2 % menor na aplicação herbicida em pré-plantio. Corroborando com os resultados obtidos para macaúba, em que a forma de aplicação do indaziflam resultou em influência sobre a seletividade das plantas, com redução de 58,05 e 39,93% na matéria seca de raízes

quando o herbicida foi aplicado INCORPORADO e sobre o solo em PRÉ-TRANSPLANTIO, respectivamente, em relação à aplicação após o transplântio sobre as mudas, indicando haver seletividade pelo posicionamento do herbicida no solo e ausência de efeitos deletérios pelo contato do herbicida na folha.

Poucos relatos são encontrados com detalhamento sobre o comportamento do indaziflam nas plantas e não foram encontradas informações que justifiquem o incremento sobre o crescimento das mudas, quando a aplicação ocorreu após o transplântio. Entretanto, possivelmente ocorreu efeito hormese, que é conhecido pela utilização de doses muito menores de substâncias definidas como tóxicas para estimular o desenvolvimento vegetal (SILVA et al., 2012).

Esse possível efeito de hormese nas mudas de macaúba que foram submetidas ao indaziflam na parte aérea, pode ser justificado pelo incremento de matéria seca dos órgãos da parte aérea e do sistema radicular (Tabela 6) e maior crescimento em altura (Tabela 4) quando comparado ao tratamento sem herbicidas e para os demais herbicidas aplicados após o plantio, no experimento I, sem infestação de plantas daninhas. Este efeito pode ter ocorrido também no segundo experimento, entretanto, a competição exercida pelas plantas não controladas pelo herbicida pode ter afetado o crescimento das mesmas, embora o crescimento destas, mesmo com a competição, tenha sido semelhante à testemunha com capinas (Tabelas 12 e 13).

Silva et al. (2012) detectaram incremento no acúmulo de biomassa de plantas de feijão submetidas à aplicação de subdoses do herbicida glyphosate. Brennecke et al. (2015) trabalhando com subdosagens do herbicida tebuthiuron em plântulas de *Urochloa decumbens* relataram incremento no crescimento da parte aérea, caracterizando um possível efeito de hormese. Furlani Junior et al. (2011) trabalhando com subdose de 2,4-D ($2,72 \text{ g ha}^{-1}$) também observaram efeito de hormese em algodoeiro, resultando em incremento na produção do caroço.

Para os herbicidas oxyfluorfen, isoxaflutole e sulfentrazone não houve diferença entre as formas de aplicação, em relação ao crescimento em altura e acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos das mudas de macaúba, quando comparados entre si e com a testemunha sem herbicidas aos 245 DAA (Tabelas 4, 5, 6 e 7), uma vez que houve reversão da pequena intoxicação constatada em alguns tratamentos (Tabela 3) para o experimento I, em que as plantas foram mantidas sem interferência das plantas daninhas.

O oxyfluorfen em aplicação dirigida e em área total foi avaliado em mudas de palmeira-australiana (*Archontophoenix cunninghamiana*), também pertencente à família Arecaceae, constatando sintomas leves de intoxicação nas plantas, quando a aplicação foi realizada sobre as folhas, com posterior recuperação (FREITAS et al., 2007).

Os herbicidas isoxaflutole e sulfentrazone causaram injúrias de 35 e 10 %, respectivamente, aos 42 DAA em mudas de pupunha (*Bactris gasipae*) (OLIVEIRA JR et al., 2005). No entanto, estes mesmos autores, constataram que o oxyfluorfen aplicado de forma dirigida ao solo, sem atingir as mudas de pupunha, não proporcionaram nenhuma injúria até 70 DAA, entretanto, quando o herbicida foi aplicado nas folhas das mudas, houve 37,5 % de injúrias.

Apesar da ação residual prolongada do indaziflam no controle de plantas daninhas (TOMPKINS, 2010; KAAPRO; HALL, 2012), que é uma característica interessante na produção de mudas de macaúba, e do controle sobre a maioria das espécies infestantes, o indaziflam mostrou-se pouco eficiente para conter a infestação de *A. retroflexus* e *E. indica* quando aplicado em PÓS-TRANSPLANTIO (Tabela 8). Amim et al. (2016) avaliando o efeito do banco de sementes do solo mediante aplicação do indaziflam, também foi observado emergência de *E. indica*. Diante disso, há necessidade de mistura com outros herbicidas, no sentido de melhorar o espectro de ação, tanto que, já existem no mercado misturas comerciais do indaziflam com os herbicidas metribuzim e herbicida isoxaflutole (AGROFIT, 2018).

