UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" – FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, CAMPUS DE JABOTICABAL

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO EM CONVIVÊNCIA COM DENSIDADES DE AZEVÉM RESISTENTE E SUSCETÍVEL AO GLYPHOSATE

Andreísa Flores Braga

Engenheira Agrônoma

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" – FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, CAMPUS DE JABOTICABAL

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO EM CONVIVÊNCIA COM DENSIDADES DE AZEVÉM RESISTENTE E SUSCETÍVEL AO GLYPHOSATE

Andreísa Flores Braga

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

Co-orientadora: Prof. Dra. Grisel Marion Fernandez Childs

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2016

Braga, Andreísa Flores
B813d Desenvolvimento inicial do eucalipto em convivência com densidades de azevém resistente e suscetível ao glyphosate / Andreísa Flores Braga. – – Jaboticabal, 2016
vii, 42 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientadora: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves
Coorientadora: Grisel Marion Fernandez Childs
Banca examinadora: Tiago Pereira Salgado, Rinaldo César de Paula
Bibliografia

1. Competitividade. 2. *Eucalyptus* x *urograndis*. 3. Interferência. 4. *Lolium multiflorum.* I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.0.2:632.954

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESENVOLVIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO EM CONVIVÊNCIA COM DENSIDADES DE AZEVÉM RESISTENTE E SUSCETÍVEL AO GLYPHOSATE

AUTORA: ANDREÍSA FLORES BRAGA
ORIENTADOR: PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES
CO-ORIENTADORA: GRISEL MARIOM FERNANDEZ CHILDS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisador Dr. TIAGO PEREIRA SALGADO
Herbae Consultoria e Projetos Agrícolas Ltda. / Jaboticabal/SP

Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA
Departamento de Producão Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 05 de agosto de 2016

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

ANDREÍSA FLORES BRAGA - nascida em 20 de dezembro de 1991, no município de Bom Sucesso, estado de Minas Gerais, filha de Vera Alice Aparecida Flores Braga e Manoel Geraldo Resende Braga. Fez sua graduação em Engenharia Agronômica na Universidade Federal de Lavras (UFLA), com conclusão em julho de 2014. Foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), no período de 2011 a 2014. Em agosto de 2014 iniciou o curso de mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus de Jaboticabal. Durante o curso de mestrado, foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e no período de setembro a dezembro de 2015, desenvolveu parte de suas pesquisas na Universidad de la República (UDELAR) – Campus de Paysandú, Uruguai.

EPÍGRAFE

“De tudo ficaram três coisas: a certeza de que estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que poderia ser interrompido antes de terminar. Façamos da interrupção um caminho novo; da queda, um passo de dança; do medo, uma escada; do sonho, uma ponte e da procura, um encontro.”

Fernando Sabino

Dedico,

Aos meus pais e aos meus irmãos, exemplos de amor e união.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar saúde e força para continuar realizando meus sonhos.

Aos meus pais, Manoel e Vera Alice, pelo amor, incentivo e apoio incondicional e aos meus irmãos Gabriel, Manoel Victor e André, pela amizade e momentos de descontração; eu os amo muito.

Ao meu orientador Pedro Luís, pela paciência, amizade, confiança e disponibilidade, sempre que preciso.

À minha co-orientadora Grisel, por todo apoio no período que estive no Uruguai, por sua amizade e seus ensinamentos.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à CAPES, pela oportunidade e por fornecer recursos para realização do projeto e a concessão da bolsa de estudos.

Aos meus estimados avós, Cléria, Maria (*in memoriam*), Manoel (*in memoriam*) e Milton (*in memoriam*), por me ensinarem a importância da fé, por suas orações e exemplos.

A todos meus familiares, por sempre estarem torcendo para que eu consiga atingir meus objetivos, em especial aos meus tios Maria Auxiliadora e José, pelos conselhos e apoio incondicional durante este período.

Ao meu namorado Jorge, por confiar e apoiar todas as minhas escolhas e sempre me tranquilizar quando preciso.

Aos meus amigos do LAPDA, os quais compartilharam comigo momentos de estudo e descontração, e contribuíram muito para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos que fiz no Uruguai, por terem me ajudado na adaptação e vivência, em especial as meninas do Sapo e os meninos do Ñandu.

As minhas amigas de Ibituruna e da UFLA que mesmo à distância conseguiram partilhar momentos de alegria e apoio me fazendo acreditar ainda mais na existência de amizades verdadeiras.

SUMÁRIO

Página

RESUMO..... ii

ABSTRACT..... iii

1. INTRODUÇÃO..... 4

2. REVISÃO DE LITERATURA 6

2.1. A cultura do eucalipto..... 6

2.2. Interferência de plantas daninhas na cultura do eucalipto..... 7

2.3. Resistência de azevém ao glyphosate..... 9

3. MATERIAIS E MÉTODOS..... 12

3.1. Detecção da resistência de azevém ao glyphosate..... 12

3.2. Capacidade competitiva de clones de eucalipto sob densidades crescentes de biótipos de azevém suscetíveis e resistentes..... 14

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 16

4.1. Detecção da resistência de azevém ao glyphosate..... 16

4.2. Capacidade competitiva de clones de eucalipto sob densidades crescentes de biótipos de azevém suscetíveis e resistentes..... 18

5. CONCLUSÕES..... 28

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 29

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO EM CONVIVÊNCIA COM DENSIDADES DE AZEVÉM RESISTENTE E SUSCETÍVEL AO GLYPHOSATE

RESUMO - O uso repetitivo de herbicidas com mesmo mecanismo de ação tem ocasionado a seleção de plantas daninhas resistentes, e o azevém se destaca pela resistência ao glyphosate. Tendo em vista sua ocorrência em eucaliptais, cultura na qual se usa o glyphosate, torna-se necessário estudar sua interferência. Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito de densidades (0, 10, 20, 30 e 50 plantas m^{-2}) de dois biótipos de *Lolium multiflorum* (resistente e suscetível ao glyphosate) em mudas de dois clones de *Eucalyptus.* x *urograndis* (I-144 e 1407). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 2x5 para cada clone. Aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após o transplante (DAT), foram avaliados nos clones a altura e diâmetro, e aos 70 DAT, área foliar e biomassa seca de parte aérea do eucalipto e do azevém. Não houve interação entre os fatores biótipos e densidades para os clones, mas todas as características foram afetadas pelos fatores isoladamente. O aumento das densidades do azevém reduziu todas as características avaliadas nos clones, sendo que a área foliar foi a mais afetada. O biótipo resistente foi menos agressivo, sendo assim, a densidade de azevém resistente tolerável pela cultura pode ser maior do que a de azevém suscetível.

Palavras-chave: Competição, *Eucalyptus.* x *urograndis,* Interferência, *Lolium multiflorum.*

INITIAL DEVELOPMENT OF EUCALYPTUS IN COEXISTENCE WITH GLYPHOSATE RESISTANT AND SUSCEPTIBLE RYEGRASS DENSITIES

ABSTRACT - Repetitive use of herbicides with the same mechanism of action has led to the selection of resistant weeds and ryegrass stands for resistance to glyphosate. In view of its occurrence in eucalyptus plantations, culture in which glyphosate is used, it is necessary to study its interference. Thus, this study aimed to evaluate the effect of densities (0, 10, 20, 30 and 50 plants m^{-2}) of two *Lolium multiflorum* biotypes (susceptible and resistant to glyphosate) in saplings of two *Eucalyptus. x urograndis* clones (I-144 and 1407). The experimental design was a randomized block with four replications, following a 2x5 factorial arrangement for each clone. At 0, 14, 28, 42, 56 and 70 days after transplanting (DAT) were evaluated in clones their height and diameter, and at 70 DAT, leaf area and dry biomass of the aerial part of eucalypt and ryegrass. There was no interaction between the factors biotypeand density for both clones, but all the features were affected by each of the factors alone. The increase in ryegrass densities reduced all characteristics evaluated in the clones, being leaf area the most affected one. The resistant biotype was less aggressive thus resistant ryegrass density tolerable for the culture may be higher than the susceptible ryegrass density.

Keywords: Competition, *Eucalyptus. x urograndis*, Interference*, Lolium multiflorum.*

1. INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto se expandiu no Brasil nas últimas décadas e é destaque no agronegócio, principalmente devido a produção de papel e celulose (SPEROTTO, 2014). As exportações de produtos florestais totalizaram de US$ 2,565 milhões, com a celulose e o papel representando 75% desse mercado (MAPA, 2016).

O aumento das exportações exige do mercado maior produtividade por área plantada e o sucesso da cultura está associado às boas práticas agrícolas. O manejo de plantas daninhas é uma prática fundamental, uma vez que, quando negligenciada, ocasiona prejuízos que podem atingir perdas na produtividade volumétrica superiores a 50%, dependendo da comunidade infestante (ZEN, 1987). O controle destas plantas é importante principalmente nos primeiros anos da cultura, e diversos estudos relatam os prejuízos gerados por plantas daninhas neste período (COSTA et al., 2004; CRUZ et al., 2010; TOLEDO et al., 2000). Contudo, ainda não há relatos comparando a interferência inicial gerada por biótipos de azevém, tendo em vista a importância crescente desta planta daninha em eucaliptais.

