



UESB

**HABILIDADE COMPETITIVA DE EUCALIPTO À
INFESTAÇÃO DE *Panicum maximum* E TOXICIDADE
DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES VIA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO**

ADERSON COSTA ARAUJO NETO

2017

ADERSON COSTA ARAUJO NETO

**HABILIDADE COMPETITIVA DE EUCALIPTO À INFESTAÇÃO DE
Panicum maximum E TOXICIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-
EMERGENTES VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia.

Orientador:
Prof. D.Sc. Alcebíades Rebouças São José

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
2017

N385h

Araujo Neto, Aderson Costa.

Habilidade competitiva de eucalipto à infestação de *Panicum maximum* e toxicidade de herbicidas pré-emergentes via água de irrigação. / Aderson Costa Araujo Neto, 2017.

116f. : il.

Orientador (a): Dr. Alcebíades Rebouças São José.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2017.

Inclui referência F. 106 - 108.

1. *Eucalyptus urograndis* – Cultivo. 2. Capim-colonião. 3. Controle químico. 4. Fitointoxicação. I. São José, Alcebíades Rebouças. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. T. III.

CDD. 634.973766

Catálogo na fonte: Cristiane Cardoso Sousa – CRB 5/1843

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

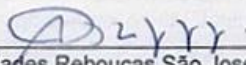
Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "HABILIDADE COMPETITIVA DE EUCALIPTO À INFESTAÇÃO DE *Panicum maximum* E TOXICIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO".

Autor: Aderson Costa Araújo Neto

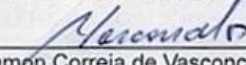
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



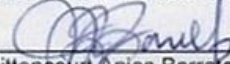
Prof. Alcebiades Rebouças São José - Presidente



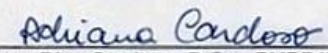
Profa. Karoline Santos Gonçalves, D. Sc., UFRB/ Cruz das Almas



Prof. Ramon Correia de Vasconcelos, D. Sc., UESB



Profa. Patricia Bittencourt Anjos Barreto-Garcia, D. Sc., UESB



Adriana Dias Cardoso, D.Sc., PNP/DCAPES

Data de realização: 03 de julho de 2017.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059
– Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

A Deus, pelo Dom da vida, incomparável e inconfundível bondade, que plantou em mim um sonho que hoje se concretiza.

Aos meus pais, Rosa Malena e Aderson Costa Filho, pelos valores transmitidos e por sempre apoiarem e incentivarem minhas escolhas.

À minha amada esposa, Karina Ataíde, pelo apoio e cumplicidade em todos esses anos de convivência.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu tudo, ao Deus Pai Todo Poderoso, criador do céu e da terra, fonte da minha vida, da minha força, do meu ser, minha estrutura, inspiração e equilíbrio em todos os momentos.

À minha mãe, Rosa Malena, ao meu pai, Aderson Costa Filho, à minha irmã, Renata Costa, à minha sobrinha Karlinha, e aos meus familiares e amigos, pelo amor, apoio, compreensão e confiança dispensados a todo tempo.

À minha esposa, Karina Ataíde, e sua família, por todo amor, incentivo, companheirismo, união e apoio incondicional.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. Alcebíades Rebouças São José, pela orientação, apoio, incentivo e confiança na execução do trabalho e pela amizade conquistada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos transmitidos.

À Diretoria do Campo Agropecuário (DICAP) e toda a equipe de trabalhadores do campo, pelo apoio e serviços prestados.

Aos colegas que fizeram e fazem parte da equipe do Laboratório de Biotecnologia: Maurício Soares, Eduardo Souza, Raelly Silva, Thiago Prado, Gianmarco Tironi, Caroline Boaventura, Gabriela Leite, Renan Thiago e Ana

Paula, pelo auxílio em todas as atividades do trabalho e pela agradável convivência em todos esses anos.

Aos colegas e amigos de Mestrado e Doutorado, pelos bons momentos de estudo, descontração e troca de ideias.

Aos membros da Banca Examinadora, por aceitarem o convite e pelas valiosas sugestões na melhoria do trabalho.

Enfim, a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado!

RESUMO

ARAÚJO NETO, A. C. **Habilidade competitiva de eucalipto à infestação de *Panicum maximum* e toxicidade de herbicidas pré-emergentes via água de irrigação.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2017. 116 p. (Tese – Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)¹

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista, BA, com o objetivo de avaliar o crescimento inicial de *Eucalyptus urograndis*, clone VCC865, em função da distância e população de plantas de *Panicum maximum* e a toxicidade de herbicidas pré-emergentes aplicados via água de irrigação na implantação da cultura do eucalipto. Para tanto, foram conduzidos três experimentos; o experimento 1 foi realizado em vasos com 25 L de capacidade, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 6 x 3, sendo seis populações de capim-colonião (0, 20, 40, 60, 80 e 100 plantas m⁻²) e três distâncias a partir da planta de eucalipto (0, 5 e 10 cm). Ao final de 90 dias de convivência, as plantas de eucalipto foram avaliadas quanto à altura, ao diâmetro do caule, índice de clorofila Falker, número de folhas, área foliar total, massa seca de folhas e do caule. Nessa ocasião, foi também determinada a massa fresca e seca da parte aérea das plantas de capim-colonião. O experimento 2 foi conduzido em condições de campo, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 2 x 2, sendo cinco doses do herbicida oxyfluorfen (0; 360; 720; 1080 e 1440 g i.a. ha⁻¹), dois modos de aplicação (sobre a planta e sobre o solo) e dois volumes da água de irrigação (5 e 10 L). Foram realizadas avaliações de porcentagem visual de intoxicação, altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar total, massa seca da parte aérea, índice de clorofila SPAD, condutância estomática, concentração interna de CO₂, taxa fotossintética e taxa de transpiração das plantas de eucalipto. As plantas daninhas presentes no entorno das covas de plantio foram identificadas e quantificadas, para a determinação da densidade de plantas na área amostrada. O experimento 3 foi conduzido em condições de campo, utilizando-se para cada herbicida o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições, considerando-se como fatores as cinco doses dos herbicidas (isoxaflutole: 0; 75; 105; 135 e 165 g i.a. ha⁻¹; flumioxazin: 0; 70; 90; 110 e 130 g i.a. ha⁻¹; sulfentrazone: 0; 400; 600; 800 e 1000 g i.a. ha⁻¹) e as duas formas de aplicação (sobre a planta e sobre o solo). Aos 60 dias após a aplicação, avaliaram-se a porcentagem visual de intoxicação, altura de plantas, diâmetro do caule, índice de clorofila Falker,

¹Orientador: Alcebíades Rebouças São José, D. Sc. UESB.

número de folhas, área foliar total e massa seca da parte aérea das plantas de eucalipto. Todas as características de crescimento avaliadas no eucalipto foram afetadas negativamente pela interferência de *P. maximum*; os efeitos foram mais acentuados à medida que se aumentou a população de plantas. O oxyfluorfen veiculado à água de irrigação, independente da forma de aplicação e do volume da água de irrigação, mostrou-se seletivo à cultura nas doses avaliadas e, dessa forma, promoveu efetivo controle em pré-emergência das plantas daninhas e aumento no crescimento inicial do eucalipto nas maiores doses (1080 e 1440 g i.a. ha⁻¹). O sulfentrazone, apesar de ocasionar injúrias às plantas persistentes até os 42 dias após a aplicação, não interferiu no crescimento do eucalipto. O isoxaflutole, independente da forma de aplicação, e o flumioxazin, aplicado diretamente sobre as plantas, mostraram-se seletivos à cultura e proporcionaram incremento no crescimento inicial das plantas; dessa forma, apresentam potencial para utilização em larga escala na fase de implantação de plantios comerciais de eucalipto.

Palavras-chave: *Eucalyptus urograndis*, capim-colonião, competição, controle químico, fitointoxicação.

ABSTRACT

ARAÚJO NETO, A. C. **Competitive eucalyptus ability to *Panicum maximum* infestation and toxicity of pre-emergent herbicides via irrigation water.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2017. 116 p. (Thesis-PhD in Agronomy, Concentration Area in Crop Science)²

The work was developed at the State University of Southwest of Bahia, in Vitória da Conquista, BA, with the objective of evaluating the initial growth of *Eucalyptus urograndis*, clone VCC865, as a function of the distance and plant population of *Panicum maximum* and the toxicity of pre-emergent herbicides applied via irrigation water in the implantation of the eucalyptus crop. For this, three experiments were conducted, with experiment 1 carried out in pots with 25 L of capacity, distributed in a completely randomized experimental design with four replications, in a factorial scheme 6 x 3, being six guinea grass populations (0, 20, 40, 60, 80 and 100 plants m⁻²) and three distances from the eucalyptus plant (0, 5 and 10 cm). At the end of 90 days of coexistence, the eucalyptus plants were evaluated for height, stem diameter, Falker chlorophyll index, leaf number, total leaf area, dry mass of leaves and stem. At that time the fresh and dry mass of the shoot of the guinea grass plants was also determined. Experiment 2 was conducted under field conditions, in a randomized complete block design with four replications, in a 5 x 2 x 2 factorial scheme, with five doses of the herbicide oxyfluorfen (0, 360, 720, 1080 and 1440 g a.i. ha⁻¹), two modes of application (on the plant and on the soil) and two volumes of irrigation water (5 and 10 L). Visual intoxication percentage, plant height, stem diameter, leaf number, leaf area, shoot dry weight, SPAD chlorophyll index, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, photosynthetic rate and transpiration rate were evaluated for eucalyptus plants. The weeds present in the vicinity of the planting holes were identified and quantified to determine plant density in the sampled area. Experiment 3 was conducted under field conditions, using a randomized complete block design in a 5 x 2 factorial scheme for each herbicide, with four replications, considering the five herbicide doses (isoxaflutole: 0, 75, 105, 135 and 165 g a.i. ha⁻¹; flumioxazin: 0, 70, 90, 110 and 130 g a.i. ha⁻¹; sulfentrazone: 0, 400, 600, 800 and 1000 g a.i. ha⁻¹) and the two forms of application (on the plant and on the soil). At 60 days after application (DAA), visual intoxication percentage, plant height, stem diameter, Falker chlorophyll index, leaf number, total leaf area and shoot dry mass were evaluated for eucalyptus plants. All the growth characteristics evaluated in the eucalyptus were negatively affected by interference of *P. maximum*; the effects were more accentuated as the plant population increased. The oxyfluorfen

²Adviser: Alcebíades Rebouças São José, D. Sc. UESB.

associated with irrigation water, regardless of the application form and the volume of irrigation water were selective for the crop at the doses evaluated. The highest doses (1080 and 1440 g a.i. ha⁻¹) effectively controlled the pre-emergence phase of weed growth, resulting in increased initial growth among the eucalyptus plants. The sulfentrazone, although it causes persistent injuries to the plants until 42 days after application, did not interfere in the growth of eucalyptus. The isoxaflutole, regardless of the application form, and flumioxazin, applied directly on the plants, were selective for the crop, providing an increment in the initial growth of the plants; therefore they present potential for large-scale use in the implantation phase of commercial eucalyptus plantations.

Keywords: *Eucalyptus urograndis*, guinea grass, competition, chemical control, phytointoxication.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 2.1** - Relação de espécies daninhas identificadas em cultivo de eucalipto, aos 60 dias após o plantio, organizadas por família, nome científico, nome comum e número de indivíduos por espécie em função de doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista – BA, 2015..... 66
- Tabela 2.2** - Taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função de volumes de água de irrigação para aplicação de doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista – BA, 2015. 77
- Tabela 2.3** - Taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da forma de aplicação de doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista – BA, 2015..... 78
- Tabela 3.1** - Índice de clorofila Falker de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da forma de aplicação de doses do herbicida isoxaflutole. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 98
- Tabela 3.2** - Diâmetro do caule (mm) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função das formas de aplicação de doses do herbicida flumioxazin. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 101
- Tabela 3.3** - Área foliar total (cm^2) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função das formas de aplicação de doses do herbicida flumioxazin. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 102
- Tabela 3.4** - Massa seca da parte aérea (g) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da forma de aplicação de doses do herbicida flumioxazin. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Estimativa da massa fresca (A) e seca (B) acumulada da parte aérea de *Panicum maximum* em populações crescentes, após 90 dias de convivência com plantas de eucalipto, clone VCC865. Vitória da Conquista – BA, 2016 47

Figura 1.2 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016. 48

Figura 1.3 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar total (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016. 50

Figura 1.4 - Estimativa do Índice de Clorofila Falker (ICF) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016. 51

Figura 1.5 - Estimativa da massa seca de caule (A) e de folhas (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016. 52

Figura 2.1 - Médias diárias de precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas durante o período de condução do experimento (28 de abril a 16 de junho de 2015). Vitória da Conquista – BA, 2015 62

Figura 2.2 - Estimativa da densidade de plantas daninhas em função de doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) em dois volumes de água (5 e 10 L) na fase inicial de implantação da cultura do eucalipto, clone VCC865. Vitória da Conquista – BA, 2015. 69

Figura 2.3 - Estimativa da fitointoxicação em eucalipto, clone VCC865, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) de doses do herbicida oxyfluorfen diretamente sobre as plantas. Vitória da Conquista – BA, 2015..... 71

Figura 2.4 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, submetido a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015..... 73

Figura 2.5 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015..... 74

Figura 2.6 - Estimativa da massa seca da parte aérea (A) e índice de clorofila SPAD (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015. 75

Figura 2.7 - Estimativa da taxa fotossintética (A) e transpiratória (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) em dois volumes de água (5 e 10 L) na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015..... 76

Figura 3.1 - Médias semanais de precipitação, umidade relativa do ar (UR) e temperaturas máxima e mínima registradas durante o período de condução do experimento (19 de outubro de 2016 a 10 de janeiro de 2017). Vitória da Conquista – BA, 2016..... 89

Figura 3.2 - Estimativa da fitotoxicidade em plantas de eucalipto, clone VCC865, aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) (A) de doses do herbicida sulfentrazone, via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) (B) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 93

Figura 3.3 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, submetido a doses do herbicida isoxaflutole, aplicado via água de irrigação na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 96

Figura 3.4 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida isoxaflutole, aplicado via água de irrigação na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 97

Figura 3.5 - Estimativa do Índice de Clorofila Falker (ICF) (A) e massa seca da parte aérea (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida isoxaflutole, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SP) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016. 98

Figura 3.6 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, submetido a doses do herbicida flumioxazin, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016. 100

Figura 3.7 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida flumioxazin, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SP) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016. 102

Figura 3.8 - Estimativa da massa seca da parte aérea de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida flumioxazin, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SP) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016..... 103

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
AF	Área foliar total (cm^2)
ALT	Altura de plantas (cm)
Ci	Concentração interna de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1}$)
CV	Coefficiente de variação (%)
DAA	Dias após o plantio
DENS	Densidade (número de plantas daninhas m^{-2})
DIA	Diâmetro do caule (mm)
DIST	Distância entre plantas (cm)
DOS	Doses de herbicida (g i.a. ha^{-1})
E	Taxa de transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
FAPL	Formas de aplicação de herbicida
FV	Fonte de variação
GL	Graus de liberdade
Gs	Condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
ICF	Índice de clorofila Falker
MSF	Massa seca de folhas (g)
MSPA	Massa seca da parte aérea (g)
MSR	Massa seca de ramos (g)
NF	Número de folhas
PER	Períodos de avaliação
POP	População de plantas daninhas
QM	Quadrado médio
SPAD	Índice de clorofila SPAD
VOL	Volumes de água de irrigação (L)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Importância econômica e aspectos gerais da eucaliptocultura.....	21
2.2 Interferência de plantas daninhas na cultura do eucalipto	24
2.3 Controle químico de plantas daninhas na cultura do eucalipto.....	26
2.3.1 Herbicidas aplicados em pré-emergência e toxicidade na cultura do eucalipto.....	28
3 REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO I. POPULAÇÃO E DISTÂNCIA DE PLANTAS DE <i>Panicum maximum</i> Jacq. SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO.	41
1 INTRODUÇÃO	42
2 MATERIAL E MÉTODOS	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4 CONCLUSÕES	55
5 REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO II. EFICIÊNCIA E TOXICIDADE DO OXYFLUORFEN VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO EUCALIPTO	59
1 INTRODUÇÃO	60
2 MATERIAL E MÉTODOS	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4 CONCLUSÕES	80
5 REFERÊNCIAS.....	81

**CAPÍTULO III. TOXICIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES
VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO
EUCALIPTO..... 85**

1 INTRODUÇÃO 86

2 MATERIAL E MÉTODOS 89

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 92

3.1 Efeito do isoxaflutole sobre o crescimento inicial das plantas de *E. urograndis*..... 95

3.2 Efeito do flumioxazin sobre o crescimento inicial das plantas de *E. urograndis*..... 99

4 CONCLUSÕES 105

5 REFERÊNCIAS..... 106

ANEXOS..... 109

ANEXO 1A 110

ANEXO 1B..... 111

ANEXO 2B..... 112

ANEXO 3B..... 113

ANEXO 1C..... 114

1 INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Eucalyptus*, originário da Austrália, possui cerca de 700 espécies descritas e tem sido uma grande alternativa ao uso de madeira nativa na produção madeireira no Brasil. Isso se dá, principalmente, em razão do seu rápido crescimento e da sua alta produtividade (RAMOS e outros, 2011).

Conforme a Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2016), no ano de 2015, a área reflorestada com *Eucalyptus* no Brasil foi superior a 5,6 milhões de hectares; a Bahia é considerada o quarto maior estado do país em área plantada com o gênero; alcançou 616 mil hectares, o que representa um aumento de 2,8% em relação ao ano de 2014.

Nas áreas plantadas com eucalipto, um dos problemas enfrentados é a competição com as plantas daninhas, cujo manejo assume papel de destaque entre os tratos culturais, com reflexos diretos no rendimento e nos custos de produção (TUFFI SANTOS e outros, 2006b).

A ocorrência de plantas daninhas em áreas de plantio de eucalipto prejudica o crescimento da cultura, em razão da competição por água, nutrientes e luz, principalmente no período inicial de desenvolvimento. Nesse período, a competição pode ser intensificada devido à irrigação pós-plantio, normalmente realizada de forma localizada na cova, e não em área total, que contribui para que o crescimento das plantas daninhas ocorra próximo às mudas. Para evitar prejuízos, é recomendado efetuar o manejo dessas antes que ocorra interferência na cultura (TAROUCO e outros, 2009).

A competição causada por plantas daninhas é mais expressiva nos dois primeiros anos após o plantio do eucalipto; a composição, densidade e distribuição da comunidade de plantas daninhas são fatores relevantes e diretamente relacionados com o grau de interferência (GARAU e outros, 2009). Entre as espécies daninhas em plantios comerciais de *Eucalyptus* sp., destacam-se importantes forrageiras da família Poaceae, como *Panicum maximum* (capim-

colonião) e *Urochloa decumbens* (capim-braquiária), devido não somente à elevada agressividade e ao difícil controle, mas também à crescente utilização de antigas pastagens para plantios florestais (CRUZ e outros, 2010).

O manejo das plantas daninhas em áreas florestais, nas diversas etapas do seu processo produtivo, é realizado basicamente pelo emprego de métodos mecânicos e químicos, isolados ou combinados (TOLEDO e outros, 2003). Para plantios em áreas extensas, o controle químico é o mais indicado, pela sua eficiência, rapidez de operação e economia, sobretudo em custos com mão de obra, além de poder ser executado em períodos chuvosos, quando o controle mecânico é impraticável.

A aplicação de herbicidas pode ser realizada em pós e/ou pré-emergência das plantas daninhas. Dentre os herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do eucalipto, destacam-se o oxyfluorfen, isoxaflutole, sulfentrazone e flumioxazin.

O setor florestal vem procurando aperfeiçoar as práticas de aplicação de herbicidas, visando à eficiência, ao baixo impacto ambiental e à redução dos custos de produção na cultura do eucalipto. No entanto, informações a respeito de outras formas de aplicação desses herbicidas, assim como a utilização de doses distintas da recomendada pelos fabricantes e seus efeitos sobre o crescimento inicial de mudas de eucalipto, são escassas na literatura.

O custo de implantação de plantios de eucalipto é bastante alto; sendo assim, a integração de atividades necessárias, como a irrigação pós-plantio e o controle de plantas daninhas, são uma forma de reduzi-lo. Uma possibilidade é, ao optar pelo controle químico, fazê-lo juntamente com a irrigação, uma vez que as mudas necessitam do fornecimento de água para se estabelecerem em campo, o que favorece o surgimento de plantas daninhas nas linhas de plantio. Portanto, tornam-se necessários estudos que enfoquem os efeitos da aplicação em pré-

emergência de herbicidas veiculados à água de irrigação sobre o metabolismo das plantas de eucalipto.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento inicial do clone VCC865 de *E. urograndis* em função da distância e população de plantas de *Panicum maximum* e a toxicidade de herbicidas pré-emergentes aplicados via água de irrigação na implantação da cultura do eucalipto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica e aspectos gerais da eucaliptocultura

As espécies florestais são de grande importância para a economia, porque oferecem ampla gama de produtos, como madeira para construção, biomassa para a produção de polpa de celulose e de papel e para fonte de energia industrial e uma série de subprodutos para a indústria cosmética, farmacêutica, alimentícia, entre outros (FERREIRA e outros, 2014).

O aumento da produtividade e a diminuição dos custos de produção conferem ao setor alta competitividade no mercado mundial, tendo em vista o curto espaço de tempo para obtenção de madeira em comparação com as florestas de clima temperado (MACHADO e outros, 2013).

A eucaliptocultura foi introduzida no Brasil por volta de 1904, com o objetivo de suprir as necessidades de lenha, postes e dormentes das estradas de ferro na região Sudeste. Entre as décadas de 60 e 80, incentivos fiscais estimularam sua expansão no Brasil (EMBRAPA, 2014). Com o término desses incentivos, a eucaliptocultura chegou a sofrer um declínio, mas, atualmente, é crescente o plantio de eucaliptos no país, cuja área plantada é estimada em mais de cinco milhões de hectares. A Bahia é o quarto estado com maior área plantada com eucalipto do país; alcançou 616 mil hectares no ano de 2015 (IBÁ, 2016).

