

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

Wendel Marlon Nascimento Costa

Controle de brotações de eucalipto por glyphosate em regime de reforma

Montes Claros

2018

Wendel Marlon Nascimento Costa

Controle de brotações de eucalipto por glyphosate em regime de reforma

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Leonardo David Tuffi Santos

Montes Claros

2018

Costa, Wendel Marlon Nascimento.

C837c 2018 Controle de brotações de eucalipto por glyphosate em regime de reforma / Wendel Marlon Nascimento Costa. Montes Claros, 2018.

54f.: il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias, 2018.

Orientador: Prof. Leonardo David Tuffi Santos.

Banca examinadora: Leandro Silva de Oliveira, Otaviano de Souza Pires Neto, Regynaldo Arruda Sampaio.

Referências: Por capítulos.

1. Herbicida. 2. Cultura eucalipto. I. Tuffi Santos, Leonardo David. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 630

Wendel Marlon Nascimento Costa

Controle de brotações de eucalipto por glyphosate em regime de reforma

Aprovado pela banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Leandro Silva de Oliveira
(ICA-UFMG)

Prof. Dr. Otaviano de Souza Pires Neto
(Funorte)

Prof: Regynaldo Arruda Sampaio
(ICA-UFMG)

Prof. Dr. Leonardo David Tuffi Santos
(Orientador – ICA-UFMG)

2 de março de 2018

Aos meus pais, Marislei e Adalgísio, que
nunca mediram esforços para me ajudar.
À minha irmã Heide e ao pequeno Arthur.
À Mayara pelo companheirismo, paciência e
apoio nas horas difíceis.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as batalhas vencidas.

À minha família pelo apoio.

Ao professor Leonardo, pela amizade, respeito, paciência e incontáveis ensinamentos.

Aos amigos do Laboratório de Biologia e manejo de Plantas Daninhas, em especial, ao Rodrigo, Luan, João Paulo, Éden, William e ao professor Vitor pela ajuda na execução deste trabalho e, sobretudo, pelo companheirismo.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Instituto de Ciências Agrárias, pela minha formação e instalações para desenvolvimento desta dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo aporte financeiro.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de pesquisa da equipe envolvida.

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

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFMG, pelos ensinamentos transmitidos.

À Plantar Siderúrgica S.A. pela cessão das áreas de plantio de eucalipto e apoio logístico para as atividades de campo.

Aos funcionários da Plantar Siderúrgica S.A. e amigos Wellington, Luiz Carlos, Pedro, Antônio Júnior, Jorge, Ivan, José pelo apoio na execução deste trabalho.

Muito Obrigado!

“Em paz também me deitarei e dormirei, porque só tu, Senhor, me fazes habitar em segurança.”

Salmos 4:8

CONTROLE DE BROTAÇÕES DE EUCALIPTO POR GLYPHOSATE EM REGIME DE REFORMA

RESUMO

O eucalipto apresenta grande capacidade de emitir brotações após o corte, o que permite a adoção da talhadia, manejo que apresenta vantagens como o rápido desenvolvimento do novo povoamento e menor impacto ao ambiente. No entanto alguns fatores podem impedir a adoção da talhadia, sendo necessária a reforma do povoamento. Ao reformar uma floresta de eucalipto, é necessário realizar o controle das brotações indesejáveis, favorecendo o desenvolvimento do novo plantio e o método químico é o mais adotado. Em razão de sua eficiência e ação sistêmica, o herbicida glyphosate é o mais adotado para essa operação. No entanto, muitas vezes, a eficiência de controle das brotações é variável, podendo ser atribuída às formulações utilizadas, à dose de produto empregada e à tecnologia de aplicação envolvida. Diante disso, realizaram-se dois experimentos com o objetivo de avaliar a eficiência de diferentes formulações de glyphosate e suas doses e duas formas de aplicação no controle de brotações indesejáveis de eucalipto em área de reforma. O primeiro ensaio foi realizado em esquema fatorial 3 x 5, contendo três formulações de glyphosate (sal de isopropilamina, sal de potássio e sal de amônio), mediante a aplicação em cinco doses 1080, 1440, 1800, 2160 e 2520 g ha⁻¹ de glyphosate. O segundo ensaio foi realizado em esquema fatorial 2 x 5, contendo duas formas de aplicação (barra curta equipada duas pontas XT020 e barra longa, contendo 2 pares de ponta Al11003, angulados a 45 ° e direcionados às brotações e cinco doses (1080, 1440, 1800, 2160 e 2520 g ha⁻¹). As formulações de glyphosate interferiram no controle das brotações de eucalipto. Inicialmente aos 15 dias, após a aplicação (DAA), a formulação sal de potássio se destacou com controle superior às demais, no entanto, nas outras avaliações, as plantas tratadas com as demais formulações apresentaram controle semelhante. O nível de controle aumentou, proporcionalmente, à dose de produto aplicado durante todo o período avaliado. Plantas tratadas com doses menores apresentaram recuperação com a emissão de novos ramos. A altura das plantas tratadas também foi influenciada pela dose de glyphosate. Menores alturas foram observadas para as brotações submetidas à dose de 2520 g ha⁻¹. Para os tratamentos com doses menores, a emissão de novas brotações foi elevada, com índices próximos a 40%. A aplicação com barra longa proporcionou melhor cobertura do alvo, resultando em controle superior das brotações ao final do período avaliado. O controle das brotações aumentou, de acordo com a dose de glyphosate aplicada, interferindo também na altura das brotações sobreviventes. Aplicações com doses menores permitiram recuperação das plantas com emissão de novos ramos oriundos do toco sem a presença de sintomas de intoxicação. O emprego da barra longa, associada à utilização de doses maiores de glyphosate, é eficiente para controlar as brotações de eucalipto em regime de reforma.

Palavras-chave: herbicida, formulações, tecnologia de aplicação.

CONTROL OF EUCALYPTUS BUDS BY GLYPHOSATE IN REFORM REGIME

ABSTRACT

The eucalyptus has a great ability to emit sprouts after cutting, which allows the adoption of coppice, a management that presents advantages such as the rapid development of the new settlement and less impact on the environment. However, some factors may prevent the adoption of the coppice, being necessary to reform the settlement. In order to reform a forest of eucalyptus, it is necessary to control the undesirable buds, favoring the development of the new planting and the chemical method is the most used. Due to its efficiency and systemic action, the herbicide glyphosate is the most adopted for this operation. However, the control efficiency of shoots is variable and can be attributed to the formulations used, the dose of product used and the application technology involved. Therefore, two experiments were carried out to evaluate the efficiency of different formulations of glyphosate and its doses and two forms of application in the control of undesirable shoots of eucalyptus in the reform area. The first experiment was carried out in a 3 x 5 factorial scheme containing three formulations of glyphosate (isopropyl amine salt, potassium salt and ammonium salt), by applying five doses 1080, 1440, 1800, 2160 and 2520 g ha⁻¹ of glyphosate. The second test was carried out in a 2 x 5 factorial scheme, containing two forms of application (short bar equipped with two XT020 tips and long bar, containing 2 AI11003 tip pairs, angled at 45 ° and targeted to the shoots and 5 doses (1080, 1440, 1800, 2160 and 2520 g ha⁻¹). Glyphosate formulations interfered with the control of eucalyptus shoots. Initially at 15 days after application (DAA), the potassium salt formulation stood out with superior control to the others, however, in the other tests, the plants treated with the other formulations presented similar control. The level of control increased proportionally to the dose of product applied during the whole period evaluated. Plants treated with smaller doses showed recovery with the emission of new branches. The height of the treated plants was also influenced by the dose of glyphosate. Lower heights were observed for the shoots submitted to the dose of 2520 g ha⁻¹. For treatments with lower doses, the emission of new shoots was elevated, with rates close to 40%. The application with long bar provided better coverage of the target, resulting in superior control of shoots at the end of the evaluated period. The control of shoots increased, according to the dose of glyphosate applied, also interfering with the height of the surviving buds. Applications with smaller doses allowed the recovery of the plants with the emission of new branches from the stump without the presence of intoxication symptoms. Thus, the use of the long bar, associated with the use larger doses of glyphosate, is efficient to control eucalyptus shoots under reform regime.

Keywords: herbicide, formulations, application technology.

