

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

TAUANE BOTELHO GUIDUGLI

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO EM CONVIVÊNCIA
COM CAPIM-AMARGOSO RESISTENTE AO GLIFOSATO**

**JABOTICABAL-SP
1º SEMESTRE DE 2022**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO EM CONVIVÊNCIA
COM DE CAPIM-AMARGOSO RESISTENTE AO GLIFOSATO**

TAUANE BOTELHO GUIDUGLI

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

Coorientador: Allan Lopes Bacha

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias -
UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para
graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

JABOTICABAL-SP
1º SEMESTRE DE 2022

G948d Guidugli, Tauane Botelho
Desenvolvimento Inicial do Eucalipto em Convivência com
Capim-amargoso Resistente ao Glifosato / Tauane Botelho
Guidugli. -- Jaboticabal, 2022
67 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Agrônoma) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves
Coorientador: Allan Lopes Bacha

1. Eucalipto. 2. Plantas competição. 3. Herbicidas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA****TÍTULO:** Desenvolvimento inicial do eucalipto em convivência com capim-amargoso resistente ao glifosato**ACADÊMICA:** Tauane Botelho Guidugli**CURSO:** Engenharia Agrônoma**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves**COORIENTADOR:** Dr. Allan Lopes Bacha**PERÍODO:** julho /2021 a fevereiro/2022Este trabalho é recomendado para compor a base de dados REPOSITÓRIO. ☐ Sim ☒ Não**BANCA EXAMINADORA:****(Nomes)****(Assinaturas)**

Presidente: Dr. Allan Lopes Bacha

Membro: Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula

Membro: Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto

Jaboticabal, 23 / 02 / 2022**Aprovado em reunião do Conselho Departamental em: 21/03/2022****Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto
Chefe do DB**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Leandro e Mariette, ao meu orientador Pedro Luís, aos meus avós paternos Osvaldo Guidugli (*in memoriam*) e Onesia Venâncio Guidugli, aos meus avós maternos Ângelo Aparecido da Costa Botelho (*in memoriam*) e Luzia Dirce Feltrin Botelho, que sempre me ensinaram a importância da fé, por suas orações e exemplos, e a todos que me ajudaram ao longo do desenvolvimento deste trabalho, sem eles não teria conseguido realizar minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da minha vida, por me dar saúde e sabedoria, guiando-me sempre em todos os obstáculos vencidos ao longo da realização do presente trabalho e também da minha formação acadêmica.

Aos meus pais, Leandro Henrique Guidugli e Mariette da Costa Botelho Guidugli, pela educação, amor, apoio e muitos valores passados, ao longo dos momentos de dificuldades no decorrer da graduação. Agradeço também ao meu irmão Guilherme Henrique Botelho Guidugli, pela amizade, união e momentos descontraídos; além de todos os demais familiares que sempre estiveram comigo me apoiando e torcendo por mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pela paciência, amizade, confiança, disponibilidade, sempre que precisei, por todo apoio e principalmente por todo aprendizado passados a mim ao longo da condução deste trabalho que levarei para minha vida profissional. Também agradeço ao Allan, uma pessoa muito empenhada, inteligente por ter aceitado ser meu co-orientador, me ajudando e aconselhando. Ao Martins, que é o grande mestre do laboratório, agradeço imensamente pela ajuda e empenho com todo meu trabalho.

A todos do LAPDA, pela amizade, ajuda e por tornar o ambiente de trabalho mais agradável.

À FCAV/UNESP pela grande oportunidade de ser graduanda desta universidade extraordinária, uma das mais prestigiadas universidades do País. Agradeço a todos os professores responsáveis pela minha formação acadêmica, por todos conselhos, pela ajuda e pela paciência, que guiaram o meu aprendizado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)
pela bolsa de iniciação científica disponibilizada ao longo do desenvolvimento
do trabalho. Financiamento Nº 2020/06162-6.

A todos meus amigos que estiveram ao meu lado e me apoiaram nesse
trajeto, e as demais pessoas que de alguma forma contribuíram durante esses
anos no meu processo de formação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1.A cultura do Eucalipto.....	4
2.2.Plantas daninhas.....	6
2.3.O capim-amargoso.....	8
2.4.Interferência de plantas daninhas na cultura.....	8
2.5.Resistência de plantas daninhas a herbicidas.....	13
2.6.Custo de resistência (<i>fitness</i>).....	14
2.7.Capim-amargoso resistente.....	17
2.8.Prejuízos econômicos das plantas daninhas resistentes à herbicidas.....	18
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1.Efeito de mudas e da rebrota de capim-amargoso sobre o crescimento inicial do eucalipto.....	19
3.2.Eficácia do glyphosate no controle do capim-amargoso.....	23
4.RESULTADOS.....	25
4.1.Efeito de densidades e distâncias de mudas de capim-amargoso sobre o crescimento inicial do eucalipto.....	25
4.2.Efeito de densidades e distâncias do capim-amargoso em rebrota sobre o crescimento inicial do eucalipto.....	36
4.3.Eficácia do glyphosate no controle do capim-amargoso.....	46
5.DISSCUSSÃO.....	48
6.CONCLUSÕES.....	53
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

RESUMO

O eucalipto é a cultura mais importante para o setor florestal do Brasil e cada vez mais o seu potencial de produtividade aumenta, resultado dos programas de melhoramento genético e de manejo da cultura. Porém, essa cultura também está sujeita a interferências de plantas daninhas cujo prejuízo afeta principalmente seu potencial produtivo. Contudo, o uso repetitivo de herbicidas com mesmo mecanismo de ação tem ocasionado à seleção de plantas daninhas resistentes, e *Digitaria insularis* destaca-se pela resistência ao glifosato. Tendo em vista sua ocorrência em eucaliptais, cultura na qual se usa o glifosato, torna-se necessário estudar sua interferência. Desta forma, foram conduzidos dois trabalhos com objetivo de avaliar o efeito de densidades (0, 1, 2 e 3 plantas m^{-2}) e o efeito de distâncias (10, 20 e 30 cm) de um biótipo de capim-amargoso resistente ao glifosato em competição com mudas do clone de *Eucalyptus urophylla*(I-144). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com cinco repetições, seguindo um esquema fatorial 3x3+T para cada experimento, totalizando 50 parcelas. O primeiro experimento foi realizado com a semeadura de capim-amargoso e no segundo utilizou-se a rebrota das plantas anteriormente cultivadas. Nos dois experimentos foram avaliados altura e diâmetro do caule a cada 15 dias, área foliar e matéria seca das folhas, caule e total do eucalipto; para o capim-amargoso as variáveis avaliadas foram as matérias secas da inflorescência e da parte vegetativa. Os dados obtidos nos dois experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Verificou-se que a convivência com as plantas de capim-amargoso, independentemente da densidade e da distância, interferiu negativamente no crescimento das mudas do eucalipto. Considerando os efeitos das densidades e das distâncias, 1 e 2 plantas m^2 de capim-amargoso oriundo de semente a 10 cm e 2 e 3 plantas m^2 oriundas de rebrota a 10 cm foram mais competitivas que as demais densidades e distâncias. As características do eucalipto mais sensíveis à interferência foram a matéria seca das folhas e a matéria seca do caule, com reduções de 45% e 88,4%, respectivamente para a planta daninha semeada e para a rebrota do capim-amargoso. A condição de rebrota do capim-amargoso interferiu de forma mais agressiva no crescimento das plantas de eucalipto.

Palavras-chave: *Eucalyptus urograndis*, *Digitaria insularis*, interferência, competição.

ABSTRACT

Eucalyptus is the most important crop for the country's forestry sector and its productivity potential is increasing more and more, as a result of genetic improvement and crop management programs. However, this crop is also subject to interference from weeds whose damage mainly affects its productive potential. However, the repetitive use of herbicides with the same mechanism of action has led to the selection of resistant weeds, and *Digitaria insularis* stands to glyphosate. Considering its occurrence in eucalyptus plantations, a culture in which glyphosate is used, it's necessary to study its interference. Thus, two studies were carried out with the objective of evaluating the effect of densities (0,1,2 and 3 plants m²) and the effect of distances (10,20 and 30 cm) of a bittersweet biotype resistant to glyphosate in competition with *Eucalyptus urograndis* (I-144) clone seedlings. The experimental design adopted was in randomized block with five replications following a 3x3+T factorial scheme for each experiment, totaling 50 plots. The first experiment was carried out with the sowing of bitter grass and in the second, the regrowth of previously sown plants was used. In both experiments, height and diameter of the stem were evaluated every 15 days, leaf area and dry matter of leaves, stem and total eucalyptus; for sour grass, the variables evaluated were the dry matter of the inflorescence and the vegetative part. The data obtained in the two experiments were submitted to analysis of variance by the F test and the means were compared by the Tukey test at the 5% probability level. It was verified that the coexistence with sour grass plants, regardless of density and distance, negatively interfered in the growth of *Eucalyptus urograndis* (clone I-144) seedlings. Considering the effects of densities and distances, 1 and 2 plants m² of sour grass from seed at 10 cm and 2 and 3 plants m² from regrowth at 10 cm were more competitive than the other densities and distances. The most sensitive eucalyptus characteristics to interference were leaf dry matter, with reductions of 45% and 88.4%, respectively for the sowed weed and for the regrowth of the bitter grass. The regrowth condition of bitter grass interfered more aggressively in the growth of eucalyptus plants.

Keywords: *Eucalyptus urograndis*, *Digitaria insularis*, interference, competition.

1- INTRODUÇÃO

O eucalipto é a cultura mais importante para o setor florestal e conta com uma área total de árvores plantadas no Brasil que atingiu 9,0 milhões de hectares em 2019, um aumento de 2,4% em relação ao ano de 2018 que possuía uma área de 8,79 milhões de ha. No mesmo ano, o Brasil apresentou uma produtividade média de 35,5 m³/ ha.ano para os plantios de eucalipto e, esse valor sofreu um decréscimo quando comparado com o ano anterior que havia apresentado uma produtividade média de 36 m³/ha.ano. Essa ligeira queda pode estar relacionada com o efeito das mudanças climáticas, expansão para novas áreas, fatores bióticos e abióticos da cultura (IBÁ, 2020). Contudo, ainda assim o potencial de produtividade do eucalipto no Brasil é grande, resultado dos programas de melhoramento genético e de manejo da cultura.

As culturas florestais podem sofrer interferência de diversos fatores ecológicos, os quais influenciam diretamente em seu desenvolvimento (PITELLI; MARCHI, 1991) e, conseqüentemente, sua produtividade (CRUZ et al., 2010). Durante a fase inicial do crescimento do eucalipto, que é o período que compreende o primeiro ano após a implantação da cultura, as plantas estão mais vulneráveis às interferências ocasionadas por fatores bióticos e abióticos presentes no ambiente (SHVALEVA et al., 2006).

O grau de interferência está diretamente relacionado também com os fatores inerentes à comunidade infestante, ou seja, às espécies presentes, às respectivas densidades populacionais, à distribuição na área, à duração da convivência e aos fatores ligados à planta cultivada, através do espaçamento, densidade de plantio e da própria espécie e/ou cultivar plantada (PITELLI,

1985). Entretanto, a presença de plantas daninhas em um ambiente quase sempre resulta em “interferência”, que é definida como “o conjunto de ações negativas que recebe determinado cultivo agrícola, ou qualquer atividade humana (pecuária, florestal, ornamentação, ambiência etc.), em decorrência da presença de plantas daninhas em determinado ambiente”. A exemplo disso, Alves (1999) e Toledo (1999) comprovam esta interferência entre algumas plantas daninhas e a cultura de eucalipto, e os fatores que a afetam, resultando em prejuízos à cultura.

No Laboratório de Plantas Daninhas – LAPDA – da FCAV/UNESP, foram desenvolvidos vários trabalhos de pesquisa visando estudar os efeitos da interferência das plantas daninhas sobre o eucalipto e os fatores que afetam o grau dessa interferência, dentre os quais a densidade de plantas daninhas. Por exemplo, Dinardo et al. (2003) e Toledo et al. (2001) ao estudarem o efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* e *Braquiaria decumbens* sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* verificaram que essas espécies, a partir da densidade de 4 plantas/m², interferem negativamente no crescimento inicial de *E. grandis*, sendo a biomassa seca de ramos o parâmetro mais sensível a tal interferência. Braga et al. (2018) estudaram o efeito de densidades (0, 10, 20, 30 e 50 plantas m⁻²) de dois biótipos de azevém (resistente e suscetível ao glyphosate) em mudas de dois clones de *E. urograndis* (I144 e 1407) e verificaram que o aumento das densidades do azevém alterou todas as características avaliadas nos clones, sendo a área foliar a mais afetada, sendo o biótipo resistente menos competitivo. Desse modo, a densidade tolerável pela cultura dos biótipos resistentes ao glyphosate pode ser maior que a dos biótipos suscetível.

Contudo, o glyphosate é um dos herbicidas de maior importância mundial, sendo utilizado no controle de plantas daninhas anuais ou perenes em diversos sistemas de produção (BLACKSHAW; HARKER, 2002). A ampla variabilidade genética das plantas daninhas permite a sobrevivência em diversas condições ambientais e, atualmente, existem centenas de relatos de biótipos resistentes (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003). Entende-se por resistência de plantas daninhas, a habilidade de uma planta sobreviver e reproduzir-se após a exposição a uma dose de um herbicida normalmente letal para os indivíduos selvagens desta espécie (WEED SCIENCE, 2013).

Outra espécie que tem chamado a atenção dos produtores e dos pesquisadores é o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), cuja resistência ao glyphosate no Brasil já foi comprovada (CESARIN et al., 2019) e tem se tornado uma das principais infestantes de culturas tolerantes a esse herbicida e mesmo nas não tolerantes. Essa espécie era considerada marginal na cultura do eucalipto, mas recentemente tem adentrado nos eucaliptais e causado preocupação, dada a sua dificuldade de controle e rápida dispersão.

Embora o capim-amargoso seja uma planta daninha de preocupação crescente para os produtores de eucalipto, não existem ainda informações disponíveis sobre a interferência que causa ou que poderá causar nessa cultura, assim como de fatores que podem afetar o grau da interferência, como a densidade e distância da planta daninha. Essas informações são importantes para se traçar a estratégia de manejo de plantas daninhas em eucaliptais, como, por exemplo, o momento de intervenção na área (controle) e a largura da faixa de controle (TOLEDO et al., 2003; SILVA et al., 2012). Portanto, para que se tenham estratégias eficazes de manejo desta planta daninha nos

eucaliptais, o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito de densidades e distâncias de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) sobre o crescimento inicial do eucalipto (*Eucalyptus urograndis*).