O azevém (*Lolium multiflorum* L.) é uma planta daninha com características de alta produção de sementes e alto poder germinativo, o que auxilia sua adaptação e disseminação (VARGAS et al., 2007). Seu manejo é importante em cultivos de cereais de inverno e, principalmente, em áreas florestais, nas quais o controle químico torna-se limitado por haver poucos produtos registrados junto ao MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Outro agravante desta planta daninha é que o uso contínuo do herbicida glyphosate ocasionou na espécie a seleção de biótipos resistentes, dificultando ainda mais seu controle (VARGAS et al., 2007).

O grau de interferência das plantas daninhas em uma cultura está relacionado ao ambiente, à cultura (espaçamento, densidade e cultivar), à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e a época e o período em que ocorre a convivência (PITELLI, 1985). Quanto à composição específica, estudos demonstram que existe diferença de competitividade entre biótipos de azevém, e esta diferença pode estar relacionada muitas vezes ao custo que a resistência gera

para a espécie (FERREIRA et al., 2006; VILA-AIUB et al., 2011). Por outro lado, a densidade de plantas daninhas é um dos fatores mais importantes, em que quanto maior a densidade, maior será a disputa dos indivíduos pelos mesmos recursos do meio e mais intensa será a competição com a cultura (CHRISTOFFOLETI; VICTÓRIA FILHO, 1996).

Em relação a cultura do eucalipto, os programas de melhoramento genético procuram desenvolver híbridos superiores em volume e qualidade de madeira, com foco apenas nas características econômicas. Porém, segundo Pitelli (1985), o acréscimo na produtividade econômica da espécie cultivada muitas vezes é acompanhado por um decréscimo no potencial competitivo da mesma, e Medeiro et al. (2016) ressaltam a necessidade de trabalhos que auxiliem na identificação de genótipos menos sensíveis à interferência de plantas daninhas, para reduzir as perdas e custos com o manejo destas.

Com base no relatado, aventa-se a hipótese de que biótipos de azevém com resistência a glyphosate podem apresentar alterações na capacidade competitiva frente à cultura do eucalipto, e que esta competitividade é dependente da sua densidade populacional. Em virtude disso, objetivou-se avaliar a capacidade competitiva de dois biótipos de azevém, suscetível e resistente ao glyphosate, e a interferência deles em densidades populacionais crescentes sobre o crescimento dos clones de eucalipto I-144 e 1407.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do eucalipto

Eucalipto é a designação dada a várias espécies que pertencem predominantemente ao gênero *Eucalyptus* spp., e aos gêneros *Corymbia* spp. e *Angophora* spp. São espécies arbóreas da família das Myrtaceae e originárias da Austrália, Indonésia e ilhas da Oceania (AGEITEC, 2016).

O eucalipto foi introduzido no Brasil em 1868, no Rio Grande do Sul, mas começou a ser cultivado no País para o fornecimento de matéria prima para as indústrias de celulose e papel somente em 1950. A partir dessa época, com o aumento da demanda pela indústria e para produção de madeira, iniciou-se a formação de mudas por propagação vegetativa e então, após alguns anos, o Brasil tornou-se referência mundial na eucaliptocultura (CIB, 2008).

O avanço em produtividade por área plantada, por outro lado, só foi possível devido à pesquisas com introdução e cruzamento de espécies com boas características adaptativas e econômicas (HIGA, et al., 1997). A clonagem, também foi uma técnica que revolucionou a silvicultura, proporcionando maior homogeneidade, maximização de seleção e do ganho genético e propagação de genótipos resistentes a doenças. Atualmente, os germoplasmas mais usados são *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. dunni*, *E. benthamii*, *Corymbia citriodora*, híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e outros híbridos interespecíficos (AGEITEC, 2016).

O Brasil é hoje um país importante no setor florestal, principalmente por possuir grandes áreas de cultivo e condições de clima e solo favoráveis às estas espécies. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores, no ano de 2014, a área ocupada por plantações florestais foi de 7,74 milhões de hectares, sendo que só as plantações de eucalipto corresponderam a 71,9% deste total, e os estados com as maiores áreas plantadas são Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (IBÁ, 2015). Além da representatividade na agricultura nacional, os produtos florestais também são destaque no cenário internacional do País, representando 12% das exportações totais referentes ao agronégocio (MAPA, 2016).

Os principais produtos são o carvão vegetal para siderurgia, matéria-prima para as indústrias de papel e celulose, madeira para serraria, construção civil, indústria de móveis, postes e moirões. Além da versatilidade de produtos, estima-se que o número de trabalhadores diretos e indiretos na atividade florestal seja cerca de 4,23 milhões, desempenhando grande importância socioeconômica (IBÁ, 2015).

A cultura do eucalipto além de sua importância no setor produtivo do país, também desempenha um papel importante no ambiente, sendo considerada uma cultura sustentável. O plantio de eucalipto evita o desmatamento de habitats naturais, preserva o solo e as nascentes de rios, recupera áreas degradadas; é fonte de energia renovável e ainda contribui para a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa (IBÁ, 2015).

A qualidade e incremento na produção é dependente de alguns fatores, como a escolha do material genético específico para cada região e do manejo efetivo de plantas daninhas que é normalmente realizado até 18 meses após o plantio da cultura (SANTAROSA; PENTEADO JUNIOR; GOULART, 2014; PEREIRA; ALVES; MARTINS, 2013; ROSADO et al., 2012)

2.2. Interferência de plantas daninhas na cultura do eucalipto

O termo interferência refere-se ao conjunto de ações que uma determinada cultura pode receber em função da presença de plantas daninhas na área. Essas ações exercidas por plantas daninhas são variáveis em função do ambiente; do espaçamento, da densidade e dos fatores genéticos da cultura; da composição específica, densidade e distribuição das plantas daninhas; e da época e o período em que ocorre a convivência das espécies (BLEASDALE, 1960; PITELLI, 1985).

As plantas daninhas competem com a cultura por luz, nutrientes, água e espaço, liberam também compostos alelopáticos, e ainda podem aumentar os riscos de incêndio, justificando ainda mais o seu controle (PITELLI, 1985; PITELLI E MARCHI, 1991). O manejo destas plantas é uma das principais limitações enfrentadas pelos produtores, pois os gastos com o controle podem atingir até 25% do custo de implantação em florestas plantadas no Brasil, dada a necessidade em manejá-las para eliminar ou minimizar a interferência que exercem (WOCH, 2014).

Estudos relatam os efeitos negativos da convivência de plantas de eucalipto com capim-braquiária, capim-colonião, erva-quente, entre outras, na redução da biomassa seca de folhas, caules, ramos e raízes, além da diminuição na área foliar e número de folhas (CRUZ et al., 2010; COSTA; ALVES; PAVANI, 2002; TOLEDO et al., 2003).

A maioria das perdas no crescimento do eucalipto ocorre durante o primeiro ano, sendo necessário durante este período um método de controle eficaz de plantas daninhas, para o bom desenvolvimento da cultura (ADAMS et al., 2003; SANTOS et al., 2005). Este controle eficaz pode ser realizado de forma integrada, pelos métodos culturais, físicos e químicos. Ferreira et al. (2016) observaram que até os 105 dias após o transplante o convívio do eucalipto com *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens* reduziu o crescimento do eucalipto, e o controle químico ou mecânico, associados ou não à retirada dos resíduos, foram métodos eficientes para impedir a interferência dessas plantas daninhas. Aparício et al. (2010) em estudo com clones de *Eucalyptus* × *urograndis* verificaram que durante o período de um ano o tratamento de controle total da área feito com o herbicida glyphosate foi o que proporcionou os melhores resultados de crescimento.

É sabido que os herbicidas consistem no método mais usado para controle de plantas daninhas, pois proporciona o melhor custo/benefício. Na cultura do eucalipto o manejo de plantas daninhas também é feito majoritariamente pelo uso de herbicidas, conforme recomendações específicas que consideram a comunidade infestante da área e a dose de aplicação (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; PEREIRA; ALVES, 2015).

No Brasil existe registrado para a cultura do eucalipto 45 produtos formulados, porém os registros também são particulares para cada estado, sendo assim é recomendado consultar as secretarias da agricultura de cada estado (BRASIL, 2014). Os herbicidas registrados para a cultura são: carfentrazona, flumioxazina, oxifluorfem e sulfentrazona (inibidores de PROTOX); clorimurom e imazapir (inibidores de ALS); isoxaflutole e clomazona (inibidores de caroteno); Pendimentalina (inibidor de tubulina); Picloram e 2,4-D (auxinas sintéticas); glyphosate (inibidor de EPSPS) (GOULART; SANTAROSA; SILVA, 2015).

O herbicida glyphosate é um dos mais usados em áreas florestais, por possuir boas características, como o alto espectro de ação e a alta eficiência de controle, e por isso é um dos herbicidas mais usados na cultura do eucalipto. Porém, uma das características deste herbicida é o baixo efeito residual, o que torna necessário várias aplicações durante o cultivo (PEREIRA; ALVES, 2015). No entanto, o uso repetitivo de substâncias com os mesmos mecanismos de ação tem ocasionado a seleção de biótipos resistentes, sendo que, o azevém é uma importante planta daninha comum em eucaliptais que apresenta resistência ao glyphosate (LONDERO et al., 2012; ROMAN et al., 2004; TAROUCO et al., 2009

2.3. Resistência de azevém ao glyphosate

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea da família das Poaceae; que embora tenha sido introduzida no Brasil para o uso como forrageira, é considerada uma planta daninha, principalmente pelas características de alta produção de sementes e alto poder germinativo, o que auxilia sua adaptação e disseminação (VARGAS et al., 2007). Seu manejo é importante principalmente em lavouras de trigo e cereais de inverno, mas tem se destacado também em culturas perenes, principalmente em cultivos de eucalipto, em que o controle químico torna-se limitado por haver poucos produtos registrados (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). É uma planta daninha de fácil controle, porém o uso repetitivo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação fez com que alguns biótipos apresentassem resistência, e então, hoje isto é o principal agravante desta planta daninha, dificultando seu controle (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2007).