SUMÁRIO

1.1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 OBJETIVO	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Eucalipto	14
3.2 Manejo em Talhadia e Reforma do Eucalipto	15
3.3 Manejo de brotações indesejadas de eucalipto nos sistemas de Talhadia e Reforma	16
3.3.1 Controle Químico de brotações de eucalipto	17
3.3.2 Tecnologia de aplicação de herbicidas no controle de brotações no eucalipto	18
3.4 REFERÊNCIAS	19
4. ARTIGOS	22
4.1 CONTROLE DE BROTAÇÕES DE EUCALIPTO POR DIFERENTES FORMULAÇÕES DE GLYPHOSATE	22
4.1 CONTROL OF EUCALYPTUS BUDS BY DIFFERENT GLYPHOSATE FORMULATIONS	23
4.1.1 INTRODUÇÃO	24
4.1.2 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1.4 CONCLUSÕES	35
4.1.5 REFERÊNCIAS	36
4.2 CONTROLE DE BROTAÇÕES DE EUCALIPTO POR DUAS FORMAS DE APLICAÇÃO E DIFERENTES DOSES DE GLYPHOSATE	38
4.2 CONTROL OF EUCALYPTUS BUDS BY TWO FORMS OF APPLICATION AND DIFFERENT DOSES OF GLYPHOSATE	39
4.2.1 INTRODUÇÃO	40
4.2.2 MATERIAL E MÉTODOS	41
4.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.2.4 CONCLUSÕES	51
4.2.5 REFERÊNCIAS	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

As condições edafoclimáticas, a extensão territorial, a disponibilidade de tecnologias de ponta, para os sistemas de produção e a demanda internacional, fazem do Brasil um país de destaque na produção de madeira e produtos de origem florestal.

Com 7,84 milhões de hectares, em 2016, o que representa apenas 0,9% do território nacional, a silvicultura é responsável por 91% de toda a madeira produzida com finalidade industrial no Brasil, sendo os demais 9% provenientes de florestas nativas legalmente manejadas. O setor florestal contribui significativamente para a balança comercial brasileira, sendo responsável por 6,2% do PIB nacional (IBÁ, 2017). O Brasil é líder em produtividade florestal, possuindo, em 2016, média de 35,7 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e 30,5 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de eucalipto e pinus, respectivamente (IBÁ, 2017). O *Eucalyptus* é o gênero florestal mais plantado no país, com área cultivada de, aproximadamente, 5,7 milhões de hectares, o que representa 72% do total da área de árvores plantadas no país, localizadas, principalmente, nos Estados de Minas Gerais (24 %), São Paulo (17 %) e Mato Grosso do Sul (15 %) (IBÁ, 2017).

A capacidade das espécies do gênero *Eucalyptus* em emitir brotações, após o corte, permite a adoção do sistema denominado talhadia, manejo que apresenta benefícios econômicos como antecipação de produtividade máxima e ambientais pelo menor número de operações e interferência no ambiente (CACAU et al., 2008). Esse sistema é definido pela condução das árvores, a partir da rebrota das cepas, prática antiga adotada em diversas partes do mundo para várias espécies florestais (FAO, 1981). Por outro lado, as brotações das cepas, após o corte das árvores, podem se tornar um problema. Quando se opta por reformar uma floresta, é imprescindível a erradicação dos brotos dos tocos oriundas do cultivo anterior, promovendo desenvolvimento do novo plantio de eucalipto sem competição com brotações indesejadas.

A escolha do método de erradicação das brotações deve ser feita, de acordo com as condições ambientais, de mão de obra, equipamentos e econômicas, podendo ser mecânica, com uso de cavadeira, foice ou roçadeira ou com o uso de herbicidas. Os métodos mecânicos possuem menor rendimento, em áreas florestais, demandam maior custo e maior número de operações, fato que leva os produtores e empresas florestais ao uso intensivo do controle químico das brotações indesejadas de eucalipto.

O glyphosate é o herbicida mais utilizado na eucaliptocultura, sendo empregado na dessecação antes do plantio, no controle de plantas daninhas e do broto-ladrão e para reforma de povoamento. O glyphosate [N-(fosfonometil) glicina] é um herbicida pertencente ao grupo das glicinas substituídas, recomendado para o uso em pós-emergência, classificado como não seletivo, sistêmico, translocando-se na planta tanto via floema quanto via xilema, acumulando-se, preferencialmente, nos órgãos dreno (CASTRO et al., 2015).

Em situações de campo, há deficiências no controle das brotações de eucalipto exercido pelo glyphosate, sobretudo, quanto ao baixo controle e à necessidade de reaplicação do herbicida. O insucesso no controle das brotações de eucalipto com glyphosate pode ser atribuído ao uso de diferentes formulações deste herbicida, que apresentam diferenças na absorção e translocação do herbicida na planta, além de baixa cobertura do alvo, deriva da calda herbicida e demais problemas decorrentes da tecnologia de aplicação empregada. Nas aplicações florestais de herbicidas, dá-se muita importância à dose do produto e volume de calda nas aplicações desses agrotóxicos e relega-se a segundo plano a

tecnologia, sendo a eficiência do controle altamente dependente da escolha de pontas de pulverização que propiciem distribuição homogênea com espectro de gotas uniforme e de tamanho adequado com correta deposição da calda e cobertura no alvo.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo com este trabalho é avaliar a eficiência de diferentes formulações e doses de glyphosate, utilizando duas tecnologias de aplicação, no controle de brotações de eucalipto, em áreas de reforma.

2.2 Objetivos específicos

1. Avaliar formulações e doses de glyphosate no controle de brotações de eucalipto em área de reforma.
2. Avaliar o uso de duas barras de pulverização com dois tipos de pontas de pulverização, no controle de brotações de eucalipto com glyphosate, em razão da reforma do povoamento florestal.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Eucalipto

O gênero *Eucalyptus* pertence à família *Myrtaceae*, possuindo mais de 700 espécies além de grande número de variedades e híbridos. É de ocorrência natural na Austrália, Nova Guiné, Indonésia e Timor (GARCIA; PEREIRA, 2010), sendo o gênero de espécie florestal mais plantado em todo o mundo (IBÁ, 2015).

Em território brasileiro, o eucalipto encontrou ótimas condições de clima e solo para se desenvolver, com um índice de produtividade maior que nos demais países, chegando a atingir produtividade média de 35,7 m³ ha ano⁻¹ em 2016. Esse índice se destaca no mercado internacional, ao comparar-se com outros países, onde a produtividade média dos povoamentos é de 30, 26 e 23 m³ ha⁻¹ ano na China, restante da América do Sul e Oceania, respectivamente (IBÁ, 2017).

O eucalipto ganhou destaque no Brasil por suas características como boa adaptação às diferentes condições edafoclimáticas do país, rápido crescimento e potencial para produção de madeira para múltiplos usos (OLIVEIRA NETO et al., 2010). Com o melhoramento genético e aprimoramento das práticas silviculturais, como preparo adequado de solo, fertilização, manejo de plantas daninhas e controle de pragas e doenças, a produtividade dos povoamentos de eucalipto no Brasil triplicou em comparação às décadas de 60 e 70 (STAPE, 2005).

Em 2016, o Brasil totalizou 5,7 milhões de hectares de florestas, cerca de 24% se localizam em Minas Gerais, onde o carvão é o principal produto florestal, cerca de 80% das indústrias do setor estão presentes no estado (IBÁ, 2015; IBÁ, 2017). Esse destaque florestal se originou de incentivos fiscais promovidos pelo governo federal, nas décadas de 1960 e 1970, com o objetivo de desenvolver o setor siderúrgico a carvão vegetal. Os plantios florestais, subsidiados por incentivos públicos, alavancaram a silvicultura empresarial, favorecendo a ocupação de grandes áreas de cerrado, em especial, o Vale do Jequitinhonha e o Norte de Minas, onde o setor contribui sensivelmente para o desenvolvimento econômico e social (MINAS GERAIS, 2013). Em 2010, 4.074 km² eram dedicados à eucaliptocultura, no Norte de Minas Gerais, produzindo 1,2 milhões de toneladas de carvão vegetal em 2016 (IBGE, 2016).

A eucaliptocultura brasileira se desenvolveu, para atender as necessidades de produção de carvão e celulose e, posteriormente, foi empregada também na serraria, movelaria e construção civil (VALVERDE, 2004). Os investimentos constantes no setor têm diversificado a utilização dos produtos florestais em outros segmentos industriais como o farmacêutico, químico, aeronáutico, têxtil, automobilístico e alimentício o que contribui para maior sustentabilidade do setor (IBÁ, 2017).

