Herbicidas flumioxazin e clethodim na formação de mudas cacaueiras

Flumioxazin and clethodim herbicides in the formation of cacaueir seedlings

DOI:10.34117/bjdv7n4-388

Recebimento dos originais: 15/03/2021
Aceitação para publicação: 15/04/2021

Cleiton Dias Alves
Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas Amazônicos pela Universidade Federal de Rondônia
Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Rondônia
Endereço: Av. Norte Sul, 7300 -Nova Morada, Rolim de Moura -RO,
E-mail: cleitondias.engagro@gmail.com

Evelyn Rabelo Andrade
Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Estadual do Ceará
Professora Adjunta do departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia
Endereço: AV. Norte Sul, 7300 -Nova Morada, Rolim de Moura -RO,
E-mail: evelyn.andrade@unir.br

Jairo Rafael Machado Dias
Doutor em Agronomia Tropical pela Universidade Federal do Amazonas
Professor Adjunto do departamento de Agronomia, Universidade Federal de Rondônia
Endereço: Av. Norte Sul, 7300 -Nova Morada, Rolim de Moura -RO,
E-mail: jairorafaelmdias@unir.br.

Idelfonso Leandro Bezerra
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade de Campina Grande
Professor Adjunto do departamento de Agronomia, Universidade Federal de Rondônia
Endereço: AV. Norte Sul, 7300 - Nova Morada, Rolim de Moura -RO,
E-mail: idelfonsobezerra@unir.br

Claudemir Schwanz Turcato
Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas Amazônicos pela Universidade Federal de Rondônia
Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Rondônia
Endereço: AV. Norte Sul, 7300 -Nova Morada, Rolim de Moura -RO,
E-mail: claudemirst.1994@gmail.com

Valéria Lopes de Oliveira
Mestranda pelo programa de mestrado profissional em Química tecnológica e ambiental pelo Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Mato Grosso
Engenheira Agrônoma formado pela Universidade Federal de Rondônia
Endereço: Rua da Carpa, Residencial Porto Rico, Ap. 02 -Águas Claras, Sapezal-MT
E-mail: valeriaagroengenheira@gmail.com.

Andréia Marcilane Aker
Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Analista Socioambiental na Ação Ecológica Guaporé – ECOPORÉ
Endereço: RO 010 Km 5,5 Oeste, Zona Rural, Rolim De Moura -RO
E-mail: eng.aaker@gmail.com

Cleidson Alves da Silva
Doutorando em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras
Endereço: Dep. de Agricultura, Univ. Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais CEP: 37200-000, Brazil.
E-mail: cleydson91@gmail.com

Paulo de Freitas Caires Junior
Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Rondônia
Endereço: Quadra 02, 20 – BNH 1, Pimenta Bueno-RO,
E-mail: paulofcjr88@gmail.com

RESUMO
Um dos fatores de maior importância na formação das lavouras de cacau é a utilização de mudas de qualidade. Entretanto, durante a formação das mudas no viveiro a competição por plantas daninhas pode limitar seu desenvolvimento. Assim, objetivou-se avaliar a eficiência de aplicação dos herbicidas Clethodim e Flumioxazin no controle de plantas daninhas e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de cacaueiro em condições de viveiro. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6 com quatro repetições, sendo o primeiro fator constituído pelos herbicidas clethodim e flumioxazin e o segundo fator, representa as doses destes herbicidas, na qual, 0, 1, 2, 4, 8, 16 L ha^{-1} correspondente a 0, 24, 48, 96, 192, 384 g i.a ha^{-1} do princípio ativo Clethodim e 0, 30, 60, 120, 240, 480 g i.a ha^{-1} de Flumioxazin respectivamente. Aos 120 dias após aplicação emergência das plantas avaliou-se os efeitos causados pelos herbicidas no desenvolvimento das mudas de cacau e a eficácia destes no controle das plantas daninhas. A utilização em pós-emergência do herbicida clethodim promoveu melhor desenvolvimento nas mudas cacaueiras em relação a aplicação em pré-emergência do herbicida Flumioxazin. Ambos os herbicidas foram eficientes no controle de plantas daninhas, sendo o máximo controle obtido com a dose de 4,61 L. ha^{-1} destes herbicidas, o que corresponde a 110,4 g i.a. ha^{-1} do herbicida clethodim e 138g i.a. ha^{-1} do flumioxazin.

Palavras-chave: Controle químico, Plantas daninhas, *Theobroma cacao*, Viveiro.

ABSTRACT
One of the most important factors in the formation of cocoa crops is the use of quality seedlings. However, during the formation of seedlings in the nursery, competition for weeds can limit their development. Thus, the objective was to evaluate the efficiency of application of the herbicides Clethodim and Flumioxazin in the control of weeds and their effects on the development of cocoa seedlings under nursery conditions. A completely randomized design was adopted, in a 2x6 factorial scheme with four replications, the first factor being the herbicides clethodim and flumioxazin and the second factor representing

the doses of these herbicides, in which, 0, 1, 2, 4, 8, 16 L ha-1 corresponding to 0, 24, 48, 96, 192, 384 g ia ha-1 of the active ingredient Clethodim and 0, 30, 60, 120, 240, 480 g ia ha-1 of Flumioxazin respectively. At 120 days after emergency application of the plants, the effects caused by herbicides on the development of cocoa seedlings and their effectiveness in weed control were evaluated. The post-emergence use of the herbicide clethodim promoted a better development in the cocoa seedlings in relation to the pre-emergence application of the herbicide Flumioxazin. Both herbicides were efficient in controlling weeds, the maximum control being obtained with the dose of 4.61 L. ha-1 of these herbicides, which corresponds to 110.4 g ai ha-1 of the herbicide clethodim and 138 g ia ha -1 of flumioxazin.