Freitas et al. (2009) observaram que a *Amaranthus spinosus* possui uma alta taxa de crescimento inicial e elevada capacidade de crescimento em altura, de modo que mesmo com baixa densidade, as plantas tiveram alto acúmulo de matéria seca e capacidade competitiva, comportamento similar observado com a *A. retroflexus* neste trabalho (Tabelas 8).

O isoxaflutole promoveu bom nível de controle sobre a maioria das espécies infestantes, principalmente, quando aplicado após o transplantio aos 56 DAA (Tabela 8), proporcionando às mudas crescimento com acúmulo de matéria seca total semelhante à testemunha capinada (Tabela 11, 12 e 13). Avaliando a eficácia do isoxaflutole aplicados em pré-emergência das plantas daninhas até os 49 DAA, constatou-se que o herbicida foi eficiente para o controle da *Digitaria horizontalis*, *Urochloa plantaginea*, *Galinsoga parviflora* e *Amaranthus viridis* (Adoryan et al., 2002).

Minozzi et al. (2017) verificaram que o herbicida sulfentrazone foi eficaz para o controle de *E. indica* quando aplicado no dia da semeadura da soja nas doses de 150 e 200 g ha⁻¹, porém quando aplicado antes da semeadura o herbicida foi ineficaz para o controle da espécie.

O oxyfluorfen, mostrou-se eficiente no controle de espécies como *A. retroflexus*, *E. indica*, *A. tenella* e *D. horizontalis* até os 56 DAA, entretanto sua persistência pode ser comprometida em condições de exposição à luminosidade e baixa umidade do solo. Segundo Freitas et al. (2007) e Carvalho et al. (2014) o efeito residual desse herbicida é mais prolongado em ambiente com umidade elevada e protegido da incidência de raios solares, uma vez que sua principal rota de degradação é a fotólise, bem como exposição à temperatura elevada também aumentam a taxa de dissipação (YEN et al., 2003). Como os vasos foram irrigados diariamente, a umidade não foi fator limitante, entretanto, a condição dentro da casa de vegetação com temperaturas elevadas e exposição à radiação solar podem ter acelerado a dissipação do herbicida de modo a proporcionar maior acúmulo de matéria seca total de plantas daninhas quando a aplicação foi realizada após o transplante, sem nenhuma incorporação ao solo.

Carvalho et al. (2014) observaram que o oxyfluorfen foi ineficiente para o controle da *Digitaria bicornis* aos 28 DAA, corroborando para os resultados deste trabalho onde o oxyfluorfen quando aplicado PÓS-TRANSPLANTIO das mudas não teve eficiência para o controle de *D. horizontalis*.

A maioria dos herbicidas não possuem amplo espectro de ação sobre o controle de todas as espécies daninhas, cada um apresenta sua particularidade e melhor eficácia sobre o controle de determinadas espécies de plantas. Diante disso, normalmente é necessário o uso de misturas entre diferentes ingredientes ativos visando melhorar o espectro de controle. Algumas misturas estão disponíveis para comercialização, todavia, o mais comum é realização da mistura no tanque do pulverizador, na propriedade. Prática esta, comum não só no Brasil, mas como em vários outros países (GAZZIERO, 2015).

5. CONCLUSÕES

Os herbicidas isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone são seletivos para mudas de macaúba independente do modo de aplicação.

O indaziflam é seletivo apenas quando aplicado após o transplante das mudas de macaúba, não devendo ser aplicado antes do transplante das mudas, com ou sem incorporação.