O primeiro caso de resistência ao herbicida glyphosate relatado no Brasil, foi referente a esta espécie, no estado do Rio Grande do Sul (ROMAN et al., 2004). A resistência de plantas daninhas a herbicidas é resultante de um processo evolucionário, em que os biótipos resistentes ocorrem naturalmente, mas em baixa freqüência. Porém, a pressão de seleção exercida pela aplicação repetitiva de um determinado herbicida, com o mesmo mecanismo de ação, aumenta a freqüência dos indivíduos resistentes na população (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

As espécies que apresentam resistência possuem algumas características que favorecem a seleção de biótipos, como ciclo de vida curto, baixa dormência e elevada produção de sementes, várias gerações reprodutivas por ano, extrema suscetibilidade a um determinado herbicida e grande diversidade genética, características estas, que são observadas na espécie de azevém (CHRISTOFFOLETI et al., 1994; VARGAS et al., 2007; VIDAL; FLECK, 1997).

Além da dificuldade de controle que as espécies resistentes apresentam, alguns trabalhos também relatam diferença de competitividade com as culturas entre os biótipos resistentes e suscetíveis. Silva et al. (2014), observaram que para *Conyza canadensis* na cultura da soja, o biótipo resistente foi menos competitivo do que o suscetível; Ferreira et al. (2008) trabalhando com biótipos de *Lolium multiflorum* na cultura do trigo, também observaram menor capacidade competitiva dos biótipos resistentes e Christoffoleti (2001) inferiu que o efeito da competitividade de *Bidens pilosa* resistente e suscetível aos inibidores de ALS, seria o mesmo em decorrência da mesma produção de biomassa seca ao final do ciclo.

A diferença na adaptabilidade ecológica de biótipos resistente em relação ao suscetível é um fator que pode influenciar a taxa de evolução da resistência, ou até mesmo na manutenção da proporção de plantas resistentes dentro da população, quando na ausência da pressão de seleção do herbicida (WARWICK; BLACK, 1994; JASIENIUK et al., 1996). Sendo assim, espera-se que os biótipos mais adaptados sejam os mais competitivos e capazes de aumentar sua proporção ao longo do tempo (CHRISTOFFOLETI et al., 1997).

Por outro lado, o incremento ou perda em adaptabilidade ecológica pode estar relacionado a um certo custo de adaptação ocasionado pelo surgimento de resistência na espécie. Estes custos adaptativos estão relacionados também aos alelos que conferem a resistência em certas plantas, as quais, ao invés de estar usando seus recursos para crescimento e reprodução, estariam utilizando-os para sua defesa contra os herbicidas, mesmo quando não estão expostas a estes (VILA-AIUB; NEVE; POWLES, 2009).

A adaptabilidade também está relacionada a habilidade competitiva, que se caracteriza pela dominância de um indivíduo sobre outros, os quais utilizam, simultaneamente, um mesmo recurso com limitada disponibilidade, deste modo, são

necessários estudos quanto a esta habilidade comparando diferentes biótipos, afim de identificar as melhores estratégias de manejo (CHRISTOFFOLETI et al., 1997; FLECK et al., 2006; VILA-AIUB; GUNDEL; PRESTON, 2015).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA) pertencente ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, UNESP / FCAV, Jaboticabal – SP. e foi dividido em duas etapas:

3.1. Detecção da resistência de azevém ao glyphosate

Sementes de *Lolium multiflorum* foram coletadas de populações em três áreas com histórico de resistência ao herbicida glyphosate: na cidade de Três de Maio (54º14'24''O; 27º46'24''S); Eldorado do Sul (51º37'25''O; 30º05'01''S) e Cruz Alta (53º38'00''O; 28º38'30''S), todas pertencentes ao estado do Rio Grande do Sul. As sementes de plantas supostamente suscetíveis foram adquiridas de uma empresa que comercializa sementes de pastagens, possivelmente, sem nenhum histórico de aplicação de herbicidas, na cidade de Ijuí – RS (53°54'54''O; 28°23'16''S).

Foram semeadas 4 sementes de cada biótipo a 1 cm de profundidade em recipientes de plástico perfurados com capacidade para 500 mL, contendo substrato hortícola. Os recipientes foram irrigados diariamente e aos quatorze dias após a semeadura foi feito o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso, para todos os biótipos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, no qual constaram como tratamentos os quatro biótipos de azevém sob cinco doses de glyphosate (Roundup Original®) e a testemunha sem aplicação de herbicida. As doses de glyphosate aplicadas nos biótipos de azevém foram 0, 180, 360, 720, 1440 e 2880g e.a.ha^{-1}.

A aplicação foi realizada em uma sala de pulverização quando as plantas de azevém apresentavam de 2 a 4 folhas totalmente expandidas. Foram feitas as aplicações com o auxílio de um pulverizador costal a pressão constante de 2,8 kgf cm^{-2} (mantida por CO_2 comprimido), munido de barra com duas pontas de pulverização XR 110.015, espaçadas em 0,5 m, com consumo de calda equivalente a 150 L $ha^{-1.}$

Vinte e um dias após a aplicação dos herbicidas, foram feitas as avaliações visuais de porcentagem de controle do herbicida. A porcentagem controle foi baseada no vigor e clorose da planta, comparada com a testemunha sem aplicação, sendo atribuído 0% quando não existia efeito fitotóxico do herbicida, ou seja, semelhante a testemunha, e 100% quando as plantas estavam completamente mortas (SBCPD, 1995).

Após avaliação, os dados foram analisados utilizando modelos não lineares de ajuste de uma curva de dose-resposta. Os dados da curva dose-resposta foram ajustados à equação 1, regressão log-logística.

[Eq. 1] $\mathrm{Y} = \mathrm{a}/(1 + \exp(-\mathrm{k}(\mathrm{x} - \mathrm{xc})))$

Em que, *Y* = controle visual; *a* = ao maior valor de controle, *k* = a curvatura da linha, *xc* = a dose do herbicida utilizada para controle de 50% da população e *x* é a dose do herbicida, variável independente.

A dose do herbicida necessária para controlar 50% da população (I_{50}) foi determinada utilizando-se a equação 1. O fator de resistência (FR) foi calculado pela equação 2.

[Eq. 2] $FR = I_{50}(R) / I_{50}(S)$

Em que *R* representa a população mais tolerante e *S* a mais suscetível (menores valores obtidos). Por fim, a fim de selecionar as populações para os estágios posteriores das análises, calculou-se a porcentagem de plantas resistentes e suscetíveis para todas as populações na dose comercial recomendada (720 g e. a. ha^{-1}).

Com base nos cálculos do fator de resistência, foram selecionados os dois biótipos mais contrastantes para serem utilizados no experimento de vasos: um suscetível, e o outro com o maior fator de resistência.

3.2. Capacidade competitiva de clones de eucalipto sob densidades crescentes de biótipos de azevém suceptíveis e resistentes

Os experimentos foram conduzidos no mesmo período (junho à agosto de 2015), em vasos de plástico, com capacidade para 21 litros, sendo cada vaso uma parcela experimental. O substrato utilizado foi um Latossolo Vermelho – Escuro distrófico (EMBRAPA, 1999) em mistura com areia de rio (3:1 v/v). As análises físicas e químicas do solo apresentaram as seguintes características: textura argilosa; pH em $CaCl_2$ de 5,8; 15 g dm^{-3} de matéria orgânica; 29 mg dm^{-3} de P em resina; e teores de K, Ca, Mg e H + Al de 2,3; 33; 13 e 22 $mmol_c$ dm^{-3}, respectivamente.

Foram realizados dois experimentos e em cada um dos experimentos usou-se um clone de eucalipto em convivência com cada biótipo de azevém, em densidades populacionais crescentes, conforme esquema apresentado na Figura 1. As duas populações de azevém previamente selecionadas foram semeadas separadamente em bandejas de isopor e aos 21 dias após a semeadura, foram transplantadas para os vasos, nas densidades populacionais de 0, 1, 2, 3 e 5 plantas por vaso, equivalendo a 0, 10, 20, 30 e 50 plantas m^{-2} . Os clones usados foram o I-144 e o 1407, que são híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden com *E. urophylla* S.T. Blake (*Eucalyptus.* x *urograndis*). As mudas de eucalipto foram transplantadas para o centro dos vasos e as mudas de azevém foram transplantadas a uma distância média de 5 cm das mudas de eucalipto.