KEYWORDS: Chemical control, Weeds, Theobroma cacao, Nursery.

1 INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao* L.), possui destaque socioeconômico por ser principal matéria prima na fabricação do chocolate, produto apreciado mundialmente (ICCO, 2020). Em 2020, a produção mundial cacaueira foi de aproximadamente 4,745 milhões de toneladas de grãos, com participação expressiva do Brasil entre os maiores produtores (CONAB, 2019).

Por ser uma cultura perene, para se alcançar altos rendimentos, recomenda-se a utilização de mudas de qualidade com potencial produtivo, aliado ao manejo adequado, principalmente na fase de desenvolvimento inicial da planta, uma vez que, a interferência negativa da competição com plantas daninhas afeta o potencial produtivo da cultura (Almeida et al., 2018), (Singh et al., 2014).

Na produção em viveiros, devido ao uso de recipientes, o ambiente torna-se restrito para o enraizamento, sendo que nesta condição seria necessário apenas uma planta daninha para impactar negativamente o desenvolvimento das mudas (Silva et al., 2019). Em geral, a capina manual é o principal método de controle utilizado, no entanto, esta técnica aumenta os custos de produção pela utilização intensiva de mão-de-obra. À medida que as margens de lucro diminuem e os custos de insumos aumentam continuamente, busca-se reduzir custos de produção, e embora as várias abordagens não químicas do controle de plantas daninhas possam ser eficazes em determinadas situações, os gastos com mão-de-obra necessária impedem a adoção generalizada na produção de mudas em viveiros (Stewart et al., 2017).

Na cultura do cacau, o controle químico torna-se uma alternativa, devido a sua praticidade e baixo custo, utilizado em maior parte na fase de estabelecimento da cultura

em campo (Konlan et al., 2019), no entanto, o uso demasiado ou a dosagem inadequada pode promover danos irreversíveis e comprometer a qualidade da lavoura.

Poucas informações são encontradas em literatura sobre o manejo de plantas daninhas para a cultura do cacau em condições de viveiro, e principalmente sobre a utilização do controle químico como alternativa para o sistema de produção. Por tanto, com a finalidade de gerar informações práticas para auxiliar o manejo da cultura nesta etapa, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas e os efeitos para o desenvolvimento das mudas de cacau em condições de viveiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

DETALHAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no período de junho a novembro de 2019 no Viveiro da Ação Ecológica Guaporé – ECOPORÉ, localizado na rodovia 010 km 5,5 Oeste no município de Rolim de Moura, zona da mata Rondoniense, Brasil, com altitude de aproximadamente 230 metros, latitude 11° 72’ 62’’ S Longitude 61° 82’ 39’’ W. O clima conforme a classificação de Köppen é do tipo Am, que se caracteriza como equatorial com variação para o quente e úmido, com estação seca bem definida (junho a setembro), temperatura mínima de 24°C, máxima 32°C, precipitação anual média de 2.250 mm ano^{1}, e com umidade relativa do ar alta, em torno de 85% (Alvares et al., 2013).

MATERIAL UTILIZADO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para formação das mudas, as sementes foram obtidas de árvores matrizes cadastradas junto ao viveiro da ECOPORÉ. Após as coletas, as sementes foram beneficiadas e distribuídas em canteiro de areia para a germinação, ao emitirem a radícula, as plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno com dimensões de 13 cm de largura e 21 cm de altura, sendo colocadas a 1 cm de profundidade do substrato. Como substrato foi utilizado solo de horizontes subsuperficiais (abaixo dos primeiros 10 cm). Os demais tratos culturais como adubação e irrigação foram preconizados conforme exigência da cultura.

O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6 com quatro repetições, onde o primeiro fator constituído pelos herbicidas flumioxazin e clethodim e o segundo fator as doses destes herbicidas, sendo 0, 1, 2, 4, 8, 16 L ha^{-1} dos produtos comerciais, o que corresponde a 0, 24, 48, 96, 192, 384

g i.a ha^{-1} do princípio ativo Clethodim e 0, 30, 60, 120, 240, 480 g i.a ha^{-1} de Flumioxazin respectivamente. Cada unidade experimental foi composta por seis mudas de cacau, totalizando 288 mudas no experimento.

O herbicida Flumioxazin foi aplicado em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas um dia após o transplante das plântulas de cacau. Enquanto a aplicação do herbicida clethodim ocorreu aos 20 dias em pós-emergência tanto da cultura como das plantas daninhas, ambas com auxílio de um pulverizador costal pressurizado com CO_2, equipado com bico do tipo leque 110° 03 operando a uma altura de 40 cm do alvo, calibrado para aplicar o equivalente a 600 L ha^{-1} de calda.