O eucalipto tem sido intensivamente cultivado no Brasil em decorrência de suas características de rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e das aplicações para diferentes segmentos (APARÍCIO e outros, 2010). Merece destaque pela sua funcionalidade para a produção de celulose, papel, postes, energia, chapas, lâminas, compensados, aglomerados, carvão vegetal, madeira serrada, móveis; além de outros produtos, como óleos essenciais e mel (BAESSO e outros, 2010).

O gênero *Eucalyptus* abrange cerca de 800 espécies, muitas das quais com grande potencial para cultivo em escala comercial e variadas formas de uso da madeira (JUNG e outros, 2017), cujo cultivo adapta-se a diversos climas e tipos de solos e apresenta um rápido crescimento. A cultura florestal do eucalipto demonstra elevados índices de produtividade no Brasil, por esse apresentar alto índice de insolação, características edafoclimáticas favoráveis, idade de corte menor que nos países de clima temperado ou frio, tecnologia de ponta e infraestrutura apropriada (BRIGHENTI e outros, 2015).

A espécie *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, em especial, é uma das mais plantadas no Brasil, com grande potencial de crescimento por área, em função de sua boa produtividade e de possuir maior potencialidade para as fronteiras florestais (regiões Norte e Nordeste, onde o reflorestamento tende a crescer). A ampla utilização para os mais diversos fins (celulose e papel, chapas duras, serraria, carvão e outros fins) é outro ponto favorável da espécie, além da tolerância ao fungo causador do cancro do eucalipto (SCANAVACA JUNIOR, 2001; MOURA, 2004).

No Brasil, a espécie mais plantada é o *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, cujo cultivo atinge em torno de 50% da área total, resultado da sua excelente resposta silvicultural, como boa forma e rápido crescimento, além de propriedades desejáveis para usos múltiplos da sua madeira (SILVA e outros, 2012). Essa espécie supera as demais em incremento volumétrico, quando em condições adequadas, por isso é muito utilizada na obtenção de híbridos e multiplicação clonal (MORA; GARCIA, 2000).

Várias empresas do setor investiram na produção de híbridos; o híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* destacou-se comercialmente entre os demais, pois as qualidades desejadas das duas espécies são reunidas em uma única planta, e o uso da propagação clonal evita a perda dos genes benéficos.

O híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, também denominado *E. urograndis*, é recomendado para celulose, aglomerados e chapas de fibras (ABTCP, 2015); e, como consequência, a produção desse híbrido passou a ser a base da silvicultura intensiva clonal brasileira (MEDEIROS e outros, 2016).

O plantio de *Eucalyptus*, segundo Carvalho e outros (2014), vem sendo uma alternativa de preservação das matas nativas, além de ser uma planta rústica e versátil e possuir múltiplas finalidades, o que favorece a promoção da sustentabilidade ambiental. É importante considerar o custo/benefício gerado por plantios de eucalipto, com a possibilidade de recuperação de áreas degradadas, o sequestro de carbono, a redução de erosão de solo e a transferência de nutrientes das camadas mais profundas para as mais superficiais (EMBRAPA, 2014).

Apesar de a participação das plantações florestais estar aumentando em todos os segmentos em relação à das florestas nativas, há um fator amplamente discutido, que é o chamado “apagão florestal”, ou seja, a oferta de madeira está sendo menor do que a demanda. O setor acredita que, com base nas expectativas de crescimento de demanda, haverá uma necessidade de plantio em torno de 630 mil hectares ao ano, em vez dos 200 mil hectares atuais, e as previsões de médio prazo são de crescimento nesse diferencial (BAESSO e outros, 2010).

A grande demanda e a baixa oferta de produtos oriundos da cultura do eucalipto também têm sido observadas no Planalto de Conquista – BA, onde, pelo fato de haver necessidade desses produtos, o cultivo do eucalipto tem-se expandido em larga escala. Nessa região, há pouco estudo sobre a adaptação e o desempenho de plantas de eucalipto nas condições edafoclimáticas locais, pois muitos produtores escolhem de forma empírica as espécies e os clones de eucalipto que vão plantar, sem terem um conhecimento real de seu potencial de produtividade na região (MAGALHÃES, 2013).

2.2 Interferência de plantas daninhas na cultura do eucalipto

As culturas florestais, como qualquer população vegetal, estão sujeitas a uma série de fatores ecológicos que, direta ou indiretamente, podem afetar o crescimento das árvores e a produção de madeira, carvão e celulose, entre outros produtos. Esses fatores podem ser divididos em fatores abióticos (disponibilidade hídrica, nutrientes do solo, pH do solo, luminosidade e outros) e bióticos (competição, comensalismo, predação e outros) (PEREIRA e outros, 2011).

A interferência das plantas daninhas é um dos principais fatores que afetam a produtividade da cultura. Segundo Cruz e outros (2010), interferência refere-se ao conjunto de ações que recebe uma determinada cultura ou atividade do homem, em decorrência da presença das plantas daninhas num determinado ambiente. Assim, em função da interferência exercida pelas plantas daninhas na cultura, faz-se necessária a adoção de métodos de controle, visando a minimizar os danos ocasionados (AGOSTINETTO e outros, 2010).

Apesar de o gênero *Eucalyptus* apresentar espécies de rápido crescimento e de elevada competitividade quanto ao seu estabelecimento no campo, isso não o isenta da interferência das plantas daninhas; como consequência, ocorre o decréscimo quantitativo e qualitativo da sua produção. Esse fato coloca as plantas daninhas como um grande problema para implantação, manutenção e reforma de florestas de eucalipto, o que tem fomentado o interesse de vários pesquisadores nas últimas décadas (TUFFI SANTOS e outros, 2009; AGOSTINETTO e outros, 2010; MACHADO e outros, 2010).

A interferência das plantas daninhas no eucalipto é mais acentuada nos dois primeiros anos de produção, porém, em algumas áreas, o controle estende-se até o final da cultura, o que se justifica por questões de operacionalidade na colheita e por ganhos na produtividade. A redução na produtividade, o elevado

custo de controle, a grande demanda de mão de obra e o impacto do controle químico no ambiente colocam as plantas daninhas na lista dos maiores problemas da eucaliptocultura (TUFFI SANTOS e outros, 2006a).

Entre os danos causados pelas plantas daninhas, pode-se citar redução no crescimento, causados pela competição por luz, nutrientes e água; interferência de natureza alelopática; aumento nos riscos de incêndio e imposição de dificuldade aos demais tratamentos silviculturais (FERREIRA e outros, 2016).

A competição causada por plantas daninhas é mais expressiva na fase de implantação da cultura do eucalipto; a composição, densidade e distribuição da comunidade de plantas daninhas são fatores relevantes e diretamente relacionados com o grau de interferência (GARAU e outros, 2009). Entre as espécies daninhas predominantes em plantios comerciais de *Eucalyptus* sp., destacam-se importantes forrageiras da família Poaceae, como *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) e *Urochloa decumbens* Stapf. (capim-braquiária), devido não somente à elevada agressividade e ao difícil controle, mas também à crescente utilização de antigas pastagens para plantios florestais (DINARDO e outros, 2003; CRUZ e outros, 2010).

Em grande parte das áreas reflorestadas com eucalipto, as populações das plantas daninhas atingem elevadas densidades populacionais e passam a condicionar fatores que são negativos ao crescimento e produtividade da cultura e à operacionalização do sistema produtivo (SOUZA e outros, 2010). Toledo e outros (2001) relataram os efeitos negativos da convivência de plantas de eucalipto com *U. decumbens* em densidades superiores a 4 plantas m⁻², na redução da massa seca de folhas, caules e ramos, além da diminuição na área foliar e número de folhas.

A distribuição espacial das plantas daninhas em áreas florestais é um dos principais fatores que afetam o grau de interferência sobre as culturas (SOUZA e

outros, 2006). Assim, considerando que o controle da comunidade infestante em culturas perenes é geralmente realizado mantendo-se uma faixa da linha de plantio livre da incidência de plantas daninhas, a distância entre a planta daninha e a planta cultivada torna-se fundamental para determinar a intensidade da competição estabelecida, principalmente, na fase de implantação da cultura do eucalipto (GRAAT e outros, 2015).

O manejo de plantas daninhas na cultura do eucalipto assume destaque entre os tratos culturais, com reflexos diretos no rendimento e nos custos de produção; é uma das atividades mais onerosas e um componente muito importante, desde a fase inicial do ciclo até o estabelecimento do povoamento florestal, no qual elas passam a dominar as demais espécies vegetais do local (TOLEDO e outros, 2003).

Pesquisas desenvolvidas por Toledo e outros (1999) e Costa e outros (2004) mostraram redução significativa de produtividade da eucaliptocultura ocasionada pela competição com *Brachiaria decumbens* e *Commelina benghalensis*, respectivamente. No entanto, Souza e outros (2003) e Takahashi e outros (2004) constataram efeitos alelopáticos de plantas daninhas inibindo desenvolvimento do eucalipto.

Estudos relataram os efeitos negativos da convivência de plantas de eucalipto com forrageiras, como capim-braquiária e capim-colonião, na redução na biomassa seca de folhas, caules, ramos e raízes, além da diminuição na área foliar e número de folhas (TOLEDO e outros, 2001; DINARDO e outros, 2003; CRUZ e outros, 2010).

2.3 Controle químico de plantas daninhas na cultura do eucalipto

Para atender a demanda por produtos florestais, com o máximo de eficiência, existe a necessidade de controle de certos fatores limitantes, dentre os quais se destacam aqueles decorrentes da presença de plantas daninhas na área

reflorestada, pois essas competem por luz, nutrientes, água e espaço. Além de atuarem como hospedeiras intermediárias de pragas e doenças, exercem pressão de natureza alelopática e aumentam os riscos de incêndios em maciços florestais; com isso, podem interferir nas práticas culturais, o que inclui o corte e a retirada da madeira, abrigo de vetores de doenças e animais peçonhentos, além do fato de algumas práticas de controle das plantas daninhas poderem injuriar as plantas florestais (TUFFI SANTOS e outros, 2006a).

De modo geral, os sistemas de controle de plantas daninhas em reflorestamentos dependem de vários fatores, como histórico da área, gênero/espécie cultivada, idade do plantio, topografia do terreno, características morfofisiológicas, taxa de colonização da comunidade infestante, dentre outros. A combinação desses fatores determina a escolha do sistema mais adequado de manejo e pode variar de acordo com a utilização de sistemas manuais, como capina/roçada em área total ou coroamento, capina/roçada mecanizada, controle químico com herbicidas, uso de fogo sob forma controlada, ou, ainda, optar pela combinação desses sistemas (FERREIRA e outros, 2016).

Dentre os métodos disponíveis para o controle das plantas daninhas na cultura do eucalipto, destaca-se na linha de cultivo o controle químico, com a utilização de herbicidas, enquanto, na entrelinha, o controle mecânico, pelo uso de roçadeira, é o método mais utilizado (AGOSTINETTO e outros, 2010). Atualmente, a recomendação é manter a linha de plantio livre de plantas daninhas; é utilizada pelos produtores uma faixa de controle de 50 a 100 cm de cada lado da linha de plantio das mudas (SOUZA e outros, 2006; SILVA e outros, 2012).

O controle químico vem sendo cada dia mais utilizado e difundido, em razão de seus resultados serem mais rápidos, eficientes e com efeito residual acentuado, o que permite, ainda, o controle da comunidade infestante antes ou depois de sua emergência; diminui-se assim a possibilidade de reinfestação da

área e, conseqüentemente, o número de tratos culturais, possibilitando melhor distribuição da mão de obra na propriedade (CARBONARI e outros, 2011).

O setor florestal vem procurando aperfeiçoar as práticas de aplicação de herbicidas, como forma de reduzir despesas e diminuir os impactos negativos advindos do contato indesejado de produtos seletivos ou não-seletivos para o eucalipto. Na escolha do herbicida ou da formulação a ser usada, devem-se avaliar os riscos e benefícios do uso do produto, considerando-se a forma de aplicação, a importância econômica e os riscos para culturas e áreas não-alvo. A aplicação ideal de um herbicida pressupõe colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível (TUFFI SANTOS e outros, 2008). Portanto, sendo possível aliar o controle químico das plantas daninhas à irrigação realizada no transplante das mudas de eucalipto, reduzem-se os tratos culturais necessários e, conseqüentemente, os custos relativos ao processo produtivo.

2.3.1 Herbicidas aplicados em pré-emergência e toxicidade na cultura do eucalipto

O setor florestal tem grande importância econômica no Brasil, mas há poucos herbicidas registrados em comparação com outras culturas importantes ou outros países produtores de eucalipto.

A aplicação de herbicidas pode ser realizada em pós e/ou pré-emergência das plantas daninhas. Dentre os herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do eucalipto, destacam-se o oxyfluorfen, isoxaflutole, sulfentrazone e flumioxazin (TIBURCIO e outros, 2012).

O oxyfluorfen, comercialmente conhecido por Goal BR, é usado extensivamente e com eficiência no controle de gramíneas e dicotiledôneas em todas as culturas para as quais é registrado no Brasil, incluindo a do eucalipto, e

pode ser aplicado em pré e/ou pós-emergência inicial (GONÇALVES e outros, 2009).

O oxyfluorfen é um herbicida inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) que, quando aplicado em pós-emergência, provoca fechamento estomático e deterioração das membranas celulares. Aplicado em pré-emergência, age sobre o hipocótilo e epicótilo das plântulas em emergência e nos meristemas foliares e não apresenta nenhuma ação sobre os tecidos radiculares (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Quando a aplicação do oxyfluorfen é realizada em pré-emergência, o tecido é danificado por contato com o herbicida; no momento em que a plântula emerge, o sintoma característico é a necrose do tecido que entrou em contato com o produto (FERREIRA e outros, 2005). Quando aplicado em pós-emergência, a intoxicação pelo herbicida apresenta como sintomas característicos manchas de cor marrom-avermelhada, localizadas nos pontos em que as folhas da cultura entram em contato com o herbicida; essas manchas podem ou não evoluir para necrose (VELINI e outros, 2000). Entretanto, Alves e outros (2000) comentam que os efeitos fitotóxicos observados para esse herbicida ficam restritos aos locais de contato entre o produto e a planta, sem evolução dos efeitos com o desenvolvimento das plantas.

A aplicação do oxyfluorfen pode ser feita de forma dirigida, procurando atingir apenas as espécies de plantas daninhas, ou em área total. A aplicação dirigida é mais indicada para situações em que o herbicida pode causar intoxicação na espécie de interesse econômico ou quando as folhas dessa espécie promovem o “efeito guarda-chuva”, o que dificulta o acesso das gotas pulverizadas ao alvo, no caso, as plantas daninhas (FREITAS e outros, 2007).

Agostinetto e outros (2010) constataram a seletividade do oxyfluorfen quando aplicado em *E. globulus* e *E. Saligna*; enquanto em *E. grandis*, a utilização de oxyfluorfen provocou clorose e necrose nas folhas das plantas,

principalmente, nas mais novas existentes no momento da aplicação. Ainda assim, o oxyfluorfen pode ser recomendado para *E. grandis* em pré-emergência das plantas daninhas e após o transplante das mudas de eucalipto (SILVA e outros, 1995).

O isoxaflutole (IFT) é um herbicida sistêmico, e seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da síntese de carotenoides. Uma vez no solo, na água e na planta, é rapidamente convertido em diquetonitrila (DNK), que é a molécula biologicamente ativa no controle de plantas daninhas. Exerce controle efetivo de monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas (SILVA; SILVA, 2007).

O IFT é absorvido, preferencialmente, pelas raízes, embora também o seja pelas sementes, o que não ocorre com seu derivado DKN, que é absorvido somente pelas raízes. Após a absorção, tanto o IFT como o DKN são transportados rapidamente para o ápice da plântula, onde a maior parte do IFT é então convertida a DKN. Apesar de a conversão de IFT em DKN poder ocorrer antes ou após a absorção pelas plantas (TAYLOR-LOVELL e outros, 2000), é o metabólito DKN que atua como potente inibidor da 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD).

Nas espécies tolerantes, como o milho e a cana-de-açúcar, a metabolização continua rapidamente, com a conversão do DKN em ácido benzoico (AB), considerado um metabólito, sem ação herbicida, e, ao fim do processo, forma gás carbônico (SPRAGUE e outros, 1999). Em espécies sensíveis, essa metabolização ocorre lentamente e permite a inibição enzimática do HPPD pelo DKN, bloqueando a biossíntese do homogentisato, o precursor da plastoquinona e do α -tocoferol (VIVIANI e outros, 1998). O isoxaflutole bloqueia também o transporte de elétrons da fotossíntese, em nível do FSII, pela menor produção da plastoquinona necessária ao transporte de elétrons, aumentando o estresse oxidativo provocado pela ausência da proteção dos carotenoides (PALLET e outros, 1998).

O isoxaflutole é seletivo ao eucalipto e pode ser pulverizado em plantas, uma vez que a dose e o tamanho das mudas são respeitados. A dose ideal de isoxaflutole pode variar de acordo com o tipo de solo e a infestação. Assim, conhecer a textura do solo e a história de infestação de plantas daninhas na área é essencial para um efetivo controle da comunidade infestante (MARCHIORI JÚNIOR e outros, 2005). A seletividade do isoxaflutole em *E. globulus* e *E. saligna* foi testada por Agostinetto e outros (2010), os quais encontraram que a fitotoxicidade média foi de cerca de 3%, o que comprova a seletividade do herbicida em mudas de eucalipto.

O sulfentrazone, do grupo químico das triazolinonas, é um herbicida para aplicação preferencialmente em pré-emergência; controla várias espécies de plantas daninhas, mono e dicotiledôneas, das culturas da cana-de-açúcar, soja, café e eucalipto (ROSSI e outros, 2005). É absorvido pelas plantas através da raiz e das folhas, com movimento limitado no floema em função da rápida dessecação foliar (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Esse produto inibe a protoporfirinogênio oxidase (PROTOX); com isso, causa o acúmulo de protoporfirinogênio IX e forma o oxigênio singlete, que é responsável pela peroxidação das membranas (SCALLA e outros, 1990). Além do acúmulo de protoporfirina IX e produção de oxigênio singlete, a produção de clorofila é inibida pelo bloqueio da rota (DUKE e outros, 1991).

A aplicação do sulfentrazone pode ser realizada antes ou após o plantio das mudas de eucalipto, em faixa sobre a linha de plantio, por meio de jato dirigido, evitando-se o contato com a parte aérea das plantas, para que não ocorra fitointoxicação (CARBONARI e outros, 2011). Os principais sintomas observados após a deriva de sulfentrazone no eucalipto são folhas roxas, necrose, folhas com deformações e perda de dominância apical (CARBONARI e outros, 2012). Esses sintomas podem começar a partir do sétimo dia após a pulverização (TAKAHASHI e outros, 2009). De acordo com Velini e outros

(2005), as folhas formadas entre plantio e pulverização apresentaram maior sensibilidade ao sulfentrazone.

Dentre os herbicidas com potencial de uso na cultura do eucalipto, destaca-se o flumioxazin, que é um produto de ação por contato, cujo mecanismo de ação baseia-se na inibição da PROTOX; pode ser aplicado em pré e pós-emergência para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas (TIBURCIO e outros, 2012).

Avaliando a eficiência do controle de plantas daninhas e a fitotoxicidade em *E. grandis* por flumioxazin isolado ou misturado com isoxaflutole ou sulfentrazone, Tiburcio e outros (2012) verificaram que o flumioxazin foi totalmente seletivo ao eucalipto em doses de até 125 g i.a. ha⁻¹, entretanto o controle de plantas daninhas foi mais eficiente quando o flumioxazin foi misturado com isoxafluotole ou sulfentrazone.

A seletividade dos herbicidas às culturas é a base para o sucesso do controle químico das plantas daninhas; obtém-se resposta diferencial das espécies de plantas a determinado herbicida (ERASMO e outros, 2009). Dessa forma, para a determinação da seletividade de herbicidas, é importante a verificação das intoxicações visuais nas plantas, bem como os efeitos sobre o crescimento e a produtividade da planta cultivada (ROCHA e outros, 2010).

A intoxicação das plantas, com a conseqüente manifestação de sintomas de toxicidade, é atribuída a diversos fatores, entre os quais os principais são: uso de dose excessiva para o tipo de solo, aplicação em condições climáticas inadequadas e pulverização de brotações e outras partes da planta com herbicidas sistêmicos (GONÇALVES e outros, 2011). Portanto, para que um produto possa ser recomendado com segurança, estudos de seletividade de herbicidas e dosagens adequadas são imprescindíveis, a fim de que não haja prejuízos ao desenvolvimento e à produtividade da cultura.

Como as injúrias causadas pelos herbicidas à cultura podem reduzir sua produtividade, é importante conhecer o potencial de dano que o herbicida em questão poderá oferecer à cultura nas condições em que será aplicado, para que, assim, seja possível a tomada de decisão com maior segurança sobre a viabilidade econômica do controle de plantas daninhas (SPADER; VIDAL, 2001).

3 REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; TAROUCO, C. P.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E.; SILVA, J. M. B. V.; TIRONI, S. P. Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 585-598, 2010.

ALVES, L. W. R.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 4, p. 889-897, 2000.

APARÍCIO, P. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; ROSA, A. C.; APARÍCIO, W. C. S. Controle da matocompetição em plantios de dois clones de *Eucalyptus* × *Urograndis* no Amapá. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 381-390, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL - ABTCP. Disponível em: <<http://www.abtcp.org.br>>. Acesso em: 17 jul. 2015.

BAESSO, R. C. E.; RIBEIRO, A.; SILVA, M. P. Impacto das mudanças climáticas na produtividade do eucalipto na região norte do Espírito Santo e sul da Bahia. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 335-344, 2010.