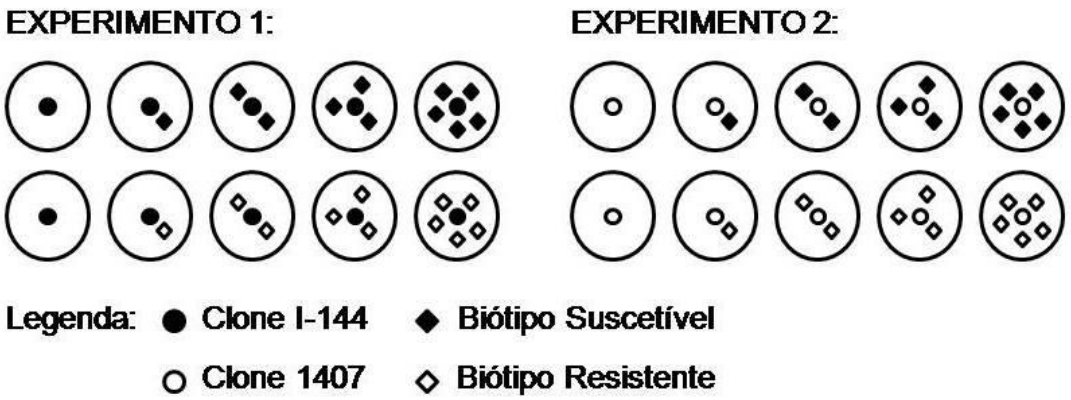


Figura 1 - Esquema representativo dos dois experimentos conduzidos com os clones I-144 e 1407, em convivência com dois biótipos de azevém em densidades populacionais crescentes.

O delineamento experimental adotado para os dois experimentos foi em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x5, para as características dos clones (2 biótipos x 5 densidades), e 2x4 para a massa seca dos biótipos (2 condições: presença e ausência do clone x 4 densidades de convivência).

A adubação de plantio foi feita em cada vaso com um adubo formulado 4-14-8 em uma quantidade equivalente a 500 kg ha^{-1}, equivalente a cinco gramas por vaso. Aos 21 e 35 dias após o plantio, foi feita uma adubação em cobertura com uréia diluída em água a uma concentração de 0,5% (p/v). O substrato foi mantido úmido por meio de irrigações periódicas.

Aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após o transplantio (DAT), foram avaliados nas mudas de eucalipto: altura das plantas, diâmetro de caule (Zaas, digital 6”), e aos 70 DAT, a área foliar do eucalipto (LiCor, LI3100A) e a biomassa seca de parte aérea do eucalipto e do azevém, após a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos, foram feitas análises de regressão dentro de cada época de avaliação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Detecção da resistência de azevém ao glyphosate

As porcentagens de controle dos biótipos testados em função das doses de glyphosate estão representadas na Figura 2 através das curvas de dose-resposta, e na Figura 3 através da redução de matéria seca. As curvas evidenciam que os dados foram ajustados de forma adequada ao modelo log- logístico proposto, uma vez que todos os valores dos coeficientes de correlação das curvas (R^2) foram superiores a 80% (Tabela 1).

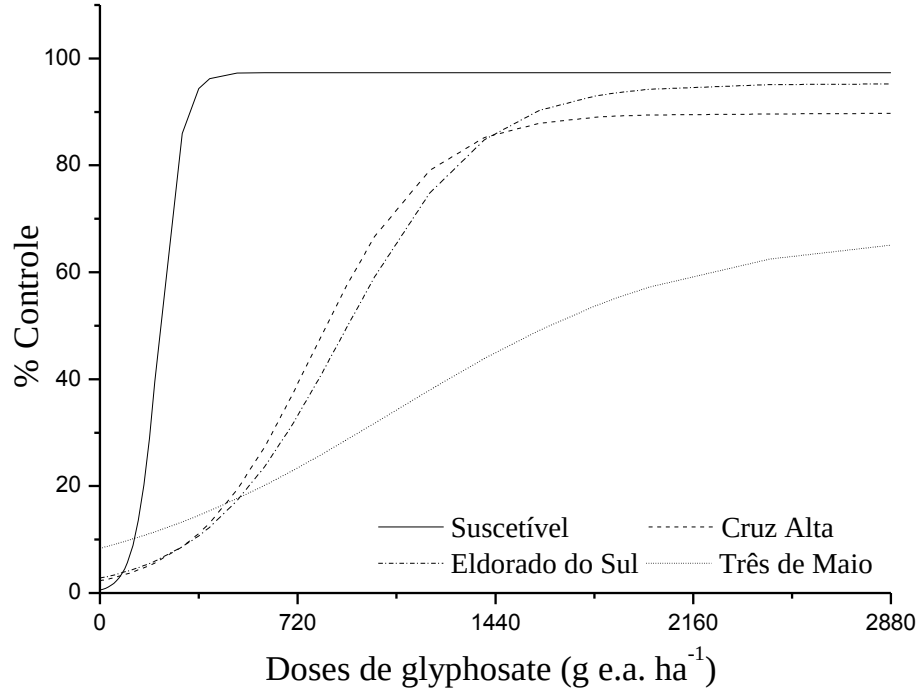


Figura 2 - Curva de dose-resposta para a porcentagem de controle de biótipos de *Lolium multiflorum* em resposta as doses do herbicida glyphosate usando o modelo log-logístico não linear (Y=a/(1+exp(-k(x-xc)))). Jaboticabal, 2016.

Verifica-se na Figura 2 que com a dose de 360 g e.a. ha^{-1} de glyphosate ocorreu o controle de 94% das plantas do biótipo suscetível, quando apresentavam de 2 a 4 folhas expandidas. Para os outros biótipos, nesta mesma dose, o controle foi de 11% para o Eldorado do Sul e Cruz Alta e 14% para Três de Maio. Os biótipos de Cruz Alta e Eldorado do Sul só atingiram 90% de controle de suas populações com as doses de 2.880 e 1.600 g e.a. ha^{-1}, respectivamente. O biótipo coletado no

município de Três de Maio não atingiu 90% de controle, sendo que na maior dose o controle de sua população foi de 67%.

Tabela 1 - Parâmetros da equação log-logística não linear usados para calcular a dose de glyphosate requerida para controlar em 50% a população de diferentes biótipos de azevém. Jaboticabal, 2016.

Biótipos de azevém	a	xc	k	R^2	FR
Suscetível	97,36	215,82	0,024	0,99	1,0
Eldorado do Sul	95,27	876,87	0,004	0,99	1,7
Cruz Alta	89,7	774,47	0,004	0,99	5,3
Três de Maio	67,41	1062,4	0,002	0,80	7,5

a = maior valor de controle; xc = dose do herbicida necessária para o controle de 50% da população; k = curvatura da linha; R^2 = coeficiente de ajuste dos dados à curva; FR = fator de resistência.

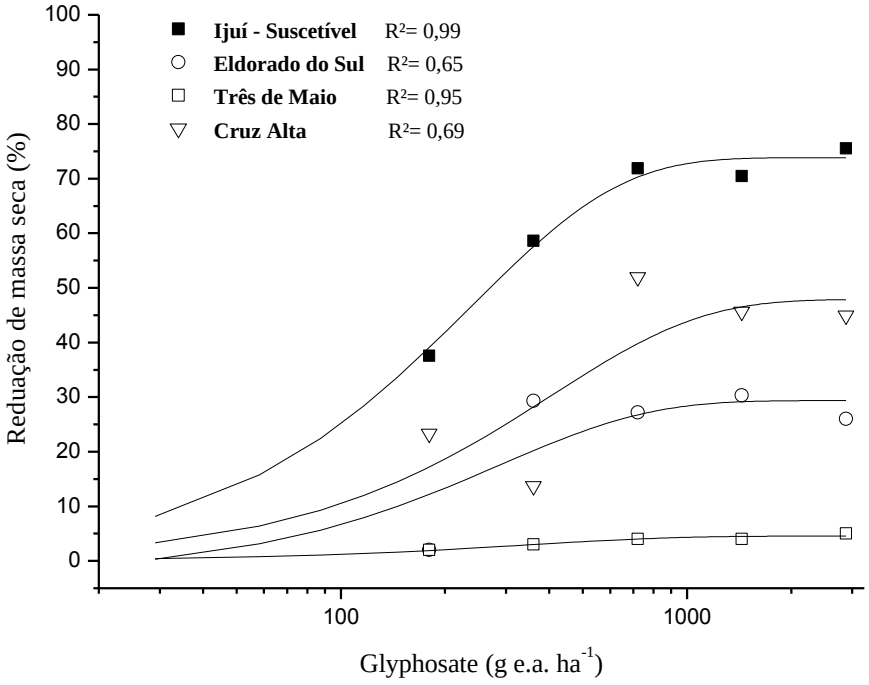


Figura 3 - Redução de matéria seca (%) de biótipos de *Lolium multiflorum* em resposta a aplicação de doses do herbicida glyphosate. Jaboticabal, 2016.

Nota-se na Figura 3 que a maior redução de matéria seca com o incremento das doses de glyphosate foi do biótipo suscetível, e a menor redução ocorreu com o biótipo coletado em Três de Maio. Estes dados corroboram com os apresentados da Figura 2 em que o biótipo coletado em Três de Maio foi o mais contrastante em

relação ao biótipo suscetível e apresentou um fator de resistência de 7,50. Ou seja, para controlar 50% da população do azevém coletado em Três de Maio foi necessário aplicar 7,5 vezes a mais da dose usada para controlar 50% população do azevém suscetível. O fator de resistência (FR) corresponde à divisão do I_{50} (dose necessário para o controle de 50% da população) do biótipo de suscetibilidade desconhecida sobre o biótipo suscetível (CHRISTOFFOLETI et al., 2008). A resistência é confirmada quando o fator de resistência é maior que um, mas quando os valores são próximos a um podem estar representando uma variabilidade natural da espécie e, sendo assim, não caracteriza como resistência (SAARI et al., 1994)

Diante dos fatores de resistência encontrados, o biótipo que apresentou o maior fator foi o coletado em Três de Maio, sendo assim, para o experimento de vasos, este biótipo foi selecionado como o resistente.