Os herbicidas avaliados foram eficientes para o controle da maioria das espécies de plantas daninhas, independente do modo de aplicação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADORYAN, M.L. NOVO, M.C.S.S.; FAVORETTO, P. NETO, J.T.; MELO, P.C.T. 2002. Eficácia de isoxaflutole no controle de plantas daninhas na cultura da batata. *Rev. Brasileira de Herbicidas*. 3(2/3): 133-138.
- AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. 2018. Consulta de ingrediente ativo. MAPA. (<http://agrofit.agricultura.gov.br/>). Acesso 25/01/2018.
- ALVES, J.A.; CARVALHO, D.A.; 2010. A família Arecaceae (palmeiras) no município de Lavras, MG. *Cerne*, 16(2): 163-170.
- AMIM, R.T.; FREITAS, S.P.; FREITAS, I.L.J.; SCARSO, M.F. 2016. Banco de sementes do solo após aplicação de herbicidas pré-emergentes durante quatro safras de cana-de-açúcar. *Pesq. Agropec. Bras*, 51(10): 1710-1719.
- BOAS, M.A.V.; CARNEIRO, A.de.C.O.; VITAL, R.B.; CARVALHO, A.M.M.L.; MARTINS, M.A. 2010. Efeito da temperatura de carbonização e dos resíduos de macaúba na produção de carvão vegetal. *Scientia Forestalis*. 38(87): 481-490.
- BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; RODRIGUES, R.R. 2009. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. *Pesq. agropec. bras*, 44(3): 251-257.
- BRENNECKE, K.; SOSSAI, V. L. M.; FERRAZ, F. M.; CARMELINDO, B. A. 2015. Efeito de doses de herbicida inibidor do fotossistema II em plântulas de *Brachiaria decumbens* spp. *Revista Agrogeoambiental*. 7(4): 19-26.
- BRUM, C. S.; FRANCO, A. A.; SCORZA, R. P. JR. 2013. Degradação do herbicida sulfentrazone em dois solos de Mato Grosso do Sul. *Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(5): 558-564.
- CARVALHO, D.R.; LIMA, M.F.P.; FREITAS, F.C.L.; SILVA, M.G.O.; ROCHA, P.R.R.; GRANGEIRO, L.C. 2014. Eficiência do oxyfluorfen no controle de plantas daninhas na cultura da cebola transplantada irrigada por gotejamento. *Revista Agro@mbiente On-line*, 8(1): 127-133.
- CARVALHO, K.J.; SOUZA, A.L.; MACHADO, C.C. 2011. Ecologia, manejo, silvicultura e tecnologia da macaúba. Convênio de Cooperação Técnica SECTES/FAPEMIG. (http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/d_b_b_15592.pdf). Acesso em 20/01/2018.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1997. *Manual de métodos de análise de solo*, 2da ed. EMPRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 212p.
- EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. 1964. Committee of methods in weed research. *Weed Research*, 4: 88. In: BRANCALION, Pedro Henrique Santin; ISERNHAGEN, Ingo; MACHADO, Ronan Pereira; CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. 2009. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. *Pesq. agropec. bras*. 44(3): 251-257.
- FRANS, R. E. Measuring plant responses. In: WILKINSON, R. E. 1972. *Research methods in weed science*. Australian: Southern Weed Science Society. 28-41. In: TUFFI SANTOS, L.D.; IAREMA, L.; THADEO, M.; FERREIRA, F.A.; MEIRA, R.M.S.A. 2006. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. *Planta Daninha*. 24(3): 513-520.
- FREITAS, F.C.L.; ALMEIDA, M.E.L.; NEGREIROS, M.Z.; HONORATO, A.R.F.; MESQUITA, H.C.; SILVA, S.V.O.F. 2009. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. *Planta Daninha*. 27(3): 473-480.