BRIGHENTI, A. M.; MULLER, M. D.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; CASTRO, C. Weed control and boron nutrition on eucalyptus in silvopastoral system. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 18, n. 1, p. 39-46, 2015.

CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; GOMES, G. L. G. C.; TAKAHASHI, E. N.; ARALDI, R. Seletividade e absorção radicular do sulfentrazone em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 147-153, 2012.

CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; GOMES, G. L. G. C.; TAKAHASHI, E. N.; BENTIVENHA, S. R. P. Aplicação aérea de grânulos de argila como veículo de herbicidas para o controle de plantas daninhas em área de reforma de eucalipto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 257-265, 2011.

COSTA, A. G. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D. Períodos de interferência de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*E. grandis* W. Hill ex Maiden). **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 471-478, 2004.

CRUZ, M. B.; ALVES, P. L. C. A.; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colônia e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus* × *urograndis*. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 391-401, 2010.

DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 59-68, 2003.

DUKE, S. O.; LYDON, J.; BECERRIL, J. M.; SHERMAN, T. D.; LEHNEN JR., L. P.; MATSUMOTO, H. Protoporphyrinogen oxidase inhibiting herbicides. **Weed Science**, v. 39, n. 3, p. 465-473, 1991.

EMBRAPA. **Cultivo do Eucalipto**. Embrapa Florestas. Sistemas de Produção, 4 ISSN 1678-8281 Versão Eletrônica Mai/2014. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/florestas>>. Acesso em: 16 fev. 2015.

ERASMO, E. A. L.; COSTA, N. V.; TERRA, M. A.; FIDELIS, R. R. Tolerância inicial de plantas de pinhão-manso a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 571-580, 2009.

FERREIRA, D. H. A. A.; LELES, P. S. S.; MACHADO, E. C.; ABREU, A. H. M.; ABILIO, F. M. Crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos. **Floresta**, v. 44, n. 3, p. 431-440, 2014.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: 2005.

FERREIRA, G. L.; SARAIVA, D. T.; QUEIROZ, G. P.; SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MATTIELLO, E. M. Eucalypt growth submitted to management of *Urochloa* spp. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 99-107, 2016.

FREITAS, F. C. L.; GROSSI, J. A. S.; BARROS, A. F.; MESQUITA, E. R.; FERREIRA, F. A.; BARBOSA, J. G. Controle químico de brilhantina (*Pilea microphylla*) no cultivo de orquídeas. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 589-593, 2007.

GARAU, A. M.; GHERSA, C. M.; LEMCOFF, J. H.; BARAÑAO, J. J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of

competition on sapling growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 251-264, 2009.

GONÇALVES, K. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; CAVALIERI, S. D.; MARTINS, I. S. B.; VELINI, E. D. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 110-120, 2011.

GONÇALVES, K. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; VELINI, E. D. Seletividade do oxyfluorfen para a cultura do pinhão-manso. **Planta Daninha**, v. 27, n. spc., p. 1111-1116, 2009.

GRAAT, Y.; ROSA, J. O.; NEPOMUCENO, M. P.; CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A. Grass weeds interfering with eucalypt: effects of the distance of coexistence on the initial plant growth. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 203-211, 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório anual IBÁ 2016:**
ano base 2015. Disponível
em:<http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>.
Acesso em: 10 mar. 2017.

JUNG, L. H.; LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; OLIVEIRA, J. C. L.; FANAYA JÚNIOR, E. D.; BRITO, K. R. M. Irrigação no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 655-667, 2017.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.; MACHADO, M. S.; FREITAS, F. C. L. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 319-327, 2010.

MACHADO, M. S.; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MORAES, H. M. F.; GONÇALVES, V. A.; FELIPE, R. S. Eucalyptus growth in silvopastoral system under different crown diameters. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 851-857, 2013.

MAGALHÃES, G. C. **Desempenho de clones de eucalipto nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista – BA.** 2013. 101f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, 2013.

MARCHIORI JÚNIOR, O.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; INOUE, M. H.; PIVETTA, J. P.; CAVALIERI, S. D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.

MEDEIROS, W. N.; MELO, C. A. D.; TIBURCIO, R. A. S.; SILVA, G. S.; MACHADO, A. F. L.; TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas daninhas. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 147-157, 2016.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil** – Eucalypt cultivation in Brazil. Sociedade Brasileira de Silvicultura: São Paulo. 2000. 112 p.

MOURA, V. P. G. O germoplasma de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no Brasil. **Comunicado Técnico 111**- EMBRAPA recursos genéticos e biotecnologia. 2004.

PALLET, K. E.; LITTLE, J. P.; SHEEKEY, M.; VEERASEKARAN, P. The mode of action of isoxaflutole. I. Physiological effects, metabolism, and selectivity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 62, n. 2, p. 113-124, 1998.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; SILVA, J. I. C.; MARTINS, D. Densidades de plantas de *Urochloa decumbens* em convivência com *Corymbia citriodora*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, supl. 1, p. 1803-1812, 2011.

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. F.; PASTRO, M. S.; SOUZA, M. T.; GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, p. 411-418, 2011.

ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. F.; FARIA, A. T.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; FELIPE, R. S.; SILVA, A. A.; DIAS, L. A. S. Seletividade de herbicidas pré-emergentes ao pinhão-mansão (*Jatropha curcas*). **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 801-806, 2010.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3. ed. Londrina: IAPAR, 2005. 591 p.

ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JÚNIOR, J. Mobilidade de sulfentrazone em latossolo vermelho e em chernossolo. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 701-710, 2005.

SCALLA, R.; MATRINGE, M.; CAMADRO, J. M.; LABBE, P. Recent advances in the mode of action of diphenyl ether and related herbicides. **Zeitschrift Naturforschung**, v. 45, n. 5, p. 503-511, 1990.

SCANAVACA JÚNIOR, L. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria**. 2001. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Madeira) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 367 p.

SILVA, J. R. V.; ALVES, P. L. C. A.; TOLEDO, R. E. B. Weed control strip influences the initial growth of *Eucalyptus grandis*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, n. 1, p. 29-35, 2012.

SILVA, W.; SILVA, J. F.; CARDOSO, A. A.; BARROS, N. F. Utilização de trifluralin 600 e do oxyfluorfen na cultura do *Eucalyptus grandis* Hill e Maiden. **Revista Árvore**, v. 19, n. 1, p. 1-17, 1995.

SOUZA, L. S.; LOSASSO, P. H. L.; OSHIWA, M.; GARCIA R. R.; GOES FILHO, L. Efeito das faixas de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*), **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONIRODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 63-71, 2010.

SPADER, V.; VIDAL, R. A. Seletividade e dose de injúria econômica de nicosulfuron aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do milho. **Ciência Rural**, v. 3, n. 6, p. 929-934, 2001.

SPRAGUE, C. L.; PENNER, D.; KELLS, J. J. Physiological basis for tolerance of four *Zea mays* hybrids to RPA 201772. **Weed Science**, v. 47, n. 6, p. 613-635, 1999.

TAKAHASHI, E. N.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P.; FARIAS, M. A.; SILVA, A. C.; BIAGGIONI, B. T. Consequências da deriva de clomazone e sulfentrazone em clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 685-683, 2009.

TAKAHASHI, E. N.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA, J. M.; JACOB, W. S.; HAKAMADA, R. E. Efeito da decomposição da *Brachiaria decumbens* no desenvolvimento de clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DA PLANTA DANINHA, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004. p. 5.

TAROUCO, C. P.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; SANTOS, L. S.; VIGNOLO, G. K.; RAMOS, L. O. Períodos de interferência de plantas daninhas na fase inicial de crescimento do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1131-1137, 2009.

TAYLOR-LOVELL, S.; SIMS, G. K.; WAX, L. M.; HASSETT, J. J. Hydrolysis and soil adsorption of the labile herbicide isoxaflutole. **Environmental Science & Technology**, v. 34, n. 15, p. 3186-3190, 2000.

TIBURCIO, 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, 2012.

TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; VALLE, C. F.; ALVARENGA, S. L. Manejo de *Brachiaria decumbens* e seu reflexo no desenvolvimento de *E. grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 54, p. 129-41, 1999.

TOLEDO, R. E. B.; DINARDO, W.; BEZUTTE, A. J.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf. sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 60, p. 109-117, 2001.

TOLEDO, R. E. B.; VICTÓRIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 78-92, 2003.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; SANTOS, M. V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006a.

TUFFI SANTOS, L. D.; IAREMA, L.; THADEO, M.; FERREIRA, F. A.; MEIRA, R. M. S. A. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 513-520, 2006b.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A.; TIBURCIO, R. A. S.; SILVA, E. C. F. Micromorfologia foliar na análise da fitotoxidez por glyphosate em *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 711-720, 2009.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. F. S. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 9-16, 2008.

VELINI, E. D.; MARTINS, D.; MANOEL, L. A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J. C.; CARVALHO, J. C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). **Planta Daninha**, v. 18, p. 123-134, 2000.

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B.; ALVES, E.; CATÂNEO, A. C.; MARINO, C. L. MAIA, I. G.; MORI, E. S.; FURTADO, E. L.; GUERRINI, I. A.; WILCKEN, C. F. Eucalyptus ESTs corresponding to the protoporphyrinogen IX oxidase enzyme related to the synthesis of heme, chlorophyll, and to the action of herbicides. **Genetics and Molecular Biology**, v. 28, n. 3, p. 548-554, 2005.

VIVIANI, F.; LITTLE, J. P.; PALLET, K. E. The mode of action of isoxaflutole. II. Characterization of the inhibition of carrot 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase by the diketone nitrile derivative of isoxaflutole. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 62, n. 2, p. 125-134, 1998.

CAPÍTULO I

POPULAÇÃO E DISTÂNCIA DE PLANTAS DE *Panicum maximum* Jacq. SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO

1 INTRODUÇÃO

O eucalipto destaca-se dentre as espécies florestais mais utilizadas no Brasil, com área plantada de aproximadamente 5,7 milhões de hectares em 2016 e crescimento médio de 2,8% nos últimos cinco anos (IBÁ, 2017). Essa expansão é resultado de um conjunto de fatores, como o rápido crescimento, a alta produtividade e o direcionamento de novos investimentos por parte de empresas desses segmentos que utilizam a madeira como matéria-prima em processos industriais (CARBONARI e outros, 2012).

As culturas florestais, como qualquer população vegetal, estão sujeitas a uma série de fatores ecológicos que, direta ou indiretamente, podem refletir em decréscimos quantitativos e qualitativos da sua produção. Dentre os fatores limitantes ao crescimento e desenvolvimento das árvores, destacam-se a presença e a consequente interferência das plantas daninhas em agroecossistemas florestais (CRUZ e outros, 2010).

A presença das plantas daninhas é considerada um dos principais problemas na implantação e manutenção de plantios de eucalipto, por competirem pelos recursos de crescimento água, luz e nutrientes. Adicionalmente, essas plantas podem exercer interferência de natureza alelopática no eucalipto, hospedar pragas, dificultar os tratamentos silviculturais, além de aumentar os riscos de incêndio (TUFFI SANTOS e outros, 2006).

A competição causada por plantas daninhas é mais expressiva nos dois primeiros anos após o plantio do eucalipto; a composição, densidade e distribuição da comunidade de plantas daninhas são fatores relevantes e diretamente relacionados com o grau de interferência (GARAU e outros, 2009). Entre as espécies daninhas em plantios comerciais de *Eucalyptus* sp., destacam-se importantes forrageiras da família Poaceae, como *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) e *Urochloa decumbens* Stapf. (capim-braquiária), devido não somente à elevada agressividade e ao difícil controle, mas também à crescente

utilização de antigas pastagens para plantios florestais (DINARDO e outros, 2003; CRUZ e outros, 2010).

Em grande parte das áreas reflorestadas com eucalipto, as populações das plantas daninhas atingem elevadas densidades populacionais e passam a condicionar fatores que são negativos ao crescimento e produtividade da cultura e à operacionalização do sistema produtivo (SOUZA e outros, 2010). Toledo e outros (2001) relataram os efeitos negativos da convivência de plantas de eucalipto com *U. decumbens* em densidades superiores a 4 plantas m⁻² na redução da massa seca de folhas, caules e ramos, além da diminuição na área foliar e no número de folhas.

A distribuição espacial das plantas daninhas em áreas florestais é um dos principais fatores que afetam o grau de interferência sobre as culturas (SOUZA e outros, 2006). Assim, considerando que o controle da comunidade infestante em culturas perenes é geralmente realizado mantendo uma faixa da linha de plantio livre da incidência de plantas daninhas, a distância entre a planta daninha e a planta cultivada torna-se fundamental para determinar a intensidade da competição estabelecida, principalmente, na fase de implantação da cultura do eucalipto (GRAAT e outros, 2015).

Portanto, para que o manejo da comunidade infestante seja adequado, faz-se necessário determinar a distância e a população de plantas daninhas que podem conviver com a cultura, sem causar prejuízos, visando a reduzir os custos de controle na eucaliptocultura; além de estabelecer os efeitos negativos decorrentes da matocompetição estabelecida em densidades e distâncias desfavoráveis ao crescimento inicial do eucalipto.

No sentido de compreender a interferência de *P. maximum* na implantação da cultura do eucalipto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da população e da distância de infestação do capim-colonião sobre o crescimento inicial de plantas do clone VCC865 de *E. urograndis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em ambiente desprotegido durante os meses de maio a agosto de 2016, em área anexa ao Laboratório de Biotecnologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* de Vitória da Conquista, BA, situada a 14°89' de Latitude Sul e 40°80' de Longitude Oeste, em altitude média de 941 m. De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), as médias de temperaturas máxima e mínima obtidas durante o período experimental foram de 26,4°C e 14,6°C, respectivamente, umidade relativa média do ar de 70,2% e precipitação acumulada de 74,5 mm.

Mudas padronizadas do clone VCC865 de *Eucalyptus urograndis* (híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis*), adquiridas em viveiro florestal certificado (Tecnoplant, Eunápolis/BA), com aproximadamente 30 cm de altura e três meses de idade, foram transplantadas em vasos plásticos com 25 L de capacidade, previamente preenchidos com solo coletado na camada arável de um Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2013).

As análises físicas e químicas do solo mostraram as seguintes características: textura média; pH em H₂O de 4,2; 20 g dm⁻³ de matéria orgânica; 4,0 mg dm⁻³ de P (Mehlich); 24% de saturação por bases; 0,1; 1,2; 0,7; 6,4; 2,0 e 8,4 cmol_c dm⁻³ de K⁺, Ca⁺², Mg⁺², H⁺ + Al⁺³, SB e T, respectivamente. Para elevar a saturação por bases do solo (substrato) para 60%, utilizou-se calcário dolomítico, aplicado 30 dias antes do início do experimento. Na adubação de plantio, para fornecimento de P₂O₅, adicionaram-se 20 g de superfosfato simples por vaso. Aos 60 dias após o transplantio, aplicaram-se em cobertura 3 g de N por vaso, na forma de ureia (RIBEIRO e outros, 1999). As plantas foram irrigadas diariamente de forma manual para manter a capacidade do vaso e evitar a competição por água.

As mudas de *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-colonião) foram obtidas a partir da semeadura em bandejas de poliestireno expandido (isopor) com células contendo o substrato comercial Bioplant®.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado; os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 6 x 3 e corresponderam a seis densidades populacionais do capim-colonião (0, 20, 40, 60, 80 e 100 plantas m⁻²) e a três distâncias (0, 5 e 10 cm) a partir da planta de eucalipto, totalizando 18 tratamentos, em quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de um vaso, com área aproximada de 0,1 m² na superfície do solo, contendo uma muda de eucalipto isolada ou em competição com as populações de capim-colonião mencionadas.

As mudas de capim-colonião, quando se apresentavam no estágio de duas folhas totalmente expandidas, foram transplantadas para os vasos, aos 20 dias após o transplante do eucalipto. A densidade populacional do capim-colonião foi mantida durante todo o experimento por meio da eliminação de outras espécies de plantas daninhas.

Decorridos 110 dias do transplante do eucalipto, por ocasião do final do experimento, as plantas foram avaliadas quanto à altura, diâmetro do caule, Índice de clorofila Falker, número de folhas, área foliar total e massa seca de caule (caule e ramos) e de folhas. Além disso, avaliou-se também o crescimento do capim-colonião por meio da obtenção da massa fresca e seca da parte aérea das plantas.

A altura das plantas de eucalipto foi obtida medindo-se desde a superfície do solo até a gema apical, com auxílio de régua graduada. O diâmetro do caule foi mensurado com paquímetro digital a 2 cm da superfície do solo. A área foliar das plantas foi determinada por meio do medidor “Area Meter” LICOR®, modelo LI-3100. O índice de clorofila Falker foi determinado com o clorofilômetro portátil ClorofiLOG Falker®, modelo CFL1030. A massa seca do

caule e das folhas do eucalipto e da parte aérea do capim-colonião foi quantificada após a secagem dos materiais em estufa com circulação forçada de ar, a $65 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 72 horas; posteriormente, esses foram pesados em balança com precisão de 0,01 g.

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade das variâncias (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors) e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$); as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os efeitos quantitativos, foi realizada análise de Regressão Polinomial, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT, versão 7.7.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores população de *Panicum maximum* e distância da cultura para nenhuma das características avaliadas ($p < 0,05$). Quanto ao efeito isolado dos fatores, houve influência significativa apenas da população sobre as variáveis analisadas ($p > 0,05$) (Anexo 1A).

Para a massa fresca e seca acumulada pelas plantas de capim-colonião, constatou-se incremento de 4,01 e 0,99 g, respectivamente, para cada planta acrescida por m^{-2} ; alcançou-se o máximo de 316,8 e 91,7 g, respectivamente, na população estimada de 79 plantas m^{-2} . A partir dessa densidade, verificou-se redução nos valores desses parâmetros, o que sugere efeito negativo da competição intraespecífica nessa situação, uma vez que a massa acumulada decresceu quando a população de plantas de capim-colonião aumentou (Figura 1A e 1B).

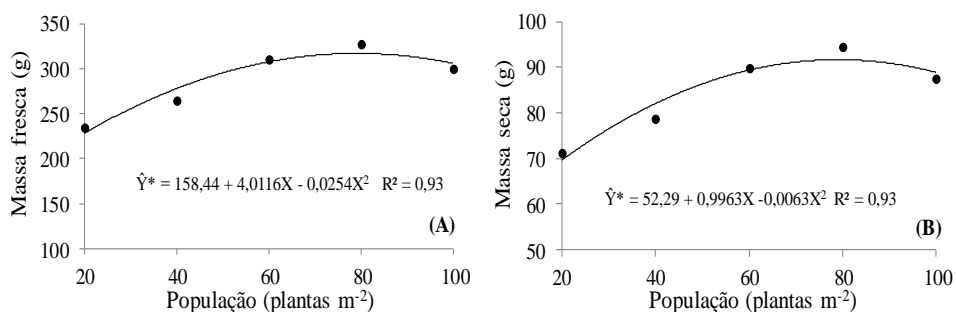


Figura 1 - Estimativa da massa fresca (A) e seca (B) acumulada da parte aérea de *Panicum maximum* em populações crescentes, após 90 dias de convivência com plantas de eucalipto, clone VCC865. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Na população estimada de 79 plantas m^{-2} , em que se obteve maior produção de massa seca total (Figura 1B), constatou-se que cada planta de capim-colonião acumulou, em média, 1,16 g, enquanto aquelas que se encontravam na população de 20 plantas m^{-2} acumularam em torno de 3,5 g por

planta. Essa diferença correspondeu a uma redução de 67% na massa seca acumulada por indivíduo, considerando-se da menor para a maior população. De acordo com Radosevich e outros (1997), essa redução ocorre devido à menor alocação de recursos ambientais no crescimento individual das plantas, o que reflete sobre o crescimento populacional. Efeito semelhante foi verificado na acumulação de massa seca em densidades crescentes de plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), quando mantidas em convivência com plantas de café da cultivar Catuaí Vermelho IAC-144 (CARVALHO e outros, 2013).

Em relação às características de crescimento avaliadas no eucalipto, para altura de plantas e diâmetro do caule, constatou-se decréscimo linear em função do aumento da população de capim-colonião, com reduções equivalentes a 0,083 cm e 0,022 mm, respectivamente, para cada planta acrescida por m⁻², e valores mínimos quando em convivência com a população de 100 plantas m⁻², 10 e 15%, respectivamente, inferiores aos obtidos na testemunha (Figura 2A e 2B). Esses resultados demonstram que as perdas sobre o crescimento inicial do eucalipto ocorrem proporcionalmente ao aumento populacional do capim-colonião, devido, principalmente, à sua alta capacidade competitiva pelos recursos do ambiente, associada ao rápido crescimento e elevada produção de biomassa.

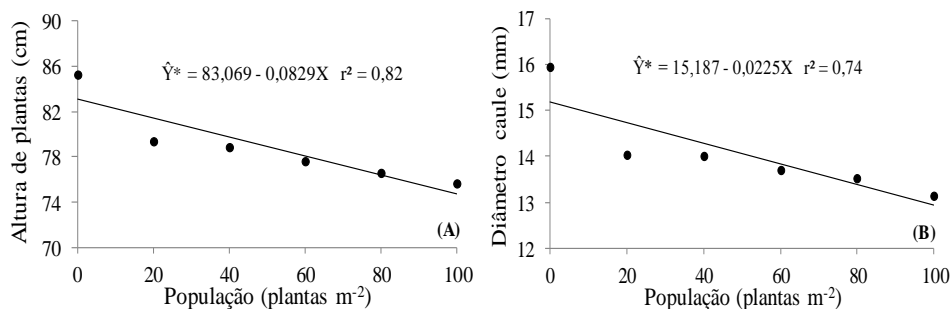


Figura 2 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Em estudo semelhante, Toledo e outros (2001) também constataram efeitos negativos da convivência de *E. grandis* com densidades a partir de 4 plantas de *U. decumbens* m⁻², reduzindo em média 18% na altura de plantas e 28% no diâmetro do caule aos 90 dias após o transplântio. Esses autores afirmaram ainda que esses parâmetros mostraram-se menos sensíveis à interferência do capim-braquiária, em relação a outras características, efeito que também foi observado neste estudo em função da competição imposta pelo capim-colonião. Zen (1987) relata que a altura das plantas de eucalipto é uma das características que mostram menor sensibilidade para acusar efeitos de interferência das plantas daninhas.