A maioria das espécies do gênero *Eucalyptus* tem a capacidade de emitir brotações após o corte, existindo diferenças entre as espécies do gênero. Isso se deve a uma estrutura presente na base das árvores de muitas espécies, conhecida como lignotúber, sendo constituída por estruturas de reserva que favorecem a emissão de gemas (FERRARI et al., 2004). O lignotúber permite às espécies que o possuem que sobrevivam a condições ambientais severas, como a capacidade de tolerância ao fogo (MOORE, 2015). O fogo facilita a emissão de brotações, como ocorre em espécies precedentes de regiões áridas da

Austrália, já em espécies provenientes de áreas com alta precipitação não apresentam essa estrutura (OLIVEIRA, 2006).

A capacidade de brotação das cepas é variável entre as espécies de *Eucalyptus* conhecidas e dependentes de fatores genéticos, operacionais e ambientais (STAPE, 1997). Esse fato é importante na decisão do manejo a ser adotado após o corte de uma floresta.

3.2 Manejo em Talhadia e Reforma do Eucalipto

Após o corte das árvores, os povoamentos florestais podem ser perpetuados por três regimes: alto fuste ou reforma, talhadia simples, também chamada de condução e a talhadia composta (RIBEIRO et al., 2002).

A talhadia simples consiste na condução das brotações provenientes do toco após o corte da floresta. Este é o manejo florestal mais antigo do mundo, sendo utilizado desde a idade do bronze (FREITAG, 2013). O sistema de alto fuste consiste na formação do povoamento por meio de mudas; quando se opta pela troca do povoamento, após o corte da floresta, denomina-se reforma. A talhadia composta é a conjugação dos dois regimes anteriores, com plantas provenientes da rebrota dos tocos e do plantio de mudas no mesmo povoamento (RIBEIRO et al., 2002).

No Brasil, nas décadas de 1960 a 1980, a talhadia era considerada o sistema padrão (ALVES, 2015). Com o desenvolvimento de genótipos com produtividade e qualidade da madeira superior e o advento da silvicultura clonal, a reforma dos povoamentos passou a ser mais adotada, ocorrendo, inclusive, declínio das pesquisas sobre a talhadia. Em decorrência da crise econômica de 2008, as empresas florestais, com o objetivo de contenção de custos, reduziram seus programas de reforma e plantio de novas áreas, com a talhadia ganhando novo destaque. Em 2012, as áreas destinadas à reforma totalizaram 167,2 mil hectares, cerca de 53% das áreas com floresta com menos de 1 ano de rotação, para talhadia o total era de 49,8 mil hectares, cerca de 15% (ABRAF, 2013).

O uso da talhadia apresenta vantagens, pois apresenta taxa de crescimento inicial de brotações superior à de povoamentos de alto fuste, podendo resultar em antecipação da produtividade máxima. Isso ocorre pela presença de um sistema radicular já estabelecido que facilita a absorção de água e nutrientes além das reservas presentes na cepa ou nas raízes (CACAU, 2008). Ademais, há redução de custos de cerca de 33% na formação, pois dispensa a produção de mudas, preparo de solo, plantio e reduz os tratamentos culturais requeridos no sistema de reforma. Sob aspectos ambientais, há redução de consumo de água e uso de fertilizantes, agrotóxicos e combustíveis fósseis, além da melhor conservação do solo (CAMARGO et al., 1997; CHAVES; MARRICHI, 2015).

No entanto a produtividade florestal obtida na talhadia é extremamente variável, ocorrendo reduções de até 10% no momento do corte (ALMADO, 2015; STAPE, 1997; ALVES, 2015). O principal motivo que afeta o crescimento e, consecutivamente, a produtividade dos indivíduos é o índice de falhas por não rebrota das cepas (GONÇALVES et al., 2014).

No sistema de alto-fuste ou reforma, após o corte raso da floresta, realiza-se a troca de material genético que é, geralmente plantado, na entrelinha do plantio antigo. A reforma de um povoamento florestal

consiste na substituição de talhões de potencial produtivo muito baixo por um novo povoamento originado do plantio de mudas com potencial produtivo superior (SIMÕES et al., 1981).

Reformar um povoamento ou conduzir as brotações é uma das decisões mais importantes nas empresas florestais. É influenciada pela disponibilidade de terras para o plantio, mudanças no objetivo final da floresta, avanço tecnológico e, principalmente, por critérios econômicos, cujo custo da reforma pode ser até 6 vezes mais caro que o da condução por talhadia (RIBAS; GRAÇA, 1989; CAMARGO et al., 1997; REZENDE et al., 2005). A reforma busca a maximização de retorno do capital investido, proporcionando a continuidade da atividade florestal (RODRIGUES, 2001).

Ao se realizar a reforma de uma floresta, o novo plantio é feito nas entrelinhas do cultivo anterior. Com isso, praticamente, dobra-se o número de tocos na mesma área, as brotações se tornam um problema em razão da competição desleal, sendo necessário realizar controle das brotações do plantio anterior, promovendo desenvolvimento do novo plantio de eucalipto.

3.3 Manejo de brotações indesejadas de eucalipto nos sistemas de Talhadia e Reforma

Quando se realiza a talhadia, deve-se escolher o fuste principal a ser conduzido e eliminar as brotações restantes. Essa desbrota geralmente pode ser feita de forma mecânica, por meio de cavadeira, foice, motosserra ou serrote apropriado ou por meio de herbicidas, sendo o glyphosate o mais empregado para essas operações, no entanto o seu uso ocasiona intoxicação do fuste principal com redução do crescimento (FERRARI, 2004, TUFFI SANTOS et al., 2012; CRUZ, 2014).

A desbrota pode ser realizada de duas formas: a desbrota precoce, feita entre 3 e 4 meses após a colheita da floresta; ou a desbrota convencional que é geralmente feita de 12 até 18 meses após o corte raso das árvores. A desbrota precoce apresenta maior custo de operação em comparação à desbrota convencional, por causa da necessidade de repetição da operação para controle do broto ladrão. No entanto apresenta vantagens operacionais pelo menor tamanho dos brotos, além disso, resulta em maior produção de madeira ao final da rotação (SOUSA, 2016).

Ao se realizar a reforma do povoamento florestal, a presença das brotações de eucalipto do ciclo anterior causa danos nas novas mudas, como sombreamento, competição por água e nutrientes, além de tornarem o ambiente mais propício a doenças e dificultar o tráfego de máquinas na área. As brotações anteriores possuem um sistema radicular já formado e se beneficiam das reservas orgânicas presentes no toco para terem um desenvolvimento inicial mais rápido do que as novas mudas (LOPES, 2012).

A escolha do método de erradicação das brotações deve ser realizada, de acordo com a disponibilidade de mão de obra e de equipamentos e, também, dos aspectos ambientais e econômicos (TIBURCIO, 2014). Vários métodos de desbrota já foram implementados, produzindo resultados satisfatórios no desempenho das florestas (ANDRADE et. al., 1997), como os métodos mecânicos com motosserra, serrote, cavadeiras ou roçadeiras. No entanto eliminar apenas a parte aérea da planta não é eficiente, sendo necessário também eliminar a possibilidade de novas rebrotas, o que demanda repetição das operações mecânicas.

3.3.1 Controle Químico de brotações de eucalipto

O controle químico apresenta vantagens em comparação ao método mecânico, principalmente, pela economia de custos com mão de obra, além de apresentar maior agilidade na obtenção de resultados, principalmente, em áreas extensas como as florestais (GONÇALVES et al., 2011). O controle químico com utilização de herbicidas é o mais utilizado no controle de brotações, sendo recomendado o uso de herbicidas sistêmicos (FERREIRA et al., 2010). O glyphosate é o herbicida mais utilizado em áreas florestais, sendo empregado na dessecação de plantas daninhas, plantio, replantio, no controle de brotações e na manutenção de reflorestamentos de eucalipto (TUFFI SANTOS et al., 2005).