2-REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1- A cultura do Eucalipto

Com origem australiana, o eucalipto apresenta um número de espécies bem vasto e que ainda não pode ser identificado com exatidão devido principalmente às novas variedades descobertas decorrentes dos cruzamentos híbridos. Esse número tem aumentado, sobretudo, a quantidade de espécies que podem ser encontradas, o que dificulta identificar um número exato de espécies disponíveis (Gruber, 2006). Mesmo diante desta dificuldade de identificação, Gruber (2006) afirmou que pode haver mais de 1000 classes taxonômicas divididas em 7 subgêneros, com genótipos adaptados às mais variadas condições de solo e clima. Suas espécies apresentam como características árvores típicas de florestas altas, é composta por plantas sempre-verdes possuindo madeira de pequena a elevada densidade, variando de aproximadamente 0,3 a 1,0 g/cm³ (RIBEIRO, 2009). As espécies mais plantadas atualmente no Brasil são: *Eucalyptus camaldulensis*, *Corymbia citriodora*, *E. grandis*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. deglupta*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. moorei*, *E. smithii*, *E. urophylla* e *E. resinifera*. Além dessas, são desenvolvidos os híbridos, como é o caso do *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* x *E. urophylla*) (CIB, 2008).

O destaque para o híbrido *E. urograndis* é a sua forte adaptação na utilização em diversos meios que geram renda, sendo bastante empregado

como combustíveis em usinas térmicas, fabricação de móveis, estruturas de construções civis, fabricação de celulose, chapa de fibras, painéis de madeira aglomerada e lenha (FERNANDES; OSHIRO; OSHIRO, 2008). Com isso, nota-se uma grande expansão da área plantada desta cultura no cerrado do Distrito Federal e em áreas que possuem características semelhantes (FERNANDES; OSHIRO; OSHIRO, 2008). O híbrido *E. urograndis* é pouco exigente em relação ao clima, suportando temperaturas médias anuais que varia de 18°C a 25°C, pluviosidade reduzida, variando de 720 a 1800 mm anuais e déficit hídrico médio anual entre 15 a 170 mm (SPERANDIO et al., 2010).

A área total de árvores plantadas no Brasil atingiu 9,0 milhões de hectares em 2019, obtendo um aumento de 2,4% em relação ao ano de 2018. Os plantios de eucalipto ocupam 6,97 milhões de hectares desse total de área com destaque para algumas regiões do País (IBÁ, 2020).

Os plantios de eucalipto estão localizados principalmente nos Estados de Minas Gerais (28%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%). Nos últimos sete anos, o crescimento médio da área de eucalipto foi de 1,1% ao ano, com o Mato Grosso do Sul liderando esta expansão, que sozinho apresentou uma taxa média de crescimento de 7,4% ao ano (IBÁ, 2019).

Referência mundial pela tecnologia florestal, o setor brasileiro tem a maior produtividade, considerando o volume de madeira produzido por área por ano, e uma das rotações mais curtas, considerando também o tempo decorrido entre o plantio e a colheita das árvores do mundo. Em 2019, o Brasil apresentou uma produtividade média de 35,5 m³/ ha.ano para os plantios de eucalipto, resultando em uma ligeira queda quando comparado com o ano de 2018 que obteve uma produtividade de 36,0 m³ (IBÁ, 2020).

Mesmo com impacto das alterações climáticas no crescimento das plantações, principalmente o desequilíbrio do regime de chuvas em várias partes do território nacional, a produtividade de eucalipto apresentou um aumento médio de 0,5% ao ano. Este crescimento está relacionado com os investimentos em pesquisa e melhoramento genético e a busca pelos melhores métodos de silvicultura que as empresas do setor fazem todos os anos. Tudo isso é levado em conta a partir das características edafoclimáticas – clima e solo, juntamente com a indústria brasileira aprimorando e investindo continuamente no melhoramento e aperfeiçoamento do manejo florestal (IBÁ, 2019).

Ademais, o setor da cultura do eucalipto impulsiona a economia nacional com um Produto Interno Bruto (PIB) setorial de R\$ 86,6 bilhões, representando 1,3% do PIB brasileiro e 6,9% do PIB industrial. O saldo da balança comercial foi recorde, atingindo valores de US\$ 11,4 bilhões. Isso porque nunca antes vendeu-se tanta celulose no mercado mundial, com o Brasil conquistando a liderança na exportação desse produto (IBÁ, 2019).

2.2- Plantas daninhas

O conjunto de plantas infestantes em áreas agrícolas, pecuárias e de outros setores do interesse humano, são conceituadas como daninhas, com características pioneiras, ou seja, são plantas que ocupam locais onde, por qualquer motivo, a cobertura natural foi extinta e o solo tornou-se parcial ou totalmente exposto (PITELLI, 1987). Este tipo de vegetação não é exclusivo de ecossistema agrícola, ela sempre existiu e já foi muito importante na recuperação de extensas áreas na qual a vegetação original foi extinta por um processo natural ou por ação do homem (PITELLI, 1987).

Muitas são as definições ou conceitos emitidos sobre o que se conhece sobre planta daninha. A mais simples é uma planta que ocorre onde não é desejada (Fisher, 1973a). Para Beltrão & Azevedo (1994) é uma planta qualquer, cultivada ou não, que interfere negativamente nos cultivos, ou seja, prejudica a quantidade e/ou a qualidade dos produtos agrícolas nos agroecossistemas.

As plantas daninhas causam maiores perdas ou danos à agricultura do que as pragas e as doenças. Provavelmente, o próprio homem é o grande responsável pela sua evolução, pois encontram-se onde estão o homem e a agricultura (HOLM, 1971). Das 350 mil espécies de plantas superiores existentes e já descritas, 30 mil são consideradas daninhas: dentre as quais, 250 são tidas como problemáticas em vários países e continentes (HERBICIDAS, 1982).

De acordo com Fisher (1973a), as plantas daninhas apresentam rusticidade, capacidade de sobrevivência em condições adversas, habilidade de produzir elevado número de sementes com adaptações que facilitam a dispersão pelo vento, água e animais.

Fisher (1973a) também afirma que várias delas propagam-se via estruturas vegetativas e tem grande habilidade no uso do substrato ecológico (água, nutrientes, minerais, CO₂ e luz), além de outros atributos. Essas características associadas dificultam o controle, tornando-as um dos mais importantes fatores responsáveis pela redução da produção.

2.3- O capim-amargoso

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma espécie nativa de regiões tropicais e subtropicais do Continente Americano, e como tal sempre foi citada

como uma importante invasora no Brasil. Seu grande potencial como invasora, aumenta pela possibilidade das sementes serem carregadas pelo vento a grandes distâncias, e por terem bom poder germinativo (KISSMAN e GROTH, 1997).

O capim-amargoso forma touceiras a partir de curtos rizomas e se reproduz por sementes (LORENZI, 2000), podendo causar grande interferência no rendimento da cultura. Machado et al. (2006) observaram que as plantas de capim amargoso apresentam crescimento inicial lento até os 45 dias da sua emergência e um rápido incremento das raízes a partir dos 45 dias, que se deve à formação dos rizomas. Dessa forma, o melhor período para controle de capim-amargoso é até os 35 dias após a emergência, ou seja, quando os rizomas ainda não foram formados. Com o decorrer do tempo as plantas podem rebrotar (MACHADO, 2006; CORREIA e LEITE, 2007).

2.4- Interferência de plantas daninhas na cultura do eucalipto

Interferência é um conceito que pode ser entendido como “o conjunto de ações negativas que recebe determinado cultivo agrícola, ou qualquer atividade humana (pecuária, florestal, ornamentação, ambiência etc.), em decorrência da presença de plantas daninhas em determinado ambiente” (PITELLI, 1987). Essas ações negativas decorrem de pressões bióticas e abióticas, as quais condicionam efeitos negativos que afetam o crescimento e o desenvolvimento de plantas daninhas que por sua vez, resultam em um total de pressões ambientais ligadas, direta ou indiretamente, a presença das plantas daninhas no ambiente de interesse humano (CARVALHO, 2014).

Quando se tem efeitos diretos das plantas daninhas sobre a atividade humana, denomina-se de interferência direta; quando os efeitos são indiretos

denomina-se de interferência indireta. Ademais, não há um conceito específico sobre interferência direta e indireta, porém, a soma desses efeitos, dentre outros fatores, determina o grau de interferência, primeiramente discutida em relação às interações entre plantas daninhas e plantas cultivadas (CARVALHO, 2014).

A interferência direta é composta por fatores que expressam efeitos diretos da presença das plantas daninhas, como a competição, a alelopatia, o parasitismo, etc., resultando em redução quantitativa ou qualitativa do produto adquirido em determinada atividade humana. Já a interferência indireta é composta por fatores que expressam efeitos indiretos da presença das plantas daninhas, como a hospedagem de pragas, doenças etc., e os prejuízos causados a atividades de manejo, resultando em redução quantitativa ou qualitativa do produto adquirido em determinada atividade humana (CARVALHO, 2014).

A intensidade dos efeitos diretos e indiretos, decorrentes da presença das plantas daninhas, sobre as atividades humanas determina o grau de interferência, que pode ser conceituado como “a redução percentual da produção econômica de determinada cultura (ou qualquer atividade humana), provocada pela interferência de plantas daninhas” (PITELLI, 1985).

O grau de interferência é influenciado por fatores bióticos e abióticos do ambiente, os quais, por sua vez, são condicionados por fatores edafo-climáticos. Pitelli (1985) destaca quatro componentes do grau de interferência em ambientes agrícolas: comunidade infestante, cultura agrícola, manejo da área e período de convivência das plantas daninhas com as culturas agrícolas.

Esses quatro fatores, por sua vez, são todos influenciados e condicionados por fatores de solo e clima.

O termo alelopatia foi proposto por Molisch (1937) que significa do grego *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer. Este conceito descreve a influência de um indivíduo sobre o outro, seja prejudicando ou favorecendo o segundo, sugerindo um efeito realizado por biomoléculas (denominadas aleloquímicos) produzido por uma planta e lançadas no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cerca as plantas terrestres (RIZVI et al., 1992). Rice (1984) definiu alelopatia como: “qualquer efeito direto ou indireto causando dano ou benefício que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra através da produção de compostos químicos liberados no ambiente”.

De acordo com Pitelli (1987), esses aleloquímicos podem ser produzidos em qualquer parte da planta, como exemplo em raízes, parte aérea, sementes em processo germinativo e até mesmo durante o processo de decomposição da palha. A produção dessas substâncias “[...] é influenciada por diversos fatores como temperatura, índice de precipitação, umidade, variação sazonal e radiação.” (VIECELLI e CRUZ-SILVA, 2009).

A atividade dos aleloquímicos tem sido aplicada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas, conhecidos como defensivos agrícolas. A maioria destas substâncias é de origem do metabolismo secundário, e no processo evolutivo das plantas, representaram alguma vantagem contra a ação de microrganismos, vírus, insetos, e outros patógenos ou predadores, tanto inibindo a ação destes quanto estimulando o crescimento ou desenvolvimento das plantas (WALLER, 1999).

Diante disso, Lorenzi (2008c) esclarece que alelopatia e competição são dois mecanismos que muitas vezes são confundidos. Entretanto, cabe ressaltar que o efeito da alelopatia depende de compostos químicos que são adicionados ao meio, enquanto que a competição consiste na remoção ou redução de alguns fatores do meio que são disputados pela planta daninha e pela cultura.

A competição é vista como uma disputa entre plantas pelos mesmos recursos presentes em quantidade limitada no ambiente. No entanto, para que as plantas possam se desenvolver e completarem o seu ciclo de vida, é necessária a presença de água, gás carbônico, oxigênio, radiação solar, nutrientes minerais e espaço físico. À medida que elas crescem e desenvolvem-se, esses fatores podem ser insuficientes para atender as suas demandas, o que pode ser agravado pela presença de outras plantas na mesma área, que necessitem também dos mesmos fatores para sua sobrevivência. Isso gera uma competição entre plantas vizinhas, sejam da mesma espécie ou de espécies diferentes (RIZZARDI et al., 2001).

Contudo, segundo Rizzardi et al. (2001) a definição de competição leva em consideração o grau em que as plantas afetam a abundância de um recurso e como outras plantas respondem à troca desta abundância.

Como mencionado, o grau de interferência está diretamente relacionado também com os fatores inerentes à comunidade infestante, ou seja, às espécies presentes, às respectivas densidades populacionais, à distribuição na área, à duração da competição e aos fatores ligados à planta cultivada, através do espaçamento, densidade de plantio e da própria espécie e/ou cultivar plantada. Todos estes fatores reunidos são modificados pelo tipo de solo

(condições edáficas) e pelas condições climáticas. Entretanto, a presença de plantas daninhas em um ambiente quase sempre resulta em “interferência”, que é definida por Pitelli e Karam (1988) como sendo a soma das ações aplicadas à cultura ou à atividade humana. A exemplo disso, alguns pesquisadores comprovaram esta interferência entre algumas plantas daninhas e a cultura de eucalipto, resultando em prejuízos.

Dinardo et al. (2003) e Toledo et al. (2001) ao estudarem o efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* e *Braquiaria decumbens*, respectivamente, sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* verificaram que essas espécies, a partir da densidade de 4 plantas/m², interferem negativamente no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*, sendo a biomassa seca de ramos o parâmetro mais sensível a tal interferência.

A trapoeraba (*Commelina benghalensis*), em condições de inverno, interfere negativamente no crescimento das mudas de *Eucalyptus grandis* já a partir de 4 plantas.m⁻², principalmente na emissão de folhas e ramos, resultando em diminuição da massa seca (COSTA et al., 1998). Já em condições de verão, a partir da mesma densidade de plantas, interferiu, sobretudo, na produção de matéria seca de folhas e ramos. Além disso, passou a interferir também na altura e no diâmetro do caule das plantas de eucalipto (COSTA et al., 1997). Portanto, as plantas daninhas beneficiam-se no processo de competição porque apresentam alta rusticidade, habilidade de produzir grande número de sementes viáveis, alto vigor de disseminação das sementes, rápida passagem da fase vegetativa para a reprodutiva, entre vários outros fatores inerentes a essas espécies. Todas estas características reunidas proporcionam a essas plantas vantagens na competição com as culturas

agrícolas, resultando em perdas de produtividade e consequentes prejuízos ao agricultor (VASCONCELOS, et al., 2012).