Espécies anuais agressivas, tais como *P. maximum* e *U. decumbens*, por apresentarem alta eficiência na absorção e uso da água, rápido crescimento inicial e elevada produtividade de biomassa, são muito competitivas nos estágios iniciais de crescimento do eucalipto (FERREIRA e outros, 2016; MEDEIROS e outros, 2016). Nesse período, as mudas de eucalipto alocam grande quantidade de fotoassimilados e nutrientes para o crescimento de raízes, para assegurar o suprimento de água e nutrientes, mas na convivência com as plantas daninhas, pode haver diminuição na disponibilidade desses elementos, em decorrência da competição estabelecida (CRUZ e outros, 2010).

O incremento na população de plantas do capim-colonião proporcionou decréscimo linear no número de folhas e na área foliar do eucalipto, com uma redução estimada para cada planta acrescida por m⁻² de 2,21 e 50,11 cm², respectivamente, sendo os menores resultados obtidos quando em convivência com a população de 100 plantas m⁻², registrando-se valores 29 e 49%, respectivamente, inferiores aos verificados nas plantas livres de competição (Figura 3A e 3B). Esses resultados, provavelmente, estão relacionados ao fato de que, nessa população, o acúmulo de massa seca pelas plantas de capim-colonião foi maior em relação às populações inferiores (Figura 1B), característica que

lhes confere maior agressividade e aumento no potencial de competição na cultura do eucalipto, principalmente, na fase inicial de crescimento.

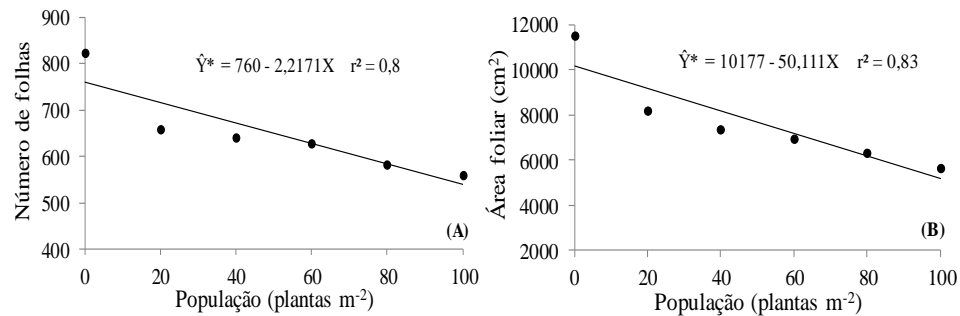


Figura 3 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar total (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

As perdas nas características relacionadas ao desenvolvimento foliar (número de folhas e área foliar) do eucalipto sugerem que as folhas foram mais suscetíveis à interferência do capim-colonião, em relação às características relacionadas ao desenvolvimento do caule (altura e diâmetro). De forma similar, Dinardo e outros (2003), em eucalipto (*E. grandis*), e Carvalho e outros (2013), em café (Catuaí Vermelho IAC-144), constataram que as folhas foram as estruturas das plantas mais suscetíveis aos efeitos do aumento da densidade de capim-colonião (0, 4, 8, 12, 16 e 20 plantas m⁻²) e capim-amargoso (0, 2, 4, 8, 16 e 32 plantas m⁻²), respectivamente, com redução da área foliar em 34 e 39%, respectivamente. Esse fato ocorre devido a uma menor emissão foliar e/ou queda prematura das folhas quando as mudas crescem em convivência com plantas daninhas.

O menor investimento em folhas pelo eucalipto, em decorrência do estresse imposto pela competição com o capim-colonião (Figura 3A), pode comprometer a sobrevivência das mudas no campo ou gerar perdas substanciais

em produtividade, por reduzir o aparato fotossintético das plantas. Estudos comprovam perdas de até 50% na produtividade do povoamento em razão da interferência das plantas daninhas, o que pode reduzir a lucratividade em mais de 90% (HAKAMADA e outros, 2010; MEDEIROS e outros, 2016).

Em relação ao índice de clorofila Falker, verificou-se decréscimo à medida que se aumentou a população de plantas de capim-colonião; os menores índices foram atingidos na convivência com a população de 100 plantas m⁻², o que promoveu uma redução de 10% em relação à testemunha (Figura 4). Dessa forma, evidencia-se que, sob competição, as plantas de eucalipto apresentam menor teor relativo de clorofila, o que pode contribuir para a redução do crescimento, por afetar negativamente o processo fotossintético das plantas.

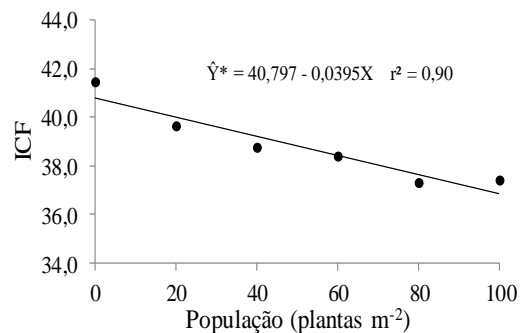


Figura 4 - Estimativa do Índice de Clorofila Falker (ICF) em plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelo significativo a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Resultados distintos foram encontrados por Marcolini e outros (2009), em que plantas de café da cultivar Catuaí Amarelo mantidas em convivência com densidades crescentes de *U. decumbens* (0, 4, 8 e 16 plantas m⁻²) não apresentaram diferença no teor relativo de clorofila. Isso indica que o grau de

interferência das plantas daninhas sobre as culturas é variável de acordo com as espécies e suas densidades de infestação (RONCHI; SILVA, 2006).

O acúmulo de massa seca do caule e das folhas decresceu com o aumento da população de plantas de capim-colonião; verificaram-se reduções estimadas equivalentes a 0,27 e 0,38 g, respectivamente, para cada planta acrescida por m⁻², com valores mínimos na convivência com a população de 100 plantas m⁻², os quais se apresentaram 36 e 41%, respectivamente, inferiores em relação à testemunha (Figura 5A e 5B).

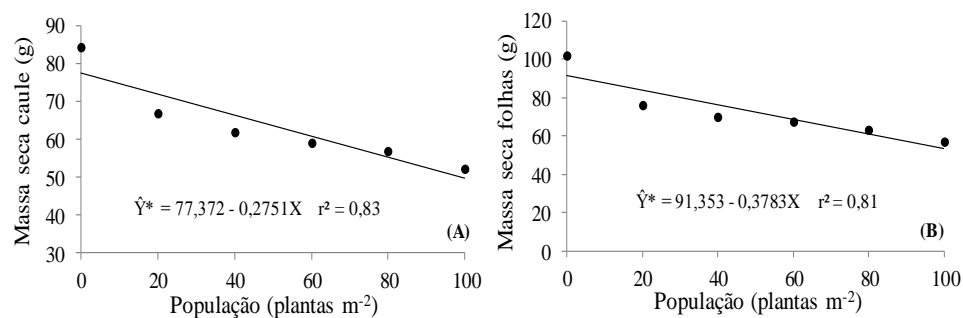


Figura 5 - Estimativa da massa seca de caule (A) e de folhas (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da população de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Costa e outros (2004), ao constatarem que plantas de eucalipto (*E. grandis*) em convivência com erva-quente (*Spermacoce latifolia*) na densidade de 60 plantas m⁻² apresentaram reduções de 51, 45 e 28% na biomassa seca de folhas, ramos e caule, respectivamente. Em plantas de *Corymbia citriodora*, Pereira e outros (2011) verificaram perdas de até 77% na massa seca da parte aérea quando em convivência com 160 plantas de *U. decumbens* m⁻².

Estudando a interferência de gramíneas (*U. decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *B. ruziziensis* e *P. maximum*) sobre o crescimento inicial de clones

de *E. urograndis*, Pereira e outros (2013) verificaram que, para a massa seca de folhas, a *B. ruzizensis* (100 plantas m⁻²) foi a mais agressiva, o que causou reduções de até 28%; enquanto que, para a massa seca do caule, *U. decumbens* e *B. plantaginea*, ambas na densidade de 100 plantas m⁻², proporcionaram em torno de 26% de redução, quando comparadas ao controle livre de plantas daninhas. Esses resultados demonstraram que o efeito da interferência, assim como seu grau, é diferenciado por espécie daninha e pode, inclusive, ser influenciado por categorias intraespecíficas.

Concordando com os resultados obtidos por Dinardo e outros (2003) e Cruz e outros (2010), a área foliar e a massa seca de folhas e do caule foram as características que se mostraram mais sensíveis à convivência com capim-colonião, por apresentarem maiores reduções em relação às plantas de eucalipto livres de competição. Esse efeito deve-se ao fato de que, sob intensa infestação de plantas daninhas, o eucalipto tende a perder rapidamente os ramos e as folhas da base do caule e apresentar, com isso, pequena quantidade de folhas concentradas no topo da muda e estiolamento do caule devido à competição por luz, o que leva à restrição da fonte predominante de energia aos processos básicos de recrutamento de elementos envolvidos no crescimento do vegetal (PITELLI; MARCHI, 1991).

De maneira geral, mediante os resultados obtidos, pode-se observar que as reduções ocorridas no crescimento inicial das plantas de eucalipto aumentaram à medida que se elevou a população de plantas de capim-colonião. O aumento da densidade da população infestante contribuiu para o aumento do número de indivíduos que utilizariam os mesmos recursos do meio, e, portanto, mais intensa foi a competição estabelecida entre o eucalipto e as plantas daninhas (TOLEDO e outros, 2001; DINARDO e outros, 2003).

Portanto, existe relação negativa entre a densidade de plantas de *P. maximum* em competição com plantas jovens de eucalipto e as variáveis de

crescimento dessas plantas; isso evidencia a necessidade de controle inicial do capim-colonião na linha da cultura, principalmente pelo rápido crescimento e alta habilidade competitiva das gramíneas com a cultura do eucalipto. Em campo, em plantios recém-implantados de eucalipto, as densidades de plantas daninhas podem ser muito superiores às estudadas (até 100 plantas m⁻²), e pode haver efeitos semelhantes aos encontrados neste trabalho, com atraso no crescimento do eucalipto e posterior redução da produtividade.

4 CONCLUSÕES

A variação da distância de infestação do capim-colonião não exerceu influência sobre o crescimento das plantas de eucalipto, clone VCC865.

O aumento da população de plantas de capim-colonião proporcionou redução no crescimento inicial do eucalipto.

As características das plantas de eucalipto mais sensíveis à convivência com capim-colonião foram área foliar, massa seca de folhas e caule.

5 REFERÊNCIAS

- CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; GOMES, G. L. G. C.; TAKAHASHI, E. N.; ARALDI, R. Seletividade e absorção radicular do sulfentrazone em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 147-153, 2012.
- CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; BIANCO, S. Sourgrass densities affecting the initial growth and macronutrient content of coffee plants. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 109-115, 2013.
- COSTA, A. G. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D. Efeito da densidade de plantas de *Spermacoce latifolia* Aubl. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. **Ecossistema**, v. 29, n. 1/2, p. 39-47, 2004.
- CRUZ, M. B.; ALVES, P. L. C. A.; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus × urograndis*. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 391-401, 2010.
- DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 59-68, 2003.
- FERREIRA, G. L.; SARAIVA, D. T.; QUEIROZ, G. P.; SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MATTIELLO, E. M. Eucalypt growth submitted to management of *Urochloa* spp. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 99-107, 2016.
- GARAU, A. M.; GHERSA, C. M.; LEMCOFF, J. H.; BARAÑAO, J. J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 251-264, 2009.
- GRAAT, Y.; ROSA, J. O.; NEPOMUCENO, M. P.; CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A. Grass weeds interfering with eucalypt: effects of the distance of coexistence on the initial plant growth. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 203-211, 2015.
- HAKAMADA, R. E.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; GONÇALVES, J. L. M.; PULITTO, A. P. Levantamento sobre o manejo de plantas daninhas. In: XL

REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PTMS, Campo Grande, 2010. **Anais...** Campo Grande, 2010.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório anual IBÁ 2017:** ano base 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 03 de março de 2017.

MARCOLINI, L. W.; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T. C. S.; PARREIRA, M. C. Effect of density and the distance of *Brachiaria decumbens* Staff on the initial growth of *Coffea arabica*. **Coffee Science**, v. 4, n. 1, p. 11-15, 2009.

MEDEIROS, W. N.; MELO, C. A. D.; TIBURCIO, R. A. S.; SILVA, G. S.; MACHADO, A. F. L.; TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas daninhas. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 147-157, 2016.

PEREIRA, F. C. M.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Interference of grasses on the growth of eucalyptus clones. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 11, p. 173-180, 2013.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; SILVA, J. I. C.; MARTINS, D. Densidades de plantas de *Urochloa decumbens* em convivência com *Corymbia citriodora*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, supl. 1, p. 1803-1812, 2011.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 3., 1991, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1991. p. 1-11.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GUERSA, C. **Weed ecology: implication for managements**. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª. aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Efeitos da competição de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de plantas jovens de café. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 415-423, 2006.

SOUZA, L. S.; LOSASSO, P. H. L.; OSHIWA, M.; GARCIA R. R.; GOES FILHO, L. Efeito das faixas de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*), **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 63-71, 2010.

TOLEDO, R. E. B.; DINARDO, W.; BEZUTTE, A. J.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 60, p. 109-117, 2001.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; SANTOS, M. V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.

ZEN, S. Influência da matocompetição em plantas de *Eucalyptus grandis*. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 25-35, 1987.

CAPÍTULO II
EFICIÊNCIA E TOXICIDADE DO OXYFLUORFEN VIA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO EUCALIPTO

1 INTRODUÇÃO

O eucalipto é a essência florestal mais utilizada em programas de reflorestamento no Brasil, em razão de suas características de rápido crescimento, boa adaptação às condições edafoclimáticas existentes no país e à multiplicidade de uso industrial (CARVALHO e outros, 2014).

Apesar de o gênero *Eucalyptus* apresentar espécies de rápido crescimento e de boa competitividade quanto ao seu estabelecimento no campo, isso não o isenta da interferência das plantas daninhas, que pode prejudicar o seu crescimento devido à competição por água, nutrientes e luz, principalmente no período inicial de desenvolvimento da cultura, e gerar como consequência o decréscimo quantitativo e qualitativo da sua produção (COSTA e outros, 2012; TIBURCIO e outros, 2012).

A irrigação pós-plantio das mudas de eucalipto em campo, realizada comumente de forma localizada na cova, e não em área total, contribui para que o crescimento de plantas daninhas ocorra no entorno das mudas, favorecendo o estabelecimento da competição; sendo assim, é necessária a intervenção, por meio do controle químico e/ou mecânico durante a fase de estabelecimento da cultura.

O manejo das plantas daninhas pode ser realizado por métodos químicos e mecânicos, isolados ou combinados (TOLEDO e outros, 2003). Em plantios comerciais, geralmente realizados em extensas áreas, não só a escassez de mão de obra como também a necessidade de se obter elevados índices de produtividade, dentro de padrões econômicos aceitáveis, têm levado ao aumento no uso do controle químico como alternativa para redução de custos de produção (TUFFI SANTOS e outros, 2006).

Entre os herbicidas registrados para a cultura do eucalipto, destaca-se o oxyfluorfen, usado extensivamente e com eficiência no controle de gramíneas e dicotiledôneas; esse pode ser aplicado em pré e/ou pós-emergência inicial

(SILVA; SILVA, 2007). Seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) e tem ação de contato com as plantas pulverizadas. Ao ser aplicado em pré-emergência, o oxyfluorfen adere fortemente às partículas do solo e, desse modo, forma uma barreira química nos primeiros centímetros da superfície, que atua sobre as espécies daninhas que emergem (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

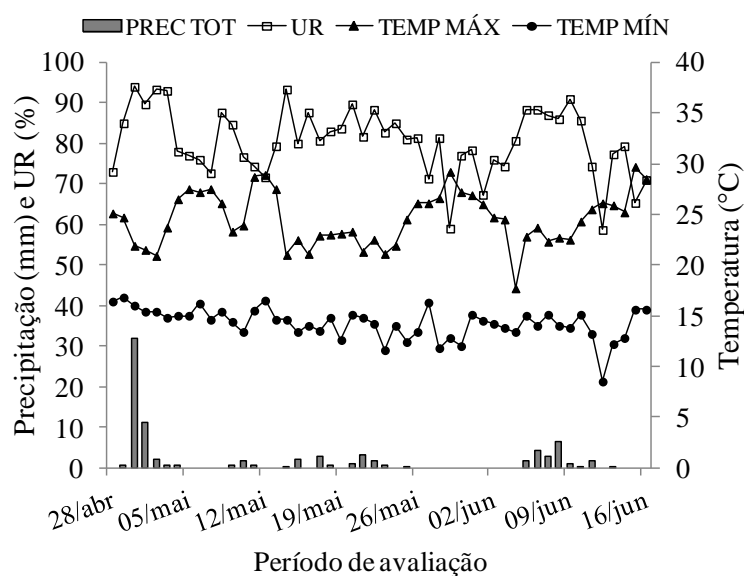
A recomendação do oxyfluorfen para essa cultura é em jato dirigido com o mínimo de contato com as plantas (FREITAS e outros, 2007). No entanto, informações a respeito de outras formas de aplicação desse herbicida, assim como a utilização de doses distintas da recomendada pelo fabricante, e seus efeitos sobre o crescimento inicial de mudas de eucalipto são escassas na literatura. Nesse sentido, foram realizados estudos por Gonçalves e outros (2009) e Magalhães e outros (2012), que avaliaram a toxicidade do oxyfluorfen aplicado via água de irrigação em mudas de pinhão-manso e café, respectivamente, com resultados positivos utilizando-se essa tecnologia.

O custo de implantação de plantios de eucalipto é bastante alto, sendo a integração de atividades necessárias, como a irrigação pós-plantio e o controle de plantas daninhas, uma forma de reduzi-lo. Uma possibilidade é, ao se optar pelo controle químico, fazê-lo juntamente com a irrigação, uma vez que as mudas necessitam do fornecimento de água para se estabelecerem em campo, o que favorece o surgimento de plantas daninhas nas linhas de plantio (SIMÕES; SILVA, 2012). Assim, tornam-se necessários estudos que avaliem os efeitos da aplicação de herbicidas veiculados à água de irrigação sobre o metabolismo das plantas de eucalipto.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a toxicidade de doses do herbicida oxyfluorfen aplicado em pré-emergência via água de irrigação na fase inicial de implantação da cultura do eucalipto, bem como a sua eficácia no controle de plantas daninhas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de abril e junho de 2015, na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, BA, Brasil, localizada a 14°88' de Latitude Sul e 40°79' de Longitude Oeste, em altitude média de 941 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa (Tropical de altitude), com precipitação média anual de 741 mm (SEI, 2013). Os dados climáticos obtidos no período de realização do experimento estão apresentados na Figura 1.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Vitória da Conquista, BA, 2015.

Figura 1 - Médias diárias de precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas durante o período de condução do experimento (28 de abril a 16 de junho de 2015). Vitória da Conquista – 2015.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico (EMBRAPA, 2013), textura média, com as seguintes

características físico-químicas na camada arável (0-0,2 m): 65,3% de areia; 23,5% de argila; 11,2% de silte; pH em H₂O de 5,7; 14 g dm⁻³ de matéria orgânica; 7,0 mg dm⁻³ de P, em Mehlich; 53% de saturação por bases; K⁺; Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H⁺ + Al⁺³ e CTC_{efetiva} de 0,23; 1,8; 0,8; 0,1; 2,5 e 2,9 cmol_c dm⁻³, respectivamente.

Mudas padronizadas do clone VCC865 (híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), adquiridas junto à empresa Veracel Celulose S.A., com aproximadamente 30 cm de altura e três meses de idade, foram plantadas em espaçamento 3,0 x 2,0 m, em covas previamente preparadas (30 x 30 x 30 cm) e adubadas com 22,5 g de P₂O₅ (superfosfato simples), 1,1 g de boro (bórax) e 1,0 g de zinco (sulfato de zinco), conforme as necessidades da cultura (BARROS; NOVAES, 1999). A irrigação foi realizada manualmente de forma complementar, de modo que as plantas mantivessem adequada disponibilidade de água.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e as parcelas experimentais constituídas de uma muda por cova de plantio, considerando-se como área útil 0,28 m² do entorno das plantas de cada parcela. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 5 x 2 x 2, correspondendo a cinco doses do herbicida oxyfluorfen (0; 360; 720; 1080 e 1440 g i.a. ha⁻¹, da formulação comercial Goal[®]), dois modos de aplicação (sobre a planta e sobre o solo) e dois volumes da água de irrigação (5 e 10 litros).

A aplicação do herbicida foi realizada em pré-emergência via água de irrigação 15 dias após o plantio das mudas; o produto comercial foi dosado, diluído em 5 ou 10 litros de água e aplicado manualmente, com o auxílio de um regador com capacidade de 10 litros, diretamente sobre a planta ou somente sobre o solo.

A fitotoxicidade do herbicida às plantas de eucalipto foi quantificada por avaliação visual em relação à testemunha, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA), atribuindo-se valores de 0 a 100% em função da intensidade dos sintomas, em que 0% correspondeu à ausência de sintomas visíveis, e 100%, à morte das plantas (SBCPD, 1995).

Aos 42 DAA, foram realizadas avaliações de crescimento e fisiológicas das plantas de eucalipto. Dentre as características de crescimento, determinou-se a altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, área foliar total (cm²) e massa seca da parte aérea (g). As avaliações fisiológicas constaram de mensuração do índice SPAD, taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E - $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (Gs- $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1}$).