O glyphosate [N-(fosfonometil)glicina] pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas é um herbicida aplicado em pós-emergência, sendo classificado como não seletivo. É absorvido pela região clorofilada das plantas, possuindo ação sistêmica e translocado via floema e xilema, por meio dos tecidos meristemáticos, ocasionando concentrações elevadas do produto no ápice caulinar do eucalipto, intensificando, assim, os sintomas nessa região (GALLI; MONTEZUMA, 2005; MACHADO et al., 2009; SALGADO, 2010; BERNAL et al. 2010). O glyphosate inibe a ação da enzima EPSP sintase (5 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase) por competição com o substrato PEP (fosfoenolpiruvato), interrompendo a transformação do chiquimato em corismato, o qual impede a síntese dos aminoácidos fenilalanina, tirosina e tryptofano, sendo precursores da maioria dos compostos aromáticos das plantas (SILVA e SILVA, 2007; TUFFI SANTOS et al., 2010).

A absorção e translocação do glyphosate é fundamental para alcançar o sítio de ação, sendo determinante na susceptibilidade do eucalipto ao herbicida (CASTRO, 2015). A absorção de glyphosate é um processo com rápida penetração cuticular, seguida por uma absorção simplástica lenta. É dependente de fatores como espécie e porte da planta, condições ambientais e concentração do herbicida na calda e do surfactante (SILVA; SILVA, 2007).

De acordo com a formulação química, a absorção do glyphosate é diferencial, sendo necessário um período de até oito horas sem chuva, para evitar a perda de ação por lavagem (TUFFI SANTOS et al., 2010), podendo também interferir no controle exercido. No Brasil, as formulações de glyphosate mais utilizadas são o sal de isopropilamina, sal de potássio e o sal de amônio. Após a penetração do glyphosate na planta pela cutícula e membrana plasmática dos tecidos fotossintetizantes, a translocação ocorre via simplástica nos tecidos vasculares, para os sítios de ação do herbicida (SATICHIVI et al., 2000).

A intoxicação por glyphosate é notada entre o quarto e sexto dia, sendo caracterizada pela presença de folhas cloróticas, evoluindo posteriormente para necroses e redução de crescimento da planta. Há grande variabilidade entre as espécies de eucalipto quanto à tolerância sobre o glyphosate, devendo-se observar o material genético que será tratado (TUFFI SANTOS et al., 2006). Adicionalmente, o controle efetivo sobre as cepas é influenciado pela altura das brotações, que devem possuir área foliar suficiente, para absorver o herbicida e translocá-lo para outras partes da planta (MACHADO et al., 2009), a fim de se evitar a emissão de novas brotações a partir do toco. No entanto, essas brotações não devem possuir avançado estágio de crescimento, pois a tolerância ao glyphosate está ligada ao acúmulo de reservas (SANTOS JÚNIOR, et al 2015), o que acarreta em necessidade de aumento da dose utilizada e ou em repetição das operações o que onera os custos operacionais.

3.3.2 Tecnologia de aplicação de herbicidas no controle de brotações no eucalipto

Nas aplicações de agrotóxicos, dá-se muita importância ao produto utilizado, volume aplicado e relega-se, a segundo plano, a tecnologia de aplicação. Para a pulverização ser bem sucedida, o herbicida deve ser depositado no alvo com quantidade correta, cobertura adequada e distribuição uniforme.

A eficiência do controle é altamente dependente da escolha de pontas de pulverização que propiciem distribuição homogênea com espectro de gotas uniforme e de tamanho adequado (CUNHA; SILVA, 2010). Para o controle de brotações de eucalipto, recomenda-se a escolha de pontas do tipo leque com sistema de indução de ar do tipo Venturi, que pelo fluxo da calda induz a entrada de ar por aberturas laterais, formando gotas com diâmetro maior em comparação com pontas de mesma vazão.

Em muitas empresas florestais, os equipamentos empregados, na aplicação de herbicidas, ainda, são adaptações dos equipamentos utilizados na agricultura, acarretando, muitas vezes, em aplicações ineficientes, principalmente, pela falta de conhecimento de fatores como correta pressão de trabalho, altura da ponta em relação ao alvo, espaçamento, faixa de aplicação e problemas com deriva (VIANA, 2010; TIBURCIO, 2014).

Quando a pulverização não é realizada sob condições meteorológicas adequadas, é comum a perda de parte dela por deriva, que é o deslocamento da calda de pulverização para fora do alvo da aplicação (MADUREIRA; RAETANO; CAVALIERE, 2015). A deriva ocasiona perda de eficiência da pulverização, aumentando os custos de controle, prejuízos econômicos por intoxicação das culturas, danos ambientais por contaminação de cursos d'água e riscos à saúde humana e animais por intoxicação ou bioacumulação de resíduos (SILVA; SILVA, 2007; GURGACZ, 2013).

Existem dois termos relacionados à deriva. A endoderiva refere-se às perdas ocasionadas dentro da área de aplicação, seja por atingir a cultura em aplicações de jato dirigido ou por escorrimento. Já a exoderiva diz respeito às gotas levadas pelo vento, para fora da área de pulverização, ocasionando intoxicação de espécies próximas (ANTUNIASSI, 2009).

Os fatores que ocasionam a deriva são condições climáticas, no momento de aplicação, propriedades físico-químicas das formulações utilizadas, tecnologia de aplicação empregada e as características do ambiente (MADUREIRA, 2015). Dentre as condições climáticas, as altas temperaturas, velocidade do vento e baixa umidade relativa do ar são os fatores que mais contribuem para a deriva, sendo imprescindível a realização da aplicação em condições ideais (TIBURCIO, 2014). No entanto é comum que as aplicações sejam realizadas sob condições desfavoráveis.

3.4 REFERÊNCIAS

- ALMADO, R. P. Manejo de brotação em áreas da Arcelor Mittal BioFlorestas LTDA. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, v. 21, n. 42, 2015.
- ALVES, E. G. **Análise comparativa da colheita florestal em regime de alto fuste e talhadia**. – 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, 2015.
- ANDRADE, H. B.; BENEDETTI, V.; MADASCHI, J. C.; BERNARDO, V. Aumento da produtividade da segunda rotação de eucalipto em função do método de desbrota. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, SP, v. 11, n. 30, p. 105-116, maio 1997
- ANTUNIASI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de pesquisa de soja 2009**, Rondonópolis, MT, v. 13, p. 299- 317, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2012. Brasília, 149 p., 2013.
- BERNAL, J. L.; MARTIN, M. T.; NOZAL, M. J.; ANADÓN, A.; MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M. R.; MARTÍNEZ, M. A. Development and validation of a liquid chromatography–fluorescence–mass spectrometry method to measure glyphosate and aminomethylphosphonic acid in rat plasma. **Journal of Chromatography B**, 2010, 878, 3290–3296.
- CACAU, F. V. et al. Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1457-1465, 2008.
- CAMARGO, F. R. A.; SILVA, C. R.; STAPE, J. L. Resultados experimentais da fase de emissão de brotação em *Eucalyptus* manejado por talhadia. **Série técnica IPEF**, v.11, n.30, p.115-122, 1997.
- CASTRO, E. B. **Dinâmica de glyphosate em plantas de eucalipto**. 2015. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, São Paulo. 2015.
- CHAVES, R.; MARRICHI, A. H. C. Manejo de talhadia (2ª Rotação) na Duratex. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, vv. 21, n. 42, 2015.
- CRUZ, L. R. **Aspectos competitivos em espécies florestais: interferência de plantas daninhas e de brotações indesejadas**. 2014. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- CUNHA, J.P.A.R.; SILVA, R.A.M. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização em função da pressão de trabalho e altura da barra. **Bioscience Journal**., Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 52-58, Jan./Feb. 2010.
- FERRARI, M.P.; FERREIRA, C.A.; DA SILVA, H D. Condução de Plantios de *Eucalyptus* em Sistema de Talhadia. **Embrapa Florestas**, doc 104. Dez. 2004. Disponível em: Site: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/302637>>, Acesso em: 2 nov. de 2017.
- FERREIRA, L. R; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa – MG, Ed. UFV, 2010.
- FREITAG, Â., S., **Crescimento de brotações de um clone de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em função da disponibilidade de nutrientes no solo e da aplicação de fitoreguladores na cepa**. 2013. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2013. Piracicaba, 2013.81 p: il.
- GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. São Paulo: Monsanto do Brasil; 2005. 60 p.
- GARCIA, J. N.; PEREIRA, M.G. **O eucalipto e a pequena propriedade rural**. Piracicaba: Casa do Produtor Rural, 2010. 59p.
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A. A.; BEGLING, M.; ALVES, J. M.; PIZZI, G. T.; ANGELI, A. Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 411-419, set. 2014