2.5- Resistência de plantas daninhas a herbicidas

Atualmente, a aplicação de herbicidas tornou-se a medida de controle de plantas daninhas adotada com maior frequência, pela sua eficácia, conveniência e viabilidade de custos (ABDIN et al., 2000). No entanto, os agricultores têm depositado muita confiança no controle químico das plantas daninhas, de modo que os demais métodos de controle passaram a não ser utilizados, principalmente pelos grandes produtores. Desta forma, em diferentes locais, o uso indiscriminado e incorreto de herbicidas provocou a seleção de diversos biótipos de plantas daninhas resistentes a tais compostos (BURNSIDE, 1992). A resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos suscetíveis da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

O desenvolvimento da resistência das plantas daninhas aos herbicidas é influenciado por vários fatores, entre os quais aqueles ligados ao produto químico, como herbicidas altamente eficientes, herbicidas que apresentam um único local de ação e herbicidas com residual prolongado, que selecionam mais rapidamente o biótipo resistente (MONQUEIRO et al., 2001). A biologia da planta daninha também tem influência na taxa a qual a resistência se desenvolve, como é o caso das plantas daninhas de ciclo anual, que podem desenvolver resistência mais rapidamente do que as espécies bianuais ou

perenes, afirmam Monqueiro et al. (2001). Ainda segundo esses autores, a diversidade genética é de fundamental importância no desenvolvimento da resistência; algumas espécies possuem alta taxa natural de mutações gênicas conferindo resistência a uma classe de herbicidas antes mesmo que ele seja aplicado no campo. Muitas vezes a característica de resistência pode ser disseminada através do pólen e das sementes, aumentando o fluxo gênico que confere resistência para áreas adjacentes (MONQUEIRO et al., 2001).

2.6- Custo da resistência (*fitness*)

É um princípio básico da genética evolutiva que a adaptação das plantas a um novo ambiente, muitas vezes, têm efeitos pleiotrópicos negativos sobre a aptidão no ambiente original, o chamado 'custo de adaptação', em inglês é mais conhecido como “fitness” (PURRINGTON, 2000; STRAUSS et al., 2002). Este fitness pode impedir a fixação de novos alelos adaptativos (TIAN et al., 2003) que contribuem para a manutenção de polimorfismos genéticos dentro das populações (ANTONOVICS e THRALL, 1994).

No entanto, tem sido mostrado que alguns alelos de resistência a herbicidas não têm nenhum impacto perceptível na planta resistente. Uma compreensão das consequências de alelos de resistência a herbicida tanto na sua presença, quanto na sua ausência, foi importante para prever a dinâmica evolutiva de resistência a herbicidas (NEVE et al., 2003) e, portanto, em conceber estratégias pelas quais os custos de aptidão podem ser manipulados para resultar na seleção contra alelos de resistência (manejo de resistência) (WALSH e POWLES, 2007).

Quando um alelo de resistência a herbicidas confere um custo de adaptação, há pelo menos três explicações para a origem deste fitness. Em

primeiro lugar, os custos de condicionamento físico podem resultar em mutações que conferem resistência em enzimas alvo, nas quais atuaram sobre os herbicidas, comprometendo ou interferindo em algum nível do metabolismo das plantas (CHEVILLON et al., 1995). Por exemplo, uma única substituição de aminoácido pode causar uma modificação estrutural na enzima alvo que limita a ligação ao herbicida, mas também compromete a eficiência da função enzimática e cinética (POWLES e PRESTON, 2006).

Em segundo lugar, a teoria de alocação baseada em recursos prevê um equilíbrio entre a reprodução da planta, crescimento e funções de defesa (HERMS e MATTSON, 1994). A resistência a herbicidas é um mecanismo de defesa, no qual as plantas estão evoluindo e está ligado potencialmente ao desvio de recursos de crescimento e reprodução para se protegerem, tornando-as menos desenvolvidas.

Em terceiro lugar, o custo da resistência pode surgir como uma consequência de alterações ecológicas (PURRINGTON, 2000; STRAUSS et al., 2002). Se um alelo de resistência tem efeitos pleiotrópicos de tal modo que o fenótipo de resistência torna-se, por exemplo, menos atraente para polinizadores ou mais susceptível a doenças, o custo pode ocorrer independentemente ou em adição a qualquer fuga de energia ou alteração do metabolismo normal (SALZMANN et al., 2008). Ressalta-se que, quando há um fitness associado com alelos de resistência a herbicidas recentemente evoluídos, a integração do alelo de resistência no genoma pode reduzir o custo da resistência ao longo de gerações (FISHER, 1928).

Ademais, Vila-Aiub et al. (2015) explicam que quando biótipos resistentes apresentam redução em adaptabilidade, sem aplicação de

herbicidas, é devido a um “custo” que a resistência tem para as plantas. Este custo de resistência é gerado porque as plantas daninhas estariam usando recursos para sua defesa contra os herbicidas, ao invés de usá-los em seu crescimento e reprodução (VILA-AIUB et al., 2011).

Contudo, Yanniccari et al. (2016), comparando biótipos de azevém, observaram reduções nos resistentes em relação aos suscetíveis em altura, área foliar, biomassa e número de sementes, mostrando que sem a presença de um agente selecionador, os biótipos suscetíveis são mais vigorosos e produtivos. Sendo assim, a diferença de competitividade observada por Braga et al. (2016), entre biótipos de azevém em competição com clones de eucalipto, pode estar relacionada ao custo que a resistência gerou para esse biótipo. Do ponto de vista prático, o biótipo resistente, sendo menos competitivo, precisaria de mais plantas por área para ocasionar as mesmas perdas geradas pelo biótipo suscetível (BRAGA et al. 2016).

2.7- Capim-amargoso resistente

O primeiro caso relatado sobre um biótipo de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) resistente ao glyphosate foi no Paraguai, no ano de 2006 (HEAP, 2011). O fato de ser uma planta que se pereniza nas áreas agrícolas, produz alta quantidade de sementes, tendo um rápido desenvolvimento vegetativo inicial e não ser palatável ao gado (LORENZI, 2008), associado doses do glyphosate terem de aumentar com o crescimento da mesma, foi um indicativo do risco de desenvolvimento de resistência (DUKE e POWLES, 2008; POWLES e YU, 2010).

O glyphosate é um dos herbicidas de maior importância mundial, sendo utilizado no controle de plantas daninhas anuais ou perenes em diversos

sistemas de produção (BLACKSHAW e HARKER, 2002). Atualmente ele vem sendo usado em culturas geneticamente modificadas resistentes ao glyphosate, contribuindo para um aumento mundial vertiginoso na sua utilização, o que pode contribuir significativamente para a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes à esse herbicida (KOGER e REDDY, 2005).

Em áreas onde há uso contínuo de glyphosate, constatou-se que plantas originárias de sementes, quando jovens, são controladas facilmente por esse herbicida. Contudo, quando elas se desenvolvem e formam rizomas, seu controle dificulta-se. Dessa forma, compreende-se que o melhor período para controle de *D. insularis* é até os 45 dias após a emergência, quando os rizomas ainda não foram formados (MACHADO et al., 2006).

Quando se trata do controle de *Digitaria insularis* em pré-emergência, não há problemas, pois existem vários mecanismos de ação que possuem eficácia sobre capim-amargoso nessa modalidade, como exemplo os inibidores de divisão celular, inibidores do fotossistema II, inibidores da síntese de carotenoides, inibidores da ALS (enzima acetolactato sintase), inibidores da protox (PYON, 1977). Aliado a isso, ressalta-se que o capim-amargoso possui desenvolvimento inicial lento, sendo, portanto, facilmente suprimido pela cultura ou mesmo por outras plantas daninhas (PYON, 1977).

Em contrapartida, para aplicações em pós-emergência, o número de mecanismos de ação se restringe a cinco, são eles: inibidores da GS-GOGAT (enzima glutamina sintetase), ACCase (enzima acetil coenzima A carboxilase), FSI (fotossistema I), síntese de carotenoides e EPSPS (enzima 5-enolpiruvil chiquimato-3-fosfato sintase). No entanto, das cinco opções, apenas três são de herbicidas com caráter sistêmico; os inibidores da síntese de carotenoides,

ACCase e EPSPS. Todavia, o glyphosate é o único que não possui restrição de uso em relação ao estágio das plantas de *Digitaria insularis*, podendo ser utilizado em plantas adultas (GEMELLI et al., 2012).

Do mesmo modo, estudos conduzidos por Rosa et al. (2010), em casa de vegetação, demonstram que a associação do herbicida clethodim a 0,45 L p.c. ha⁻¹ associado aos tratamentos envolvendo o herbicida paraquat + diuron a 2,0 L p.c. ha⁻¹ é uma das alternativas mais viáveis para o controle de capim-amargoso resistente ao glyphosate.

2.8-Prejuízos econômicos das plantas daninhas resistentes à herbicidas

Os principais custos da resistência estão relacionados a necessidade do uso de herbicidas alternativos e às perdas de produtividade devido à competição das plantas daninhas resistentes remanescentes na lavoura. O custo com herbicidas alternativos torna-se variável de acordo com a opção adotada pelo produtor, uma vez que, na maioria das vezes, existe mais do que uma possibilidade de produto para uso no manejo das populações resistente (VARGAS et al., 2015).

Levando em consideração um cenário de infestação conjunta de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e buva (*Conyza bonariensis*), o que tem acontecido em regiões do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás, o custo de controle pode ter um acréscimo de até cinco vezes, ou seja, pode chegar ao extremo de R\$ 446,00 por hectare, aproximadamente US\$ 160. Neste caso, pode-se afirmar que no Brasil a resistência pode até quintuplicar o custo de controle (VARGAS et al., 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Efeito de densidades e distâncias de mudas e da rebrota de capim-amargoso sobre o crescimento inicial do eucalipto

O presente trabalho consta de dois experimentos desenvolvidos em condições de céu aberto, em área anexa ao Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA), localizada no Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária (DBAA), pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP, Brasil. A altitude do local é de 590 m e as coordenadas geográficas são: latitude 21°15'17"S e longitude 48°19'20"W. O clima da região, segundo classificação Köppen (1948), é do tipo Cwa, subtropical, seco no inverno, com chuvas de verão, apresentando temperatura média anual de 23,3°C e precipitação de 1243,92 mm nos últimos cinco anos.

O primeiro experimento instalado em 19 de setembro de 2019 foi desenvolvido para estudar o efeito da densidade e da distância de mudas de capim-amargoso, enquanto o segundo experimento instalado em 22 de abril de 2020 visou estudar o efeito da densidade e da distância da rebrota dessa mesma espécie de planta daninha sobre as plantas de eucalipto. Para ambos os experimentos foram adotados os mesmos procedimentos, conforme descritos a seguir.

Como recipientes foram utilizadas caixas de fibra de vidro com fundo vazado e com capacidade para 70 L (0,77 x 0,77 x 1,20 m) preenchidas com terra proveniente de um Latossolo Vermelho Distrófico. Para correção da acidez do solo, foi adicionada uma quantidade equivalente a 3 t ha⁻¹ de calcário dolomítico por caixa e posteriormente, realizou-se uma análise físico-química

(Tabela 1) desse substrato, constatando a correção do pH para 6,5. Para o experimento 2 não foi necessária a calagem, uma vez que o pH manteve-se em 6,5. Para ambos os experimentos, de acordo com recomendações da cultura, realizou-se uma adubação de plantio com o formulado de 27-00-10 (N-P-K) na dose equivalente de 300 kg ha⁻¹.

Tabela 1. Resultados da análise química e granulométrica de uma amostra composta de solo (0 – 20 cm) coletada no local do experimento após aplicação do calcário dolomítico.

pH (CaCl ₂)	M.O (g/dm ³)	P (res) (mg/dm ³)	K	Ca	Mg	H+Al mmolc/dm ³	SB	CTC	V (%)
6,5	15	30	1,5	27	9	14	37,1	50,8	73
Argila		Silte	Areia Total			Classe Textural			
20		13	67			Franco argiloso-arenosa			

As mudas de eucalipto foram adquiridas junto à empresa Agriflora®, na cidade de Araraquara, SP, e foram transplantadas no centro das caixas, após o período de adaptação prévia de uma semana às condições de pleno sol. Por ocasião do plantio, as mudas de eucalipto foram caracterizadas quanto à altura, diâmetro do caule, área foliar (LiCor® , LI3000A) e massa seca de folhas e caule (determinada em balança analítica de 0,0001 g após secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por quatro dias). Para o experimento 1, as mudas estavam com uma altura média de 35 cm, com diâmetro do caule de 2,96 mm e acumularam 0,9726 g de massa seca no caule e 1,5947 g nas folhas. No experimento 2, elas estavam com altura média de 32 cm e diâmetro do caule de 2,85 mm e acumularam 0,4474 g no caule e 1,0260 g nas folhas.

No experimento 1, após 15 dias do plantio das mudas de eucalipto, foi realizado o transplante de mudas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*),

oriundas de semeadura prévia em bandejas de isopor com 128 células preenchidas com substrato hortícola (Bioplant Plus). Para esse transplântio, as plântulas foram escolhidas conforme sua uniformidade de tamanho, e posicionadas nas caixas de acordo com os tratamentos propostos. Todavia, no experimento seguinte, as plantas de capim-amargoso remanescentes do experimento anterior foram cortadas a 5 cm da superfície do solo, deixadas para brotar e utilizadas nas mesmas distâncias e densidades do experimento 1 para o plantio das mudas de eucalipto. Para ambos os experimentos, os tratamentos experimentais constaram das densidades de 1, 2 e 3 plantas de capim-amargoso por caixa, equivalendo a 1, 2 e 3 plantas m⁻², plantadas a 10, 20 ou 30 cm de distância das mudas de eucalipto, com uma testemunha (T) sem convivência com a planta daninha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3+1 em 5 repetições, totalizando 50 parcelas experimentais.

Durante todo o período de desenvolvimento da cultura, as mudas foram irrigadas periodicamente e foram adotadas todas as práticas necessárias para a manutenção de boas condições sanitárias e nutricionais das plantas, sendo que aos 75 dias após o plantio (DAP) foi realizada uma adubação de cobertura, na qual aplicou-se na superfície do solo de cada caixa o mesmo formulado e dose utilizados anteriormente na adubação de plantio. Além disso, realizou-se periodicamente a limpeza e retirada manual das plantas daninhas que eventualmente surgiam em cada caixa.

A convivência entre o eucalipto e o capim-amargoso durou 105 dias, sendo realizadas, quinzenalmente, avaliações de altura (do colo da planta até seu ápice, com auxílio de uma régua de 100 cm) e o diâmetro do caule (medido

a 5 cm do solo, usando um paquímetro digital) Aos 75 dias após o início da convivência foi avaliado o teor relativo de clorofila total, com o auxílio de um clorofilômetro (Falker®, ClorofiLog,), determinado em uma folha de um ramo mediano em relação à altura de cada eucalipto.

Ao final do período experimental, avaliou-se a área foliar e biomassa seca das folhas, ramos e caule das plantas. Além disso, também foi avaliada a biomassa seca da parte aérea (folhas + colmos) e das inflorescências do capim-amargoso. A área foliar da planta de eucalipto foi obtida a partir da extrapolação (área foliar x massa seca) de uma amostra de 50 folhas de cada planta, submetida a um medidor de área foliar (LiCor®, LI-3000A), e a biomassa seca das folhas, ramos e caule foi determinada após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 7 dias, sendo estes materiais posteriormente pesados em balança analítica. Do mesmo modo, a biomassa seca da parte aérea e das inflorescências do capim-amargoso foram secas por 6 dias e, em seguida, pesadas separadamente em balança analítica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o uso do programa AgroEstat®.