- FREITAS, F.C.L.; GROSSI, J.A.S.; BARROS, A.F.; MESQUITA, E.R.; FERREIRA, F.A. 2007. Controle de plantas daninhas na produção de mudas de plantas ornamentais. *Planta Daninha*, 25(3), 595-601.
- FURLANI JÚNIOR, E.; ROSA, C.E.; FERRARI, S.; FERRARI, J.V.; DOS SATOS, D.M.A. LUQUE, A.P.P.G.; VIEIRA, H.S.S. 2011. *Efeito de subdoses de 2,4-D sobre componentes da produção do algodoeiro*. Anais... Congresso Brasileiro De Algodão, 8, Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 599-604.
- GONZÁLEZ-DELGADO, A.M.; SHUKA, M.K.; ASHIGH, J.; PERKINS, R. 2017. Effect of application rate and irrigation on the movement and dissipation of indaziflam. *Journal of environmental sciences*. 51: 111-119,
- GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A.M.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J. TAKANO, H.K. 2014. Sensibility of plant species to herbicides aminocyclopyrachlor and indaziflam. *Planta daninha*, 32(3).
- GUERRA, N.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA NETO, A.M.; BRAZ, G.B.P. 2013. Aminocyclopyrachlor e indaziflam: seletividade, controle e comportamento no ambiente. *R. Bras. Herbicida.*, 12(3): 285-295.
- KAAPRO, J.; HALL, J. 2012. Indaziflam, a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. *Pakistan Journal Weed Science Research*. 18(esp): 267-270.
- MINOZZI, G.B.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MONQUERO, P.A.; ZOBIOLE, L.H.; PEREIRA, G.R.; DUCK, L. 2017. Controle em pré semeadura da cultura de soja de algodão voluntário tolerante ao glyphosate e amônio glufosinate e de *Eleusine indica*. *Rev. Bras. Herbicida.*, 16(3): 183-191.
- MIRISOLA FILHO, L. A. 2009. *Cultivo e Processamento do coco macaúba para produção de biodiesel*. Viçosa: Centro de Produções Técnicas – CPT, Viçosa, Minas Gerais, 336 p.
- MOTOIKE, S.Y.; CARVALHO, M.; PIMENTEL, L.D.; KUKI, K.N.; PAES, J.M.V.; DIAS, H.C.T.; SATO, A.Y. 2013. *A cultura da macaúba: implantação e manejo de cultivos racionais*. Editora UFV. 61p.
- MOTTA, P. E.F.da; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.de; GOMES, J.B. 2002. Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. *Pesq. Agropec. Bras*, 37(7): 1023-1031.
- NEAL, J. 2014. *Herbicide Information Factsheets: Marengo (indaziflam) or Specticle*. North Carolina State University and North Carolina A&T State University. (<https://content.ces.ncsu.edu/marengo-indaziflam>). Acesso em: 21/03/2018.
- NOVO, M.C.S.S.; VICTORIA FILHO, R.; LANGBECK, F.M.; LAGO, A.A.; DEUBER, R.; ROLIM, G.S. 2008. Efeito de sulfentrazone no sistema integrado palha de cana-de-açúcar, herbicida e vinhaça no desenvolvimento inicial da tiririca (*Cyperus rotundus*). *Rev. Brasileira de Herbicidas*, 7(1): 1-14.
- OLIVEIRA JR, R.S. 2011a. Capítulo 6: Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Omnipax, Curitiba, 125 - 140.
- OLIVEIRA JR, R.S. 2011b. Capítulo 7: Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. 2011. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Omnipax, Curitiba, 141 - 192.
- OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H.; CARREIRA, A.M.; DVORANEN, E.C.; TESSMANN, D.J. 2005. Diagnóstico e perspectivas do manejo de plantas daninhas na cultura da pupunha no Noroeste do Estado do Paraná. *Acta Sci. Agronomy*. 27(2): 335-341.

- PIRES, T.P.; SOUZA, E.S.; KUKI, K.N.; MOTOIKE, S.Y. 2013. Ecophysiological traits of the macaw palm: A contribution towards the domestication of a novel oil crop. *Industrial Crops and Products*. 44: 200-210.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ed. SBCS, 359 p.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. 2011. *Guia de herbicidas*. Londrina: IAPAR. 697p.
- ROSSI, C.V.S., ALVES, P.L.C.A.; MARQUES JÚNIOR, J. 2005. Mobilidade do sulfentrazone em latossolo vermelho e em chernossolo. *Planta Daninha*, 23(4): 701-710.
- SANTOS, J.C.F.; COSTA, R.S.C.; LEÔNIDAS, F.C.; COSTA, J.N.M. PEREIRA, R.G.A. 2004. *Circular Técnica 69: Manejo integrado de plantas infestantes no cafezal*. EMBRAPA. Porto Velho, 26p.
- SILVA, A.A.da; SILVA, J.F. 2007. *Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas*. Editora UFV. 367p.
- SILVA, J.C.; ARF, O.; GERLACH, G.A.X.; KURYIAMA, C.S.; RODRIGUES, R.A.F. 2012. Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro. *Pesq. Agropec. Trop.* 42(3): 295-302.
- TOMPKINS, J. 2010. *Pesticide fact sheet: indaziflam*. United States, Environmental Protection Agency. (http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-10.pdf). Acesso em: 23/10/2017.
- VELHO, L.P.S.; DAL MAGRO, T. 2015. Seletividade do herbicida oxyfluorfen em pré-transplântio na cultura do brócolis. *Horticultura Brasileira*. 33: 373-376.
- VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A.; SCHAEGLER, C.E.; LAMEGO, F.P.; PORTUGAL, J.; MENENDES, J.; KOZLOWSKI, L.A.; TREZZI, M.M.; PRADO, R. 2014. Capítulo 10: Mecanismos de ação de herbicidas. In: MONQUERO, P.A. *Aspectos da biologia de manejo das plantas daninhas*. RIMA Editora. 235-256.
- YEN, J. H.; SHIEL, W. S.; WANG, Y. S. 2003. Dissipation of the herbicide oxyfluorfen in subtropical soils and its potential to contaminate groundwater. *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*, 54(2): 151-156.
- ZEIST, A.R.; OLIVEIRA, J.R.F.de; LIMA FILHO, R.B.de; SILVA, M.L.de.S.; RESENDE, J.T.V.de. 2014. Comparação de métodos de estimativa de área foliar em morangueiro. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, 20: 33-41.