- GONÇALVES, S. K. SÃO JOSÉ, A. R. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.110-120, mai./ago. 2011.
- GURCAZ, F. **Utilização de barra auxiliar e pulverização e água para reduzir a deriva de defensivos agrícolas**. 53 f. Tese (doutorado) - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” – UNESP. Botucatu. 2013.
- IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura – PEVS**. 2016. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?&t=downloads>>. Acesso em 30 de janeiro de 2018.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – **IBÁ**, Relatório anual 2015. 80 p.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – **IBÁ**, Relatório anual 2017. 80 p.
- LOPES, H. N. S. **Crescimento e produção de eucalipto submetido à desbrota, interplântio e reforma**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2012.
- MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G. Absorção, Translocação e Exsudação Radicular de glyphosate em Clones de Eucalipto. **Planta Daninha**, v. 27, p. 549-554, 2009.
- MADUREIRA, R. P.; RAETANO, C. G.; CAVALIERE, J. D. Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.19, n.2, p.180–185, 2015.
- MINAS GERAIS. **Silvicultura: florestas plantadas e siderurgia a carvão vegetal**. 2013. Disponível em <https://politicaspUBLICAS.almg.gov.br/temas/silvicultura_madeira/entenda/informacoes_gerais.html?tagNivel=192&tagAtual=10081>. Acesso em 30 jan. 2018.
- MOORE, M.G. The role of lignotubers (basal burls) in the stress recovery of messmate stringybark, *Eucalyptus obliqua* L'Herit. seedlings and its arboricultural implications. **Arboricultural Journal, The International Journal of Urban Forestry**. 2015.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. **Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura pecuária e floresta**. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, 2010. 190 p.
- OLIVEIRA, C.H.R. **Decepa de plantas jovens de clone de Eucalipto e Condução da Brotação em um Sistema Agroflorestal**. 2006. 81p. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A. D.; RODRIGUES, C. Efeito dos tributos no custo de produção, na rotação e na reforma de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 70-83, jan./mar. 2005.
- RIBAS, L.C.; GRACA, L.R. Estratégia econômica da reforma de povoamentos florestais de *Pinus* sp. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO FLORESTAL, 1, 1989, Curitiba. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA-CNPq, 1989. p.27-38.
- RIBEIRO, N.; SITO E A.A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical**, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 125 p, 2002
- RODRIGUES, C. **Influência dos tributos sobre a rotação, reforma e custo de produção de madeira de eucalipto**. 2001. 117p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) Lavras: UFLA, 2001.
- SALGADO, T. P. **Efeito do glyphosate no crescimento, produção e qualidade da madeira do eucalipto**. 2010. 77 p. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP. 2010.
- SANTOS JÚNIOR, A., TUFFI SANTOS, L. D., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R., FÉLIX, R. C., AMARAL, G. C., CRUZ, L. R. Glyphosate drift in eucalyptus plants. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 615-621, 2015.
- SATICHIVI, N. M., WAX, M. L. STOLLER, E. W., BRISKIN, D. P. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. **Weed Science**. v. 48, p. 675-679, 2000.

- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 367 p.
- SIMÕES, J. W. BRANDI, R. M.; LEITE, N. B. Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília: **IBDF**, 1981. 131p.
- SOUSA, J. P. **Produção e viabilidade nas primeiras intervenções de dois métodos de condução de desbrota em talhadia de eucalipto**. 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal de Goiás, Jataí, 2016.
- STAPE, J. L. Modelos ecofisiológicos tem aplicação ampliada. **Visão Agrícola**, Piracicaba. v.4, p 108-109, 2005.
- STAPE, J. L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em Eucalyptus. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, SP, v. 11, n. 30, p. 51-62, 1997.
- TIBURCIO, R. A. S. **Desenvolvimento de pulverizador visando o controle de brotações na reforma de eucalipto**. 2014. 94 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. 2014.
- TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F.A.; MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, B.F.S. Glyphosate em eucalipto: formas de contato e efeito do herbicida sobre a cultura. In: FERREIRA, L.R.; MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, F.A.; TUFFI SANTOS, L.D. In: **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2010. p.91-116.
- TUFFI SANTOS, L. D.; MENDES, L. R.; DUARTE, E.R; GLORIA, J. R.; ANDRADE, J. M.; CARVALHO, L. R.; PEREIRA SALES, N. L. Manejo de plantas daninhas em áreas florestais. In: **Montes Claros: Institutos de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais**, 2012.
- TUFFI SANTOS, L.D., FERREIRA, F.A., MEIRA, R.M.S.A., BARROS, N.F., FERREIRA, L.R., MACHADO, A.F.L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.
- TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; DUARTE, W.M.; TIBURCIO, R.A.S; SANTOS, M.V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.
- VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G; NEIVA, S. A. O comportamento do mercado da madeira de eucalipto no Brasil. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 4, p. 393-403, 2004.
- VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

4. ARTIGOS

4.1 CONTROLE DE BROTAÇÕES DE EUCALIPTO POR DIFERENTES FORMULAÇÕES DE GLYPHOSATE

RESUMO: O glyphosate é o herbicida mais utilizado para controle de brotações de eucalipto o qual é comercializado sob diferentes formulações que, de acordo com o sal utilizado, apresenta penetração diferencial nas folhas, podendo assim interferir no controle das plantas pulverizadas. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência da aplicação do herbicida glyphosate na erradicação de brotações oriundas de tocos remanescentes em área de reforma. O experimento foi realizado em Itacambira, Minas Gerais, sendo organizado em esquema fatorial 3x5, constituído por três formulações do herbicida (sal de isopropilamina, sal de potássio e sal de amônio) e cinco doses de glyphosate (1080, 1440, 1800, 2160 e 2520 g ha⁻¹). Os sintomas de intoxicação das brotações de eucalipto se caracterizaram por murcha, necrose severa, seca do limbo foliar e senescência acentuada. As formulações de glyphosate interferiram no controle das brotações de eucalipto. Inicialmente, aos 15 dias após a aplicação (DAA), a formulação sal de potássio se destacou com controle superior às demais, no entanto, nas restantes avaliações, as plantas tratadas com as demais formulações apresentaram controle semelhante. O nível de controle aumentou, de acordo com a dose de produto aplicado, durante todo o período avaliado. As plantas tratadas com doses menores apresentaram intensa recuperação com a emissão de novos ramos e rebrota a partir do toco. A formulação sal de amônio, quando aplicada na dose de 2520 g ha⁻¹, mostrou-se mais eficiente no controle das brotações de eucalipto, promovendo menor recuperação dos ramos tratados e índice de rebrota.

Palavras chave: herbicida, sal de isopropilamina, sal de potássio, sal de amônio, *Eucalyptus*.

4.1 CONTROL OF EUCALYPTUS BUDS BY DIFFERENT GLYPHOSATE FORMULATIONS

ABSTRACT: Glyphosate is the most used herbicide to control eucalyptus shoots, which is marketed under different formulations that, according to the salt used, present a differential penetration in the leaves, thus interfering with the control of the sprayed plants. The aim of this work was to evaluate the efficiency of glyphosate herbicide application in the eradication of shoots from remaining stumps in the reform area. The experiment was carried out in Itacambira, Minas Gerais, Brazil, in a 3x5 factorial scheme, consisting of three formulations of the herbicide (isopropyl amine salt, potassium salt and ammonium salt) and five doses of glyphosate (1080, 1440, 1800, 2160 and 2520 g ha⁻¹). The symptoms of eucalyptus sprouts intoxication are characterized by wilt, severe necrosis, leaf blade dryness and pronounced senescence. Glyphosate formulations interfered with the control of eucalyptus shoots. Initially, at 15 days after application (DAA), the potassium salt formulation stood out with superior control to the others, however, in the other tests, the plants treated with the other formulations presented similar control. The level of control increased, according to the dose of product applied, throughout the evaluated period. The plants treated with smaller doses showed intense recovery with the emission of new branches and regrowth from the stump. The ammonium salt formulation, when applied at a dose of 2520 g ha⁻¹, proved to be more efficient in the control of eucalyptus shoots, promoting less recovery of the treated branches and regrowth index.

Keywords: herbicide, isopropyl amine salt, potassium salt, ammonium salt, *Eucalyptus*.

4.1.1 INTRODUÇÃO

A capacidade das espécies de *Eucalyptus* em rebrotar após o corte é largamente conhecida. Essa característica permite a adoção do manejo de talhadia, com a condução das brotações para uma nova rotação. Entretanto, quando se opta por reformar uma floresta, é imprescindível a erradicação dos brotos dos tocos oriundos do cultivo anterior, promovendo desenvolvimento do novo plantio de eucalipto sem competição com brotações indesejadas.