3.2. Experimento complementar – Eficácia do glyphosate no controle do capim-amargoso

Por ocasião do plantio das mudas de capim-amargoso no Experimento 1, as mudas da planta daninha foram transplantadas também para recipientes plásticos com capacidade para 0,5 L preenchidos com uma mistura de terra, areia de rio e substrato hortícola (1:1:1 v/v/v) e assim mantidas a céu aberto. Quando as plantas apresentaram altura média de 15-20 cm e início de

perfilhamento [estádio 21 da escala de Bleiholder et al. (1991)], foram submetidas à aplicação de glyphosate nas seguintes doses: 0 - $x/8$ - $x/4$ - $x/2$ - x - $2x$ - $4x$, sendo x a dose recomendada para o controle de capim-amargoso, que é de 1680 g e.a. ha^{-1} , correspondendo, assim, as doses de: 0, 210, 420, 840, 1680, 3360 e 6720 g e.a. ha^{-1} . O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos em quatro repetições.

A aplicação do glyphosate foi realizada com pulverizador costal à pressão constante (CO_2), munido de barra com quatro pontas XR11002 e regulado para o volume de calda de 200 L ha^{-1} . Por ocasião da aplicação, a temperatura do ar era de 25 °C e a umidade relativa de 76%.

Foram realizadas avaliações visuais de controle (0 para ausência de injúria, até 9 para morte das plantas), considerando-se, neste caso, sintomas significativamente visíveis nas plantas, de acordo com seu desenvolvimento (Tabela 2 - EWRC, 1964). Essas avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA). Aos 28 DAA, a parte aérea verde remanescente das plantas foram cortadas rente ao solo e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por três dias, para a determinação da massa seca em balança digital.

Os dados de controle foram expressos graficamente, enquanto os resultados da massa seca foram submetidos à regressão não-linear, do tipo log-logística para determinação da quantidade necessária para redução de 50% da massa seca (Equação 1).

$$[\text{Equação 1}] Y = a (1 + \exp(-k(x - x_c)))$$

Onde Y é a redução de massa seca expressa em porcentagem de redução em comparação à testemunha não tratada; a representa a assíntota

máxima, x_c o valor necessário para 50% da redução de massa seca por biótipo, e k uma constante da regressão. A análise de regressão foi realizada com o software estatístico Origin®.

Tabela 2. Escala de notas da EWRC (1964) adotada para as avaliações de fitointoxicação dos produtos.

Nota	Fitointoxicação
1	Nula
2	Muito leve
3	Leve
4	Regular
5	Média
6	Quase forte
7	Forte
8	Muito forte
9	Destruição total

4. RESULTADOS

4.1. Efeito de densidades e distâncias de mudas de capim-amargoso sobre o crescimento inicial do eucalipto.

De maneira geral, observou-se para todas as variáveis, com exceção da área foliar, o fatorial diferiu da testemunha (fator adicional) (Tabela 3). Desta forma, a convivência com as plantas de capim-amargoso, independentemente da densidade e da distância, reduziu, em média, 14,4% a altura das plantas, em 17% o diâmetro do caule, em 2,4% a área foliar, em 45% a matéria seca das folhas (MSF), em 35,4% matéria seca do caule (MSC) e em 41% a matéria seca total (MST) do eucalipto (Tabela 3).

A interação entre densidade e distância de plantas daninhas foi significativa para todas as características, à exceção da altura das plantas de eucalipto. Para essa característica não se verificou efeito da densidade do

capim-amargoso sobre o desenvolvimento do eucalipto. Porém, plantas distantes 10 e 20 cm do eucalipto proporcionaram redução, em média, de 11,5% a altura do eucalipto, independentemente da densidade (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito dos tratamentos sobre a Altura (Alt), Diâmetro (Diâm), Área foliar (AF), Matéria seca de folhas (MSF), Matéria seca do caule (MSC) e Matéria seca total (MST) de plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência com densidades crescentes de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate, e Matéria seca do capim-amargoso (MAS) e Matéria seca da inflorescência (MSI) das plantas de *Digitaria insularis*.

Tratamentos	Eucalipto						C. amargoso	
	Alt (cm)	Diâm (mm)	AF (cm ²)	MSF (g)	MSC (g)	MST (g)	MSI (g)	MSPA (g)
Densidade								
1 planta m ⁻²	194,1 A	25,6 A	2077,0A	204,6 A	214,1 A	418,8 A	39,2 B	190,1A
2 plantas m ⁻²	183,2 A	22,7 B	1595,3B	172,7 B	171,0 B	343,7 B	50,7 A	223,4A
3 plantas m ⁻²	192,2 A	23,1 B	1716,7B	178,3 B	153,2 C	331,5 B	39,4 B	225,2A
Distância								
10 cm	185,9 B	24,7 A	1726,1A	203,9 A	204,4 A	408,3 A	43,2 A	219,6A
20 cm	178,0 B	22,2 B	1879,6B	148,2 B	132,8 B	281,0 B	44,1 A	202,3A
30 cm	205,6 A	24,5 A	1783,3A	203,5 A	201,1 A	404,6 A	42,2 A	216,9A
Testemunha	221,6**	28,7**	1840,1 ^{NS}	336,7**	277,6**	614,2**	---	---
F (Dens)	1,5 ^{NS}	12,4 **	24,8**	5,8**	62,5**	31,7**	8,2**	2,3 ^{NS}
F (Dist)	8,8**	9,8**	2,4 ^{NS}	20,5**	103,9**	74,6**	0,2 ^{NS}	0,5 ^{NS}
F (AxB)	1,4 ^{NS}	2,9 **	4,7**	10,7**	36,3**	25,4**	5,3**	7,0**
F (Adic x Fat)	13,3**	36,4**	0,2 ^{NS}	137,1**	183,8**	265,4**	---	---
C.V. (%)	9,56	7,09	10,8	12,24	7,25	7,46	18,44	21,2

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** = valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F. ^{NS} = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. C.V. = Coeficiente de Variação.

Na análise de desdobramento dos efeitos dos tratamentos com a planta daninha (Tabela 4), foi observado que dentro das distâncias, as densidades de 2 e 3 plantas m⁻² de capim-amargoso a 10 cm de distância reduziram em média

15% o diâmetro do eucalipto quando comparadas a de 1 plantas m^{-2} . Na distância de 20 cm foi observado que a densidade de 2 plantas m^{-2} reduziu o diâmetro em 14% quando comparada com as outras densidades, que não diferenciaram entre si, enquanto na distância de 30 cm já não houve mais efeito diferenciado das densidades. Por outro lado, quando analisado o efeito das distâncias dentro das densidades (Tabela 4), constatou-se que na densidade de 1 planta m^{-2} a distância de 20 cm foi responsável por uma redução de 14% no diâmetro do caule, enquanto a que se encontrava a 30 cm apresentou efeito intermediário, não diferenciando das demais. Já na distância de 20 cm, o efeito de 2 plantas m^{-2} causou redução média de 17% no diâmetro quando comparada as demais distâncias, que não diferenciaram entre si. Finalmente, na densidade de 3 plantas m^{-2} não houve efeito diferenciado das distâncias sobre essa característica (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* no diâmetro do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

Diâmetro (mm)				
Densidades (plantas m^{-2})				
Distância	1	2	3	F
10 cm	27,5 Aa	23,8 Ba	22,7 Ba	10,9 **
20 cm	23,7 Ab	20,0 Bb	22,8 Aa	6,3 **
30 cm	25,4 Aab	24,2 Aa	23,9 Aa	1,1 NS
F	6,0 **	8,9 **	0,7 NS	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

As densidades de 2 e 3 plantas m^{-2} , do capim-amargoso, a 10 cm de distância do eucalipto proporcionou redução média de 32% na área foliar (AF) quando comparadas a de 1 planta m^{-2} (Tabela 5). Contudo, quando as plantas se

encontravam a 20 cm de distância, a densidade de 2 plantas m^{-2} reduziu em 15% a AF do eucalipto em relação as demais densidades da planta daninha. Para a distância de 30 cm, a densidade de 2 plantas m^{-2} resultou na redução de 18% na AF, enquanto as outras densidades não diferenciaram entre si. Por meio da análise do efeito das distâncias dentro das densidades (Tabela 5), foi observado que tanto nas densidades de 1 e 2 plantas m^{-2} não houve efeito das distâncias estudadas. Já com 3 plantas m^{-2} a 10 cm de distância reduziram em 23% a AF do eucalipto comparada as demais densidades, que não diferenciaram entre si.

Tabela 5. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na área foliar do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

Área Foliar (cm^2)				
Densidades (plantas m^{-2})				
Distância	1	2	3	F
10 cm	2198,2 Aa	1552,5 Ba	1427,7 Bb	22,6 **
20 cm	2112,8 Aa	1683,9 Ba	1842,1 Aa	6,2 **
30 cm	1920,0 Aa	1549,5 Ba	1880,3 Aa	5,5 **
F	2,7 NS	0,8 NS	8,3 **	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quando as plantas de capim-amargoso encontravam-se na densidade de 3 plantas m^{-2} a 10 cm do eucalipto houve redução de 35% na matéria seca das folhas (MSF) quando comparada as demais distâncias, que não diferenciaram entre si. No entanto, quando as plantas se encontravam a 20 cm de distância, não houve efeito diferenciado entre as densidades e quando se encontravam a 30 cm, a densidade de 3 plantas m^{-2} resultou na redução de 32% quando comparada as outras duas distâncias, que não diferenciam entre si. Para o efeito das distâncias dentro das densidades (Tabela 6), verificou-se que 1

planta m^{-2} localizada a 20 cm do eucalipto reduziu 37% a MSF do eucalipto quando comparada as demais distâncias, que não diferenciaram entre si. Com 2 plantas m^{-2} , distantes a 20 e 30 cm do eucalipto, reduziram, em média, 27% a MSF, enquanto na densidade de 3 plantas m^{-2} as plantas que se encontravam a 10 e 20 cm de distância reduziram, em média, 35% a MSF.

Tabela 6. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na matéria seca de folhas do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

MS Folhas (g)				
Distância	Densidades (plantas m ²)			F
	1	2	3	
10 cm	243,2 Aa	218,4 Aa	150,2 Bb	15,4 **
20 cm	147,5 Ab	144,3 Ab	152,8 Ab	0,12 NS
30 cm	223,1 Aa	155,4 Bb	231,9 Aa	11,6 **
F	16.9 **	10.6 **	14.3 **	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com a análise de desdobramento dos efeitos dos tratamentos sobre a matéria seca do caule (MSC) das plantas de eucalipto (Tabela 7), observou-se que para a distância de 10 cm, as densidades de 2 e 3 plantas m^{-2} de capim-amargoso foram responsáveis pelas reduções de 30% e de 53%, respectivamente, a matéria seca do caule. Para a distância de 20 cm, na densidade de 2 plantas m^{-2} houve redução de 20% na MSC quando comparada à densidade de 3 plantas m^{-2} , enquanto 1 planta m^{-2} proporcionou comportamento intermediário (Tabela 7). Na densidade de 1 planta m^{-2} , as plantas que estavam a 20 e 30 cm resultaram em 52% e 21%, respectivamente, de redução na MSC do eucalipto quando comparada a distância de 10 cm (Tabela 7). Com 2 plantas m^{-2} a de 20 cm do eucalipto

houve redução de 41% na MSC. Na densidade de 3 plantas m⁻², as plantas que se encontravam a 10 e 20 cm de distância reduziram 24%, em média, a MSC, quando comparada com a distância de 30 cm (Tabela 7).

Tabela 7. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na matéria seca do caule do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

Distância	MS Caule (g)			
	Densidades (plantas m ⁻²)			F
	1	2	3	
10 cm	283,0 Aa	197,7 Ba	132,3 Cb	121,3 **
20 cm	136,2 ABc	116,6 Bb	145,6 Ab	4,6 *
30 cm	223,2 Ab	198,6 Ba	181,6 Ba	9,2 **
F	115,8 **	47,0 **	13,8 **	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na densidade de 3 plantas m⁻² a 10 cm de distância do eucalipto houve redução de 46% na matéria seca total (MST) dessa última quando comparada as demais densidades, enquanto 2 plantas m⁻² reduziu a MST em 21% quando comparadas a de 1 plantas m⁻² (Tabela 8). Quando as plantas daninhas se encontravam a 20 cm de distância do eucalipto, não houve efeito das densidades e quando se encontravam a 30 cm, a densidade de 2 plantas m⁻² resultou na redução de 18% quando comparada as outras duas distâncias, que não diferenciam entre si. Na densidade de 1 planta m⁻², a distância de 20 cm resultou em redução de 46% na MST do eucalipto, seguida pela redução de 15% da MST na distância de 30 cm. Na distância de 20 cm na densidade de 2 plantas m⁻² houve redução de 37% na MST, enquanto na distância de 30 cm foi de 15% a MST para a mesma densidade. Por fim, na densidade de 3 plantas

m⁻² as plantas que estavam a 10 e 20 cm de distância reduziram, em média, 30% a MST (Tabela 8).

Tabela 8. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na matéria seca total do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

Distância	MS Total (g)			
	Densidades (plantas m ⁻²)			F
	1	2	3	
10 cm	526,3 Aa	416,2 Ba	282,5 Cb	70,6 **
20 cm	283,7 Ac	260,9 Ac	298,4 Ab	1,7 NS
30 cm	446,3 Ab	354,0 Bb	413,5 Aa	10,4 **
F	73,4 **	28,9 **	21,2 **	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a matéria seca da inflorescência do capim-amargoso – MSI (Tabela 9), que a densidade de 3 plantas m⁻² a 10 cm de distância do eucalipto, diminuiu em 29% a MSI do capim-amargoso, comparada com a densidade de 1 planta m⁻². Na distância de 20 cm, as densidades de 1 e 3 plantas m⁻² diminuíram, em média, 39% a MSI enquanto a 30 cm de distância, não houve efeito da densidade da planta daninha. Notou-se que as distâncias de 20 e 30 cm diminuíram, em média, 32% a MSI do capim-amargoso na densidade de 1 planta m⁻², ao passo que, na densidade de 2 plantas m⁻² foi a distância de 10 cm que diminuiu 26% a MSI quando comparada a distância de 20 cm. Por outro lado, não houve efeito das distâncias na densidade de 3 plantas m⁻².

Tabela 9. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis*, após 105 dias de convivência com o *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) sobre a matéria seca das inflorescências de *D. insularis*.