A altura das plantas foi obtida medindo-se desde a superfície do solo até a gema apical, com auxílio de régua graduada. O diâmetro do caule foi mensurado com paquímetro digital a 2 cm da superfície do solo. A área foliar das plantas foi determinada por meio do medidor “Area Meter” LI-COR, modelo LI-3100. Para obtenção da massa seca, a parte aérea das plantas foi colhida e, em seguida, acondicionada em sacos de papel colocados em estufa com circulação forçada de ar para secagem ($65 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) até atingir massa constante; posteriormente, foi pesada em balança de precisão de 0,01 g.

O índice SPAD foi avaliado em três folhas completamente expandidas e fisiologicamente maduras, situadas no terço médio das plantas, utilizando-se o clorofilômetro portátil SPAD-502, Konica Minolta, Japão. Os valores de A, E, Gs e Ci foram obtidos por meio da avaliação das trocas gasosas em uma folha completamente expandida do terço médio das plantas, com um medidor portátil de fotossíntese, do tipo analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca LI-COR®, modelo LI-6400 (Nebraska/USA). As leituras foram realizadas entre 8 e 11 h, de forma que fossem mantidas as condições ambientais homogêneas

durante a avaliação de cada bloco. Durante a mensuração, as plantas receberam irradiância de, aproximadamente, $900 \mu\text{mol de f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, conforme estabelecido por Silva e outros (1998).

Aos 50 DAA, por ocasi\u00e3o do final do experimento, foi realizada a identifica\u00e7\u00e3o, com base em literatura especializada (KISSMANN; GROTH, 2000; LORENZI, 2008), e quantifica\u00e7\u00e3o das esp\u00e9cies daninhas situadas na \u00e1rea do entorno das plantas de eucalipto. Para isso, foram realizadas amostragens na \u00e1rea \u00fasil das parcelas, as quais totalizaram uma \u00e1rea amostral de $1,12 \text{ m}^2$ por tratamento. A partir da quantifica\u00e7\u00e3o das esp\u00e9cies, determinou-se a densidade (n\u00famero de plantas m^{-2}) de plantas daninhas na \u00e1rea amostrada, a qual foi tomada como par\u00e2metro para estimar a efic\u00e1cia de controle dos tratamentos aplicados.

Os dados foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de homogeneidade das vari\u00e2ncias (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors) e, posteriormente, submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo teste F; as m\u00e9dias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Para os efeitos quantitativos, foi realizada An\u00e1lise de Regress\u00e3o Polinomial, utilizando-se o Programa Estat\u00edstico SAEG.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento da comunidade infestante, foram identificadas 27 espécies de plantas daninhas, distribuídas em 23 gêneros e 11 famílias botânicas; foi verificada a predominância das dicotiledôneas, com 81,5% da composição. As principais famílias em número de espécies foram: Asteraceae (nove), Amaranthaceae (quatro) e Poaceae (quatro), as quais somam 63% das espécies encontradas (Tabela 1). Resultados similares foram verificados no levantamento realizado por Tuffi Santos e outros (2013), no qual se destacaram as famílias Poaceae e Asteraceae como sendo as de maior riqueza de espécies daninhas em cultivos de eucalipto nos municípios de Santana do Paraíso e Guanhães, MG, Brasil.

Tabela 1 - Relação de espécies daninhas identificadas em cultivo de eucalipto, aos 60 dias após o plantio, organizadas por família, nome científico, nome comum e número de indivíduos por espécie em função de doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista – BA, 2015.

Família/Espécie	Nome comum	Número de indivíduos por espécie					
		Doses (g i.a. ha ⁻¹)					
		0	360	720	1080	1440	Total
Amaranthaceae²							
<i>Amaranthus deflexus</i>	caruru-rasteiro	42	5	-	-	2	49
<i>Amaranthus viridis</i>	caruru-de-mancha	-	-	-	1	-	1
<i>Chenopodium album</i>	ançarinha-branca	6	-	-	-	-	6
<i>Chenopodium carinatum</i>	anserina-rendada	363	-	-	-	2	365
Asteraceae²							
<i>Acanthospermum hispidum</i>	carrapicho-de-carneiro	-	-	2	1	-	3
<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto	-	-	5	-	6	11
<i>Blainvillea biaristata</i>	picão-grande	153	90	49	35	31	358
<i>Emilia coccinea</i>	serralha-mirim	-	2	-	-	-	2
<i>Emilia fosbergii</i>	falsa-serralha	17	9	8	4	5	43
<i>Galinsoga parviflora</i>	botão-de-ouro	29	-	-	-	-	29
<i>Lourteigia ballotifolia</i>	picão-roxo	19	-	-	-	-	19
<i>Parthenium hysterophorus</i>	losna-branca	2	-	-	-	-	2
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	agrião-do-pasto	1	-	-	-	-	1
Brassicaceae²							
<i>Coronopus didymus</i>	mastruço	7	-	-	-	-	7

Commelinaceae¹							
<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba	-	-	1	-	-	1
Fabaceae²							
<i>Crotalaria indica</i>	chocalho-de-cascavel	-	-	1	-	-	1
Malvaceae²							
<i>Pavonia cancellata</i>	malva-rasteira	8	-	-	-	-	8
<i>Sida rhombifolia</i>	guanxuma	48	19	14	9	4	94
Molluginaceae²							
<i>Mollugo verticillata</i>	molugo	36	-	-	-	-	36
Poaceae¹							
<i>Brachiaria plantaginea</i>	capim-marmelada	-	18	16	2	-	36
<i>Cenchrus echinatus</i>	capim-carrapicho	4	-	1	1	-	6
<i>Eleusine indica</i>	capim pé-de-galinha	128	-	-	-	-	128
<i>Urochloa decumbens</i>	capim-braquiária	239	34	25	30	16	344
Portulacaceae²							
<i>Portulaca oleracea</i>	beldroega	173	2	-	2	-	177
<i>Portulaca pilosa</i>	amor-crescido	11	-	-	-	-	11
Rubiaceae²							
<i>Diodia teres</i>	mata-pasto	1	1	-	-	-	2
Solanaceae²							
<i>Solanum americanum</i>	maria-pretinha	95	5	-	-	1	101
Total		1382	185	122	85	67	1841

*Famílias de espécies daninhas Monocotiledôneas¹ e Dicotiledôneas².

O número de indivíduos da comunidade infestante reduziu cerca de 70% com a aplicação do herbicida, em relação à testemunha (sem aplicação de herbicida), sendo o maior controle exercido com a aplicação de doses mais elevadas do oxyfluorfen (1080 e 1440 g i.a. ha⁻¹), com 8,25% do percentual total de indivíduos, enquanto que, nas menores doses (360 e 720 g i.a. ha⁻¹), registraram-se 16,67% da composição (Tabela 1). Esses resultados demonstram que o herbicida veiculado à água de irrigação apresenta eficiência no controle das plantas daninhas ocorrentes no entorno das covas de plantio do eucalipto. Para Costa e outros (2012), o controle da comunidade infestante no período inicial de desenvolvimento da cultura é de extrema importância, pois, nessa fase, o eucalipto é altamente sensível à competição exercida pelas plantas daninhas, com reflexos negativos no crescimento das plantas jovens.

As espécies de maior ocorrência na área experimental foram *Chenopodium carinatum* (19,82% em relação ao número total de indivíduos), *Blainvillea biaristata* (19,44%) e *Urochloa decumbens* (18,61%), com elevado número de indivíduos nos tratamentos sem aplicação de herbicida (testemunha). No entanto, quando aplicadas as maiores doses (1080 e 1440 g i.a. ha⁻¹), verificou-se redução expressiva nas populações dessas plantas, com percentuais médios de controle em torno de 99,5; 78,43 e 90,37%, respectivamente (Tabela 1). Gonçalves e outros (2009) também constataram a eficiência do oxyfluorfen no controle de *Urochloa decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Sida rhombifolia*, quando aplicado em pré-emergência via água de irrigação nas doses de 600 e 1200 g i.a. ha⁻¹ na cultura do pinhão-manso.

A predominância de *Urochloa decumbens* em cultivos de eucalipto também foi relatada por Toledo e outros (2003) e Souza e outros (2010) em levantamentos realizados nos municípios de Piratininga e Gavião Peixoto, SP, Brasil, respectivamente; essa foi responsável por exercer elevada pressão de interferência sobre a cultura. Toledo e outros (2001) afirmam que o capim-braquiária, devido à sua elevada agressividade e ao seu difícil controle, tornou-se uma das plantas daninhas mais problemáticas nos plantios comerciais de eucalipto do Brasil.

Espécies anuais agressivas, tais como *Panicum maximum* e *Urochloa decumbens*, por apresentarem alta eficiência na absorção e uso da água, rápido crescimento inicial e elevada produtividade de biomassa, são muito competitivas nos estádios iniciais de crescimento do eucalipto (FERREIRA e outros, 2016). Nesse período, as mudas de eucalipto alocam grande quantidade de fotoassimilados e nutrientes para o crescimento de raízes, para assegurar o suprimento de água e nutrientes, mas na convivência com as plantas daninhas, pode haver diminuição na disponibilidade desses elementos (CRUZ e outros, 2010).

Estudos relataram os efeitos negativos da convivência de plantas de eucalipto com forrageiras, como capim-braquiária e capim-colonião, na redução da massa seca de folhas, caules, ramos e raízes, além da diminuição na área foliar e número de folhas (DINARDO e outros, 2003; FERREIRA e outros, 2016; MEDEIROS e outros, 2016).

Para a densidade de plantas daninhas, a partir da análise do desdobramento em função das doses do herbicida (Anexo 1B), verificou-se que, independente da forma de aplicação e volume de água utilizado, houve decréscimo significativo com a aplicação do oxyfluorfen; foram atingidos valores inferiores a 50 plantas m⁻² quando utilizadas as doses de 360 e 720 g i.a. ha⁻¹ e 20 plantas m⁻² nas doses de 1080 e 1440 g i.a. ha⁻¹, o que representa redução média de 92,2 e 97,2%, respectivamente, em relação à testemunha (Figura 2).

$$\begin{aligned} \text{SP/5L: } \hat{Y}^* &= 360,93 - 1,8612X + 0,0035X^2 - 3E-06X^3 + 8E-10X^4 \quad R^2 = 1 \\ \text{SP/10L: } \hat{Y}^* &= 320,24 - 1,7984X + 0,0037X^2 - 3E-06X^3 + 9E-10X^4 \quad R^2 = 1 \\ \text{SS/5L: } \hat{Y}^* &= 199,04 - 0,8934X + 0,0016X^2 - 1E-06X^3 + 4E-10X^4 \quad R^2 = 1 \\ \text{SP/10L: } \hat{Y}^* &= 342,36 - 1,6278X + 0,0029X^2 - 2E-06X^3 + 6E-10X^4 \quad R^2 = 1 \end{aligned}$$

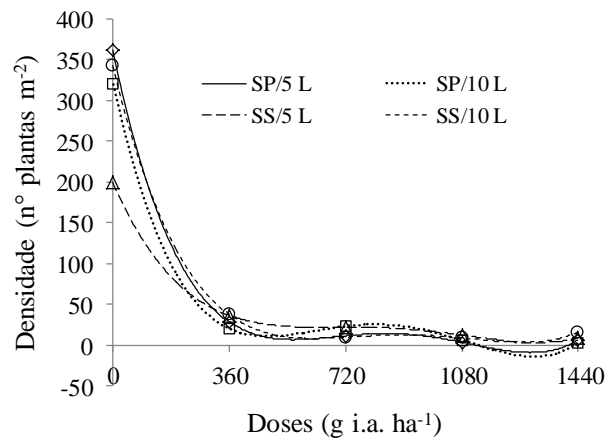


Figura 2 - Estimativa da densidade de plantas daninhas em função de doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre

o solo (SS) em dois volumes de água (5 e 10 L) na fase inicial de implantação da cultura do eucalipto, clone VCC865. Vitória da Conquista – BA, 2015.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Avaliando a eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas em plantio de eucalipto (clone CRV1189 de *Eucalyptus grandis*), Tiburcio e outros (2012) verificaram que o oxyfluorfen aplicado em pré-emergência (960 g i.a. ha⁻¹) proporcionou maior controle das dicotiledôneas (93,7%) e menor acúmulo de massa seca total, aos 60 DAA, em relação aos herbicidas flumioxazin (75, 100 e 125 g i.a. ha⁻¹) e isoxaflutole (75 e 150 g i.a. ha⁻¹).

Nos tratamentos sem aplicação de herbicida (testemunha), foram verificadas elevadas densidades de plantas daninhas nas áreas do entorno das covas de plantio, com valores variando entre 200 e 360 plantas m⁻² (Figura 2), o que evidencia a importância dos métodos de controle como forma de reduzir o grau de infestação das espécies daninhas em plantios de eucalipto, a fim de evitar, dessa maneira, os efeitos negativos sobre o desenvolvimento inicial da cultura em decorrência da competição pelos recursos do ambiente.

Em estudo de competição entre a cultura do eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e a *Urochloa decumbens*, Toledo e outros (2001) verificaram que os prejuízos no crescimento inicial do eucalipto foram proporcionais ao aumento da densidade de plantas de capim-braquiária, quando avaliaram desde 4 a 120 plantas m⁻². Para esses autores, o aumento da densidade de plantas daninhas fez com que se aumentasse a quantidade de indivíduos que disputariam os mesmos recursos do meio, e, portanto, mais intensa foi a competição sofrida pela cultura.

Quanto à fitotoxicidade (Figura 3), não foram observados sintomas visuais de intoxicação nas plantas tratadas com oxyfluorfen aplicado somente no solo, independente da dose aplicada, assim como também não houve influência dos volumes de água (5 e 10 litros) utilizados na irrigação. No entanto, quando o herbicida foi aplicado diretamente sobre as plantas, observaram-se leves injúrias

decorrentes da intoxicação por oxyfluorfen, com percentuais inferiores a 1%, sem diferença entre as doses aplicadas (Anexo 2B). Os sintomas foram verificados apenas nas avaliações realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos, atingindo percentuais médios de 0,3; 0,4 e 0,3%, respectivamente. A partir dos 21 DAA, não houve evolução dos sintomas, e as plantas emitiram folhas novas sem sintomas de intoxicação, demonstrando sinais de recuperação.

$$360 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = -1,218 + 0,2936X - 0,0207X^2 + 0,0006X^3 - 5E-06X^4 \quad R^2 = 0,88$$

$$720 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = -0,1117 + 0,162X - 0,0088X^2 + 0,0001X^3 \quad R^2 = 0,94$$

$$1080 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = -0,4449 + 0,1597X - 0,008X^2 + 0,0001X^3 \quad R^2 = 0,91$$

$$1440 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = 0,3333 + 0,0944X - 0,006X^2 + 8E-05X^3 \quad R^2 = 0,91$$

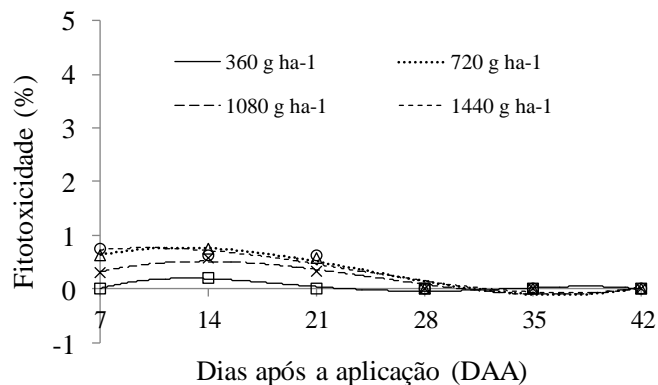


Figura 3 - Estimativa da fitointoxicação em eucalipto, clone VCC865, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) de doses do herbicida oxyfluorfen diretamente sobre as plantas. Vitória da Conquista – BA, 2015.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Os sintomas visuais de intoxicação foram observados nas folhas jovens do ápice caulinar e consistiam de encarquilhamento e leve necrose na borda das folhas. Apesar de causar leves injúrias nas folhas, o oxyfluorfen aplicado em pré-emergência via água de irrigação mostrou-se seletivo à cultura e eficiente no controle das plantas daninhas.

Resultados similares foram obtidos por Agostinetto e outros (2010), ao verificarem a seletividade do herbicida oxyfluorfen à cultura em doses de até 1680 g i.a. ha⁻¹, por causar leve toxicidade às plantas de eucalipto aos 28 dias após a aplicação (3,6%). Por outro lado, Gonçalves e outros (2009) constataram toxidez do oxyfluorfen (600 e 1200 g i.a. ha⁻¹) aplicado via água de irrigação sobre mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), sendo os sintomas (manchas esbranquiçadas nas folhas, com evolução para necrose) atenuados com o tempo. Alves e outros (2000) ressaltam que os efeitos fitotóxicos observados para esse herbicida ficam restritos aos locais de contato entre o produto e a planta, sem evolução dos efeitos com o desenvolvimento das plantas.

Para os dados de altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar total, índice de clorofila SPAD e massa seca da parte aérea (Figuras 4 a 6), não houve interação significativa entre os fatores estudados ($p>0,05$), apenas efeito significativo isolado das doses aplicadas do herbicida (Anexo 3B).

Em relação à altura de plantas e diâmetro do caule (Figura 4A e 4B), verificaram-se pequenos acréscimos à medida que se aumentou as doses de oxyfluorfen; atingiram-se incrementos de 8,3 e 17%, respectivamente, quando aplicada a dose de 1440 g i.a. ha⁻¹, em relação à testemunha sem aplicação de herbicida. Esse efeito pode ser decorrente do eficiente controle das plantas daninhas nessa dose, o que proporcionou maior aproveitamento dos recursos do ambiente pelas plantas de eucalipto e, conseqüentemente, maior crescimento inicial da cultura. Enquanto, Tiburcio e outros (2012) verificaram que o tratamento com oxyfluorfen (960 g i.a. ha⁻¹) não exerceu influência sobre a altura de plantas e diâmetro do caule de eucalipto (clone CRV1189 de *Eucalyptus grandis*), aos 90 dias após a aplicação, quando comparado à testemunha sem capina.

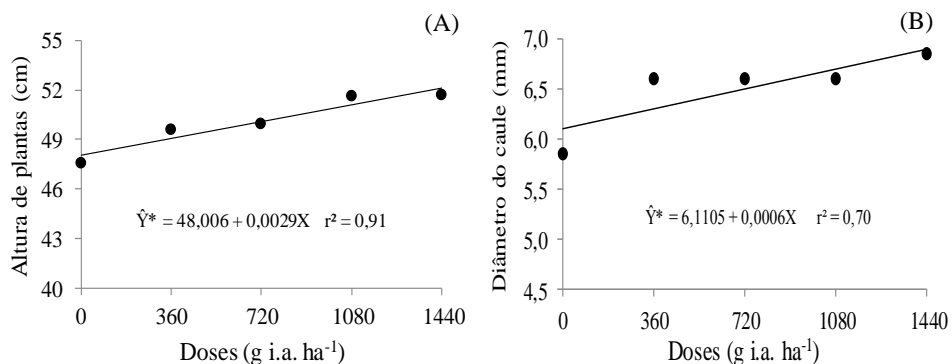


Figura 4 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, submetido a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Em contrapartida, Yamashita e outros (2008) verificaram que a aplicação em pré-emergência do oxyfluorfen (90 e 180 g i.a. ha⁻¹), aos 30 dias após a emergência, reduziu significativamente a altura de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em todas as épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e 35 DAA). Inoue e outros (2014), avaliando a seletividade de herbicidas para pinhão manso em condições de campo, observaram que o oxyfluorfen aplicado na dose de 1440 g i.a. ha⁻¹ reduziu a altura das plantas em 29,6%, aos 35 dias após a aplicação, em relação à testemunha sem capina; entretanto, não apresentou efeito sobre o diâmetro do caule das plantas.

Para número de folhas e área foliar (Figura 5A e 5B), observou-se incremento nas médias dessas características com o aumento das doses aplicadas; os maiores resultados foram registrados na dose de 1440 g i.a. ha⁻¹, representando aumento de 29,12 e 52%, respectivamente, quando comparada ao tratamento sem aplicação de herbicida. Na ausência de plantas daninhas, as plantas de eucalipto apresentaram maior desenvolvimento inicial, evidenciado

pelo aumento significativo da sua área fotossintética, equivalente a um ganho de 30 folhas e 554 cm².

Entretanto, Magalhães e outros (2012) verificaram que o oxyfluorfen (360 e 720 g i.a. ha⁻¹) aplicado em jato dirigido ao solo não teve influência sobre o número de folhas e a área foliar de plantas de café (*Coffea arabica* cv. Catuaí Vermelho IAC 144), não diferindo da testemunha capinada e sem capina, aos 105 dias após a aplicação.

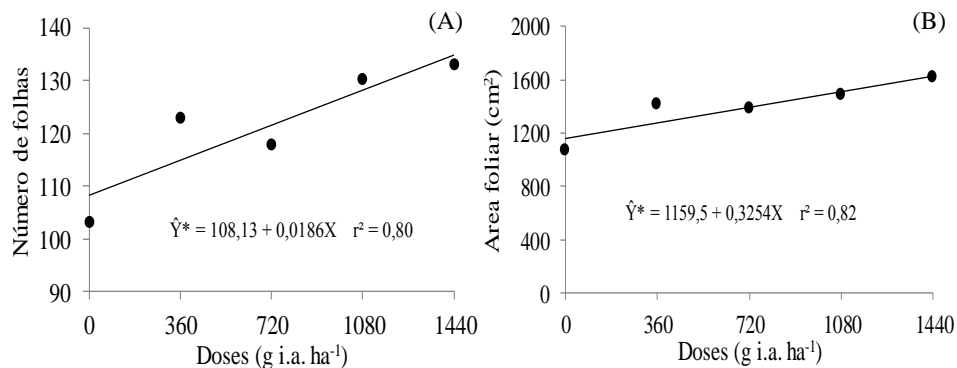


Figura 5 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

O menor investimento em folhas pelo eucalipto, como verificado no tratamento sem aplicação de herbicida (Figura 5A), em decorrência do estresse imposto pela competição, pode comprometer a sobrevivência das mudas no campo ou gerar perdas substanciais em produtividade, por reduzir o aparato fotossintético das plantas. Hakamada e outros (2010) ressaltam perdas de até 50% na produtividade do povoamento em razão da interferência das plantas daninhas, o que pode reduzir a lucratividade em mais de 90%.