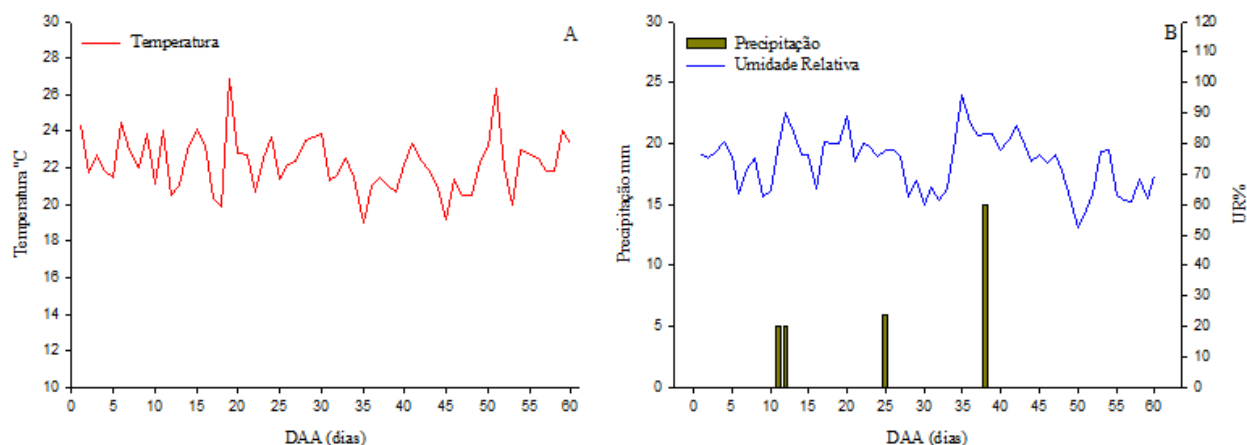
O método de controle mais utilizado para o controle das brotações é o químico, sendo o glyphosate o herbicida mais empregado. O glyphosate [N-(fosfonometil) glicina] é aplicado em pós-emergência, classificado como não seletivo, sistêmico com translocação na planta tanto via floema como via xilema, acumulando-se, preferencialmente, nos órgãos dreno (CASTRO et al., 2015). O glyphosate age pela inibição da enzima EPSPs (5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintase), impedindo a síntese dos aminoácidos aromáticos triptofano, fenilalanina e tirosina.

Existem no mercado diversos produtos registrados à base de glyphosate, nas formas de sal de isopropilamina, sal de potássio, sal de amônio, sal de di-amônio, sal de dimetilamina, sal de sesqui-sódio e sal trimetil sulfônio (AGROFIT, 2017, TRAVLOS et al., 2017). Os sais não têm impacto na atividade herbicida, no entanto a absorção glyphosate é diferencial entre as formulações (LI et al., 2005), sendo necessário um período de até oito horas sem chuva para evitar a perda de ação por lavagem (PEDRINHO JÚNIOR et al., 2002, MONQUEIRO; SILVA, 2007). Os adjuvantes presentes nas diferentes formulações, também, interferem na absorção do herbicida, alterando o controle exercido. Após a penetração do glyphosate na planta, por meio da cutícula e da membrana plasmática dos tecidos fotossintetizantes, a translocação ocorre via simplástica para os sítios de ação do herbicida (SATICHIVI et al., 2000). Plantas tratadas apresentam níveis distintos de resposta aos herbicidas, após tratadas com diferentes formulações de glyphosate (MOLIN e HIRASE, 2004), podendo interferir no controle exercido sobre as brotações de eucalipto. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar três formulações de glyphosate quanto ao controle de brotações de eucalipto sob regime de reforma.

4.1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de abril a julho de 2017, em área de plantio de eucalipto da Fazenda Tamanduá ou Poções, pertencente à Plantar Siderúrgica, localizada em Itacambira, Minas Gerais, localizada a 1500 metros de altitude na latitude 16°52'48.33" S e longitude 43°25'30.56" O. De acordo com a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo Cwb, subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (ALVARES et al., 2013). A temperatura média do período do experimento foi de 22,3 °C. A precipitação total foi de 31 mm, ocorrendo em apenas quatro dias e a umidade relativa média foi de 73% (Figura 1).

Figura 1 – Temperatura diária no período de condução do experimento (A), precipitação pluviométrica e umidade relativa diária, no período de condução do experimento, na Fazenda Tamanduá ou Poções – Itacambira/MG.



Fonte: Estação meteorológica Plantar Siderúrgica – MG 15.

O talhão em que foi instalado o experimento havia sido colhido há 4 meses antes da instalação e apresentava 12% de índice de falhas de brotações, o espaçamento utilizado foi de 3 x 3 metros e a altura das brotações, no momento da aplicação, era de 1,6 metros. As árvores são provenientes do clone 2434 (*E. urophylla* x *E. grandis*) do programa de melhoramento da Plantar Reflorestamento.

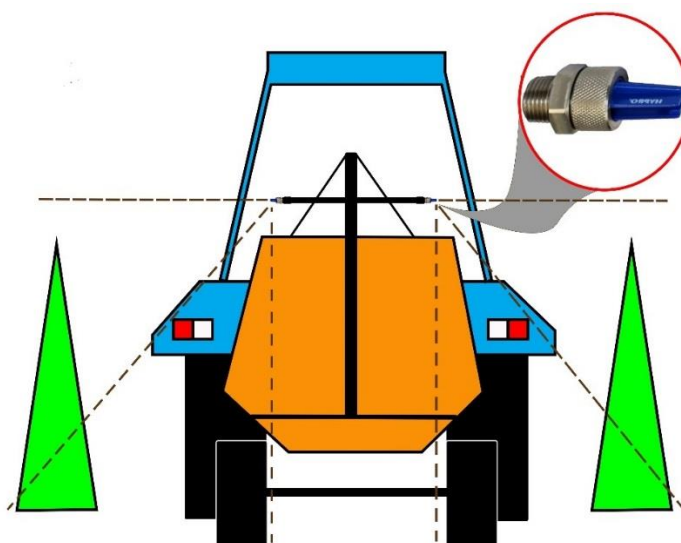
O ensaio foi conduzido em esquema fatorial (3 x 5) e cinco repetições, com 15 tratamentos constituídos por três formulações do herbicida e cinco doses de glyphosate (Tabela 1). A parcela experimental continha 100 plantas dispostas em quatro fileiras, sendo avaliadas apenas as fileiras centrais, contendo 25 plantas cada.

Para a realização da aplicação, utilizou-se um trator da marca John Deere, modelo 5078E, com potência de 78 CV e um pulverizador hidráulico modelo FM Copling Guliver 2000, com capacidade para 2000 litros, contendo 2 pontas de longo alcance, modelo XT020 da marca Hypro, dispostas lateralmente e fixadas à altura de 1,7 metros (Figura 2).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos testados.

Tratamento	Formulação de Glyphosate	Nome Comercial	Equivalente ácido	Dose de Glyphosate (g ha ⁻¹)
1	sal de isopropilamina	Gli-Up®	360 g L ⁻¹	1080
2	sal de isopropilamina	Gli-Up®	360 g L ⁻¹	1440
3	sal de isopropilamina	Gli-Up®	360 g L ⁻¹	1800
4	sal de isopropilamina	Gli-Up®	360 g L ⁻¹	2160
5	sal de isopropilamina	Gli-Up®	360 g L ⁻¹	2520
6	sal de potássio	Touchdown®	500 g L ⁻¹	1080
7	sal de potássio	Touchdown®	500 g L ⁻¹	1440
8	sal de potássio	Touchdown®	500 g L ⁻¹	1800
9	sal de potássio	Touchdown®	500 g L ⁻¹	2160
10	sal de potássio	Touchdown®	500 g L ⁻¹	2520
11	sal de amônio	Scout®	720 g Kg ⁻¹	1080
12	sal de amônio	Scout®	720 g Kg ⁻¹	1440
13	sal de amônio	Scout®	720 g Kg ⁻¹	1800
14	sal de amônio	Scout®	720 g Kg ⁻¹	2160
15	sal de amônio	Scout®	720 g Kg ⁻¹	2520

Figura 2: Equipamento utilizado na pulverização hidráulica para aplicação de herbicida no controle de brotações de eucalipto, contendo 2 pontas de longo alcance, modelo XT020 da marca Hypro.