características avaliadas

Para verificar a seletividade dos herbicidas e suas respectivas dosagens aplicadas, aos 120 dias após as suas aplicações foram avaliadas as seguintes variáveis: altura acima do coleto (medida em cm, considerando a altura do coleto desde a base do solo até a última folha emitida); diâmetro do caule (com o auxílio de um paquímetro foi mensurado em milimetros, a parte inferior da muda que se encontra acima do solo; altura das plantas (medida em centimetro desde raiz das plântulas até a extremidade superior da última folha emitida); número de folhas (foram contabilizadas a quantidade de folhas totalmente expandidas); volume de raízes (utilizou-se uma proveta graduada, contendo volume conhecido de água e, ao adicionar as raízes determinou o volume de água deslocada, sendo este valor o equivalente ao volume ocupado pelas raízes em cm^3); área foliar (estimada em cm^2, as folhas das plântulas foram scaneadas em uma impressora laser jet, e em seguida feita a análise da área através do Software ImageJ, seguindo metodologia proposta por Ramos et al. 2015); para a obtenção da massa seca total, massa seca parte aérea (g. $planta^{-1}$), e massa seca de raízes (todo o material foi acondicionado individualmente em sacos de papel e levado à estufa de circulação forçada de ar (60°C) até a obtenção de massa constante para determinação da matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR) e a soma de ambas totalizou a matéria seca total (MST), sendo MSPA + MSR=MST e o resultado obtido foi transformado em g. $planta^{-1}$)

Para verificar a eficiência dos herbicidas e suas respectivas dosagens no controle de plantas daninhas, após os 120 dias de aplicação foi realizado levantamento fitossociológico das especies daninhas presentes no experimento. Para interpretação dos dados de eficiência no controle de plantas daninhas, foi calculada a densidade total de plantas ocorridas em cada tratamento. Atribuiu-se o valor de 100% de infestação de

plantas daninhas aos tratamentos sem aplicação de herbicidas, e a partir desse valor referencial, foram calculadas estimativas de controle percentual de plantas daninhas (controle relativo) para os demais tratamentos, conforme a metodologia descrita por Silva et al. (2019):

$$CR\ (\%) = 100 - (TCH \times 100)/TSH$$

Em que: CR= Controle Relativo em porcentagem;

TCH= Densidade de plantas no tratamento com herbicida;

TSH= Densidade de plantas no tratamento sem herbicida

.

Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e quando pertinente pelo teste F ($p \leq 0.05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para tratamentos quantitativos, foram ajustadas equações de regressão. As análises foram realizadas com o programa computacional Sisvar® 5.6 (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância houve efeito significativo entre os herbicidas paras as variáveis altura acima do coleto, diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas, volume de raízes e massa seca de raízes. Já para a fonte de variação doses, houve efeito significativo para todas as variáveis. Enquanto a interação entre os herbicidas e as doses aplicadas, houve efeito significativo somente para altura acima do coleto e diâmetro do caule (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura acima do coleto (AC), diâmetro do caule (DC), altura das plantas (AP), número de folhas (NF), volume de raízes (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), área foliar (AF), massa seca total (MST) e controle relativo (CR) de plantas daninhas em mudas de cacaueiros (*Theobroma cacao* L.) submetidas a diferentes doses dos herbicidas clethodim e flumioxazin.

Variáveis	Quadrados médio			Resíduo	CV (%)
	Herbicida (H)	Doses (D)	H x D		
AC	17,63**	5,23**	2,63*	9,11	12,26
DC	65,67**	7,59**	8,16**	0,30	13,06
AP	10,08**	5,05**	1,83 ns	30,41	12,95
NF	3,14 ns	6,76 **	0,57 ns	12.52	28,04
VR	21,08**	1,84*	1,48 ns	6,67	29,75
MSPA	3,63 ns	6,31**	0,45 ns	9,16	30,50
MSR	21,11**	3,17**	1,03 ns	0,45	34,62
AF	0,22 ns	8,48**	1,04 ns	19,32	41,96
MST	3,26 ns	4,15 **	0,50 ns	16,98	35,30
CR	272,13ns	6948,25**	298,18ns	221,29	37,78

ns, ** e *, não significativo, significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.

A altura das mudas, o volume de raízes e a matéria seca de raízes foram afetadas negativamente pela aplicação do flumioxazin, que em contraste com a aplicação do clethodim, obteve uma redução de 11%, 32% e 37% respectivamente para estas variáveis (Tabela 2). Efeitos negativos ao desenvolvimento das plantas com a aplicação de flumioxazin também foram verificados por outros autores. Silva et al. (2017) avaliando o desenvolvimento inicial de mudas de café em condições de campo sob aplicação de flumioxazin verificaram um decréscimo da biomassa vegetal das mudas em 22%. Ronchi e Silva (2003) avaliando a tolerância de mudas de café em vasos à aplicação de herbicidas em pós-emergência verificaram que a aplicação do flumioxazin causou redução de 17% na biomassa seca das raízes das mudas cafeeiras.

Apesar de servir como ferramenta, a utilização de herbicidas deve ser eficaz no controle de plantas daninhas e ser seletiva a cultura comercial, não causando danos ao desenvolvimento. A fitotoxidade dos herbicidas nas plantas pode variar de acordo com algumas características, entre elas, o estágio de crescimento das plantas, que irão influenciar diretamente a absorção e a metabolização do produto (Salgado et al., 2011). Por tanto, em plantas jovens o efeito causado pelos herbicidas pode prejudicar o desenvolvimento (Yamashita et al., 2017).

Tabela 2. Altura de plantas (AP), volume de raízes (VR) e massa seca raiz (MSR) de mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.) submetidas a diferentes doses dos herbicidas clethodim e flumioxazin.

Herbicidas	AP	VR	MSR
	------ cm ------	------ cm^3 ------	---- g. $planta^{-1}$ ----
Flumioxazin	40,07 b	6,97 b	1,50 b
Clethodim	45,12 a	10,39 a	2,40 a

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F a 1% de probabilidade.