O incremento na dose do herbicida proporcionou acréscimo linear na massa seca da parte aérea do eucalipto (Figura 6A), com o maior resultado registrado no tratamento com a dose de 1440 g i.a. ha⁻¹ (18,5 g), o que corresponde a um incremento de 37% em relação à testemunha sem aplicação de herbicida (13,5 g); isso demonstra a seletividade do oxyfluorfen à cultura e eficiência no controle da comunidade infestante. Por outro lado, Ronchi e Silva (2003) constataram que a altura de plantas e a biomassa da parte aérea de café, cultivar Catuaí Vermelho, foram significativamente reduzidas em 27 e 44%, respectivamente, devido à toxicidade causada pelo oxyfluorfen (480 g i.a. ha⁻¹) quando pulverizado em pós-emergência diretamente sobre as mudas.

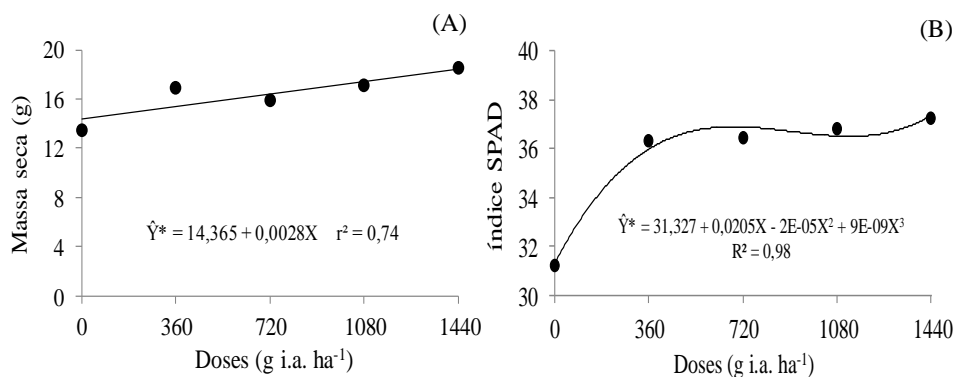


Figura 6 - Estimativa da massa seca da parte aérea (A) e índice de clorofila SPAD (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

O baixo acúmulo de massa seca verificado nas plantas da testemunha está relacionado ao fato de que, sob intensa infestação de plantas daninhas, o eucalipto tende a perder rapidamente os ramos e as folhas da base da copa; apresenta-se, com isso, pequena quantidade de folhas concentradas no topo da muda e estiolamento do caule devido à competição por luz; devido a isso,

restringe-se a fonte predominante de energia aos processos básicos de recrutamento de elementos envolvidos no crescimento do vegetal (PITELLI; MARCHI, 1991).

A aplicação do oxyfluorfen, independente da dose, promoveu aumento significativo no índice de clorofila SPAD (Figura 6B), com incremento médio de 17,5% em relação ao tratamento sem aplicação de herbicida, evidência de maior teor relativo de clorofila nas plantas de eucalipto quando mantidas livres de plantas daninhas. Resultados distintos foram obtidos por Brighenti e Muller (2014), ao constatarem que a aplicação do oxyfluorfen (360 e 720 g i.a. ha⁻¹) proporcionou altos níveis de fitotoxicidade às plantas de cedro-australiano (*Toona ciliata*), 35 e 45% aos 21 DAA, respectivamente, o que causou redução considerável no número de folhas, área foliar e teor de clorofila.

Em relação às respostas fisiológicas das plantas de eucalipto, não houve efeito significativo da condutância estomática e concentração interna de CO₂ para nenhum dos fatores estudados (p>0,05). Entretanto, para a taxa de fotossíntese (Figura 7A), verificou-se interação significativa entre os fatores doses e volumes de água, enquanto que, para a taxa de transpiração (Figura 7B), houve interação entre as doses e as formas de aplicação do herbicida (Anexo 3B).

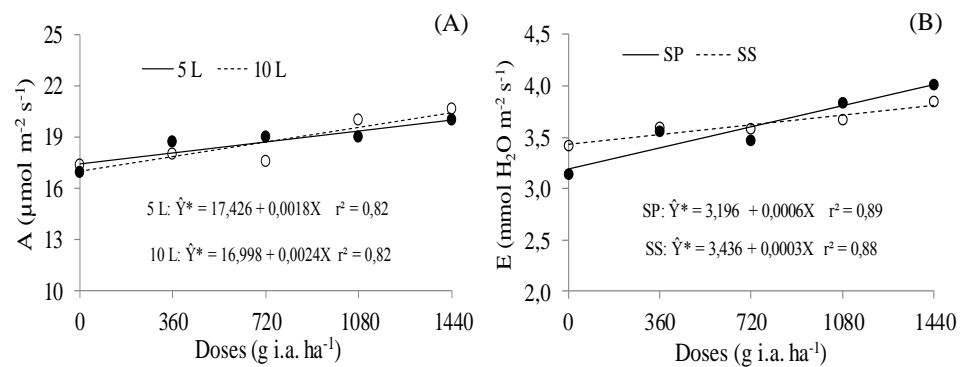


Figura 7 - Estimativa da taxa fotossintética (A) e transpiratória (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado

via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) em dois volumes de água (5 e 10 L) na fase inicial de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2015.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

A taxa fotossintética, independente do volume de água utilizado (5 e 10 litros), apresentou pequeno acréscimo em função do aumento das doses do herbicida; registraram-se os maiores resultados quando aplicada a dose de 1440 g i.a. ha⁻¹, o que representa aumento de 16,5 e 19%, respectivamente, quando comparada à testemunha (Figura 7A). A partir da análise do desdobramento da interação, verificou-se que não houve diferença entre os volumes de água quando avaliados dentro de cada dose isolada de oxyfluorfen (Tabela 2). Segundo Concenço e outros (2008), a taxa fotossintética está diretamente relacionada com o consumo de CO₂ do meio e com o aumento de massa das plantas, o que pode indicar correlação positiva com os resultados obtidos na Figura 6A.

Tabela 2 - Taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função de volumes de água de irrigação na aplicação de doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista – BA, 2015.

Volumes (L)	Doses (g i.a. ha ⁻¹)				
	0	360	720	1080	1440
5	16,91 a ¹	18,72 a	18,97 a	19,03 a	20,09 a
10	17,34 a	18,00 a	17,60 a	20,11 a	20,64 a
CV (%)	8,61				

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados contrários foram obtidos por Machado e outros (2010) ao constatarem, aos 21 dias após a aplicação, que o incremento na dose de glyphosate (0,0; 43,2; 86,2; 129,6; e 172,8 g ha⁻¹) reduziu a taxa fotossintética e transpiratória de plantas de eucalipto. Esses autores justificaram que, com o

incremento da dose do herbicida, aumentou-se o nível de intoxicação das plantas de eucalipto; com isso, causou-se abscisão foliar, e, conseqüentemente, reduziu-se a área foliar útil para realização da fotossíntese.

Na avaliação da transpiração, verificou-se, para ambas as formas de aplicação (SP e SS), incremento à medida que se aumentaram as doses de oxyfluorfen; obtiveram-se as maiores taxas na dose de 1440 g i.a. ha⁻¹, o que corresponde a 28,4 e 12,6%, respectivamente, em relação ao tratamento sem aplicação de herbicida (Figura 7B). As formas de aplicação do herbicida não diferiram quando analisadas dentro de cada dose isolada de oxyfluorfen (Tabela 3).

Tabela 3 - Taxa transpiratória (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da forma de aplicação de doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista – BA, 2015.

Aplicação ²	Doses (g i.a. ha ⁻¹)				
	0	75	105	135	165
SP	3,14 a ¹	3,56 a	3,47 a	3,83 a	4,02 a
SS	3,42 a	3,60 a	3,58 a	3,67 a	3,85 a
CV (%)	14,50				

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

²Formas de aplicação: sobre a planta (SP) ou sobre o solo (SS).

Esses resultados demonstram que, pelo fato de o oxyfluorfen aplicado via água de irrigação não ocasionar efeito fitotóxico à cultura, pode ter sido proporcionado aumento na atividade fotossintética e transpiratória das plantas de eucalipto em decorrência da sua eficiência no controle da comunidade infestante.

Esse efeito pode ser verificado em estudos de competição, como o realizado por Silva e outros (2000), no qual verificaram que a *Urochloa brizantha* demonstra ser competitiva no crescimento inicial de *E. citriodora* e *E.*

grandis, pela redução da taxa transpiratória das plantas, aos 70 dias após o transplante das mudas. Vidal (1997) ressalta que a maior transpiração pela planta é benéfica, pois esse fator está diretamente correlacionado com a taxa fotossintética. A diminuição da transpiração foliar causa desbalanço metabólico, o qual leva ao colapso e desarranjo na formação e manutenção das estruturas da planta, devido à inibição da síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano.

De maneira geral, independente da forma de aplicação e do volume de água adotado, o oxyfluorfen veiculado à água de irrigação mostrou-se seletivo à cultura em doses de até 1440 g i.a. ha⁻¹, proporcionando efetivo controle das plantas daninhas presentes no entorno das covas de plantio e incremento do crescimento inicial das plantas de eucalipto, principalmente, o número de folhas, a área foliar e a massa seca da parte aérea.

4 CONCLUSÕES

O herbicida oxyfluorfen veiculado à água de irrigação, independente da forma de aplicação e do volume de água utilizado, demonstrou-se seletivo à cultura do eucalipto, clone VCC865, nas doses avaliadas.

A aplicação do oxyfluorfen em pré-emergência via água de irrigação nas doses de 1080 e 1440 g i.a. ha⁻¹ proporcionou maior eficiência no controle das plantas daninhas na fase inicial de implantação da cultura, favorecendo o crescimento inicial das plantas de eucalipto com incremento, principalmente, no número de folhas, na área foliar e no acúmulo de massa seca.

5 REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; TAROUCO, C. P.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E.; SILVA, J. M. B. V.; TIRONI, S. P. Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 585-598, 2010.

ALVES, L. W. R.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 4, p. 889-897, 2000.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Eucalipto. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Org.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, p. 303-305, 1999.

BRIGHENTI, A. M.; MULLER, M. D. Tolerância de plantas de *Khaya ivorensis* e *Toona ciliata* a herbicidas. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 747-754, 2014.

CARVALHO, G. P.; SILVA, A. A.; NUNES, T. V.; BARBOSA, F. A.; SILVA, J. I. C.; CERQUEIRA, F. B.; ERASMO, E. A. L.; SARMENTO, R. A. Deriva simulada de triclopyr e fluroxypyr + triclopyr no desenvolvimento de mudas de clones de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 165-173, 2014.

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; GALON, L.; REIS, M. R.; D'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; SILVA, L. V. B. D. Eficiência fotossintética de biótipos de azevém em condição de competição. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2008.

COSTA, A. C. P. R.; COSTA, N. V.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D. Efeito da deriva simulada de glyphosate em diferentes partes da planta de *Eucalyptus grandis*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 5, p. 1663-1672, 2012.

CRUZ, M. B.; ALVES, P. L. C. A.; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus* × *urograndis*. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 391-401, 2010.

DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 59-68, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FREITAS, F. C. L.; GROSSI, J. S. A.; BARROS, A. F.; MESQUITA, E. R.; FERREIRA, F. A. Controle de plantas daninhas na produção de mudas de plantas ornamentais. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 595-601, 2007.

FERREIRA, G. L.; SARAIVA, D. T.; QUEIROZ, G. P.; SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MATTIELLO, E. M. Eucalypt growth submitted to management of *Urochloa* spp. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 99-107, 2016.

GONÇALVES, K. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; VELINI, E. D. Seletividade do oxyfluorfen para a cultura do pinhão-manso. **Planta Daninha**, v. 27, n. spc., p. 1111-1116, 2009.

HAKAMADA, R. E.; ARTHUR JÚNIOR, J. C.; GONÇALVES, J. L. M.; PULITTO, A. P. Levantamento sobre o manejo de plantas daninhas. In: XL REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PTMS, Campo Grande, 2010. **Anais...** Campo Grande, 2010.

INOUE, M. H.; PEREIRA, K. M.; MENDES, K. F.; SANTOS, E. G.; DALLACORT, R.; POSSAMAI, A. C. S. Seletividade de herbicidas para pinhão manso em condições de casa de vegetação e campo. **Bioscience Journal**, v. 30, supl. 2, p. 791-801, 2014.

KISSMANN, K. G; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 2000. Tomo III. 723 p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640 p.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.; MACHADO, M. S.; FREITAS, F. C. L. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 319-327, 2010.

MAGALHÃES, C. E. O.; RONCHI, C. P.; RUAS, R. A. A.; SILVA, M. A. A.; ARAÚJO, F. C.; ALMEIDA, W. L. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012.

MEDEIROS, W. N.; MELO, C. A. D.; TIBURCIO, R. A. S.; SILVA, G. S.; MACHADO, A. F. L.; TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas daninhas. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 147-157, 2016.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 3., 1991, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1991. p. 1-11.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3. ed. Londrina: IAPAR, 2005. 591 p.

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.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Estatística dos Municípios Baianos**. Território de Identidade Vitória da Conquista. v. 4, n. 1, 2013. 454 p. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

SILVA, W.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; FIRMINO, L. E. Taxa transpiratória de mudas de eucalipto em resposta a níveis de água no solo e à convivência com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 923-928, 2000.

SILVA, W.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Condutância estomática de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, em resposta a diferentes níveis de água no solo e de convivência com *Brachiaria brizantha* Stapf. **Bragantia**, v. 57, n. 2, p. 339-347, 1998.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 367 p.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Desempenho operacional e custos de um trator na irrigação pós-plantio de eucalipto em campo. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 164-170, 2012.

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

SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 63-71, 2010.

TIBURCIO, 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, 2012.

TOLEDO, R. E. B.; DINARDO, W.; BEZUTTE, A. J.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf. sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 60, p. 109-117, 2001.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; BEZUTTE, A. J.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; Períodos de controle de *Brachiaria* sp. e seus reflexos na produtividade de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 63, p. 221-232, 2003.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. F. L. Intoxicação de eucalipto submetido à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 521-526, 2006.

TUFFI SANTOS, L. D.; CARDOSO FILHO, O.; SANTOS JÚNIOR, A.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; FELIX, R. C.; LEITE, F. P. Floristic and structural variation of weeds in *Eucalyptus* plantations as influenced by relief and time of year. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 491-499, 2013.

VIDAL, R. A. **Herbicidas**: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: Palote, 1997. p. 39-44.

YAMASHITA, O. M.; MENDONÇA, F. S.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; KAPPES, C.; GUIMARÃES, S. C. Efeito de doses reduzidas de oxyfluorfen em cultivares de algodoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 917-921, 2008.

CAPÍTULO III

TOXICIDADE DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO EUCALIPTO

1 INTRODUÇÃO

O eucalipto (*Eucalyptus* sp.), em sua diversidade de espécies cultivadas no Brasil, ganhou destaque no setor florestal nacional, com cerca de 5,7 milhões de hectares plantados (IBÁ, 2017). A preferência das empresas florestais pelo plantio do eucalipto deve-se ao seu rápido crescimento, à elevada produtividade florestal e à multiplicidade de usos da madeira, além da disponibilidade de tecnologias de cultivo e o aprimoramento de práticas silviculturais, entre elas, o manejo de plantas daninhas (BARROS e outros, 2014).

A ocorrência de plantas daninhas em áreas de plantio de eucalipto prejudica o crescimento e o desenvolvimento da cultura, em razão da competição por água, nutrientes e luz, principalmente no período inicial de desenvolvimento. Nesse período, a competição pode ser intensificada devido à irrigação pós-plantio do eucalipto, normalmente realizada de forma localizada na cova, e não em área total, o que contribui para que o crescimento das plantas daninhas ocorra próximo às mudas. Para evitar prejuízos, é recomendado efetuar o manejo dessas antes que ocorra interferência na cultura (TAROUCO e outros, 2009).

O manejo das plantas daninhas em áreas florestais, nas diversas etapas do seu processo produtivo, é realizado basicamente pelo emprego de métodos mecânicos e químicos, isolados ou combinados (TOLEDO e outros, 2003). O método químico é o mais utilizado, pois permite resultados mais rápidos, eficientes e mais prolongados. Permite, ainda, o controle da comunidade infestante antes ou depois de sua emergência (CARBONARI e outros, 2010). Dentre os herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do eucalipto, destacam-se o isoxaflutole, flumioxazin e o sulfentrazone (TIBURCIO e outros, 2012).

O isoxaflutole é um herbicida sistêmico, e seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da síntese de carotenoides. Uma vez no solo, na água e na

planta, é rapidamente convertido em diquetonitrila, a molécula biologicamente ativa no controle de plantas daninhas (MARCHIORI JÚNIOR e outros, 2005). Exerce controle efetivo de monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas (SILVA; SILVA, 2007).

O mecanismo de ação dos herbicidas sulfentrazone e flumioxazin baseia-se na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) e tem ação de contato com as plantas pulverizadas. O sulfentrazone controla efetivamente monocotiledôneas e dicotiledôneas (ROSSI e outros, 2005), enquanto que o flumioxazin pode ser aplicado em pré e pós-emergência para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

O setor florestal vem procurando aperfeiçoar as práticas de aplicação de herbicidas, visando à eficiência, ao baixo impacto ambiental e à redução dos custos de produção na cultura do eucalipto (TUFFI SANTOS e outros, 2008). No entanto, informações a respeito de outras formas de aplicação desses herbicidas, assim como a utilização de doses distintas da recomendada pelos fabricantes, e seus efeitos sobre o crescimento inicial de mudas de eucalipto são escassas na literatura.

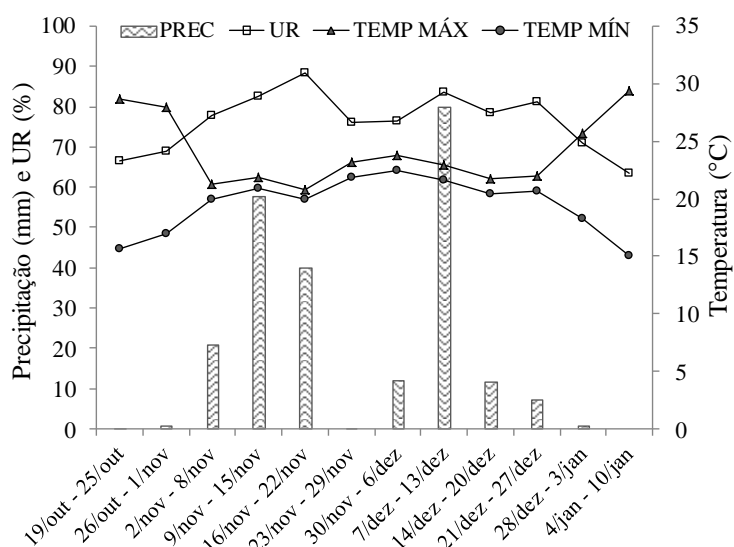
O custo de implantação de plantios de eucalipto é bastante alto; a integração de atividades necessárias, como a irrigação pós-plantio e o controle de plantas daninhas, é, portanto, uma forma de reduzi-lo. Uma possibilidade é, ao se optar pelo controle químico, fazê-lo juntamente à irrigação, uma vez que as mudas necessitam do fornecimento de água para se estabelecerem em campo, o que favorece o surgimento de plantas daninhas nas linhas de plantio (SIMÕES; SILVA, 2012). Portanto, faz-se necessário estudos que enfoquem os efeitos da aplicação em pré-emergência de herbicidas veiculados à água de irrigação sobre o metabolismo das plantas de eucalipto.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a toxicidade dos herbicidas isoxaflutole, flumioxazin e sulfentrazone às plantas de eucalipto,

aplicados em pré-emergência via água de irrigação na fase de implantação da cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de outubro de 2016 a janeiro de 2017, na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, BA, Brasil, localizado a 14°88' de Latitude Sul e 40°79' de Longitude Oeste, em altitude média de 941 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa (Tropical de altitude), com precipitação média anual de 741 mm (SEI, 2013). Os dados climáticos obtidos no período de realização do experimento estão apresentados na Figura 1.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Vitória da Conquista, BA, 2016.

Figura 1 - Médias semanais de precipitação, umidade relativa do ar (UR) e temperaturas máxima e mínima registradas durante o período de condução do experimento (19 de outubro de 2016 a 10 de janeiro de 2017). Vitória da Conquista – BA, 2016.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico (EMBRAPA, 2013), textura média, com as seguintes

características físico-químicas na camada arável (0-0,2 m): 62% de areia; 29% de argila; 9% de silte; pH em H₂O de 6,2; 17 g dm⁻³ de matéria orgânica; 15 mg dm⁻³ de P (Mehlich); 71% de saturação por bases; K⁺; Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H⁺ + Al⁺³, SB e CTC_{efetiva} de 0,44; 2,4; 1,5; 0,1; 1,8; 4,3 e 4,4 cmol_c dm⁻³, respectivamente.

Mudas padronizadas do clone VCC865 de *Eucalyptus urograndis* (híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis*), adquiridas em viveiro florestal certificado (Tecnoplant, Eunápolis/BA), com aproximadamente 30 cm de altura e três meses de idade, foram plantadas no espaçamento 3,0 x 2,0 m, em covas previamente preparadas (30 x 30 x 30 cm) e adubadas com 22,5 g de P₂O₅ (superfosfato simples), 1,1 g de boro (bórax) e 1,0 g de zinco (sulfato de zinco), conforme as necessidades da cultura (BARROS; NOVAES, 1999). A irrigação das plantas foi realizada manualmente de forma complementar, de modo que se mantivesse adequada disponibilidade de água.