Distância	MS Inflorescência (g)			
	Densidades (plantas m ⁻²)			F
	1	2	3	
10 cm	50,0 Aa	44,2 ABb	35,3 Ba	3,5 *
20 cm	33,4 Bb	59,7 Aa	39,1 Ba	12,1 **

30 cm	34,2 Bb	48,3 Aab	44,0 ABa	3,3 NS
F	5,5 *	4,1 *	1,2 NS	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Não houve efeito da densidade de plantas daninhas, quando a 10 cm de distância do eucalipto, sobre a matéria seca total do capim-amargoso - MSA (Tabela 10). Entretanto, as densidades de 1 e 3 plantas m^{-2} a distância de 20 cm proporcionou, em média, uma redução de 40% na MSA, enquanto na distância de 30 cm, a densidade de 2 plantas m^{-2} causou uma redução de 41% na MSA, quando comparada com a densidade de 3 plantas m^{-2} . A densidade de 1 planta m^{-2} a 20 cm de distância reduziu em 38% a MSA do capim-amargoso em relação a distância de 10 cm, por outro lado, na distância de 30 cm a densidade que resultou em diminuição na MSA foi a densidade 2 plantas m^{-2} com um percentual de 40%, quando comparada com a distância de 20 cm. Todavia, ocorreu o oposto para a densidade de 3 plantas m^{-2} , quando a distância de 20 cm é que foi responsável pelo decréscimo de 31% da MSA em comparação com a distância de 30 cm (Tabela 10).

Tabela 10. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis*, após 105 dias de convivência com o *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) sobre a matéria seca do amargoso de *D. insularis*.

MS Amargoso (g)

Densidades (plantas m ⁻²)				
Distância	1	2	3	F
10 cm	225,0 Aa	231,1 Aab	202,7 Aab	0,4 NS
20 cm	139,7 Bb	274,9 Aa	192,3 Bb	9,1 **
30 cm	205,7 ABab	164,3 Bb	280,7 Aa	6,8 **
F	3,9 *	6,1 **	4,6 *	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A altura e diâmetro do eucalipto foram negativamente afetados pelas densidades das plantas de capim-amargoso. Observou-se que, até os 90 DAP, a altura do eucalipto (Figura 1) não diferiu entre os tratamentos, constituídos por diferentes densidades da planta daninha em relação à cultura, e a testemunha. A partir desse período, as densidades da planta daninha ocasionaram interferência no crescimento do eucalipto, e reduziram em média, 14% a altura dessa cultura. Para o diâmetro (Figura 2), a partir dos 90 DAP as densidades de 2 e 3 plantas m⁻² proporcionaram as maiores em redução nessa característica, em média, de 20% menores em comparação ao tratamento controle.

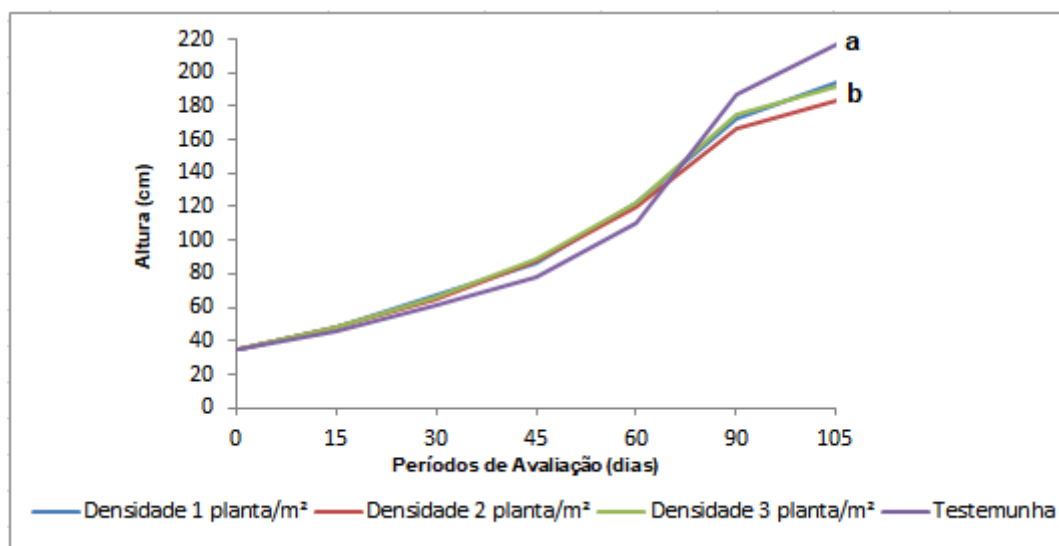


Figura 1. Efeito de diferentes densidades de mudas de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre a altura (cm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados correspondem às médias das distâncias da planta daninha em cada densidade.

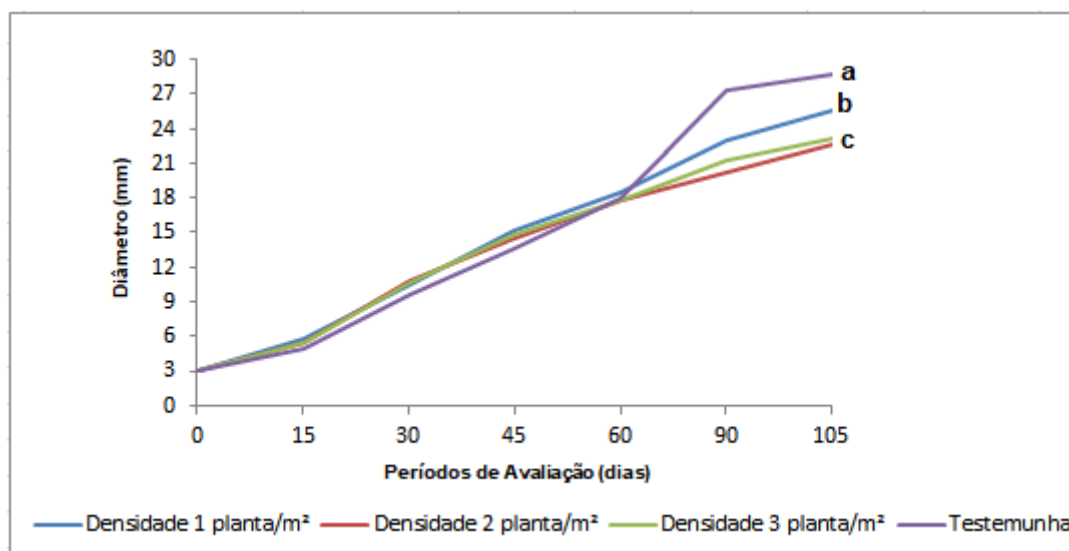


Figura 2. Efeito de diferentes densidades de mudas de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre o diâmetro (mm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados correspondem às médias das distâncias da planta daninha em cada densidade.

Para as mesmas características citadas anteriormente foi possível observar também os efeitos das distâncias das mudas de capim-amargoso, considerando as médias das densidades testadas. Para a altura (Figura 3), aos 75 DAP a presença da planta daninha, a 10 e 20 cm de distância do eucalipto proporcionou uma redução média de 18% em relação à testemunha (Figura 3). Já para o diâmetro do caule (Figura 4), também a partir dos 75 DAP, as três distâncias diferiram em relação à testemunha, sendo a distância 20 cm aquela que mais afetou negativamente essa característica, com redução de 23% (Figura 4).

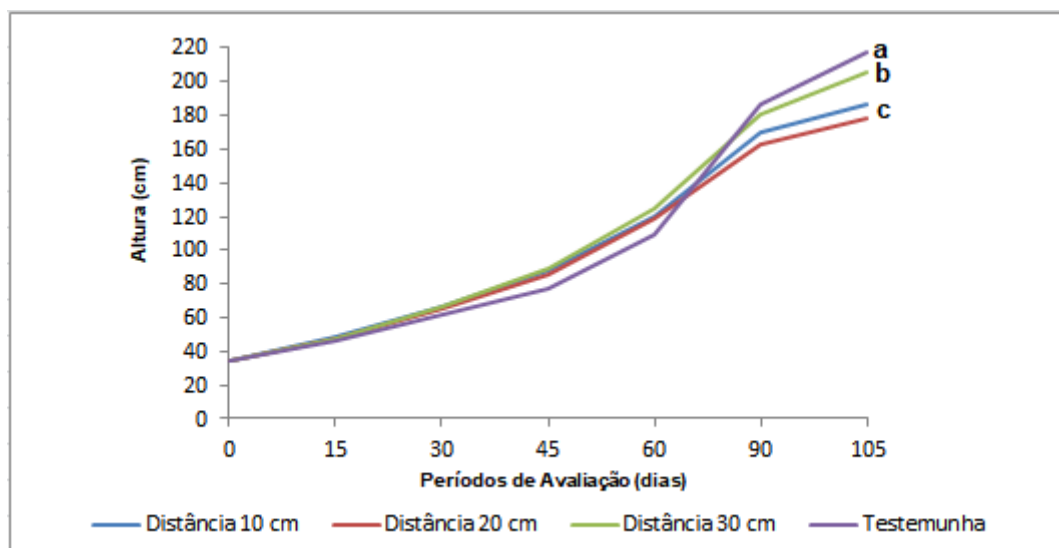


Figura 3. Efeito de diferentes distâncias de mudas de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre a altura (cm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados correspondem às médias das densidades da planta daninha em cada distância.

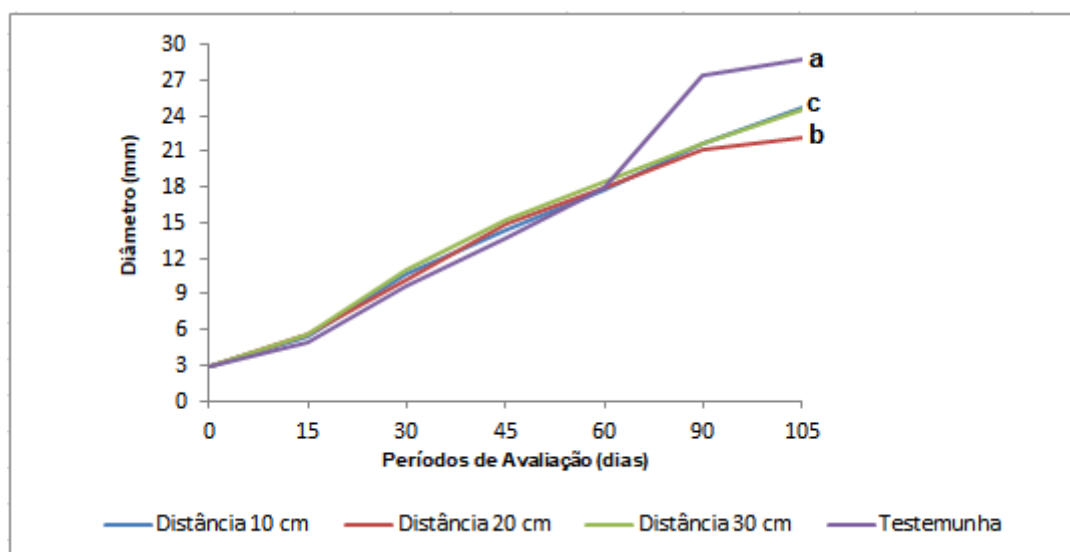


Figura 4. Efeito de diferentes distâncias de mudas de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre o diâmetro (mm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados correspondem às médias das densidades da planta daninha em cada distância.

4.2. Efeito de densidades e distâncias do capim-amargoso em rebrota sobre o crescimento inicial do eucalipto.

Ao final do período experimental, foi observado que o fatorial diferiu do controle (fator adicional) para todas as variáveis avaliadas (Tabela 11). Vale ressaltar, ainda, que a interferência das plantas de capim-amargoso no crescimento do eucalipto foi maior na rebrota (experimento 2), em comparação à planta daninha semeada (experimento 1). A convivência com as plantas de capim-amargoso, independentemente da densidade e da distância, reduziu, em média, 44,5% a altura das plantas, em 55% o diâmetro do caule, em 65% a área foliar, em 83,5% a matéria seca das folhas (MSF), em 88,4% matéria seca do caule (MSC) e em 85,7% a matéria seca total (MST) do eucalipto (Tabela 11).

Para as variáveis, altura, diâmetro e clorofila das plantas de eucalipto não houve efeito da interação entre os fatores, bem como para a variável matéria seca do amargoso (Tabela 11). A densidade de 2 plantas por m^2 do capim-amargoso, reduziu em 13% a altura das plantas de eucalipto, comparada com a densidade de 1 planta por m^2 , independentemente da distância, enquanto o efeito distância não apresentou interferência às plantas (Tabela 11). Também, a densidade de 2 plantas por m^2 de capim-amargoso, independentemente das distâncias, ocasionou uma redução de 20% do diâmetro das plantas de eucalipto, em comparação com a densidade de 1 planta por m^2 , enquanto a distância de 10 cm reduziu em 26% o diâmetro quando comparada com a distância de 30 cm (Tabela 11). O teor de clorofila sofreu alteração em relação à testemunha, porém, os efeitos das densidades e das distâncias não foram significativos. As densidades de 2 e 3 plantas m^{-2} reduziram em média 25% a matéria seca do capim-amargoso,

independentemente das distâncias, enquanto que a distância de 30 cm, independentemente das densidades, proporcionou uma redução de 19% nessa característica, em comparação com as distâncias de 10 e 20 cm que não diferiram entre si.

Tabela 11. Efeito dos tratamentos sobre a Altura (Alt), Diâmetro (Diâm), Área foliar (AF), Matéria seca de folhas (MSF), Matéria seca do caule (MSC) e Matéria seca total (MST) de plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência com densidades crescentes de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate, e Matéria seca do capim-amargoso (MAS) e Matéria seca da inflorescência (MSI) das plantas de *Digitaria insularis*.

Tratamentos	Eucalipto							C. amargoso	
	Alt (cm)	Diâm (mm)	AF (cm ²)	Teor rel. Clorofila	MSF (g)	MSC (g)	MST (g)	MSI (g)	MSA (g)
Densidade									
1 m ²	49,9 A	6,6 A	838,0 A	32,9 A	8,9 A	5,2 A	14,2 A	14,8 A	72,0 B
2 m ²	43,6 B	5,3 B	498,2 B	33,2 A	4,8 B	3,4 B	8,3 B	10,7 B	84,3 A
3 m ²	45,2 AB	5,8 AB	564,2 B	30,5 A	5,6 B	3,3 B	9,0 B	11,5 B	81,9AB
Distância									
10 cm	43,0 A	5,0 B	375,5 C	32,3 A	4,1 B	2,4 B	6,6 B	13,5 A	90,6 A
20 cm	47,8 A	5,9 AB	663,5 B	32,3 A	7,5 A	4,6 A	12,2 A	12,8 A	74,1 B
30 cm	47,8 A	6,8 A	861,4 A	32,0 A	7,7 A	4,9 A	12,6 A	10,7 B	73,5 B
Testemunha	83,2**	13,1**	1826,6**	38,6**	38,9**	34,1**	73,0**	---	---
F(Dens)	3,5 *	3,2 NS	18,4 **	2,0 NS	26,5 **	13,8 **	22,9 **	16,8 **	4,2 *
F(Dist)	2,5 NS	5,9 **	33,8 **	0,0 NS	22,6 **	22,0 **	24,8 **	7,7 **	9,3 **
F(AxB)	2,2 NS	1,0 NS	7,0 **	1,0 NS	17,6 **	13,7 **	15,8 **	4,7 **	0,9 NS
F(adic x fator)	134,1**	119,3**	242,4**	11,0**	1740,6**	3373,1**	2578,4**	---	---
C.V (%)	13,5	21,0	21,6	12,3	16,9	15,6	15,5	16,5	15,4

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** = valores significativos a 1% de probabilidade pelo teste F. NS = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. C.V. = Coeficiente de Variação.