4.2. Capacidade competitiva de clones de eucalipto sob densidades crescentes de biótipos de azevém suceptíveis e resistentes

Não houve interação significativa entre os fatores biótipos e densidades para as características avaliadas nos dois clones de eucalipto, porém as características altura da planta, diâmetro do caule, área foliar e biomassa seca dos dois clones foram afetadas pelos fatores isoladamente.

Para altura (Figuras 4 – A e B), as avaliações anteriores aos 56 DAT não foram significativas; somente a partir desta avaliação as densidades de azevém ocasionaram perdas em ambos os clones. Aos 70 DAT, a densidade de 10 plantas m^{-2} de azevém reduziu em 17% a altura dos dois clones de eucalipto em relação a testemunha.

Outros estudos realizados que avaliaram apenas a presença e a ausência de plantas daninhas na cultura do eucalipto também relataram reduções em altura. Clones de eucalipto em convivência com *Panicum maximum* tiveram redução de cerca de 26% de sua altura, e em convivência com *Ipomoea nil* a redução chegou a 40%, aos 60 DAT (MEDEIRO et al., 2016). Para Londero et al. (2012), aos 378 dias as plantas daninhas reduziram 25,9% a altura do eucalipto, enquanto que Costa et al. (2004) observou em apenas 40 dias de convivência uma redução de 21%. Ao

comparar o decréscimo em altura dos clones na maior densidade de azevém com as demais características estudadas é possível notar que as menores perdas dos clones de eucalipto foram referentes a essa característica. Estes dados corroboram aos relatados por Cruz et al. (2010), que também constataram que dentre as características analisadas, os menores decréscimos foram em altura, ao avaliar o eucalipto na presença de capim-colonião.

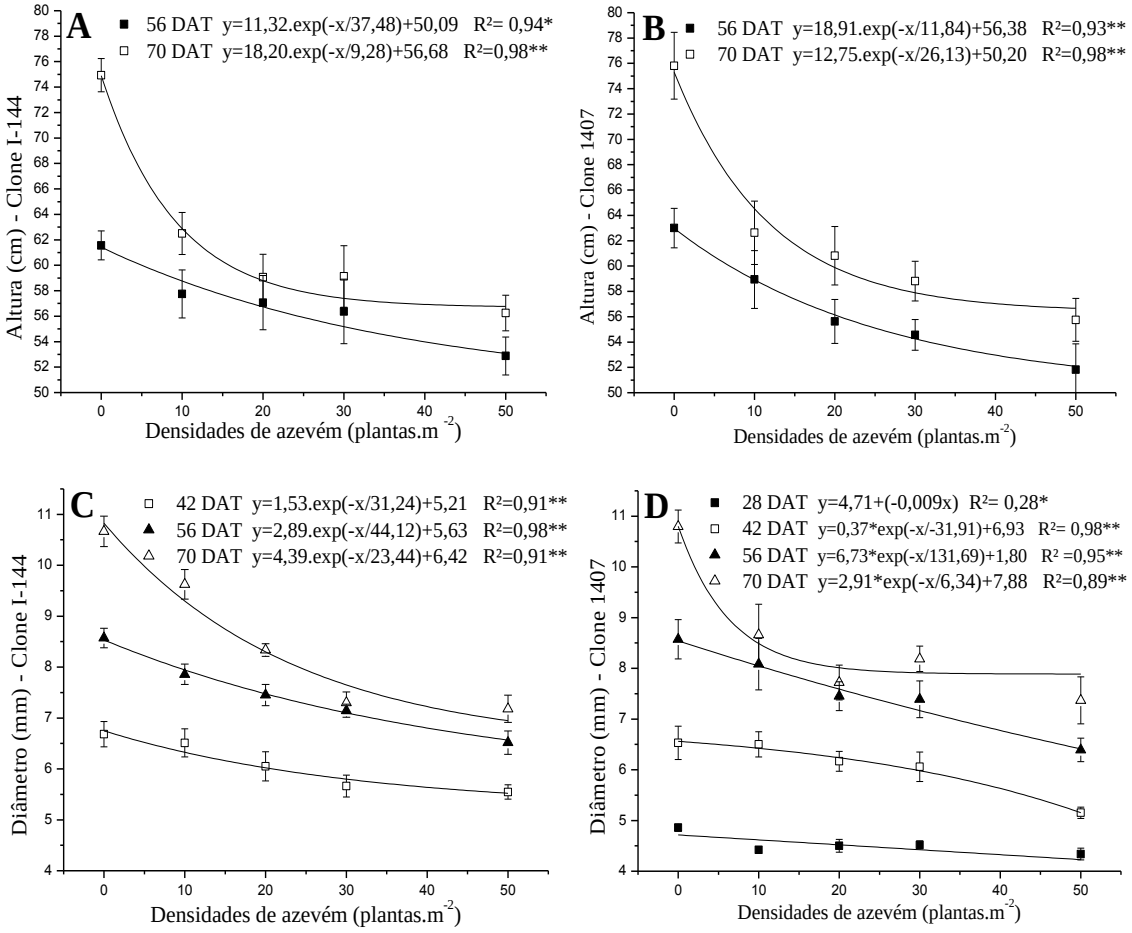


Figura 4 – Altura (A e B), diâmetro (C e D) para os clones I-144 e 1407 em convivência com densidades crescentes de azevém. Jaboticabal, 2015.

Plantas altas possuem vantagem em relação a algumas plantas daninhas mais baixas, pois conseguem captar maior radiação solar e, por isso, demonstram maior competitividade (FLECK, 1980). No entanto, para as plantas de eucalipto somente o incremento de altura não é interessante, pois não representa os prejuízos. Zen (1987) afirma que só a altura não é uma característica sensível para

elucidar o efeito gerado pelas plantas daninhas, e Vellini et al. (2008) relatam que esta característica é pouco influenciada, também em condições de estresse hídrico.

Por outro lado, o diâmetro ou engrossamento do caule está diretamente relacionado a produção de madeira/celulose. Sendo assim, o diâmetro é uma das características mais importantes no estudo de crescimento. Apenas a presença das plantas de azevém em baixa densidade (10 plantas m^{-2}) não ocasionou perdas acentuadas. O diâmetro do caule do clone I-144 (Figura 4 – C) sofreu interferência das densidades de azevém a partir dos 42 DAT, e apenas a densidade de 10 plantas m^{-2} foi igual a testemunha. Aos 56 e aos 70 DAT, a testemunha diferiu das demais densidades, e a densidade de 50 plantas m^{-2} foi a mais prejudicial aos 56 DAT, reduzindo em 24%, e aos 70 DAT a partir da densidade de 30 plantas m^{-2} as perdas foram iguais. No clone 1407 (Figura 4 – D), a partir dos 28 DAT houve diferença apenas entre a testemunha e as demais densidades populacionais de azevém. Aos 42 DAT, apenas a densidade de 50 plantas m^{-2} diferiu das demais e reduziu cerca de 21% o diâmetro; as outras densidades se mantiveram próximas à testemunha. Aos 56 DAT, houve maior redução a partir da densidade de 20 plantas m^{-2}. Nota-se que com o aumento do tempo de convivência, o clone 1407 se mostrou mais sensível frente à interferência do azevém com o incremento das densidades populacionais, sendo que aos 70 DAT a densidade de 10 plantas m^{-2} reduziu em 20% o diâmetro e a densidade de 50 plantas m^{-2} em 32% em relação a testemunha.

As reduções no diâmetro obtidas por outros autores em um período de convivência maior com outras espécies de plantas daninhas foram superiores: *P. maximum* - 36% aos 90 DAT (CRUZ et al., 2010) e *Urochloa decumbens* - 71% aos 364 DAT (TOLEDO et al., 2000). Bacha et al. (2016) observaram resultados semelhantes, aos 75 DAT, quando a redução no diâmetro do caule na densidade de 10,4 plantas *U. decumbens* m^{-2} foi 30%. Observando as curvas de regressão para o diâmetro, verifica-se que o aumento das perdas foram proporcionais ao tempo de convivência, ou seja, quanto maior o tempo de convivência, maiores foram as perdas com o aumento das densidades para ambos os clones.

Aparício et al. (2010) verificaram que o diâmetro foi a variável mais sensível em clones de *Eucalyptus* × *urograndis* quando em convivência com as plantas daninhas. As variações entre os valores de diâmetro podem ser explicadas por uma

relação de prioridade em alocação de fotoassimilados, relacionados ao crescimento apical ou cambial (KOZLOWSKI et al., 1991).

Em geral, plantas que produzem maiores quantidades de biomassa seca causam maior redução nos recursos do meio, ocasionando supressão no crescimento de plantas vizinhas (FLECK et al., 2006). Carvalho et al. (2014) ressaltam a importância de estudos que avaliam a biomassa seca, pois possibilitam inferir a respeito da capacidade competitiva de uma espécie sobre a outra quando crescem conjuntamente.