Fonte: Do autor.

A pressão de trabalho foi mantida constante a 160 KPa e monitorada por um manômetro. O volume de calda aplicado foi de 150 L ha⁻¹, com faixa de pulverização de 6 metros e o pH da água para preparação da calda era 6,4. A velocidade do vento, no momento de aplicação, foi monitorada por um anemômetro digital modelo Tan 100 da fabricante Incoterm e teve média de 5 km h⁻¹; a temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas por uma estação meteorológica, localizada na própria fazenda e possuiu média do dia de 24°C e 76%, respectivamente.

Aos 15, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA), a eficiência das formulações de glyphosate e suas doses foram avaliadas de forma visual por notas de controle das brotações, com variação de 0 a 100%, realizada por três avaliadores, cujo 0% corresponde à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas (TUFFI SANTOS et al., 2010). Foram avaliadas 12 plantas por parcela e a nota final corresponde à média das notas dos três avaliadores. Aos 60 DAA, foi determinada a porcentagem de tocos que emitiram novas brotações e altura das brotações sobreviventes.

Os dados de controle, altura e índice de novas brotações foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Para os fatores qualitativos, foi realizada a comparação múltipla pelo teste Tukey a 5% e os para os quantitativos foram ajustadas equações de regressão com a ajuda dos softwares R Project 3.4.3 e Sigma Plot Systat 10.0.

4.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas de intoxicação das brotações de eucalipto se caracterizaram por murcha, necrose severa, seca do limbo foliar e senescência acentuada, concordando com os relatos da literatura (TUFFI SANTOS et al., 2009; TUFFI SANTOS et al., 2010; COSTA et al., 2012).

Aos 15 DAA, o controle das brotações de eucalipto não foi influenciado pela interação dose x formulação de glyphosate, apresentando efeito isolado dos fatores, em que o herbicida sal de potássio promoveu controle superior às demais formulações (Tabela 2). O aumento da dose de glyphosate aplicado resultou em incremento de controle das brotações tratadas, não ocorrendo interferência da formulação dentro de cada dose (Figura 3).

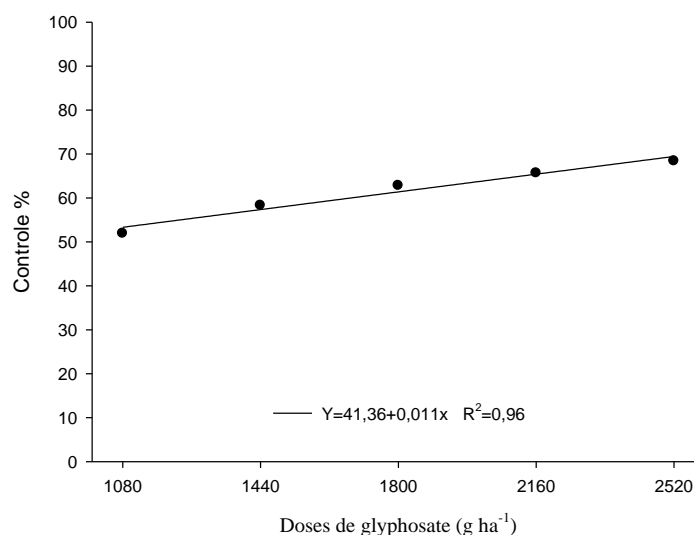
Tabela 2: Controle das brotações de eucalipto, em função de doses de diferentes formulações de glyphosate, aos 15 dias após a aplicação.

Formulações	Média
Sal de isopropilamina	58,5±7,0 b
Sal de potássio	64,4±6,0 a
Sal de amônio	60,9±6,6 b

CV= 6,38 %

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

Figura 3: Controle das brotações de eucalipto, em função de doses de diferentes formulações de glyphosate, aos 15 dias após a aplicação.



Fonte: do autor.

Houve evolução no controle promovido por todos os tratamentos, aos 30 DAA, em comparação às avaliações realizadas aos 15 DAA. No entanto foram verificados efeitos distintos de controle com interação entre os fatores formulação e dose de glyphosate no controle das brotações de eucalipto. A formulação

sal de potássio, quando aplicada nas doses de 1080 e 1440 g ha⁻¹, promoveu controle superior das plantas tratadas em comparação às demais formulações. Na dose de 2520 g ha⁻¹, a formulação sal de amônio proporcionou maior controle à formulação sal de isopropilamina, seguida pelo sal de potássio e ambas promoveram controle das plantas tratadas superior a 90% (Tabela 3).

Tabela 3: Controle das brotações de eucalipto, em função de doses de diferentes formulações de glyphosate, aos 30 dias após aplicação.

Formulações	Doses de glyphosate (g ha ⁻¹)				
	1080	1440	1800	2160	2520
Sal de isopropilamina	61,4 ± 1,4 b	75,9 ± 1,6 b	79,5 ± 1,7 a	90,1 ± 3,0 a	88,3 ± 3,9 b
Sal de potássio	74,5 ± 1,5 a	82,2 ± 4,2 a	81,3 ± 1,5 a	88,4 ± 2,0 a	91,4 ± 1,7 ab
Sal de amônio	63,3 ± 5,0 b	76,8 ± 4,1 b	81,6 ± 3,5 a	87,4 ± 1,5 a	92,7 ± 2,6 a

CV= 3.25 %

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

Aos 60 DAA, houve redução do controle das brotações, em relação aos 30 DAA, para as formulações e doses de glyphosate (Tabela 4), indicando recuperação das plantas. O controle das brotações de eucalipto, avaliado aos 60 DAA, apresentou interação entre as formulações e as doses de glyphosate aplicadas. As brotações tratadas com as doses 1440 e 1800 g ha⁻¹ de glyphosate, na formulação sal de amônio, apresentaram maior controle, quando comparado às demais formulações para as mesmas doses. Na aplicação de 1080, 2160 e 2520 g ha⁻¹ de glyphosate, não se observaram diferenças entre as formulações dentro da mesma dose (Tabela 4).

Tabela 4: Controle das brotações de eucalipto, em função de doses de diferentes formulações de glyphosate, aos 60 dias após aplicação.

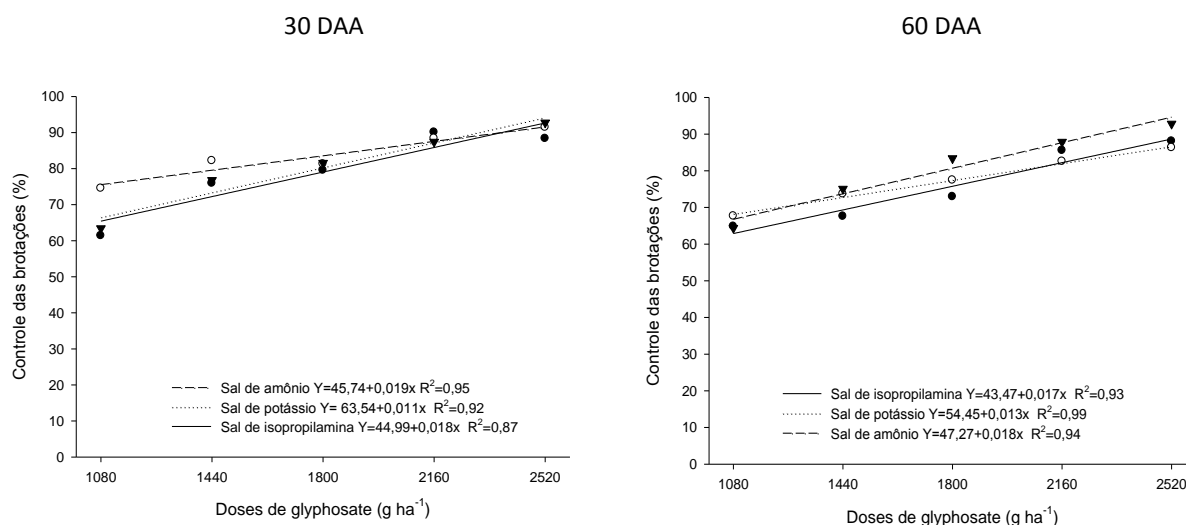
Formulações	Doses de glyphosate (g ha ⁻¹)				
	1080	1440	1800	2160	2520
Sal de isopropilamina	64,8 ± 6,2 a	67,6 ± 5,8 b	72,5 ± 6,4 b	85,5 ± 2,6 a	88,0 ± 5,7 a
Sal de potássio	67,6 ± 5,3 a	73,7 ± 3,5 ab	77,4 ± 3,4 ab	82,5 ± 2,7 a	86,3 ± 3,1 a
Sal de amônio	64,4 ± 4,0 a	75,1 ± 4,9 a	83,4 ± 4,1 a	87,4 ± 4,1 a	91,8 ± 3,9 a

CV= 5,76 %

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

O controle promovido pelas formulações de glyphosate apresentou comportamento linear crescente, em resposta ao aumento das doses de glyphosate, sendo distinto para as três formulações testadas, aos 30 e 60 DAA (Figura 4).