De acordo com Soltani et al. (2005) a fitotoxidade do flumioxazin tende a aumentar com altos níveis de umidade do solo após a aplicação do herbicida. Adjesiwor

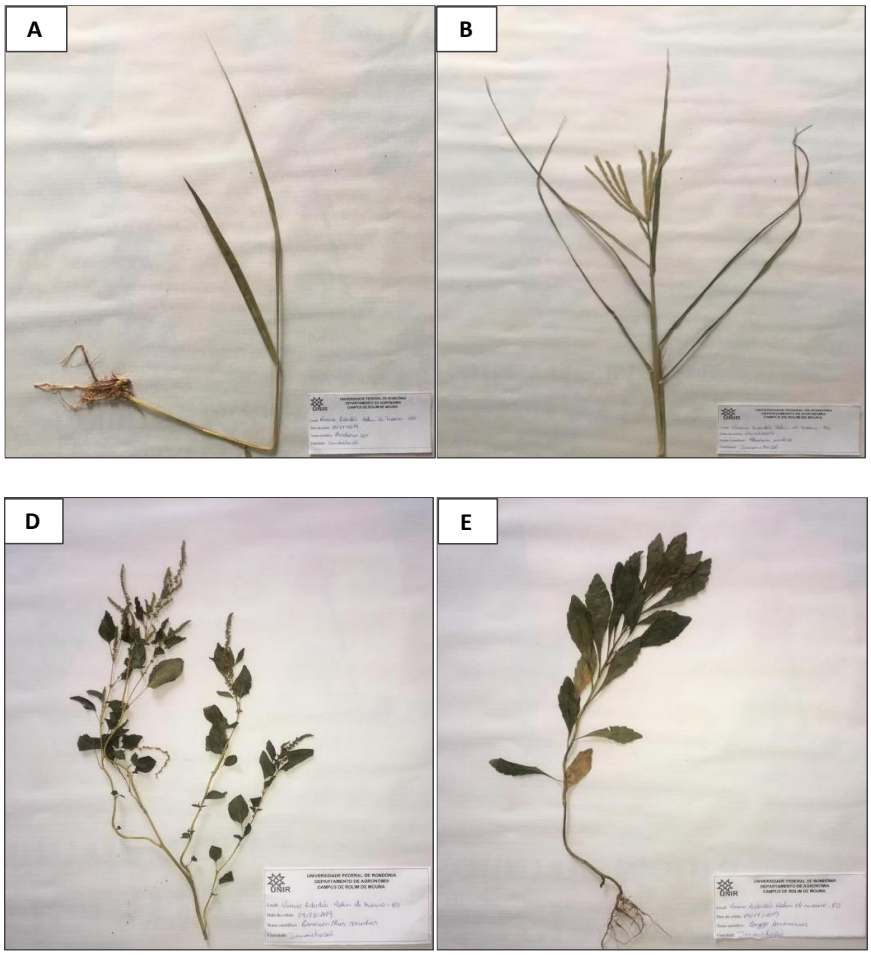
et al. (2019) observaram que a aplicação de flumioxazin afetou o desenvolvimento e rendimento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), e concluíram que este efeito negativo pode estar relacionado aos níveis altos de umidade no solo próximos à emergência das plântulas. Por tanto, os resultados obtidos para as mudas de cacau com o herbicida flumioxazin podem estar relacionados a fitotoxidade aumentada deste herbicida em condições de viveiro, nos quais são mantidos altos níveis de umidade nos substratos.

Além dos efeitos negativos causados nas mudas de cacau pela aplicação do flumioxazin, observou-se ainda que este herbicida proporcionou 8% de falhas na emergência das plântulas. Em contraste, a aplicação do herbicida clethodim em pós emergência das mudas de cacau não proporcionou a morte das plântulas. Nascimento et al. (2015), em estudo realizado testando seletividade de herbicidas em plantas de mamoeiro constataram a morte de plântulas após a aplicação de flumioxazin em pré-emergência da cultura.

O herbicida flumioxazin quando aplicado em pré-emergência fica localizado na superfície do solo entre os 4 cm de profundidade (Wehtje et al., 2012), sendo assim, os tecidos vegetais entram em contato com este herbicida no processo de emergência das plântulas. Logo que ocorre o contato com os tecidos vegetais, o início da reação ocorre com a inibição da PROTOX, causando o acúmulo da protoporfirina IX nas células vegetais pelo descontrole na rota metabólica de sua síntese. A consequência deste processo é o rápido aumento do protoporfirinogênio IX, com consequente peroxidação dos lipídios da membrana celular (Tripathy et al., 2007) causando a morte das plântulas (RIBEIRO et al., 2020).