Para a biomassa seca de folhas do clone I-144 (Figura 5 – A), as densidades de 30 e 50 plantas m^{-2} reduziram-na em 64 e 66%, seguida pela densidade de 20 plantas m^{-2} (50% de redução), e a menos prejudicial foi de 10 plantas m^{-2}, que reduziu em 37%, em relação à testemunha. A biomassa seca de caule (Figura 5 – B) também foi menor na densidade de 50 plantas m^{-2}, que reduziu em 66% ao comparar com a testemunha, seguida das densidades de 20 e 30 (48 e 55% de redução), e a menos prejudicial foi a menor densidade, com 24% de redução. O clone 1407 também foi sensível à interferência do azevém para biomassa seca de folhas (Figura 5 – A) na densidade de 50 plantas m^{-2} (65% de redução), seguida pelas densidades de 20 e 30 (53 e 54% de redução), e de 10 plantas m^{-2} (41% de redução).

A biomassa seca de caule (Figura 5 – B) manteve o comportamento similar: a densidade de 50 plantas m^{-2} foi a mais prejudicial (68% de redução), seguida pelas densidades de 20 e 30 plantas.m^{-2} (52 e 55%), e a menor densidade causou redução de 36% em relação a testemunha.

Ao analisar os valores de biomassa seca total dos clones em competição com os dois biótipos de azevém, observa-se que o clone de eucalipto I-144 (Figura 5 – C) não apresentou diferença na biomassa seca total em relação a presença dos dois biótipos; já o 1407 (Figura 5 – D) na densidade de 10 plantas m^{-2} produziu menor biomassa em competição com o biótipo suscetível; nas outras densidades, o comportamento foi semelhante. Segundo Fleck et al. (2006), uma maior produção de biomassa ocasionaria maior habilidade competitiva, mas ao comparar a produção de biomassa seca do biótipo suscetível com o biótipo resistente na presença do clone 1407 (Figura 5 – B), os dados foram bem similares, diferindo apenas na densidade

de 10 plantas m^{-2}, em que o biótipo resistente produziu maior quantidade de biomassa seca de parte aérea. Desse modo, a diferença de supressão dos biótipos observada na Figura 5 – D, não foi resultante da maior produção de biomassa seca de parte aérea do biótipo suscetível.

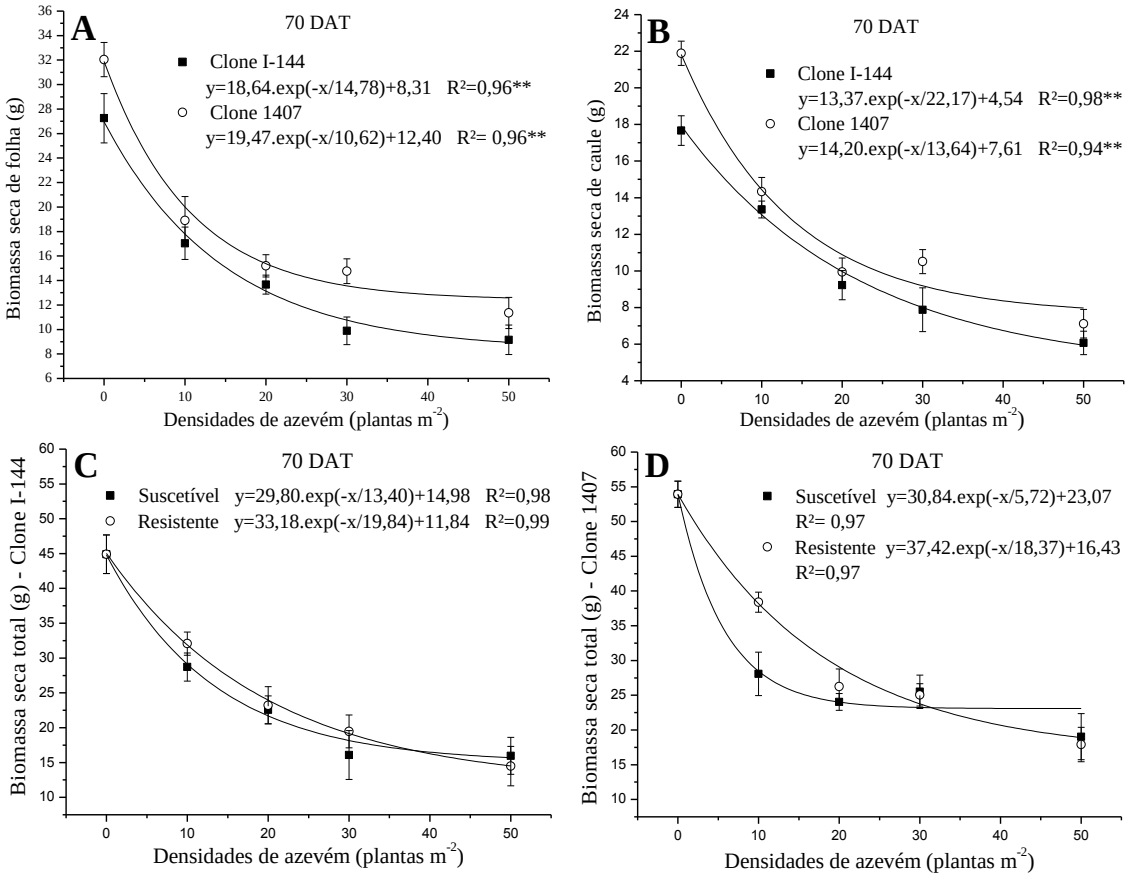


Figura 5 – Biomassa seca de folhas (A); caule (B) e total (C e D) dos clones I-144 e 1407 em convivência com densidades crescentes de biótipos de azevém. Jaboticabal, 2015.

A presença dos clones I-144 (Figura 6 – A) e 1407 (Figura 6 – B) também reduziu a biomassa seca dos dois biótipos de azevém, e essa redução foi proporcional ao incremento das densidades. A redução de biomassa seca em decorrência do aumento das densidades de plantas pode ser influenciada por alguns fatores como luz, nutrientes e água, em que o aumento das densidades de plantas aumenta a competição por esses recursos. Quando estão em situaçãoo de competição, as plantas fecham os estômatos ocasionando a redução da condutância

estomática e a transpiração, alterando, assim, a taxa fotossintética e, consequentemente, o desenvolvimento das plantas (GALON et al., 2013).

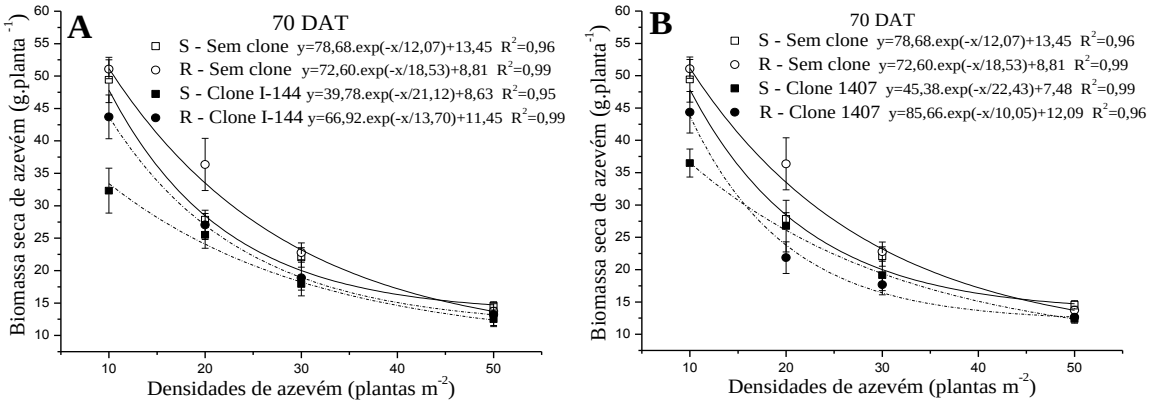


Figura 6 - Biomassa seca de parte aérea de biótipos de azevém S (suscetível) e R (resistente) em densidades crescentes, na presença e na ausência dos clones de eucalipto I-144 (C) e 1407 (D). Jaboticabal, 2015

Segundo Cruz et al. (2010), a área foliar e também a biomassa seca são boas características para serem avaliadas em plantas de eucalipto afim de diagnosticar os efeitos da interferência de plantas daninhas e, em seu trabalho, foram essas as características mais sensíveis. Neste estudo, essas características também foram as mais prejudicadas no período experimental, sendo que, quanto maior a densidade populacional de plantas de azevém, maiores foram as reduções. Dentre todas as características analisadas nos dois clones, a área foliar foi a mais sensível à interferência do azevém (Figura 7).

A área foliar do clone I-144 (Figura 8 – A) apresentou o maior decréscimo entre a testemunha e a densidade de 10 plantas m^{-2}, ou seja, essa densidade ocasionou redução acentuada para esta característica; as outras densidades foram prejudiciais, mas mostraram uma tendência à estabilização de perdas. Esse decréscimo foi de 46% na densidade de 10 plantas m^{-2} e 69% com 50 plantas m^{-2}. Para o clone 1407 (Figura 7 – A), a redução foi de 53% na menor densidade e 72% na maior. Observa-se que no clone 1407 houve maior redução em sua área foliar, ao comparar com a testemunha, principalmente com o aumento das densidades, mas mesmo assim manteve suas médias superiores ao clone I-144.