Os tratamentos consistiram na aplicação em pré-emergência dos herbicidas isoxaflutole (Fordor[®]), flumioxazin (Flumyzin 500[®]) e sulfentrazone (Solará[®]), veiculados à água de irrigação vinte dias após o plantio das mudas de eucalipto. As doses dos herbicidas utilizadas foram: isoxaflutole – 0; 75; 105; 135 e 165 g i.a. ha⁻¹; flumioxazin – 0; 70; 90; 110 e 130 g i.a. ha⁻¹; e, sulfentrazone – 0; 400; 600; 800 e 1000 g i.a. ha⁻¹. Na ocasião das aplicações, o produto comercial dos herbicidas foi dosado, diluído em cinco litros de água e aplicado manualmente, com o auxílio de um regador com capacidade de 5 litros, diretamente sobre a planta ou somente sobre o solo.

O delineamento experimental utilizado em cada herbicida foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições, considerando-se como fatores as cinco doses dos herbicidas e as duas formas de aplicação (sobre a planta e sobre o solo). As parcelas experimentais foram

constituídas de uma muda por cova de plantio, tomando-se como área útil 0,28 m² do entorno das plantas de cada parcela.

A fitotoxicidade dos herbicidas às plantas de eucalipto foi quantificada por avaliação visual em relação à testemunha, aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA), atribuindo-se valores de 0 a 100% em função da intensidade dos sintomas, em que 0% correspondeu à ausência de sintomas visíveis, e 100%, à morte das plantas (SBCPD, 1995).

Aos 60 DAA, as plantas de eucalipto foram avaliadas quanto à altura, diâmetro do caule, índice de clorofila Falker, número de folhas, área foliar total e massa seca da parte aérea.

A altura das plantas foi obtida medindo-se desde a superfície do solo até a gema apical, com auxílio de régua graduada. O diâmetro do caule foi mensurado com paquímetro digital a 2 cm da superfície do solo. A área foliar das plantas foi determinada por meio do medidor “Area Meter” LI-COR®, modelo LI-3100. O índice de clorofila Falker foi determinado com o clorofilômetro portátil ClorofiLOG Falker®, modelo CFL1030. Para obtenção da massa seca, a parte aérea das plantas foi colhida e, em seguida, acondicionada em sacos de papel colocados em estufa com circulação forçada de ar para secagem (65 ± 3 °C) até atingir massa constante; posteriormente, foi pesada em balança de precisão de 0,01 g.

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade das variâncias (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors) e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste F; as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Para os efeitos quantitativos, foi realizada Análise de Regressão Polinomial, utilizando-se o Programa Estatístico ASSISTAT, versão 7.7.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os herbicidas testados, apenas o sulfentrazone ocasionou sintomas de intoxicação nas plantas de eucalipto, em ambas as formas de aplicação (Figura 2A e 2B); enquanto o isoxaflutole e o flumioxazin mostraram-se seletivos à cultura do eucalipto em todas as doses avaliadas, independente da forma de aplicação.

As injúrias decorrentes da intoxicação por sulfentrazone foram observadas a partir dos 7 dias após a aplicação (DAA) e persistiram até os 42 DAA, com maiores níveis nas avaliações realizadas aos 14, 21 e 28 DAA, atingindo percentuais médios estimados de 41, 40 e 29%, respectivamente (Figura 2A).

Aos 14 e 21 DAA, a aplicação do sulfentrazone nas maiores doses (800 e 1000 g i.a. ha⁻¹) proporcionou injúrias mais severas nas plantas, com percentuais médios de fitotoxicidade de 44 e 41%, respectivamente; sendo que, quando aplicada sobre o solo, a dose de 1000 g i.a. ha⁻¹ promoveu um nível de intoxicação mais elevado, em relação à aplicação sobre as plantas (Figura 2B). Quando o herbicida é aplicado em pré-emergência no solo, pode sofrer sorção, lixiviação e/ou degradação por processos físicos, químicos e biológicos, além de ser absorvido pelas plantas daninhas e/ou cultivadas (ROSSI e outros, 2005). Segundo Rodrigues e Almeida (2005), o sulfentrazone é absorvido pelas plantas através das raízes e das folhas, com movimento limitado no floema em função da rápida dessecação foliar. Assim, pode-se inferir que, em doses mais elevadas, a absorção do sulfentrazone ocorre de forma mais acentuada pelas raízes das plantas de eucalipto, sugerindo efeitos mais severos, o que pode explicar o maior grau de intoxicação ocasionado pela aplicação da dose de 1000 g i.a. ha⁻¹ realizada diretamente sobre o solo.

$$400 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = -35,672 + 10,775X - 0,5324X^2 + 0,0098X^3 - 6E-05X^4 \quad R^2 = 0,95$$

$$600 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = -53,671 + 15,122X - 0,776X^2 + 0,0148X^3 - 1E-04X^4 \quad R^2 = 0,94$$

$$800 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = -20,078 + 8,9948X - 0,3938X^2 + 0,006X^3 - 3E-05X^4 \quad R^2 = 0,94$$

$$1000 \text{ g ha}^{-1}: \hat{Y}^* = -39,863 + 12,03X - 0,5787X^2 + 0,0105X^3 - 7E-05X^4 \quad R^2 = 0,91$$

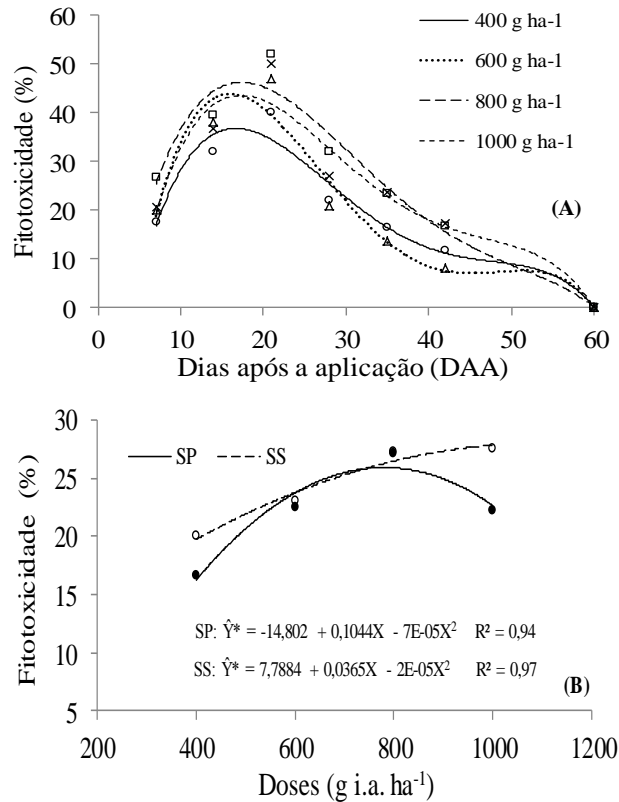


Figura 2 - Estimativa da fitotoxicidade em plantas de eucalipto, clone VCC865, aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) (A) de doses do herbicida sulfentrazone, via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) (B) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

A partir dos 17 DAA, período estimado de máxima fitotoxicidade, independente da dose aplicada, verificou-se tendência de redução dos níveis de

intoxicação, demonstrando de sinais de recuperação das plantas, confirmada pela ausência de sintomas aos 60 DAA (Figura 2A), com o lançamento de brotações vigorosas e novas emissões de folhas que não mais apresentavam os sintomas de intoxicação pelo herbicida.

Resultados semelhantes foram obtidos por Tiburcio e outros (2012), em que, a partir dos 30 DAA, as plantas de eucalipto (clone CRV1189 de *E. grandis*) tratadas com sulfentrazone (500 g i.a. ha⁻¹) apresentavam menos de 10% de intoxicação, demonstrando recuperação. No entanto, Carbonari e outros (2012) observaram que os sintomas de intoxicação por sulfentrazone (400 e 600 g i.a. ha⁻¹) persistiram até os 77 dias após a aplicação em clones de eucalipto (*E. urograndis*). Esses autores relataram ainda que as concentrações de sulfentrazone absorvidas pelas plantas foram proporcionais às reduções de massa seca, indicando que as variações na seletividade dos clones de eucalipto podem estar relacionadas à absorção diferenciada do herbicida.

Os principais sintomas visuais de intoxicação do herbicida sulfentrazone observados nas plantas foram: folhas jovens arroxeadas, emissão de folhas com menor área fotossintética e perda da dominância apical em algumas plantas. Esses sintomas são similares aos descritos por Takahashi e outros (2009) ao relatarem que os sintomas do sulfentrazone iniciaram-se a partir do sétimo dia após a aplicação em clones de *E. urograndis*. Velini e outros (2005) afirmam que o sulfentrazone pode ser tóxico para o eucalipto e que as folhas jovens formadas entre o plantio e a aplicação demonstram maior sensibilidade ao produto, o que possibilita o surgimento de lesões bastante acentuadas.

Em relação aos parâmetros de crescimento do eucalipto, verificou-se efeito significativo apenas dos herbicidas isoxaflutole e flumioxazin ($p \leq 0,05$); enquanto o sulfentrazone, apesar das injúrias causadas às plantas, não exerceu influência significativa sobre o crescimento da cultura, o que demonstra

tolerância do clone VCC865 a esse herbicida quando veiculado à água de irrigação (Anexo 1C).

O principal fator para a tolerância de algumas plantas ao sulfentrazone parece ser o metabolismo diferencial, além do movimento limitado desse herbicida a partir do local de aplicação até o sítio de ação, das modificações moleculares desse sítio e da rápida metabolização (VAUGHN; DUKE, 1991). De acordo com Bailey e outros (2003), a absorção radicular e a translocação diferencial contribuem para níveis diferenciados de tolerância, como os mecanismos primários, em batata, *Chenopodium album* e *Datura stramonium*.

3.1 Efeito do isoxaflutole sobre o crescimento inicial das plantas de *E. urograndis*

Para as plantas tratadas com isoxaflutole, verificou-se interação significativa entre os fatores doses do herbicida x formas de aplicação apenas para o índice de clorofila Falker. Para as demais características avaliadas, houve efeito significativo apenas das doses aplicadas do herbicida ($p \leq 0,05$) (Anexo 1C).

A altura de plantas e o diâmetro do caule apresentaram acréscimo linear com o aumento das doses de isoxaflutole, atingindo incrementos de 17,5 e 16,3%, respectivamente, quando aplicada a maior dose testada (165 g i.a. ha⁻¹), em relação à testemunha sem aplicação de herbicida (Figura 3A e 3B). Esses resultados demonstram a seletividade do herbicida à cultura, independente da forma de aplicação, por favorecer o crescimento inicial das plantas de eucalipto, provavelmente, pelo controle eficiente das plantas daninhas durante o período experimental. De maneira semelhante, avaliando a seletividade de genótipos (*E. globulus* e *E. saligna*) de eucalipto a doses de herbicidas, Agostinetto e outros (2010) concluíram que o isoxaflutole mostrou-se o mais seletivo à cultura em doses de até 150 g i.a. ha⁻¹.

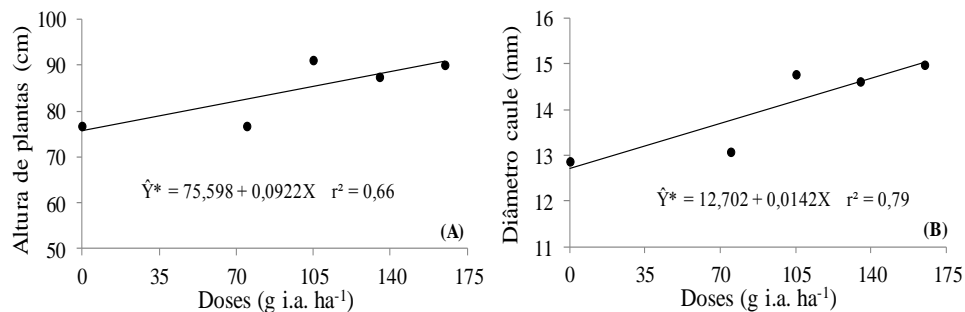


Figura 3 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, submetido a doses do herbicida isoxaflutole, aplicado via água de irrigação na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Tiburcio e outros (2012), por outro lado, verificaram que as doses 75 e 150 g i.a. ha⁻¹ de isoxaflutole não afetaram a altura de plantas e diâmetro do caule de eucalipto (clone CRV1189 de *E. grandis*), aos 90 dias após a aplicação, quando comparadas à testemunha capinada. Em pinhão-manso (*Jatropha curcas*), Erasmo e outros (2009) contataram que o isoxaflutole (93,8 g i.a. ha⁻¹) aplicado em pré-emergência apresentou potencial para utilização na cultura, uma vez que a altura e o diâmetro do caule das plantas tratadas não apresentaram diferenças significativas, aos 68 dias após a aplicação, em relação à testemunha.

O incremento nas doses aplicadas do isoxaflutole proporcionou acréscimo linear no número de folhas e na área foliar das plantas de eucalipto, com os maiores resultados registrados na dose de 165 g i.a. ha⁻¹, o que representa aumento de 60 e 76%, respectivamente, quando comparado ao tratamento sem aplicação de herbicida (Figura 4A e 4B). Em decorrência do eficiente controle das plantas daninhas nessa dose, as plantas de eucalipto tiveram maior crescimento inicial, evidenciado pelo aumento significativo da área fotossintética dessas, correspondente a aproximadamente 345 folhas e 6439 cm².

Marchiori Júnior e outros (2005) relatam que o isoxaflutole possui efeito residual no solo, de acordo com a dosagem utilizada; tal fato permite o controle eficiente de plantas daninhas como *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*, impedindo novos fluxos dessas plantas.

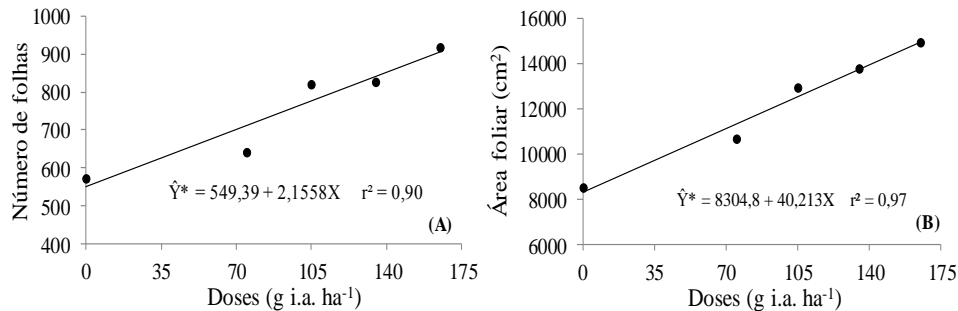


Figura 4 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida isoxaflutole, aplicado via água de irrigação na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Corroborando os resultados obtidos, Brighenti e Muller (2014) verificaram que, apesar de mostrar-se o mais fitotóxico entre os herbicidas testados (imazapyr, oxyfluorfen, chlorimuron-ethyl, imazethapyr, nicosulfuron), o isoxaflutole aplicado nas doses de 75 e 112,5 g i.a. ha⁻¹ proporcionou aumento de 33 e 50%, respectivamente, no número de folhas de plantas de mogno-africano (*Khaya ivorensis*), avaliado aos 28 dias após a aplicação. Entretanto, Rocha e outros (2010) constataram, aos 64 DAA, redução de mais de 90% na área foliar de genótipos de pinhão-manso (Filomena, Gonçalo e Paraguaçu), quando submetidos à aplicação em pré-emergência de isoxaflutole (113 g i.a. ha⁻¹), em relação à testemunha sem aplicação.

O índice de clorofila Falker, em ambas as formas de aplicação (SP e SS), apresentou acréscimo linear com o aumento das doses do herbicida;

registraram-se maiores resultados na dose de 165 g i.a. ha⁻¹, sendo 9,6 e 6,4%, respectivamente, superiores aos índices obtidos na testemunha, o que revela maior teor relativo de clorofila nas plantas de eucalipto quando mantidas livres de plantas daninhas (Figura 5A).

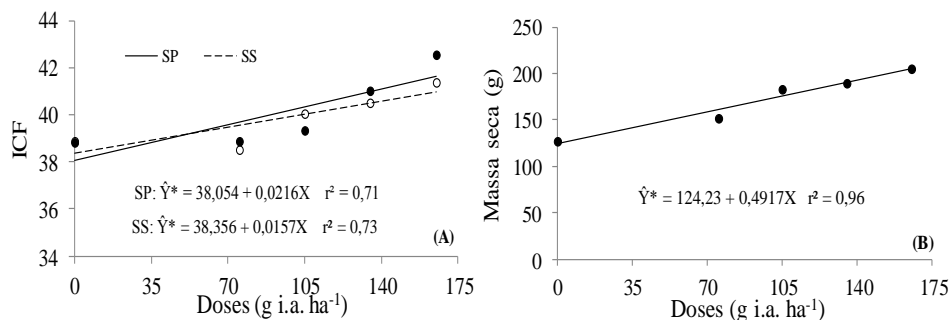


Figura 5 - Estimativa do Índice de Clorofila Falker (ICF) (A) e massa seca da parte aérea (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida isoxaflutole, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

A partir da análise do desdobramento da interação, verificou-se que não houve diferença entre as formas de aplicação (SP e SS) quando avaliadas dentro de cada dose isolada de isoxaflutole (Tabela 1).

Tabela 1 - Índice de clorofila Falker de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da forma de aplicação de doses do herbicida isoxaflutole. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Aplicação ²	Doses (g i.a. ha ⁻¹)				
	0	75	105	135	165
SP	38,8 a ¹	38,9 a	39,4 a	41,0 a	42,6 a
SS	38,9 a	38,5a	40,0 a	40,5 a	41,4 a
CV (%)	9,33				

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

²Formas de aplicação: sobre a planta (SP) ou sobre o solo (SS).

Apesar de as formas de aplicação do isoxaflutole não terem influenciado o crescimento inicial do eucalipto no presente estudo, Carbonari e outros (2010), ao avaliarem a eficácia da aplicação aérea do isoxaflutole (150 e 225 g i.a. ha⁻¹) quando veiculado a grânulos de argila, constataram níveis satisfatórios de controle das plantas daninhas *Ipomoea grandifolia*, *Merremia cissoides*, *Panicum maximum* e *Urochloa decumbens*, aos 110 DAA; esse resultado indicou ganhos na extensão no período de efeito residual do herbicida, em relação ao sistema convencional de pulverização.

A massa seca da parte aérea teve acréscimo linear à medida que as doses aplicadas do herbicida foram incrementadas e, assim, atingiram aumento de 62% na maior dose testada, em relação à testemunha (Figura 5B). Não corroborando esses resultados, Brighenti e Muller (2014) constataram reduções significativas na massa seca total e na área foliar de plantas de cedro-australiano (*Toona ciliata*) em decorrência da fitotoxicidade do isoxaflutole (75 e 112,5 g i.a. ha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação, em comparação à testemunha. Esses parâmetros são importantes para os processos bioquímicos e fisiológicos da planta e podem implicar diferentes níveis de desenvolvimento ou mesmo de qualidade da madeira.

3.2 Efeito do flumioxazin sobre o crescimento inicial das plantas de *E. urograndis*

Nos tratamentos com aplicação de flumioxazin, houve interação significativa entre os fatores doses do herbicida e formas de aplicação para as características diâmetro do caule, área foliar e massa seca da parte aérea das plantas de eucalipto. Para as demais características avaliadas, houve efeito significativo apenas das doses aplicadas do herbicida ($p \leq 0,05$), com exceção do índice de clorofila Falker, em que não se observou significância dos fatores analisados (Anexo 1C).

A altura de plantas elevou-se em função do aumento das doses aplicadas do herbicida, com aumento aproximado de 8,0% na maior dose testada quando em comparação com a testemunha (Figura 6A). Para o diâmetro do caule, em ambas as formas de aplicação (SP e SS), verificou-se acréscimo linear dessa característica com o incremento das doses do flumioxazin, alcançando na dose de 130 g i.a. ha⁻¹ aumento de 22 e 19%, respectivamente, em relação à testemunha (Figura 6B).

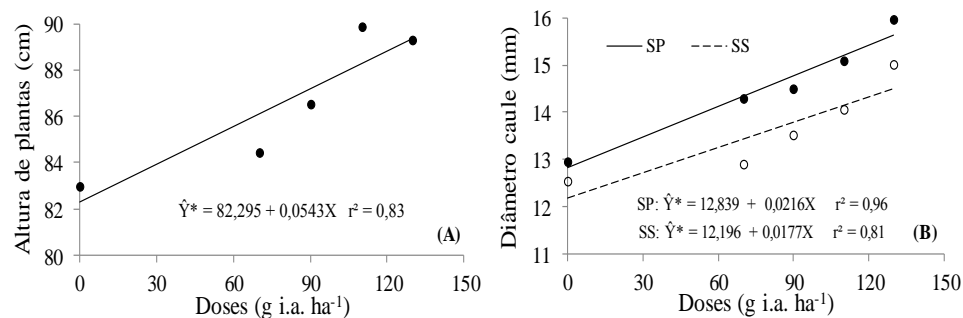


Figura 6 - Estimativa da altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) em eucalipto, clone VCC865, submetido a doses do herbicida flumioxazin, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

As formas de aplicação do herbicida não diferiram quando analisadas dentro de cada dose isolada de flumioxazin (Tabela 2). Esses resultados demonstram a seletividade do herbicida à cultura, independente da forma de aplicação, que, associada ao eficiente controle das plantas daninhas observado durante o período experimental, pode ter contribuído para o maior aproveitamento dos recursos do ambiente pelas plantas de eucalipto e, conseqüentemente, maior crescimento inicial da cultura.