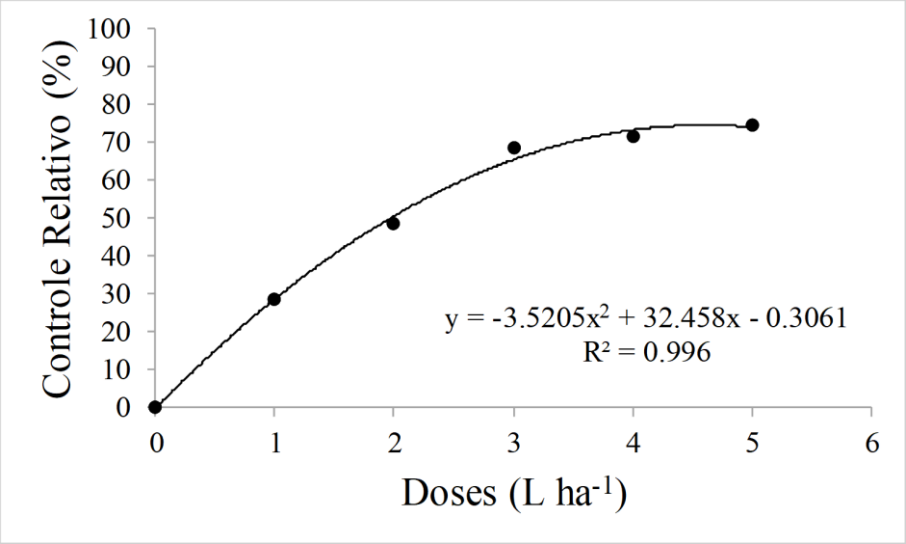
Durante a realização deste experimento, observou-se que as plantas daninhas que emergiram e mais predominaram foram *Brachiaria* spp., *Eleusine indica*, *Digitaria* spp., *Amaranthus viridis*, *Conyza bonariensi* (Figura 1). Após o período decorrido de 120 dias da aplicação dos herbicidas, os mesmos demonstraram eficiência no controle destas plantas daninhas predominantes. As doses utilizadas dos herbicidas permitiram ajuste de uma equação quadrática. As plantas daninhas foram controladas à medida que ocorre um acréscimo nas doses dos herbicidas, sendo o máximo controle de plantas daninhas de 74,5% atingido com a aplicação de 4,61 L ha^{-1} dos herbicidas, o que corresponde a aplicação de138 g i. a. ha^{-1} do flumioxazin e 110, 4 g i. a. ha^{-1} do clethodim (Figura 2).

Figura 1. *Brachiaria* spp. (A), *Eleusine indica* (B), *Digitaria* spp. (C), *Amaranthus viridis* (D) e *Conyza bonariensi* (E).



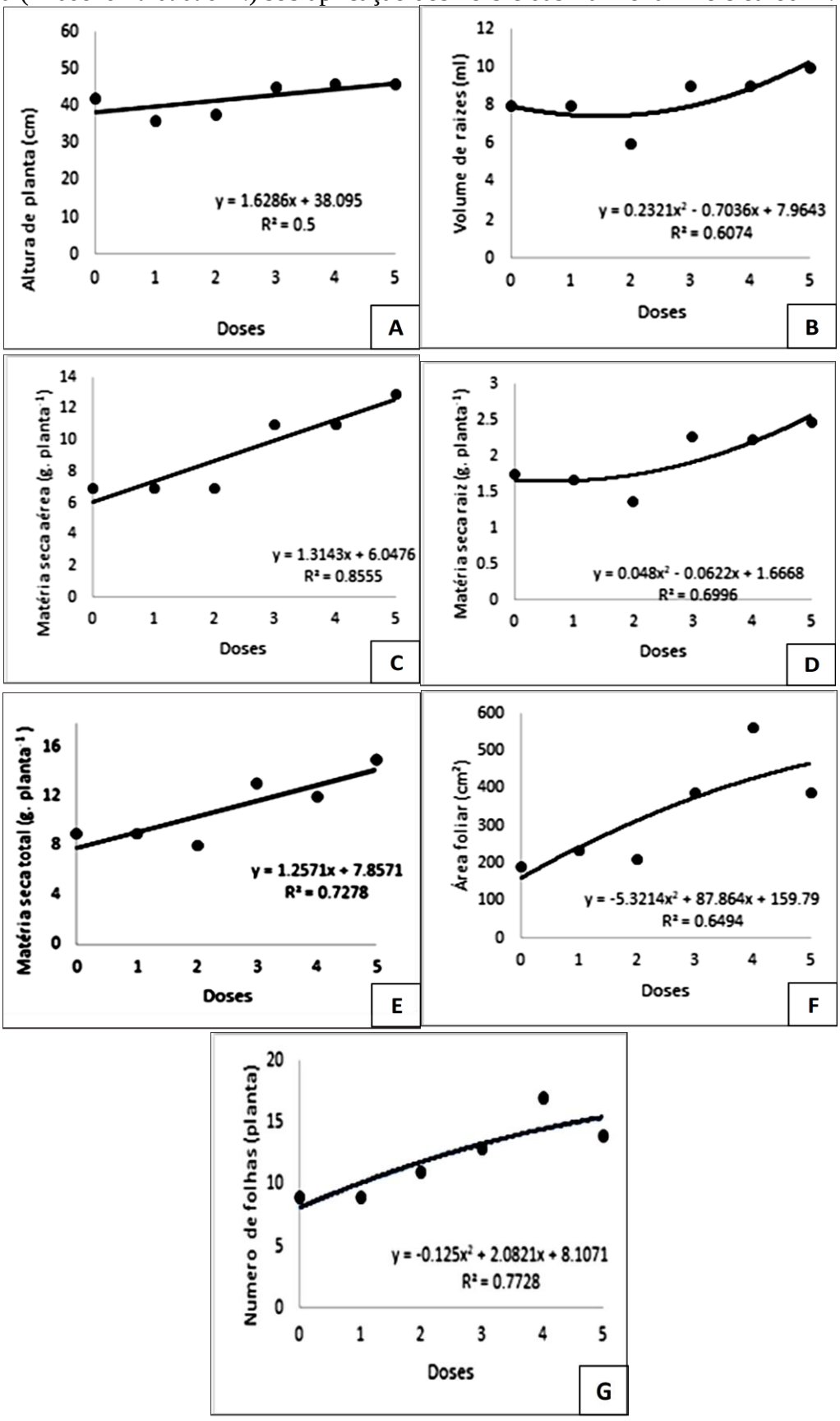
Diversos autores também verificaram a eficiência dos herbicidas clethodim e flumioxazin no controle de plantas daninhas. Para o herbicida clethodim, Ulguim et al. (2013) observaram controle satisfatório de *Eleusine indica*, assim como Licorini et al. (2015) para *Digitaria* spp. Para o flumioxazin, Tiburcio et al. (2012) obteve controle satisfatório para *Brachiaria* spp. e *Digitaria* spp., assim como Dalazen et al. (2015) para *Conyza bonariensis* e Hay et al. (2019) para *Amaranthus* spp. Vale ressaltar que a presença das daninhas *Amaranthus viridis* e *Conyza bonariensis* ocorreram apenas nos tratamentos aplicados com o herbicida cletodim. Isto pode ser explicado devido a ação graminicida do produto, sendo as dicotiledôneas seletivas ao mecanismo de ação e as gramíneas suscetíveis a este tipo de herbicida (Metier et al., 2019).