O decréscimo em área foliar é prejudicial para desenvolvimento dos clones, pois está relacionado a um menor investimento em ramos e folhas, em decorrência

do estresse imposto pela competição, podendo comprometer a sobrevivência das mudas no campo ou gerar perdas substanciais em produtividade, principalmente por reduzir o aparato fotossintético das plantas (MEDEIRO et al., 2016).

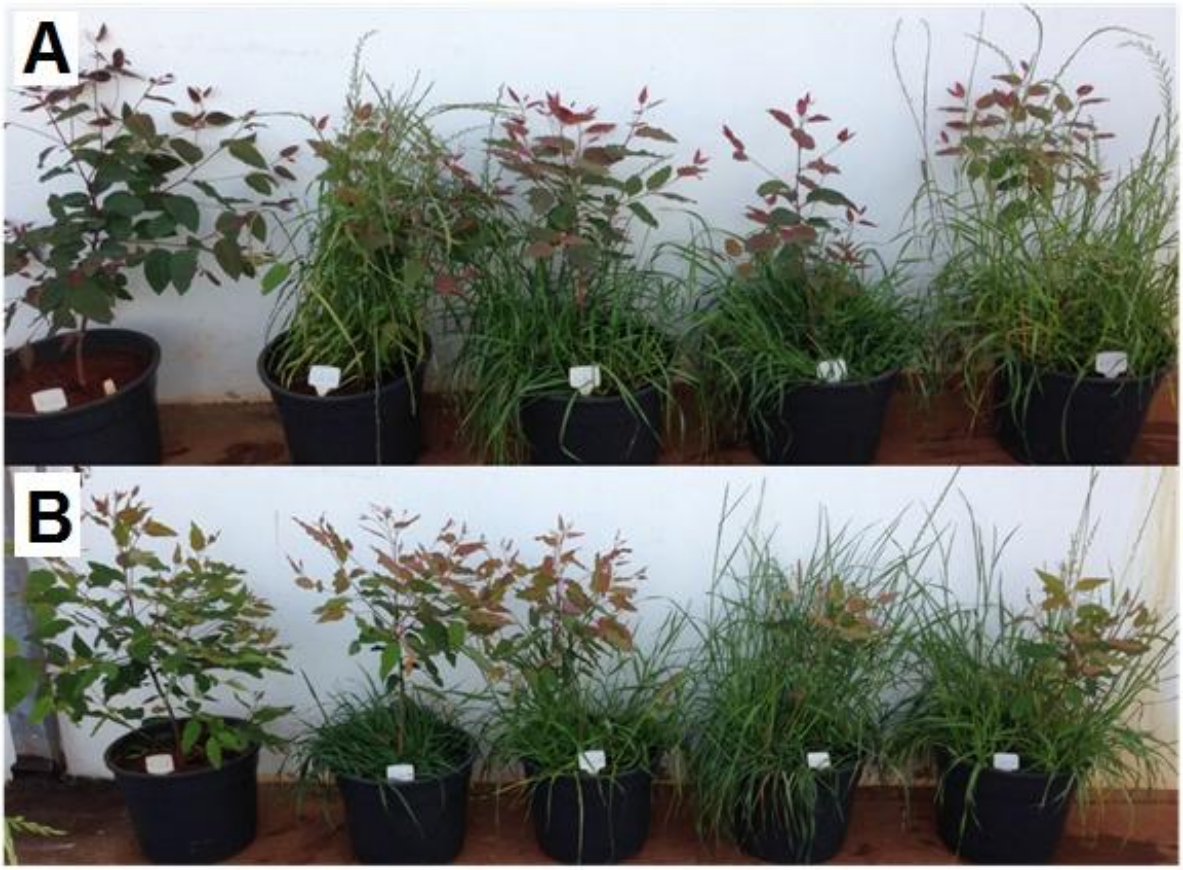


Figura 7 - Clone I-144 (A) e 1407 (B), aos 70 dias após o transplantio, em convivência com densidades crescentes de azevém resistente ao glyphosate. Jaboticabal, 2015.

Em geral, o biótipo resistente independente da densidade populacional, sempre que os resultados foram significativos se mostrou menos competitivo que o biótipo suscetível. O clone I-144 (Figura 8 –B) em convivência com o biótipo resistente teve a área foliar 18% maior em relação ao clone que conviveu com o biótipo suscetível. Houve diferença significativa entre os biótipos suscetível e resistente também para o diâmetro do clone I-144 (Figura 8 – C), e para a altura do clone 1407 (Figura 8 – D) . Aos 42 DAT, o biótipo resistente foi menos competitivo que o suscetível, pois o diâmetro foi cerca de 8% maior no clone I-144, em relação ao suscetível.

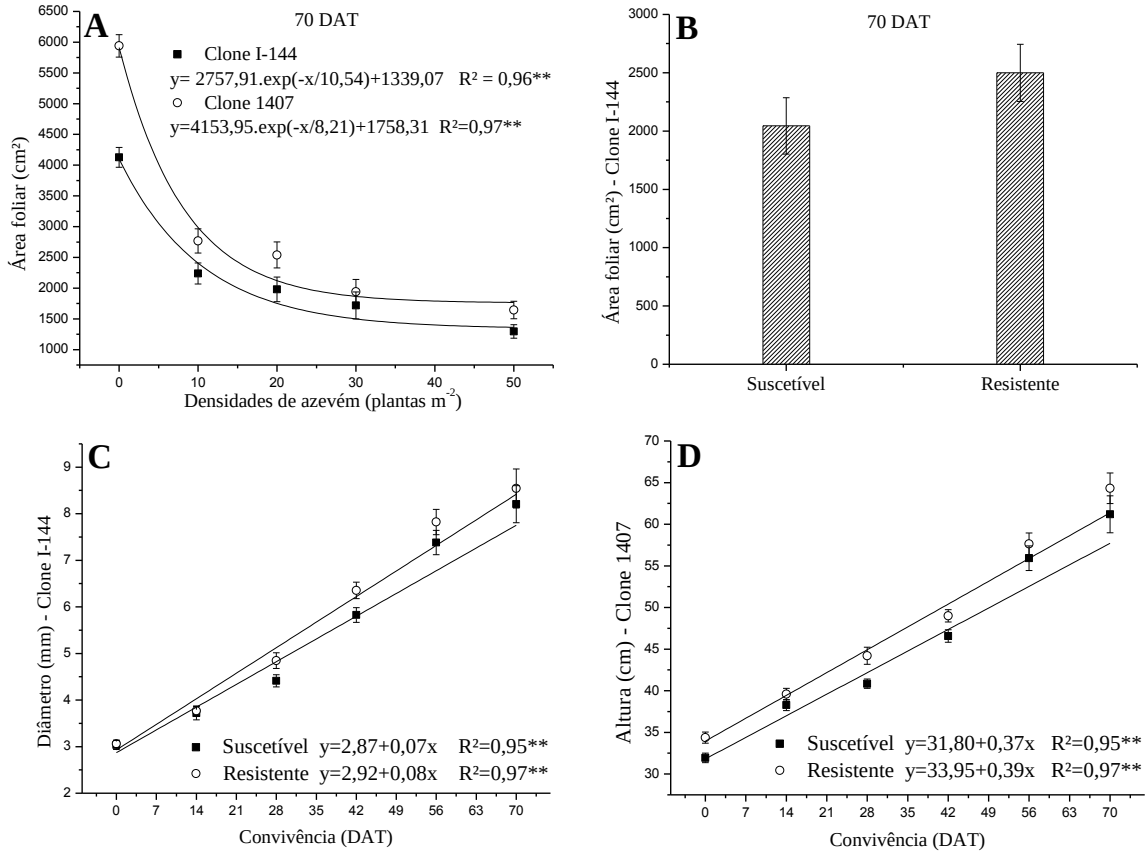


Figura 8 - Área foliar do clone I-144 e 1407 nas densidades crescentes de azevém (A) e do clone I-144 em convivência com biótipos de azevém (B) aos 70 dias após o transplante (DAT); diâmetro do clone I-144 (C) e altura do clone 1407 (D) em diferentes épocas de avaliação em convivência com os biótipos de azevém. Jaboticabal, 2015.

O clone 1407 também foi menos afetado pela interferência do biótipo resistente, aos 28 e 42 DAT, em que a altura foi cerca de 8 e 5% a mais, respectivamente. Ferreira et al. (2008) observaram que o biótipo de azevém suscetível reduziu os valores de biomassa seca, área foliar e da altura de plantas de trigo, mas quando as plantas de trigo competiram com o biótipo resistente, o decréscimo nessas características tendeu a ser menor.

Diversos estudos que compararam a habilidade competitiva entre os biótipos resistente e suscetível de plantas daninhas demonstraram maior prejuízo para o biótipo resistente em relação ao suscetível (GALON et al., 2013; FERREIRA et al., 2008). O biótipo resistente tende a predominar em lavouras com uso repetitivo do herbicida glyphosate – agente selecionador, mas em ambientes naturais isso provavelmente não aconteceria (GALON et al., 2013). Isso porque os biótipos

suscetíveis tem demonstrado serem mais adaptados, e quanto mais adaptado maior é sua capacidade competitiva na ausência do herbicida (CHRISTOFFOLETI et al., 1997).