Quando as plantas de capim-amargoso se encontravam nas densidades de 2 e 3 plantas m⁻², a 20 cm de distância, ocorreu redução média de 59% na área foliar (AF) quando comparadas ao tratamento com 1 planta m⁻² (Tabela 12) Por outro lado, quando as plantas se encontravam a 10 e a 30 cm de

distância, as três densidades não diferenciaram entre si (Tabela 12). Observa-se que tanto na densidade de 2 plantas m^{-2} quanto na densidade de 3 plantas m^{-2} as distâncias de 10 e 20 cm proporcionaram uma redução da AF, em média, de 61% e 38% respectivamente. Já na densidade de 1 planta m^{-2} , a distância de 10 cm reduziu em 59% a AF comparada as demais densidades, que não diferenciaram entre si (Tabela 12).

Tabela 12. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na área foliar do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

Área Foliar (cm²)				
Distância	Densidades (plantas m ⁻²)			F
	1	2	3	
10 cm	425,2 Ab	234,9 Ab	466,5 Ab	2,9 NS
20 cm	1097,2 Aa	421,0 Bb	472,2 Bb	26,8 **
30 cm	991,5 Aa	838,7 Aa	753,9 Aa	2,7 NS
F	24,7 **	18,0 **	5,1 *	-----

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que maiúsculas comparam na linha e minúsculas na coluna. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quando as plantas de capim-amargoso encontravam-se nas densidades de 2 e 3 plantas m^{-2} , a 20 cm, houve uma redução média de 69% na matéria seca de folhas (MSF) do eucalipto (Tabela 13). No entanto, quando as plantas se encontravam a 10 e 30 cm de distância, não houve efeito diferenciado entre as densidades nas respectivas distâncias (Tabela 13). Na densidade de 1 planta m^{-2} , a planta que se encontrava a 10 cm resultou na redução de 79% na MSF do eucalipto, enquanto as plantas dispostas a 20 e 30 cm de distância não se diferiram entre si. Na densidade de 2 plantas m^{-2} , o tratamento a 10 cm de distância proporcionou uma redução de 60% na MSF, comparado com a

maior distância, enquanto na densidade de 3 plantas m^{-2} , as plantas que se encontravam a 10 e 20 cm de distância reduziram, em média, 46% a MSF (Tabela 13).

Tabela 13. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na matéria seca de folhas do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

Distância	MS Folhas (g)			
	Densidades (plantas m^{-2})			F
	1	2	3	
10 cm	4,7 Ac	2,7 Ab	5,0 Ab	2,8 NS
20 cm	14,0 Aa	4,8 Bab	3,8 Bb	57,9 **
30 cm	8,2 Ab	6,8 Aa	8,2 Aa	1,1 NS
F	40,8 **	7,7 **	9,4 **	-----

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que maiúsculas comparam na linha e minúsculas na coluna. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a matéria seca do caule (MSC) das plantas de eucalipto (Tabela 14), observou-se que nas distâncias de 10 e 30 cm, as densidades de plantas de capim-amargoso não se diferiram entre si. Para as densidades de 2 e 3 plantas m^{-2} , na distância de 20 cm, houve redução média 66% na MSC quando comparada a planta que se encontrava na densidade de 1 planta m^{-2} . Na densidade de 1 planta m^{-2} , as plantas que estavam a 10 e 30 cm resultaram na redução média de 57% na MSC do eucalipto quando comparada a distância de 20 cm (Tabela 14). Na densidade de 2 plantas m^{-2} as distâncias de 10 e 20 cm contribuíram para a redução de 63%, em média, nesta característica. Na densidade de 3 plantas m^{-2} , as plantas que se encontravam a 10 cm de distância reduziram 52% a MSC, quando comparada com a distância de 30 cm,

enquanto as plantas na distância de 20 cm apresentaram comportamento intermediário (Tabela 14).

Tabela 14. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na matéria seca do caule do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

Distância	MS Caule (g)			
	Densidades (plantas m ⁻²)			F
	1	2	3	
10 cm	3,4 Ab	1,9 Ab	2,1 Ab	2,6 NS
20 cm	8,9 Aa	2,4 Bb	3,6 Bab	35,8 **
30 cm	4,3 Ab	5,9 Aa	4,4 Aa	3,6 NS
F	23,9 **	20,0 **	5,5 **	-----

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que maiúsculas comparam na linha e minúsculas na coluna. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

As plantas de capim-amargoso nas densidades de 2 e 3 plantas m⁻², a uma distância de 20 cm, reduziram 66%, em média, a matéria seca total (MST) das plantas de eucalipto quando comparadas à menor densidade (Tabela 15). Entretanto, nas distâncias de 10 e 30 cm, foi observado que as três densidades não diferiram entre si (Tabela 15). Na densidade de 1 planta m⁻² as plantas daninhas que se encontravam a 10 cm de distância, reduziram em 63% a MST do eucalipto, seguida pela redução de 43% na distância de 30 cm. Nas distâncias de 10 e 20 cm, nas densidades de 2 e 3 plantas m⁻², houve redução média de 53% e 42% na MST, respectivamente quando comparadas com as distâncias de 30 cm em ambos os tratamentos (Tabela 15).

Tabela 15. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis* na matéria seca total do *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) após 105 dias de convivência.

MS Total (g)				
Distância	Densidades (plantas m ²)			F
	1	2	3	
10 cm	8,1 Ac	4,7 Ab	7,1 Ab	2,3 NS
20 cm	22,0 Aa	7,3 Bb	7,4 Bb	52,3 **
30 cm	12,5 Ab	12,8 Aa	12,6 Aa	0,0 NS
F	32,8 **	12,6 **	6,9 **	-----

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que maiúsculas comparam na linha e minúsculas na coluna. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A densidade de 3 plantas m⁻² a 10 cm de distância diminuiu em 32% a matéria seca da inflorescência do capim-amargoso (MSI), comparada com a densidade de 1 planta m⁻², visto que o tratamento com a densidade intermediária não diferiu das demais (Tabela 16). Com a planta daninha posicionada a 30 cm de distância, a densidade de 2 plantas m⁻² ocasionou redução média de 46% na MSI, em relação às demais densidades, enquanto a 20 cm de distância, as densidades avaliadas não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 16). Não houve diferença estatística entre as distâncias para as densidades de 1 e 3 plantas m⁻². Por outro lado, na densidade de 2 plantas m⁻², o posicionamento do capim-amargoso a 30 cm do eucalipto ocasionou a diminuição da MSI em 46%, em comparação ao tratamento de 20 cm (Tabela 16).

Tabela 16. Desdobramento dos efeitos das Densidades e Distâncias de plantas de *Digitaria insularis*, após 105 dias de convivência com o *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) sobre a matéria seca das inflorescências de *D. insularis*.

MS Inflorescência (g)				
Distância	Densidades (plantas m ⁻²)			F
	1	2	3	
10 cm	15,8 Aa	13,8 ABa	10,8 Ba	7,5 **
20 cm	14,5 Aa	11,5 Aa	12,5 Aa	2,6 NS
30 cm	14,1 Aa	6,8 Bb	11,1 Aa	16,2 **
F	0,9 NS	15,3 **	0,9 NS	-----

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que maiúsculas comparam na linha e minúsculas na coluna. * e ** = valores significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = valor não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a altura do eucalipto, a partir dos 45 dias após o plantio (DAP) já foi possível observar a interferência negativa das plantas infestantes no eucalipto (Figura 5). Aos 90 DAP, os tratamentos que continham a planta de capim-amargoso demonstraram crescimento menor de, 48% para as densidades de 2 e 3 plantas m⁻² e 30% para a densidade de 1 planta m⁻², em comparação à testemunha (Figura 5). Para os diâmetros do caule das plantas de eucalipto que não competiram com o amargoso, apresentaram diferença logo aos 30 dias após o plantio (DAP) em relação as plantas que conviveram com a planta daninha (Figura 6). Aos 105 DAP, os tratamentos que continham densidades de 1 capim-amargoso m⁻² proporcionaram redução de 50%, enquanto os tratamentos com densidades de 2 e 3 plantas m⁻² tiveram uma redução de 60% no diâmetro do caule, em comparação à testemunha (Figura 6).

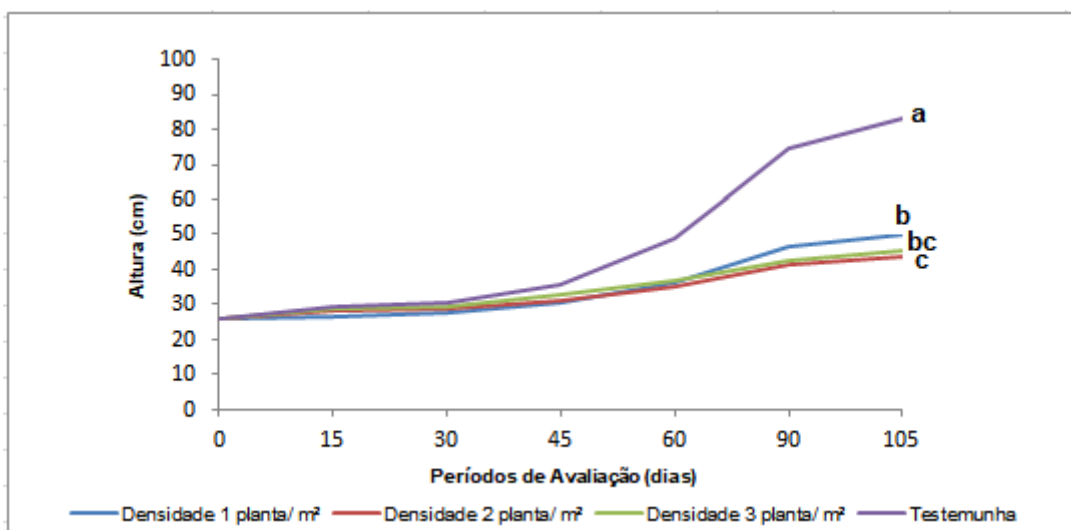


Figura 5. Efeito de diferentes densidades da rebrota de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre a altura (cm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados são compostos pelas médias das distâncias da planta daninha.

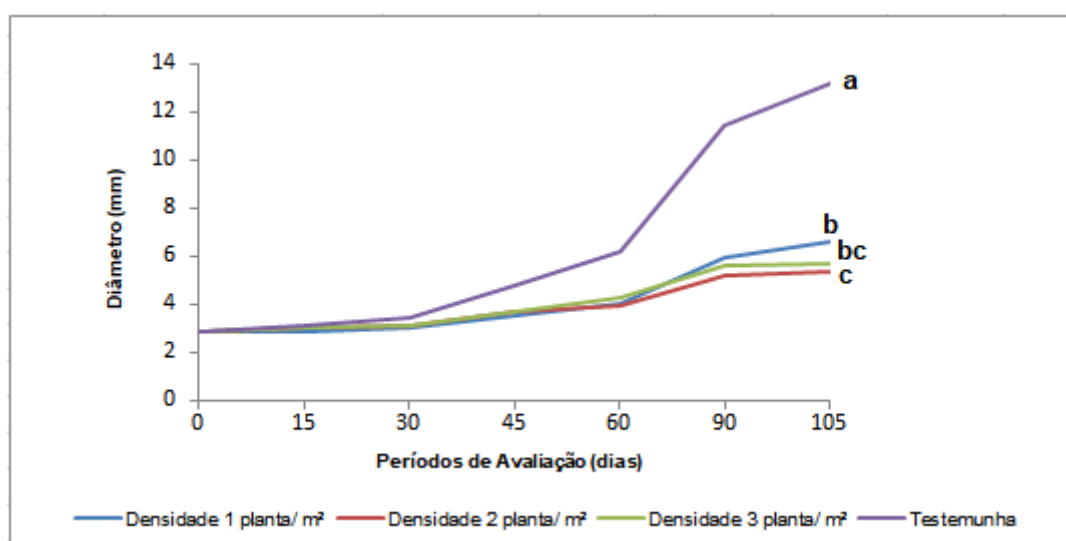


Figura 6. Efeito de diferentes densidades da rebrota de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre o diâmetro (mm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados são compostos pelas médias das distâncias da planta daninha.

Com relação à altura, considerando as médias das densidades (Figura 7), aos 45 DAP já é possível observar que as três distâncias diferiram em relação

à testemunha, com uma redução média de 44%. Já para o diâmetro (Figura 8), esta diferença foi possível ser observada logo aos 30 DAP. Ao final do experimento, as distâncias 10 e 30 cm diferiram significativamente entre si, com reduções de 62% e 48%, respectivamente, em relação à testemunha (Figura 8).

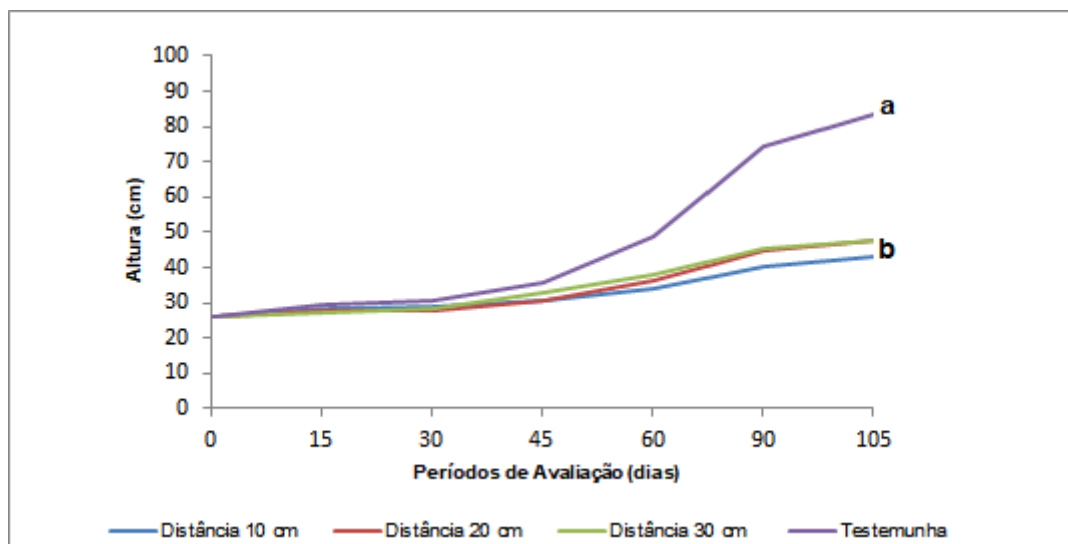


Figura 7. Efeito de diferentes distâncias da rebrota de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre a altura (cm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados são compostos pelas médias das densidades da planta daninha.