Figura 2. Controle relativo de plantas daninhas sob aplicação dos herbicidas flumioxazin e clethodim.



As variáveis relacionadas ao desenvolvimento das mudas de cacau foram influenciadas pelas doses aplicadas dos herbicidas flumioxazin e clethodim. Constatou-se um efeito positivo com o aumento das doses dos herbicidas para as variáveis altura de planta, volume de raízes, matéria seca aérea, matéria seca de raízes, matéria seca total, área foliar e número de folhas (Figura 3).

Figura 3. Altura da planta (A), volume de raízes (B), seca da parte aérea (C), massa seca de raízes (D), massa seca total (E) e área foliar (F) e número de folhas (G) de mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.) sob aplicação dos herbicidas flumioxazin e clethodim.



Observou-se que quando realizado o controle das plantas daninhas, as mudas de cacau sofreram menores efeitos negativos pela competição. A redução das variáveis observadas com as menores doses dos herbicidas em relação as maiores doses indicam que a competição com as plantas daninhas interferiu no desenvolvimento das mudas de cacau. O efeito competitivo com as plantas daninhas é ainda mais agravado pelo tamanho do recipiente que a muda de cacau se desenvolve. De acordo com Bartley et al. (2017) a competição entre as plantas tende a aumentar com os menores recipientes, isto deve-se a limitada quantidade de recursos disponíveis pelo mesmo espaço. Por tanto, estes resultados indicam o benefício no desenvolvimento das mudas de cacau quando utilizado herbicidas para o controle de plantas daninhas.

No desdobramento da interação observou-se que nas doses menores a variável altura acima do coleto foi superior nos tratamentos onde se aplicou o princípio ativo clethodim e nas maiores doses os herbicidas obtiveram o mesmo desempenho. Para a variável diâmetro do coleto, a partir da dose de 2 L ha^{-1} o herbicida flumioxazin obteve médias inferiores ao herbicida clethodim, indicando que influenciou negativamente no diâmetro das mudas de cacau (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Tibúrcio et al. (2012), onde a aplicação de flumioxazin diminuiu a altura de mudas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), para o diâmetro do caule, Silva et al. (2017) constatou um decréscimo de 11% em mudas de café em condições de campo submetidas a aplicação de flumioxazin.

Tabela 3. Altura acima do coleto (AC) e diâmetro do coleto (DC) de mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.) submetidas a diferentes doses dos herbicidas flumioxazin e clethodim.

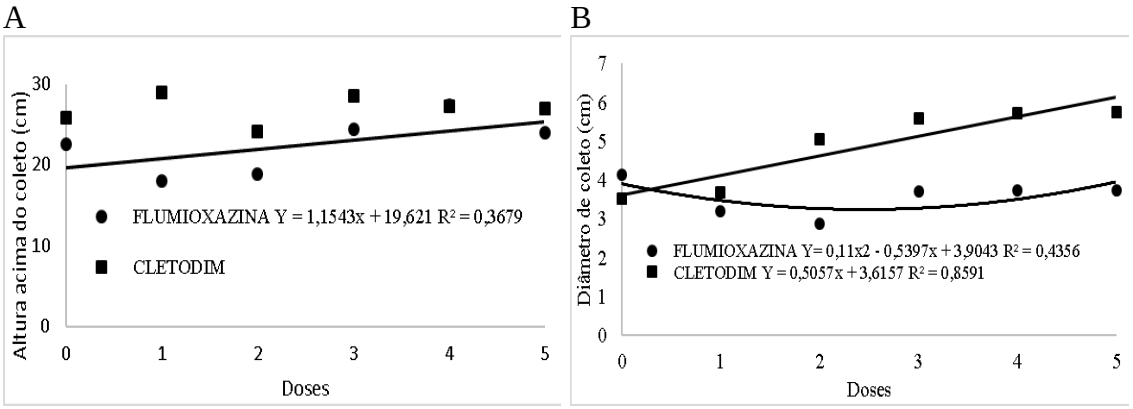
Variável	Herbicidas	Doses (L ha^{-1})					
		0	1	2	3	4	5
AC	Flumioxazin	22,35 a	18,15 b	18,79 b	24,81 a	27,04 a	25,60 a
	Clethodim	24,31a	28,10 a	23,45 a	28,57 a	27,43 a	26,82 a
DC	Flumioxazin	4,14 a	3,19 a	2,86 b	3,70 b	3,73 b	3,72 b
	Clethodim	3,52 a	3,69 a	5,03 a	5,58 a	5,71 a	5,53 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando as doses aplicadas, a variável altura acima de coleto apresentou comportamento linear positivo para o herbicida flumioxazina, sendo assim o aumento das doses deste herbicida promoveu melhor desempenho das mudas (Figura 4), porém para o cletodim, nenhum modelo matemático apresentou ajuste. Para a variável diâmetro do coleto observou-se comportamento linear positivo do herbicida flumioxazina, entretanto

o cletodim apresentou um comportamento quadrático. De maneira semelhante aos resultados obtidos para as demais características avaliadas nas mudas de cacau, o melhor desempenho destas variáveis com o aumento das doses está relacionado a eficiência de controle de plantas daninhas pelos herbicidas, aos quais inibiram a competição das plantas daninhas com as mudas de cacau.