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). 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 neste estudo entre os biótipos de azevém com os 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.

Tendo em vista a diferença de competitividade entre os biótipos, foi estimado o número de plantas por área (m^{-2}) de cada biótipo de azevém necessário para ocasionar perdas de 5 a 20% sobre a característica de biomassa seca total dos clones de eucalipto (Tabela 2). Esta estimativa foi feita com base nas equações obtidas a partir das análises de regressão apresentadas nas Figuras 5 – C e 5 – D.

Nas condições deste trabalho, ao fixar as perdas de biomassa seca, nota-se que o biótipo resistente em convivência com os dois clones precisaria de mais plantas por área para gerar as mesmas perdas ocasionadas pelo biótipo suscetível. O clone 1407, ao admitir perdas de 20%, precisaria de aproximandamente 8 plantas m^{-2} do biótipo resistente, e apenas cerca de 3 plantas m^{-2} do suscetível. Essa diferença de comportamento pode ser devida a possíveis diferenças em exigências de cada um dos biótipos, como o custo que a resistência gerou para este biótipos (Vila-Aiub et al., 2011) e fez com que o mesmo diminuísse sua capacidade competitiva.

Tabela 2 - Valores estimados da densidade de azevém (plantas m^{-2}) suscetível e resistente necessária para ocasionar perdas de 5 a 20% na biomassa seca total, dos clones de eucalipto I-144 e 1407, aos 70 DAT. Jaboticabal, 2016.

	Clone I-144				Clone 1407			
	5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
Suscetível	0,99	2,12	3,36	4,72	0,52	1,09	1,85	3,01
Resistente	1,46	2,96	4,59	6,35	1,33	2,81	4,71	7,51

Em suma, é sabido que o herbicida glyphosate é o mais utilizado no manejo de plantas daninhas na cultura do eucalipto e, em campos com ocorrência de biótipos resistentes, após o controle do biótipos suscetíveis, pode-se admitir uma população de biótipos resistentes maior que de biótipos suscetíveis. Porém, para melhor elucidação seria necessário realizar outros experimentos em campo, a fim de estudar os períodos de interferência com cada biótipo e suas densidades de convivência.

5. CONCLUSÕES

O biótipo de azevém suscetível foi mais competitivo, ocasionando maiores reduções em altura, diâmetro e área foliar dos clones de eucalipto. O aumento das densidades ocasionou perdas gradativas nos clones, porém a menor densidade usada neste estudo já foi agressiva reduzindo todas as características, não sendo possível identificar a densidade que não ocasionaria danos. A área foliar foi a característica mais sensível a interferência do azevém. A partir dos 28 e 42 DAT, o azevém já começa a interferir no desenvolvimento dos clones 1407 e I-144, respectivamente. O clone 1407 foi o mais produtivo, mas também foi o mais sensível a competição com o azevém. O biótipo resistente foi menos agressivo para certas características de crescimento, sugerindo, assim, que sua densidade tolerável pela cultura pode ser maior que a dos biótipos suscetíveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P. R., BEADLE, C. L., MENDHAM, N. J., & SMETHURST, P. J. The impact of timing and duration of grass control on growth of a young *Eucalyptus globulus* Labill. plantation. **New Forests**, v. 26, n. 2, p. 147-165, 2003.

AGEITEC – AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA - Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/Abertura.html Acesso em: 03 de março de 2016.

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

BACHA, A. L.; PEREIRA, F. C. M.; PIRES, R. N.; PASCOINA, M. Interference of seeding and regrowth of signalgrass weed (*Urochloa decumbens*) during the initial development of *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis*× *E. urophylla*). **AustralianJournalofCrop Science**, v.10, n.3, p. 322-330, 2016.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**: AGROFIT. Disponível em: <http://extranet.agricultura. gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 jan. 2016.

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

CHRISTOFFOLETI, P. J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão-preto (Bidens pilosa) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 75-83, 2001.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Aspectos da resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas. 3ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR), 120 p, 2008.

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.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexux* L.) em competição. **Planta Daninha**, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; WESTRA, P.; MOORE, F. Growth analysis of sulfonylurea - resistant and susceptible kochia (*Kochia scoparia*).**Weed Science**, v. 45, n. 5, p. 691-695, 1997.

CIB 2008 – CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Guia do eucalipto: Oportunidades para um desenvolvimento sustentável. 2008. 20 p.

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

COSTA, A. G.F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C.M. D. Períodos de interferência de erva-quente (*Spermacoceatifolia*) no crescimento inicial de eucalipto (Eucalyptusgrandis). **ScientiaForestalis/Forest Sciences**, p. 103 -112, 2002.

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

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412p.

FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A., REIS, M. R.; VARGAS, L.; VIANA, R. G.; GUIMARÃES, A.A.; GALON, L. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 261-269, 2008.

FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; REIS, M. R. Glyphosate no controle de biótipos de azevém e impacto na microbiota do solo. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 573-578, 2006.

FERREIRA, G. L., SARAIVA, D. T., QUEIROZ, G. P., SILVA, D., PEREIRA, G. A. M., FERREIRA, L. R.; MATTIELLO, E. M. Eucalypt Growth Submitted to Management of Urochloa spp. **Planta Daninha**, v. *34*, n. 1, p. 99-107, 2016.

FLECK, N. G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v. 3, n. 2, p. 61-67, 1980.

FLECK, N.G.; BIANCHI, M. A.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D. Interferência de *Raphanus sativus* sobre cultivares de soja durante a fase vegetativa de desenvolvimento da cultura. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 425-434, 2006.

GALON, L.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A.; SILVA, D. V.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; VARGAS, L. Physiological characteristics of *Conyza bonariensis* biotypes resistant to glyphosate cultivated under competition. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 859-866, 2013.

GOULART, I.C.G.R.; SANTAROSA, E.; SILVA, V.P. Herbicidas registrados para a cultura do eucalipto. Colombo- PR: Embrapa: CNPAF, 2015. 5 p. (Embrapa-CNPAF. Comunicado Técnico, 352).

HIGA, A.; RESENDE; M. D.; KODAMA, A.; LAVORANTI, O. Programa de melhoramento de eucalipto na Embrapa. In :UFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT EUCALYPTS, 1997. p. 377-385.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório anual - 2014. Brasil, 2015, 64 p.

JASIENIUK, M.; BRÛLÉ-BABEL, A.L.; MORRISON, I.N. The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. **Weed Science**, v.44, p.176-193, 1996.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G.; ROY J. **The physiological ecology of woody plants**. Academic Press, 1991. 657p.

LONDERO, E. K.; SCHUMACHER, M. V.; RAMOS, L. O. O.; RAMIRO, G. A.; SZYMCZAK, D. A. Influência de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas em eucalipto. **Cerne,** v. 18, n. 3, p. 441-447, 2012.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - **AGROSTAT - Estatisticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro.** Availableat: http://agrostat2.agricultura.gov.br/index.htm Accessed in: 10 de maio 2016.

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

PEREIRA, F. C. M.; ALVES, P. L. C. A. Herbicides for weed control in eucalypt. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 4, p. 333-347, 2015.

PEREIRA, F. C. M.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Interference of Grasses on the Growth of Eucalyptus Clones. **JournalofAgricultural Science**, v. 5, n. 11, p. p173, 2013.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**., v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

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

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: Edição dos Autores, 697 p, 2011.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; MATTEI, R. W. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta daninha**, v.22, n.2, p. 301-306, 2004.

ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.7, p.964-971, 2012.

SAARI, L. L.; COTTERMAN, J. C.; THILL, D. C. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. In: POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. Herbicide resistance in plants: Biology and biochemistry. Boca Raton:CRC Press, 1994. 353 p.

SANTOS, L. T.; FERREIRA, F. A.; BARROS, N. F.; SIQUEIRA C. H., SANTOS, I. C.; MACHADO, A. F. L. Exsudação radicular do glyphosate por *Brachiaria decumbens* e seus efeitos em plantas de eucalipto e na respiração microbiana do solo. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p.143- 152, 2005.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais**: diversificação da produção e renda. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 136 p.

SILVA, D. R. O.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; LANGARO, A. C.; DUARTE, T. V. Competitive ability, secondary metabolism changes and cellular damage in soybean competing with Conyza bonariensis Glyphosate-Resistant and susceptible to glyphosate. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 579-589, 2014.

SPEROTTO, F.Q. A expansão do setor de celulose de mercado no Brasil: condicionantes e perspectivas. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 41, n. 4, 2014.

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

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.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.;ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; CADINI, M. T. D. Efeito das faixas de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p. 383-393, 2000.

VARGAS, L.; MORAES, R. M. A.; BERTO, C. M. Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 567-571, 2007.

VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F. D.; ALVES, P. L. D. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. D. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **RevistaÁrvore**, v.32, n.4, p.651-663, 2008.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Análise do risco da ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 15, n. 12, p. 152-161, 1997.

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.; POWLES, S. B. Fitness costs associated with evolved herbicide resistance alleles in plants. **New Phytologist** , v.184, p. 751–767, 2009.

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.

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.

WARWICK, S.; BLACK, I.L.D. Relative fitness of herbicide resistant and susceptible biotypes of weeds. **Phytoprotection**, v.75, p.37-49, 1994.

WOCH, R. Manejo de plantas daninhas em florestas plantadas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2014. v. 1.

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