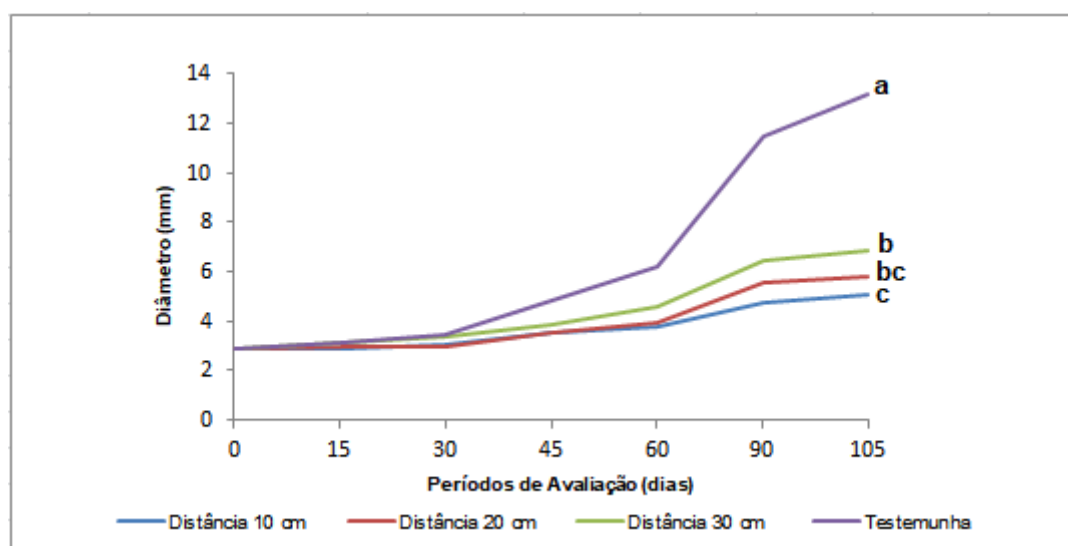


Figura 8. Efeito de diferentes distâncias da rebrota de capim-amargoso resistente ao glifosato sobre o diâmetro (mm) das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144) durante 105 dias após o plantio. Os valores indicados são compostos pelas médias das densidades da planta daninha.

4.3. Experimento complementar – Eficácia do glyphosate no controle do capim-amargoso

O glyphosate foi eficaz no controle deste biótipo de capim-amargoso utilizado nos experimentos com as doses de 3360 e 6720 g e.a. ha⁻¹, ou seja, com o dobro e quatro vezes a dose recomendada, sendo que a dose de 6720 g e.a. ha⁻¹ foi eficaz já a partir dos 7 dias após a aplicação (DAA), quando causou forte intoxicação das plantas, evoluindo para muito forte aos 14 DAA e com destruição total a partir dos 21 DAA (Figura 9). Por outro lado, a dose de 3360 g e.a. ha⁻¹ causou a morte das plantas de capim-amargoso somente aos 28 DAA. Já a dose recomendada e as doses abaixo desta (x/2, x4 e x/8) não controlaram esta planta daninha, demonstrando, assim, uma possível resistência, sendo que para obter mais de 50% de redução na biomassa seca da planta daninha é necessário mais de 1000 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate (Figura 10), o que provavelmente revela um baixo fator de resistência.

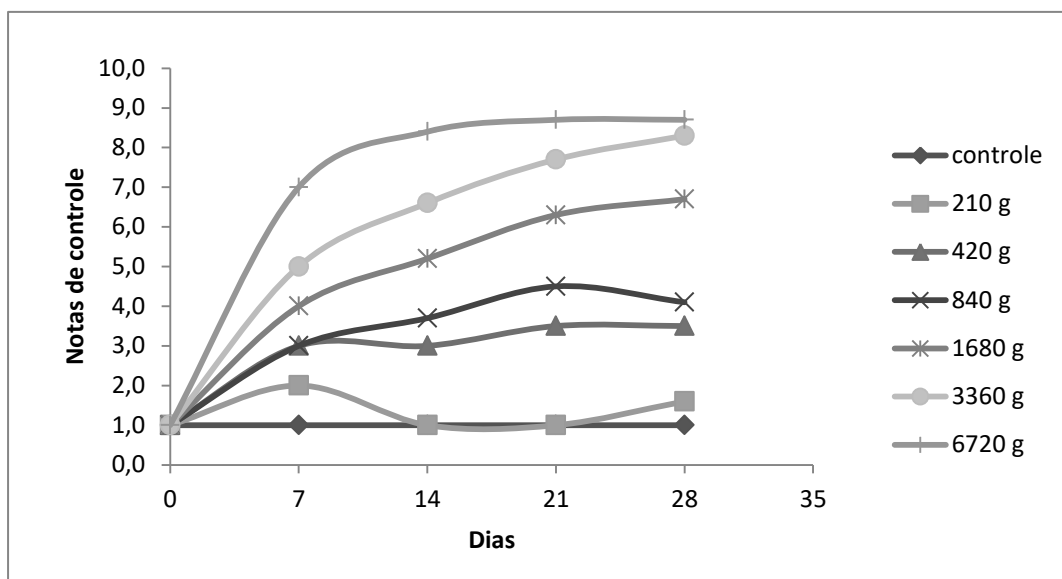


Figura 9. Controle de capim-amargoso avaliado dos 7 aos 28 dias após a aplicação de doses de glyphosate. (Notas atribuídas de acordo com a escala de notas da EWRC (1964))

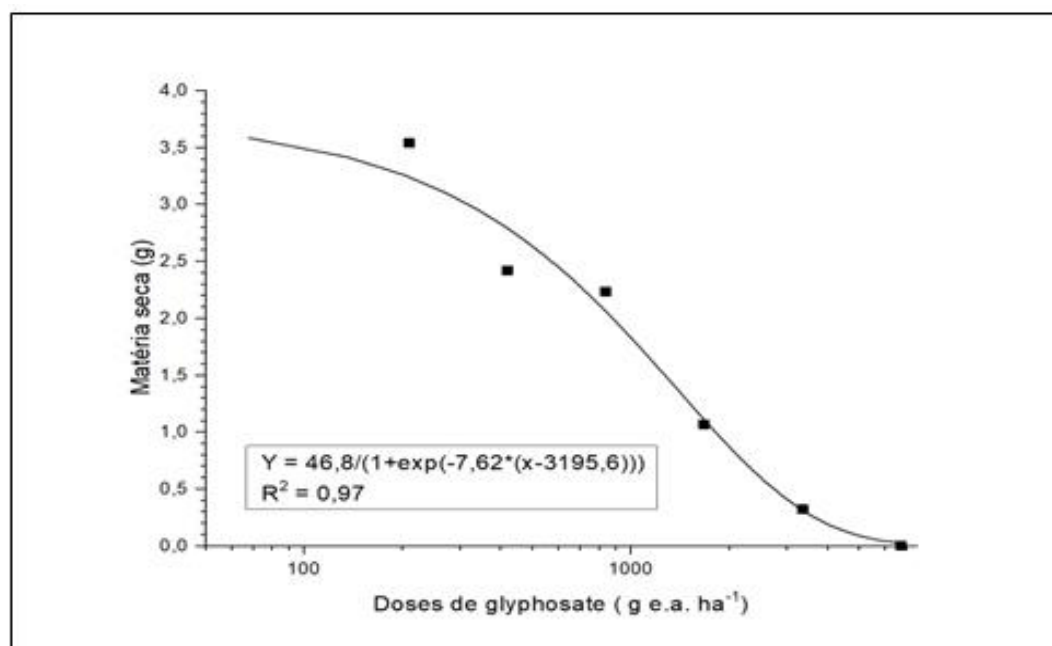


Figura 10. Matéria seca da parte aérea do capim-amargoso aos 28 dias após a aplicação de doses de glyphosate.

5. DISCUSSÃO

A redução de algumas características do eucalipto, como altura, diâmetro e matéria seca (Tabela 3), observadas no presente trabalho, é resultado da interferência imposta pelas plantas de *Digitaria insularis* às plantas de *Eucalyptus urograndis* e corroboram resultados encontrados por diversos autores (Toledo et al., 2001; Cruz et al., 2010; Bacha et al., 2016; Colmanetti et al., 2019), os quais mencionam que as plantas de eucalipto na fase inicial de desenvolvimento são afetadas pela interferência imposta por plantas daninhas. Assim, estudos nesse sentido, com as mais diversas espécies de plantas daninhas, são necessários, uma vez que diferentes espécies infestantes apresentam distintas capacidades competitivas, e por isso, competirão por recursos com as plantas da cultura de maneira distinta umas das outras (Pitelli, 1985). Colmanetti et al. (2019) ao estudarem outra espécie de braquiária (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) concluíram que a densidade de 22 plantas m⁻² interferiu negativamente no crescimento de *E. urograndis* (clone GG100), enquanto até 8 plantas m⁻² não houve reduções superiores a 5% na altura e diâmetro do eucalipto, mostrando assim que o grau da interferência varia também com a espécie de planta daninha. Esse efeito diferenciado das espécies também foi constatado por Pereira et al. (2013) ao estudarem o efeito de *U. decumbens*, *B. plantaginea*, *B. ruziziensis* e *P. maximum* (100 plantas m⁻²), no crescimento inicial de cinco clones de *E. urograndis*.

No presente trabalho, a característica mais afetada pela interferência da planta daninha foi a matéria seca do caule (MSC) (Tabela 3, Experimento 1), em que o capim-amargoso na densidade de 3 plantas m⁻² reduziu em 45% a MSC do eucalipto, comparado ao controle, enquanto que os tratamentos na densidade de 1 planta m⁻², proporcionaram redução de 23% para a mesma

variável. Graat et al. (2015), trabalhando com diversas distâncias de capim-braquiária em relação ao eucalipto, relataram que a característica que mais sofreu com a competição da planta daninha foi a MSC, com redução de 71,19%. Dinardo et al. (2003) ressaltam que com o aumento da densidade da população infestante, mais intensa será a interferência sofrida pelo eucalipto, principalmente para as variáveis de biomassa seca dos ramos e das folhas, as quais apresentaram reduções médias de 61,32% e 44,62%, respectivamente, quando conviveram com densidades de *Panicum maximum* (capim-colonião) superiores a 4 plantas por m^{-2} . Nesse sentido, Toledo et al. (2001) também concluíram que *Urochloa decumbens* (capim-braquiária), a partir da densidade de 4 plantas m^{-2} , interferiu negativamente sobre o crescimento inicial das mudas de eucalipto. Da mesma forma, Costa et al. (2021) constataram que a interferência de *Commelina benghalensis* (trapoeraba) foi intensificada com o aumento das densidades, sendo que todos os tratamentos com presença de trapoeraba diferiram significativamente da testemunha. Os autores ainda observaram que as plantas de eucalipto que conviveram com 4 plantas m^{-2} de trapoeraba apresentaram redução de 49,3% em relação à testemunha, enquanto que os tratamentos com 28, ou mais, plantas m^{-2} , apresentaram redução de 71,4%, em média, na matéria seca do eucalipto.

No primeiro experimento, as variáveis mais afetadas pela interferência, independente das densidades e das distancias da planta daninha, foram a matéria seca das folhas (MSF) e total (MST) do eucalipto, com reduções de 45% e 41%, respectivamente, comparadas com a testemunha livre de competição (Tabela 3). Cruz et al. (2010) concluíram que houve efeito significativo da interação entre *E. urograndis* em convivência com capim-

colonião, sendo que as variáveis mais sensíveis foram a área foliar e a matéria seca das folhas, com reduções de 62% e 60%, respectivamente. Já Tarouco et al. (2009) constataram que o diâmetro do caule do eucalipto foi a característica mais afetada pela interferência das plantas daninhas, com reduções de até 61% em comparação ao controle. As diferenças observadas nas sensibilidades dos eucaliptos nos trabalhos supracitados se justificam pelo fato de diversos fatores afetarem o grau de interferência da comunidade infestante nas plantas da cultura (Bleasdale, 1960; Pitelli, 1985), dentre eles: características edafoclimáticas da região; espécie/clone de eucalipto utilizado no plantio; além da espécie, densidade, e distribuição das plantas infestantes na área.

A distribuição de plantas infestantes na área também interfere no desenvolvimento da cultura do eucalipto. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que para a planta daninha semeada (Experimento 1), a área foliar não diferiu do controle em relação às três distâncias testadas, independentemente das densidades (Tabela 3). No entanto, quando em condição de rebrota (Experimento 2), foi observado que esta variável apresentou redução de 79,5% na distância de 10 cm, ao passo que para 30 cm, as reduções foram de 53%, independentemente das densidades (Tabela 11). Esses dados evidenciam que no primeiro experimento da planta daninha (i.e., semeada), distâncias de até 30 cm do eucalipto interferem igualmente no crescimento da cultura, ao passo que quando em rebrota, a interferência é mais agressiva quanto mais perto do eucalipto a planta daninha estiver. Nossos resultados corroboram os obtidos por Graat et al. (2015) que ressaltaram que apenas uma planta de *U. decumbens* e *U. ruziziensis* crescendo a uma distância de até 40 cm da cultura reduziu significativamente o crescimento e

desenvolvimento de *E. urograndis*. No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre as distancias testadas. Bacha (2013) também constatou que aos 90 DAP, os tratamentos que continham a planta de capim-braquiária apresentaram crescimento menor de, em média, 47,36% para a distância de 5 cm e 48,42% para a distância de 15 cm, em comparação ao tratamento sem BRADC. Ou seja, não houve diferença significativa entre as distancias estudadas (Bacha, 2013).

Comparando as condições de plantio de ambos os experimentos, foi observado que para *Digitaria insularis* semeada (Experimento 1), as reduções de MST e MSF foram de 45% e 41%, respectivamente, ao passo que para a rebrota (Experimento 2), os valores atingiram 85,7% e 83,5% de redução para as mesmas características (Tabelas 3 e 11, respectivamente). Esses resultados evidenciam que as taxas de redução de ambas características foram superiores em condição de rebrota. Nesse sentido, Bacha et al. (2016) observaram que a planta daninha *Urochloa decumbens* competiu por nutrientes de forma mais eficaz quando em rebrota, possivelmente porque as raízes das plantas daninhas já estavam plenamente desenvolvidas por ocasião do plantio das mudas de *E. urograndis*, o que provavelmente conferiu uma vantagem competitiva à planta infestante. Esses resultados corroboram os que foram observados no presente trabalho, através da competição de *Digitaria insularis* com a mesma espécie de eucalipto.