Figura 4. Altura acima do coleto (A) e diâmetro do caule (B) de mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.) sob aplicação dos herbicidas flumioxazin e clethodim.



No decorrer do experimento constatou-se visualmente que a aplicação do herbicida clethodim causou menores efeitos de toxidez nas plantas de cacau, mesmo nos tratamentos que receberam as maiores doses. Oliveira et al. (2019) obtiveram resultados semelhantes com a aplicação do herbicida clethodim em espécies dicotiledôneas, onde não verificaram nenhum nível de intoxicação das plantas e nenhum efeito de inibição no crescimento e desenvolvimento. Estes resultados podem ser explicados pela ação da enzima ACCase responsável pela biossíntese dos ácidos graxos, constituintes básicos da membrana celular, causando a inibição da divisão celular, formação de cloroplastos e diminuição da respiração, tendo uma boa seletividade para dicotiledôneas (Brighenti et al., 2004).

Considerando que o cacau é uma cultura perene, é importante que as plantas obtenham bom desenvolvimento em fase de viveiro, pois a formação da lavoura com mudas de qualidade aumenta o potencial produtivo. Sendo assim, considerando os resultados obtidos neste trabalho, os herbicidas foram eficientes no controle de plantas daninhas nas condições de viveiro. No entanto, o herbicida clethodim se destacou tanto pela eficiência de controle das daninhas como pelo bom resultado das mudas de cacau que receberam este tratamento, o que não aconteceu com a aplicação do herbicida flumioxazin.

4 CONCLUSÃO

A utilização em pós-emergência do herbicida clethodim promoveu melhor desenvolvimento nas mudas cacaueiras em relação a aplicação em pré-emergência do herbicida Flumioxazin.

A aplicação dos herbicidas flumioxazin e clethodim obtiveram bom desempenho no controle de plantas daninhas predominantes, em que a maior eficiência foi atingida com o uso de 138g i.a. ha-1 e 110,4g i.a. ha^{-1}, respectivamente.

REFERÊNCIAS

Adjesiwor, A. T.; Claypool, D. A.; Kniss, A. R. Dry bean response to preemergence flumioxazin. **Weed Technology**, v.34, n.2, p.197-201, 2019. https://doi.org/10.1017/wet.2019.87

Almeida, J.F.; Garcia, G.P.; Perez, R.A.; Brito, J.D. Weeds Associated to Different Genotypes of Cocoa in the Ecuadorian Amazon Region. **Planta daninha**, v. 36, p. 1-6, 2018. https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100042

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013. https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Bartley, III P.C.; Wehtje, G.R.; Murphy, A.M.; Foshee, W.G. III; Gilliam, C.H. Mulch type and depth influences control of three major weed species in nursery container production. **HortTechnology**, v.27, n.4, p.465-471, 2017. https://doi.org/10.21273/HORTTECH03511-16

Berchielli-Robertson, D. L.; Gilliam, C. H.; Fare, D. C. Competitive Effects of Weeds on the Growth of Container-grown Plants. HortScience, v.25, n.1, p.77-79, 1990. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.25.1.77

Brighenti, A. M.; Castro, C. de; Gazziero, D. L. P.; Voll, E. **Controle de plantas daninhas e persistência de herbicidas de solo na cultura do girassol**. In: Saraiva, O. F.; Leite, R. M. V. B. de C. (Org.). Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 2004. Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 75-80.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise do mercado agropecuário e extrativista**. **2019**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-cacau/item/download/27777_3975da04fed7098ede8cf3b74ab85e28>. Acesso em: 20 abril, 2020.

Dalazen, G.; Kruse, N. D.; Machado, S.L.O. Herbicidas de uso potencial no controle de buva e sua seletividade sobre aveia e azevém. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.4, p.792-799, 2015.

Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001

Hay, M.M.; Shoup, D.E.; Peterson, D.E. Herbicide options for control of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and common waterhemp (*Amaranthus rudis*) in double-crop soybean. **Weed Technology**, v.33, n.1, p.106–114, 2019. https://doi.org/10.1017/wet.2018.86

ICCO - International Cocoa Organization. **Produção Mundial de cacau**. London: ICCO, 2020. Disponível em: <https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-

agreements/doc_download/4566-production-qbcs-xlvi-no-1.html > . Acesso em: 20 abr. 2020.