Tabela 2 - Diâmetro do caule (mm) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função das formas de aplicação de doses do herbicida flumioxazin. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Aplicação ²	Doses (g i.a. ha ⁻¹)				
	0	70	90	110	130
SP	12,96 a ¹	14,31 a	14,51 a	15,09 a	15,96 a
SS	12,53 a	12,91 a	13,52 a	14,07 a	15,02 a
CV (%)	8,68				

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

²Formas de aplicação: sobre a planta (SP) ou sobre o solo (SS).

Concordando com esses resultados, Tiburcio e outros (2012) concluíram que o flumioxazin é seletivo ao eucalipto (clone CRV1189 de *E. grandis*), uma vez que a altura e o diâmetro do caule das plantas tratadas com esse herbicida nas doses de 75, 100 e 125 g i.a. ha⁻¹ não diferiram da testemunha capinada, aos 90 dias após a aplicação. Por outro lado, Inoue e outros (2014) verificaram em condições de campo, aos 35 DAA, redução significativa na altura e diâmetro do caule de plantas de pinhão-manso tratadas com flumioxazin (30 g i.a. ha⁻¹), em relação às testemunhas com e sem manejo das plantas daninhas.

O número de folhas apresentou acréscimo linear em função das doses do flumioxazin; obteve-se maior resultado na dose de 130 g i.a. ha⁻¹, com aumento de 34% em relação à testemunha sem aplicação do herbicida (Figura 7A). Em relação à área foliar, para as duas formas de aplicação (SP e SS), observou-se aumento linear à medida que as doses do flumioxazin foram incrementadas; na maior dose testada, houve aumento de 95 e 44%, respectivamente, quando comparada à testemunha (Figura 7B). Na ausência de plantas daninhas, as plantas de eucalipto apresentaram maior desenvolvimento foliar, com ganhos médios significativos em número e área fotossintética de, aproximadamente, 230 folhas e 6000 cm², respectivamente.

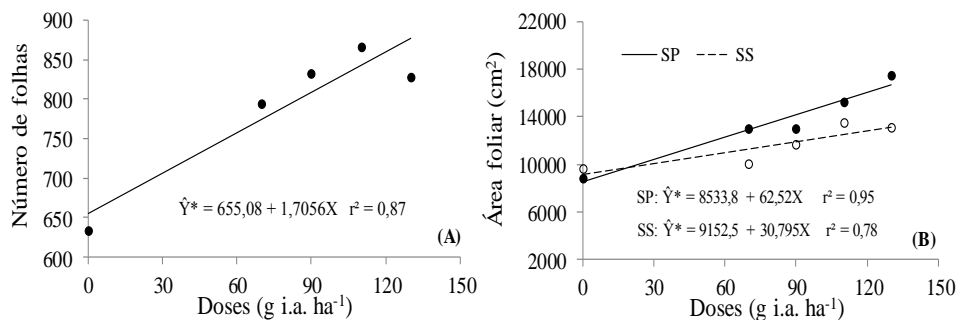


Figura 7 - Estimativa do número de folhas (A) e área foliar total (B) de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida flumioxazin, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) na fase de implantação da cultura. Vitória da Conquista – BA, 2016.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Os efeitos do herbicida sobre a área foliar foram mais pronunciados quando a aplicação foi realizada diretamente sobre as plantas (SP), promovendo aumento significativo na dose de 130 g i.a. ha⁻¹, superando em 33% os resultados obtidos na aplicação feita somente sobre o solo (SS) (Tabela 3).

Tabela 3 - Área foliar total (cm²) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função das formas de aplicação de doses do herbicida flumioxazin. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Aplicação ²	Doses (g i.a. ha ⁻¹)				
	0	70	90	110	130
SP	8856,16 a ¹	12998,53 a	13037,98 a	15295,96 a	17488,34 a
SS	9633,85 a	10087,75 a	11701,42 a	13516,86 a	13140,22 b
CV (%)	23,02				

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

²Formas de aplicação: sobre a planta (SP) ou sobre o solo (SS).

A menor emissão de folhas pelo eucalipto, verificada no tratamento sem aplicação do herbicida flumioxazin (Figura 7A), provavelmente, em decorrência do estresse imposto pela competição, pode comprometer a sobrevivência das

mudas no campo ou gerar perdas substanciais em produtividade, por reduzir o aparato fotossintético das plantas.

Em ambas as formas de aplicação (SP e SS), o incremento na dose do herbicida proporcionou aumento linear na massa seca da parte aérea do eucalipto e atingiu na maior dose testada acréscimo de 71 e 36%, respectivamente, em relação à testemunha (Figura 8).

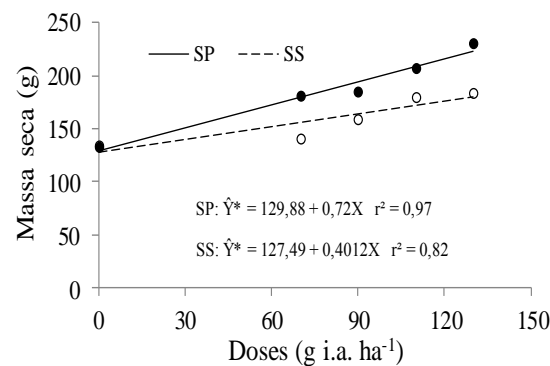


Figura 8 - Estimativa da massa seca da parte aérea de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida flumioxazin, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) na fase de implantação da cultura.

*Modelos significativos a 5% de probabilidade pela Análise de Variância da Regressão.

Na avaliação das formas de aplicação dentro de cada dose isolada do herbicida, verificou-se que a dose de 130 g i.a. ha⁻¹, quando aplicada diretamente sobre as plantas (SP), proporcionou aumento significativo na massa seca da parte aérea do eucalipto, com valores 25% superiores aos obtidos na aplicação somente sobre o solo (SS) (Tabela 4). Enquanto, Ronchi e Silva (2003) verificaram que o flumioxazin, quando aplicado em pós-emergência diretamente sobre as mudas de café, cultivar Catuaí Vermelho, apresentou-se entre os herbicidas de maior seletividade à cultura, por não afetar a altura e a biomassa

da parte aérea das plantas, aos 70 DAA, sem diferir da testemunha sem aplicação.

Tabela 4 - Massa seca da parte aérea (g) de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da forma de aplicação de doses do herbicida flumioxazin. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Aplicação ²	Doses (g i.a. ha ⁻¹)				
	0	70	90	110	130
SP	132,54 a ¹	181,71 a	184,87 a	207,15 a	231,14 a
SS	134,35 a	141,03 a	159,13 a	179,64 a	183,79 b
CV (%)	19,35				

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

²Formas de aplicação: sobre a planta (SP) ou sobre o solo (SS).

O baixo acúmulo de massa seca verificado nas plantas da testemunha está relacionado ao fato de que, sob intensa infestação de plantas daninhas, o eucalipto tende a perder rapidamente os ramos e as folhas da base da copa; apresenta-se, com isso, pequena quantidade de folhas concentradas no topo da muda e estiolamento do caule devido à competição por luz, o que restringe a fonte predominante de energia aos processos básicos de recrutamento de elementos envolvidos no crescimento do vegetal (PITELLI; MARCHI, 1991).

Em geral, analisando os efeitos dos herbicidas veiculados à água de irrigação, verificou-se que o isoxaflutole e o flumioxazin, independente da forma de aplicação, mostraram-se seletivos à cultura nas doses avaliadas, proporcionando incremento no crescimento inicial das plantas de eucalipto, principalmente, o número de folhas, a área foliar e a massa seca da parte aérea; apresentando potencial para utilização em larga escala na fase de implantação de plantios comerciais de eucalipto. O sulfentrazone, por sua vez, apesar das injúrias ocasionadas às plantas, não exerceu influência significativa sobre o crescimento da cultura.

4 CONCLUSÕES

Os herbicidas sulfentrazone, isoxaflutole e flumioxazin veiculados à água de irrigação, independente da forma de aplicação, mostraram-se seletivos à cultura do eucalipto, clone VCC865, nas doses testadas.

O sulfentrazone aplicado via água de irrigação, apesar de causar injúrias às plantas de eucalipto persistentes até os 42 DAA, não interferiu no crescimento da cultura.

A veiculação à água de irrigação dos herbicidas isoxaflutole, independente da forma de aplicação, e flumioxazin, aplicado diretamente sobre as plantas, nas maiores doses estudadas (165 e 130 g i.a. ha⁻¹, respectivamente), favoreceu o crescimento inicial das plantas de eucalipto, incrementando, principalmente, o número de folhas, a área foliar e o acúmulo de massa seca.

5 REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; TAROUCO, C. P.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E.; SILVA, J. M. B. V.; TIRONI, S. P. Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 585-598, 2010.

BAILEY, W. A.; HATZIOS, K. K.; BRADLEY, K. W.; WILSON, H. P. Absorption, translocation, and metabolism of sulfentrazone in potato and selected weed species. **Weed Science**, v. 51, n. 1, p. 32-36, 2003.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Eucalipto. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Org.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, p. 303-305, 1999.

BARROS, R. E.; TUFFI SANTOS, L. D.; CRUZ, L. R.; FARIA, R. M.; COSTA, C. A.; FELIX, R. C. Physiological response of eucalyptus species grown in soil treated with Auxin-Mimetic herbicides. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 629-638, 2014.

BRIGHENTI, A. M.; MULLER, M. D. Tolerância de plantas de *Khaya ivorensis* e *Toona ciliata* a herbicidas. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 747-754, 2014.

CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; GOMES, G. L. G. C.; TAKAHASHI, E. N.; ARALDI, R. Seletividade e absorção radicular do sulfentrazone em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 147-153, 2012.

CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; SILVA, J. R. M.; BENTIVENHA, S. R. P.; TAKAHASHI, E. N. Eficácia da utilização de grânulos de argila como veículo para a aplicação aérea de sulfentrazone e isoxaflutole em área de implantação de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 207-212, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

ERASMO, E. A. L.; COSTA, N. V.; TERRA, M. A.; FIDELIS, R. R. Tolerância inicial de plantas de pinhão-manso a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 571-580, 2009.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório anual IBÁ 2017:** ano base 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

INOUE, M. H.; PEREIRA, K. M.; MENDES, K. F.; SANTOS, E. G.; DALLACORT, R.; POSSAMAI, A. C. S. Seletividade de herbicidas para pinhão manso em condições de casa de vegetação e campo. **Bioscience Journal**, v. 30, supl. 2, p. 791-801, 2014.

MARCHIORI JÚNIOR, O.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; INOUE, M. H.; PIVETTA, J. P.; CAVALIERI, S. D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 3., 1991, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1991. p. 1-11.

ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. F.; FARIA, A. T.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; FELIPE, R. S.; SILVA, A. A.; DIAS, L. A. S. Seletividade de herbicidas pré-emergentes ao pinhão-manso (*Jatropha curcas*). **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 801-806, 2010.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3. ed. Londrina: IAPAR, 2005 591 p.

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.

ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JÚNIOR, J. Mobilidade de sulfentrazone em latossolo vermelho e em chernossolo. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 701-710, 2005.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 367 p.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Desempenho operacional e custos de um trator na irrigação pós-plantio de eucalipto em campo. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 164-170, 2012.

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

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Estatística dos Municípios Baianos**. Território de Identidade Vitória da Conquista. v. 4, n. 1, 2013. 454 p. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

TAKAHASHI, E. N.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P.; FARIAS, M. A.; SILVA, A. C.; BIAGGIONI, B. T. Consequências da deriva de clomazone e sulfentrazone em clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 685-683, 2009.

TAROUCO, C. P.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; SANTOS, L. S.; VIGNOLO, G. K.; RAMOS, L. O. Períodos de interferência de plantas daninhas na fase inicial de crescimento do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1131-1137, 2009.

TIBURCIO, 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, 2012.

TOLEDO, R. E. B.; VICTÓRIA FILHO, R.; BEZUTTE, A. J.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; VALLE, C. F.; ALVARENGA, S. F. Períodos de controle de *Brachiaria* sp. e seus reflexos na produtividade de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, v. 63, p. 221-232, 2003.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. C. F. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 9-16, 2008.

VAUGHN, K. C.; DUKE, S. O. **Mechanisms of resistance**. In: EBING, W. Chemistry of plant protection. New York: Springer-Verlag, p. 142-169, 1991.

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B.; ALVES, E.; CATÂNEO, A. C.; MARINO, C. L. MAIA, I. G.; MORI, E. S.; FURTADO, E. L.; GUERRINI, I. A.; WILCKEN, C. F. Eucalyptus ESTs corresponding to the protoporphyrinogen IX oxidase enzyme related to the synthesis of heme, chlorophyll, and to the action of herbicides. **Genetics and Molecular Biology**, v. 28, n. 3, p. 548-554, 2005.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1A - Resumo da análise de variância dos dados referentes às variáveis de crescimento de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função da população (POP) e distância (DIST) de plantas de *Panicum maximum*, após 90 dias de convivência.

F.V.	GL	Quadrado médio						
		ALT	DIA	NF	AF	ICF	MSF	MSR
POP	5	117,92 [*]	10,11 ^{**}	97356,78 ^{**}	41317988,46 ^{**}	28,93 [*]	2592,03 ^{**}	1190,58 ^{**}
DIST	2	5,48 ^{ns}	1,01 ^{ns}	132,35 ^{ns}	417812,00 ^{ns}	4,01 ^{ns}	23,08 ^{ns}	25,49 ^{ns}
POP*DIST	10	31,22 ^{ns}	1,29 ^{ns}	4852,90 ^{ns}	1432874,00 ^{ns}	15,30 ^{ns}	106,69 ^{ns}	28,09 ^{ns}
RESÍDUO	54	42,56	1,91	10901,62	1635584,11	16,88	145,28	110,99
CV(%)		8,23	9,78	16,02	16,19	10,58	16,42	16,18

F.V. – Fontes de variação; GL – grau de liberdade; ALT – Altura de plantas; DIA – Diâmetro de caule; NF – Número de folhas; AF – Área foliar total; ICF – Índice de clorofila Falker; MSF – Massa seca de folhas; MSR – Massa seca de ramos. Valores significativos a 1% (**) e a 5% (*) pelo teste F; ^{ns} - não significativo.

ANEXO B

Tabela 1B - Resumo da análise de variância da densidade de plantas daninhas em função de doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) em dois volumes de água (5 e 10 L) na fase inicial de implantação da cultura do eucalipto, clone VCC865.

F.V.	GL	Densidade de plantas daninhas	
		QM	F
DOS	4	21566,04	2250,93 ^{**}
FAPL	1	132,61	13,84 ^{**}
VOL	1	154,01	16,07 ^{**}
DOS*FAPL	4	376,45	39,29 ^{**}
DOS*VOL	4	173,16	18,07 ^{**}
FAPL*VOL	1	475,31	49,61 ^{**}
DOS*FAPL*VOL	4	572,78	59,78 ^{**}
RESÍDUO	57	9,58	----
CV(%)			14,84

F.V. – Fontes de variação; GL – grau de liberdade; QM – Quadrado médio; DOS – Doses; FAPL – Formas de aplicação; VOL – Volumes de água. Valores significativos a 1% (**), e a 5% (*) pelo teste F; ^{NS} - não significativo.

Tabela 2B - Resumo da análise de variância da fitotoxicidade em plantas de eucalipto, clone VCC865, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) de doses do herbicida oxyfluorfen via água de irrigação em dois volumes de água (5 e 10 L) na fase inicial de implantação da cultura.

F.V.	GL	Fitotoxicidade	
		QM	F
PER	5	1,61	2,32 [*]
DOS	4	1,18	1,71 ^{ns}
VOL	1	4,00	5,78 [*]
PER*DOS	20	0,26	0,37 [*]
PER*VOL	5	0,82	1,18 ^{ns}
DOS*VOL	4	1,32	1,90 ^{ns}
PER*DOS*VOL	20	0,32	0,47 ^{ns}
RESÍDUO	177	0,69	----
CV(%)		46,36	

F.V. – Fontes de variação; GL – grau de liberdade; QM – Quadrado médio; PER – Períodos de avaliação; DOS – Doses; VOL – Volumes de água. Valores significativos a 1% (***) e a 5% (*) pelo teste F; ^{ns} - não significativo.

Tabela 3B - Resumo da análise de variância dos dados referentes às características de crescimento e fisiológicas de plantas de eucalipto, clone VCC865, submetidas a doses do herbicida oxyfluorfen, aplicado via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) em dois volumes de água (5 e 10 L) na fase inicial de implantação da cultura.

F.V.	GL	Quadrado médio									
		ALT	DIA	NF	AF	SPAD	MSPA	A	E	Gs	Ci
DOS	4	51,12 ^{**}	2,25 ^{**}	2241,83 [*]	665846,41 ^{**}	97,91 ^{**}	55,28 ^{**}	16,65 ^{**}	0,38 ^{ns}	0,14 ^{ns}	191,01 ^{ns}
FAPL	1	65,70 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1007,34 ^{ns}	1,15 ^{ns}	3,18 ^{ns}	1,57 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	33,80 ^{ns}
VOL	1	37,13 ^{ns}	1,42 ^{ns}	186,05 ^{ns}	80647,54 ^{ns}	0,76 ^{ns}	14,45 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}	80,00 ^{ns}
DOS*FAPL	4	19,44 ^{ns}	0,53 ^{ns}	260,33 ^{ns}	21439,81 ^{ns}	10,59 ^{ns}	3,07 ^{ns}	4,97 ^{ns}	0,75 [*]	0,06 ^{ns}	199,67 ^{ns}
DOS*VOL	4	10,69 ^{ns}	0,66 ^{ns}	992,39 ^{ns}	106403,73 ^{ns}	8,90 ^{ns}	9,26 ^{ns}	8,66 [*]	0,68 ^{ns}	0,07 ^{ns}	177,56 ^{ns}
FAPL*VOL	1	25,88 ^{ns}	0,19 ^{ns}	20,00 ^{ns}	27090,68 ^{ns}	8,97 ^{ns}	1,55 ^{ns}	2,33 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	140,45 ^{ns}
DOS*FAPL*VOL	4	14,35 ^{ns}	0,56 ^{ns}	646,47 ^{ns}	87775,55 ^{ns}	6,62 ^{ns}	11,95 ^{ns}	4,88 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,05 ^{ns}	119,20 ^{ns}
RESÍDUO	57	14,81	0,51	824,57	109321,06	11,39	13,50	2,59	0,27	0,06	224,53
CV(%)		7,63	11,03	23,63	23,72	9,47	22,42	8,61	14,50	48,23	6,54

F.V. – Fontes de variação; GL – grau de liberdade; DOS – Doses; FAPL – Formas de aplicação; VOL – Volumes de água; ALT – Altura de plantas; DIA – Diâmetro de caule; NF – Número de folhas; AF – Área foliar total; SPAD – Índice SPAD; MSPA – Massa seca da parte aérea; A – Taxa fotossintética; E – Taxa de transpiração; Gs – Condutância estomática; Ci – Concentração interna de CO₂. Valores significativos a 1% (***) e a 5% (*) pelo teste F; ^{ns} - não significativo.

ANEXO C

Tabela 1C - Resumo da análise de variância dos dados de crescimento de plantas de eucalipto, clone VCC865, em função de doses de herbicidas pré-emergentes aplicados via água de irrigação sobre a planta (SP) e sobre o solo (SS) na fase inicial de implantação da cultura.

flumioxazin							
F.V.	GL	Quadrado médio					
		ALT	DIA	NF	AF	ICF	MSPA
DOS	4	71,22 [*]	3,75 ^{ns}	67032,21 [*]	24369659,23 [*]	30,16 ^{ns}	3390,25 [*]
FAPL	1	640,00 ^{ns}	9,11 [*]	102515,62 ^{ns}	36839965,51 [*]	04,22 ^{ns}	7780,81 [*]
DOS*FAPL	4	104,71 ^{ns}	4,99 [*]	42902,06 ^{ns}	28994863,28 [*]	10,64 ^{ns}	3931,38 [*]
RESÍDUO	27	134,23	1,49	28598,57	109321,06	17,00	1127,10
CV(%)		13,37	8,68	21,37	23,02	10,31	19,35
isoxaflutole							
F.V.	GL	Quadrado médio					
		ALT	DIA	NF	AF	ICF	MSPA
DOS	4	412,64 [*]	8,11 [*]	164748,27 [*]	53131235,59 [*]	16,90 ^{ns}	8025,88 ^{**}
FAPL	1	1,60 ^{ns}	0,19 ^{ns}	3920,40 ^{ns}	1509314,73 ^{ns}	1,62 ^{ns}	917,36 ^{ns}
DOS*FAPL	4	146,36 ^{ns}	0,79 ^{ns}	23129,65 ^{ns}	14959567,72 ^{ns}	1,21 [*]	2095,92 ^{ns}

RESÍDUO	27	199,20	3,21	52875,45	109321,06	13,86	3066,72
CV(%)		16,71	12,74	30,40	35,26	9,33	32,30
sulfentrazone							
F.V.	GL	Quadrado médio					
		ALT	DIA	NF	AF	ICF	MSPA
DOS	4	180,40 ^{ns}	0,56 ^{ns}	8213,60 ^{ns}	5063233,39 ^{ns}	16,04 ^{ns}	548,24 ^{ns}
FAPL	1	1,22 ^{ns}	0,09 ^{ns}	5175,40 ^{ns}	588780,51 ^{ns}	0,34 ^{ns}	28,19 ^{ns}
DOS*FAPL	4	252,69 ^{ns}	5,29 ^{ns}	72538,37 ^{ns}	18495871,35 ^{ns}	26,35 ^{ns}	3506,52 ^{ns}
RESÍDUO	27	177,09	3,33	43176,11	9128920,39	24,95	1388,11
CV(%)		17,54	14,64	29,25	31,86	13,19	27,96

F.V. – Fontes de variação; GL – grau de liberdade; DOS – Doses; FAPL – Formas de aplicação; ALT – Altura de plantas; DIA – Diâmetro de caule; NF – Número de folhas; AF – Área foliar total; ICF – Índice de clorofila Falker; MSPA – Massa seca da parte aérea. Valores significativos a 1% (***) e a 5% (**) pelo teste F; ^{ns} - não significativo.