Dinardo et al. (2003) verificando a interferência do capim-colonião no desenvolvimento inicial do eucalipto, observaram que aos 190 DAP houve redução de 22,5% em altura e de 46,6% em diâmetro em relação à testemunha, o que demonstra que a presença do capim-braquiária na rebrota,

mesmo em menores densidades (2,6 plantas m⁻²), afeta o crescimento da cultura de forma mais acentuada em comparação à outra espécie de planta daninha que fora transplantada, ainda que durante um período de convivência mais longo (Bacha et al., 2016).

Segundo Zen (1987), a altura das plantas de eucalipto foi uma das características que demonstrou menor sensibilidade aos efeitos da competição das plantas daninhas. No mesmo sentido, Pitelli et al. (1988) observaram que as reduções na altura das plantas de *Eucalyptus urophylla* não foram significativas. Essas informações corroboram os resultados observados no presente trabalho, visto que a altura das plantas de eucalipto, em ambos experimentos, foi uma das características menos afetadas em função da competição imposta pelo capim-amargoso, com redução de 14% para o Experimento 1 e 44,5% para o Experimento 2 (Tabelas 3 e 11, respectivamente). Ademais, conforme observado em outros trabalhos conduzidos com diversas espécies de plantas daninhas e clones de eucalipto (MEDEIRO et al., 2016; LONDERO et al. 2012; COSTA et al. 2004; BRAGA, 2016 e CRUZ et al. 2010), é possível concluir que a altura é a característica menos afetada pela competição com as plantas infestantes.

6. CONCLUSÕES

A convivência com as plantas de capim-amargoso, independentemente da densidade e da distância, interferiu negativamente no crescimento das plantas de *Eucalyptus urograndis* (Clone I-144).

A presença de 1 e 2 plantas m⁻² de capim-amargoso, propagadas por sementes, 2 e 3 plantas m⁻², oriundas de rebrota, distantes a 10 cm do eucalipto foram mais competitivas que as demais densidades e distâncias.

As características do eucalipto mais sensíveis à interferência foram a matéria seca das folhas e a matéria seca do caule, com reduções de 45% e 88,4%, respectivamente, para a planta daninha semeada e para a rebrota do capim-amargoso.

A condição de rebrota do capim-amargoso prejudicou de forma mais expressiva o crescimento das plantas de eucalipto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, P.L.C.A. **Interferência de plantas em áreas florestais.** In: SEMINÁRIO DE CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES EM ÁREAS FLORESTAIS, 1, Piracicaba, 1999. Anais. Piracicaba: IPEF / ESALQ / USP, 1999.

ABDIN, O.A. et al. **Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*).** Eur. J. Agron., v.12, p.93-102, 2000.

ANTONOVICS J, THRALL PH. 1994. **Cost of resistance and the maintenance of genetic-polymorphism in host-pathogen systems.** Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences 257: 105–110.

BACHA, A.L.; ALVES, P.L.C.A.; PEREIRA, F.C.M. **Interferência da densidade e da distância de *Urochloa Decumbens* no desenvolvimento inicial do eucalipto-** Jaboticabal, 2013. p. 54.

BACHA, A.L. et al. **Interference of seeding and regrowth of signalgrass weed (*Urochloa decumbens*) during the initial development of *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* × *E. urophylla*).** Australian Journal of Crop Science, v.10, n.3, p.322-330, 2016.

BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. **Controle de plantas daninhas na cultura do algodoeiro.** Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 154p.

BLACKSHAW, R.E.; HARKER, K.N. **Selective weed control with glyphosate in glyphosate-resistant spring wheat (*Triticum aestivum*)**. Weed Technology, v.16, p.885- 892, 2002.

BLEASDALE, J. K. A. **Studies on plant competition**. In: HARPER, J. L. (Ed.) The biology of weeds, 1960, p.133-142.

BRAGA, A.F.; ALVES, P.L.C.A.; CHILDS, G.M.F. **Desenvolvimento inicial do eucalipto em convivência com densidades de azevém resistente e suscetível ao glyphosate** – Jaboticabal, 2016 vii, 42 p.

BRENDOLAN, R.A.; PELLEGRINI, M.T.; ALVES P.L.C.A. **Efeitos da nutrição mineral na competição inter e intraespecífica de *Eucalyptus grandis* e *Brachiaria decumbens*: 1-crescimento**. Scientia Forestalis, v. 58, p. 49–57, 2000.

BURNSIDE, O. C. **Rationale for developing herbicide-resistant crops**. Weed Technology, Champaign, v. 6, n. 3, p. 621-25, 1992.

CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; BIANCO, M. S. **Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia***. Planta Daninha, v. 32, n. 1, p. 99-107, 2014.

CESARIN, A. E.; MARTINS, P. F. R. B.; BARROSO, A. A. M.; CARREGA, W. C.; ALVES, P. L. C. A.; BIANCO, S. **Dry matter and macronutrient accumulation in *Digitaria insularis* biotypes susceptible and resistant to glyphosate**. Journal of Agricultural Science, v. 11, p. 151, 2019.

CHEVILLON C, PASTEUR N, MARQUINE M, HEYSE D, RAYMOND M. 1995. **Population-structure and dynamics of selected genes in the mosquito *Culex pipiens***. Evolution 49: 997–1007.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. **Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate**. Planta Daninha, v. 21, n. 3, p. 507- 515, 2003.

CIB, Conselho de Informações sobre Biotecnologia. **Eucalipto: oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. junho, 2008. 20 p.

COLMANETTI, M. A.; BACHA, A. L.; ALVES, P. L. C. A. **Effect of increasing densities of *Urochloa brizantha* cv. Marandu on *Eucalyptus urograndis* initial development in silvopastoral system**. Journal of Forestry Research, v. 29, p. 1-7, 2018.

COLMANETTI, M. A.; BACHA, A. L.; BRAGA, A. F.; ALVES, P.L.C.A. **Interference of *Urochloa decumbens* and *Panicum maximum* in the initial growth of six clones of *Eucalyptus urograndis***. Australian Journal of Crop Science, v. 11, p. 1261-1267, 2017.

CORREIA, N. M.; LEITE, G.J. **Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate e chlorimuron-ethyl em área de plantio direto.** Simpósio Internacional sobre Glyphosate, 1, 2007. p.136-138.

COSTA, A.G.F.; PAVANI, M. C.M.D.; ALVES, P.L. C.A. **Interferência de *Commelina benghalensis*, em densidades crescentes, no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 9. 1997, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: Universidade Estadual de São Paulo, 1997. p.295.

COSTA, A.G.F.; PAVANI, M. C.M.D.; ALVES, P.L. C.A. **Interferência de *Commelina benghalensis*, em densidades crescentes, no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*, em condições de inverno** In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 50., 1998, Natal. Anais... Natal: SBPC, 1998. p.52.

COSTA, A. G. F.; BACHA, A. L.; PIRES, R. N.; PAVANI, M. C. M. D.; ALVES, P. L. C. A. **Interferência de *Commelina benghalensis* no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* no inverno e no verão.** Revista Ciência Florestal, Santa Maria, RS, v. 31, n. 2, p.590-606, 2021.

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*.** Revista Ciência Florestal, Santa Maria, RS, 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.; POWLES, S.B. **Glyphosate: a once-in-a-century herbicide.** Pest Management Science, v. 64, p.319–325, 2008.

FERNANDES, D. J., OSHIRO, R. O. M., OSHIRO, M. **Perspectivas para o setor florestal do Mato Grosso do Sul,** 2008. p. 311.

FISHER, H. H. **Conceito de erva daninha.** In: RODRIGUES, J. J. Do V.; WILLIAM, R. D.. coord. Controle de ervas daninhas. Viçosa: UFV, 1973a. p.5-10.

FISHER RA. 1928. **The possible modification of the response of the wild type to recurrent mutations.** The American Naturalist 62: 115–126.

GEMELLI, A. et al. **Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para seu controle.** Revista Brasileira de Herbicidas, v.11, n.2, p.231-240, mai/ago. 2012.7

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, p. 203-211, 2015.

GRUBER, Y. B. G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*).** 2006. 141 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds.** Disponível em: www.weedscience.com. Acesso em: 25 outubro 2021.

HERBICIDAS: **Controle eficiente das plantas daninhas.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.8, n.87, p.2-96, mar. 1982.

HERMS DA, MATTSON WJ. 1994. **Plant-growth and defense.** Trends in Ecology & Evolution 9: 488.

HOLM, L. **The role of weeds in human affairs.** Weed Science, Champaign, v. 19, p. 485-490, 1971.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório anual – 2018. Brasil, 2020, p 42.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório anual – 2018. Brasil, 2019, p 35.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas.** São Paulo: BASF Brasileira, 1997. p. 675-678. Tomo I.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N. **Role of absorption and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*).** Weed Science, v.53, p.84–89, 2005.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas.** 3ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 608p.

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

MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. **Análise de crescimento de *Digitaria insularis*.** Planta daninha, v.24, n.4, p. 641-647, 2006.

MOLISCH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie.** Jena, Fischer. 1937.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANTOS, C. T. D. **Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas.** Planta Daninha, v. 19, n. 3, p. 375-380, 2001.

NEVE P, DIGGLE AJ, SMITH FP, Powles SB. 2003. **Simulating evolution of glyphosate resistance in *Lolium rigidum* I: population biology of a rare resistance trait.** Weed Research 43: 404–417.

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, p. 173-180, 2013.

PEREIRA, F.C.M.; YAMAUTI, M.S.; ALVES, P.L.C.A. **Interação entre manejo de plantas daninhas e adubação de cobertura no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.** Revista Árvore, v. 36, p. 941-950, 2012.

PITELLI, RA. **Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, MG, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A.; RODRIGUES, J.J.V.; KARAM, D.; ZANUNCIO, C.C.; ZANUNCIO, I. **Efeitos de períodos de convivência e de controle de plantas daninhas na cultura do *Eucalyptus*.** In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1, Rio de Janeiro, 1988. Anais. p.110- 123.

PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. **Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento.** Seminário técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento, 3, Belo Horizonte, 1991. Anais... Belo Horizonte, 1991.p.1-11.

POWLES, S.B.; PRESTON, C. **Evolved glyphosate resistance in plants: biochemical and genetic basis of resistance.** Weed Technology, v. 20, n. 3, p. 282-289, 2006.

POWLES, S.B; YU, Q. **Evolution in Action: Plants Resistant to Herbicides.** Annual Review of Plant Biology, v. 61, p. 317-347, 2010.

PURRINGTON CB. 2000. **Custos de resistência.** Opinião atual em Biologia Vegetal 3: 305-308.

PYON, J.Y., WHITNEY, A.S., NISHIMOTO, R.K. **Biology of sour grass and its competition with buffel grass and guinea grass.** Weed Science, v.25, n.2, p.171-174, 1977.v

RIBEIRO, C. A. D. . **Delimitação de zonas agroclimáticas para cultura do eucalipto no norte do Espírito Santo e sul da Bahia.** 2009. 102f. Dissertação

(Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Alegre, 2009.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2nd ed., New York, Academic Press, 1984.

RIZZARDI et al. **Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas**. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.4, p.707-714, 2001.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, U.K. & RIZVI, V. **A discipline called allelopathy**. In: RIZVI, S.J.H. & RIZVI, H. (Eds.) Allelopathy: Basic and applied aspects. London, Chapman & Hall, 1992. p.1-10.

ROSA, L.E. et al. **Alternativas de controle para capim amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. Resumos... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.

SALZMANN D, HANDLEY RJ, MUELLER-SCHARER H. 2008. **Functional significance of triazine-herbicide resistance in defence of *Senecio vulgaris* against a rust fungus**. Basic and Applied Ecology 9: 577–587.

SHVALEVA, A.L. et al. **Metabolic responses to water deficit in two *Eucalyptus globulus* clones with contrasting drought sensitivity**. Tree Physiology, v.26, p.239-248, 2006.

SPERANDIO, H. V.; CAMPANHARO, W. A.; CECILIO, R. A.; NAPPO, M. E. **Zoneamento Agroecológico para espécies de eucalipto no Estado do Espírito Santo**. Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia. v. 11, n. 34, p. 203 - 216. jun. 2010.

STRAUSS SY, RUDGERS JA, LAU JA, IRWIN RE. 2002. **Direct and ecological costs of resistance to herbivory**. Trends in Ecology & Evolution 17: 278– 285.

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

TIAN D, TRAW MB, CHEN JQ, KREITMAN M, BERGELSON J. 2003. **Fitness costs of R-gene-mediated resistance in *Arabidopsis thaliana***. Nature 423: 74–77.

TOLEDO, R.E.B. **Faixas e períodos de controle de plantas daninhas em áreas florestais**. In: SEMINÁRIO DE CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES EM ÁREAS FLORESTAIS, 1, 1999. Anais. Piracicaba: IPEF / ESALQ / USP, 1999.

TOLEDO, R.E.B. VICTÓRIA FILHO, R.; ALVES, P. L.C.A.; PITELLI, R.A.; CADINI, M.T.D. **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, v. 64, p. 78-92, 2003.

VARGAS, L. et al. **Alteração das características biológicas dos biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) ocasionada pela resistência ao herbicida glyphosate.** Planta Daninha, v. 23, n.1, p. 153-160, 2005.

VASCONCELOS, M. da C. C. de; SILVA, A. F. A. da; LIMA, R. da S. **Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas.** Agropecuária Científica no Semi-árido, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.

VIECELLI, C.A.; CRUZ-SILVA, C.T.A.. **Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de *Sálvia*.** Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 1, p. 39-46, jan./mar. 2009.

VILA-AIUB, M. M.; GUNDEL, P. E.; PRESTON, C. **Experimental methods for estimation of plant fitness costs associated with herbicide-resistance genes.** Weed Science, v. 63, n. sp1, p. 203-216, 2015.

VILA-AIUB, M. M.; NEVE, P.; ROUX, F. **A unified approach to the estimation and interpretation of resistance costs in plants.** Heredity, v.107, n. 5, p. 386–394, 2011.

WALLER, G.R. Introduction. In: MACIAS, F.A.; GALINDO, J.C.G.; MOLINILLO, J.M.G. & CUTLER, H.G. (Eds.) **Recent advances in allelopathy.** Cadiz, Serv. Pub. Univ. Cadiz, 1999. v.1, sem paginação.

WALSH MJ, POWLES SB. 2007. **Management strategies for herbicideresistant weed populations.** in Australian dryland crop production systems. Weed Technology 21: 332–338.

YANNICCARI, M.; VILA-AIUB, M.; ISTILART, C.; ACCIARESI, H.; CASTRO, A. M. **Glyphosate Resistance in Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) is Associated with a Fitness Penalty.** Weed Science, v. 64, n. 1, p. 71-79, 2016.

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