Konlan, S.; Quaye, A. K.; Pobee, P.; Amon-Armah, F.; Dogbatse, J. A.; Arthur, A. R.; Fiakpornu, A.; Dogbadzi, R. Effect of weed management with glyphosate on growth and early yield of young cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ghana**. African Journal of Agricultural Research**, v.14, n.28, p.1229-1238, 2019. https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13555

Licorini, L.R.; Gandolfo, M.A.; Sorace, M.A.; Osipe, R.; Cossa, C.A.; Osipe, J.B. Identificação e controle de biótipos resistentes de *Digitaria insularis* (L.) Fedde ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.14, n.2, p.141-147, 2015. https://doi.org/10.7824/rbh.v14i2.394

Metier, E.P.; Lehnhoff, E.A.; Mangold, J.; Rinella, M.J.; Rew, L.J. Control of downy brome (*Bromus tectorum*) and Japanese brome (*Bromus japonicus*) using glyphosate and four graminicides: effects of herbicide rate, plant size, species, and accession. **Weed Technology**, v.34, n.2, p.284–291, 2019. https://doi.org/10.1017/wet.2019.112

Nascimento, P. G. M. L.; Lima, M. F. P.; Rodrigues, A. P. M. S.; Carvalho, D. R.; Freitas, F. C. L.; Mesquita, H. C.; Fontes, L. O. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do mamoeiro. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.14, n.3, p.220-227, 2015. https://doi.org/10.7824/rbh.v14i3.415

Oliveira Jr, R. S.; Constantin, J.; Inoue, M, H. **Mecanismo de ação de herbicidas. Biologia e manejo de plantas daninhas**. Omnipax editora. Curitiba, p. 141-192, 2011.

Oliveira, L.; Silva J.R.; A.C.; Gonçalves, C.G.; Pereira, M.R.R.; Martins, D. Selectivity of Herbicides to Native Tree Species in Brazil. **Planta daninha**, v.37, 2019. https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100086

Oliveira, M. G.; Dias, R. C.; Melo, C. A. D.; Mendes, K. F.; Silva, P. V.; Silva, D. V.; Reis, M. R. Tolerância da cebola implantada por semeadura direta ao flumioxazin aplicado em pós-emergência inicial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 585-592, 2018. https://doi.org/10.7824/rbh.v17i2.585

Ramos, F. T.; Ferreira, L. S.; Pivetta, F.; Maia, J. C. S. Área do limbo foliar de diferentes plantas estimada por medidas lineares e matéria seca, calibradas com o software IMAGEJ. **Interciencia**, v.40, n.8, p.570-575, 2015. https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/570-C-RAMO6.pdf

Ribeiro, R. M. P.; GOMES, R. N.; Moretto Junior, W.; Contiero, L. A. F.; Seixas, E. S.; Lisboa, L. A. M. Use of herbicides in the culture of crotalaria ochroleuca g.don. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 54580–54589, 2020. https://doi:10.34117/bjdv6n8-028

Ronchi, C. P.; Silva, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003. https://doi.org/10.1590/S0100-83582003000300010

Salgado, T. P.; Alves, P.L.C.A.; Kuva, M.A.; Takahashi, E.N.; Dias, T.C.S.; Lemes, L.N. Sintomas da intoxicação inicial de *Eucalyptus* proporcionados por subdoses de glyphosate aplicadas no caule ou nas folhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, pp. 913-922, 2011. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000400022

Silva, C. A.; Martins, J. K. D.; Damaceno, J. B. D.; Enck, B. F.; Silva, D. R.; Domingues, C. G.; Luz, S. R. O.; Oliveira, V. S.; Moraes, F.; Altoé, M. S.; Rosa, R.; Partelli, F. L.; Dias, J. R. M. Formation of Seedlings of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner and Weed Control Under Application of Herbicides Oxyfluorfen and Pendimethalin. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 13, p.312-318 2019. https://doi.org/10.5539/jas.v11n13p312

Silva, L. G.; Castanheira, D. T.; Voltolini, G. B.; Souza, I. F.; Gonçalves, A. H.; Guimarães, R. J. Sintomas de fitotoxicidade e crescimento de mudas de café submetidas aos herbicidas inibidores da PROTOX. **Coffee Science**, v. 12, n. 3, p. 290 - 296, 2017. http://dx.doi.org/10.25186/cs.v12i3.1263

Singh R.; Sud R.; Pal, P. **Integrated Weed Management in Plantation Crops**. In: Chauhan B., Mahajan G. (eds) Recent Advances in Weed Management. Springer, New York, NY, 2014. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1019-9_12

Soltani, N.; Bowley, S.; Sikkema, P. H. Responses of dry beans to flumioxazin. Weed Technology, v.19, n.2, p.351-358, 2005. https://doi.org/10.1614/WT-04-146R1

Stewart, C.J.; Marble, S.C.; Pearson, B.J.; Wilson, P.C. Impact of Container Nursery Production Practices on Weed Growth and Herbicide Performance. HortScience, v.52, n.11, p.1593-1600, 2017. https://doi.org/10.21273/HORTSCI12241-17

Tibúrcio, R. A. S.; Ferreira, F. A.; Ferreira, L. R.; Machado, M. S.; Machado, A. F. L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 523-531, Dec. 2012. https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000400001

Tripathy, B.C.; Mohapatra, A.; Gupta, I. Impairment of the photosynthetic apparatus by oxidative stress induced by photosensitization reaction of protoporphyrin IX. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics**, v.1767, n.6, p.860-868, 2007. https://doi.org/10.1016/j.bbabio.2007.03.008

Ulguim, A. R.; Vargas, L.; Agostinetto, D.; Dal Magro, T.; Westendorff, N.R.; Holz, M.T. Manejo de capim pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.13, p.17-24, 2013. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000100003

Wehtje, G.R.; Gilliam, C.H.; Marble, S.C. Duration of flumioxazin-based weed control in container-grown nursery crops. **Weed Technology**, v.26, n.4, p.679–683, 2012. https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00180.1

Yamashita, O. M.; Silva, G. B.; Rondon Neto, R. M.; Campos, O. R.; Peres, W. M. Interferência de subdoses de glyphosate no desenvolvimento de plantas jovens de nim. **Nativa**, v.5, n.3, p. 163-168, 2017. http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05n03a02