Figura 4: Controle das brotações de eucalipto, em função de doses glyphosate, aos 30 dias após a aplicação (DAA).



Fonte: do autor.

As diferentes formulações de glyphosate podem apresentar danos distintos aos organismos não alvo, principalmente, a microbiota do solo (SANTOS et al., 2005, 2006), maior velocidade de translocação e ação herbicida (MOLIN; HIRASE, 2005) e maior controle sobre algumas espécies de plantas (JAKELAITS et al., 2001; MOLIN; HIRASE, 2004; LI et al., 2005).

As formulações de um mesmo herbicida podem interferir na velocidade de penetração cuticular, na translocação no interior da planta, assim como a quantidade de ingrediente ativo a chegar ao sítio de ação da molécula e, assim, influenciar a eficiência de controle das plantas (SILVA; SILVA, 2007). A absorção e translocação do glyphosate é fundamental, para alcançar o sítio de ação, sendo determinante na susceptibilidade do eucalipto ao herbicida (CASTRO, 2015).

Travlos et al (2017) relatam que os sais empregados nas formulações de glyphosate não interferem na atividade herbicida, no entanto citam que as diferenças de controle podem ser verificadas pelas diferenças dos surfactantes incluídas na formulação. Estes são importantes na redução da tensão superficial, na ação como espalhante das gotas e no aumento da permeabilidade da cutícula ou da membrana celular, ou de ambas (SHERRICK et al., 1986). Portanto diferenças no controle de plantas de eucalipto, em função de formulações comerciais de glyphosate, podem ser atribuídas à presença de componentes não relacionados ao princípio ativo herbicida.

Os danos causados por glyphosate nas plantas de eucalipto são dependentes da quantidade de ingrediente ativo que entra em contato com as partes da planta (FERREIRA et al., 2010), cuja tecnologia de aplicação tem papel fundamental na cobertura do alvo.

A redução no controle das brotações observada, aos 60 DAA, deve-se à recuperação das plantas tratadas, que apresentavam crescimento de uma nova brotação dominante, a partir do desenvolvimento de ramos, que não receberam quantidade de glyphosate suficiente para ocasionar a morte da planta (Figura 5).

Figura 5: Plantas recuperadas aos 60 dias após aplicação com brotação dominante desenvolvida ao lado de brotações mortas pela ação do glyphosate.



Fonte: do autor.

No entanto houve manutenção dos sintomas nas partes mais velhas que receberam a aplicação do herbicida. Tuffi Santos et al (2006) e Costa et al., (2012), trabalhando com deriva simulada, também, observaram recuperação das plantas de eucalipto tratadas com glyphosate, ao longo do período de avaliação com manutenção dos sintomas nas partes mais velhas da planta, principalmente, nos ramos que receberam diretamente a aplicação do herbicida e nos pontos de crescimento.

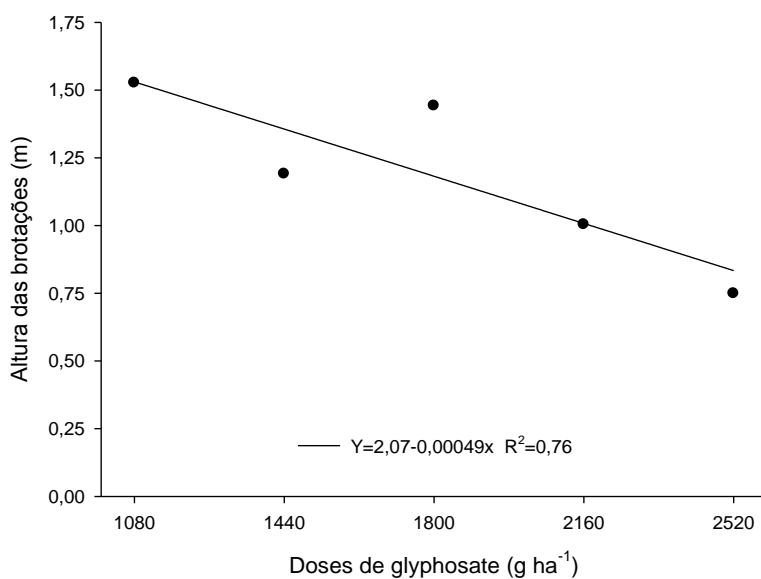
A recuperação das plantas, aos 60 DAA, refletiu em crescimento das brotações não controladas adequadamente. A altura dessas plantas não foi influenciada pela interação entre dose e formulação apresentando efeito isolado dos fatores. A menor altura foi observada nas plantas tratadas com a formulação sal de amônio (Tabela 5). No entanto, infere-se que o aumento da dose de glyphosate aplicada interfere diretamente no tamanho das brotações, em que doses menores permitem o desenvolvimento de novos ramos (Figura 6). No período avaliado, as plantas tratadas com a dose de 1080 g ha⁻¹ apresentaram altura semelhante à do dia de implantação do experimento, quando, na ocasião, possuíam 1,6 metros.

Tabela 5: Altura das plantas recuperadas, após tratamento com doses de diferentes formulações de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 60 dias após a aplicação.

Formulações	Média
Sal de isopropilamina	1,27 ± 0,4 a
Sal de potássio	1,32 ± 0,3 a
Sal de amônio	0,95 ± 0,3 b
CV= 25,94 %	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

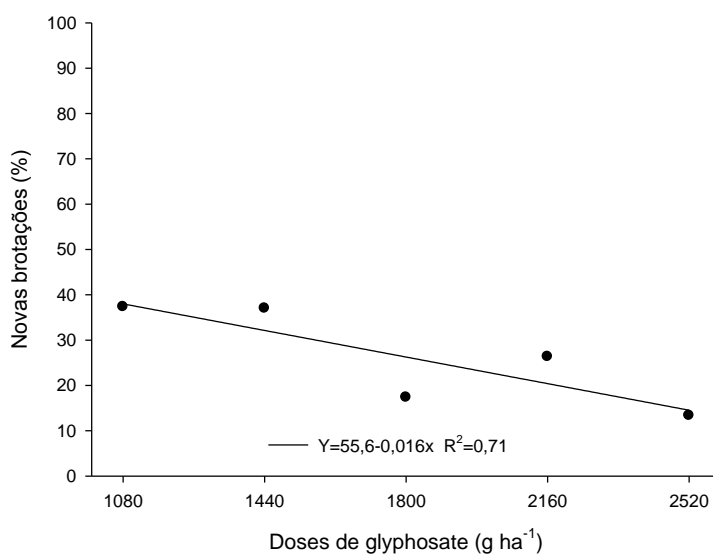
Figura 6: Altura das plantas recuperadas, após tratamento com doses de diferentes formulações de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 60 dias após a aplicação



Fonte: do autor.

Foi verificado, aos 60 DAA, alto índice de emissão de novas brotações, a partir do toco das plantas tratadas, principalmente, onde as menores doses de glyphosate foram empregadas, indicando deficiência na translocação do herbicida glyphosate para as gemas presentes no toco (Figura 7). O número de novas brotações observado não foi influenciado pelas formulações de glyphosate (Tabela 6). As novas brotações não apresentavam sintomas de intoxicação (Figura 8).

Figura 7: Porcentagem de plantas que emitiram novas brotações, após tratamento com doses de diferentes formulações de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 60 dias após a aplicação.



Fonte: do autor.

Tabela 6: Porcentagem de plantas que emitiram novas brotações, após tratamento com diferentes formulações de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 60 dias após a aplicação

Formulações	Média
Sal de isopropilamina	26,0 ± 8,4 a
Sal de potássio	27,6 ± 11,2 a
Sal de amônio	25,2 ± 15,3 a
CV= 38,71 %	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

Figura 8: Novas brotações de eucalipto oriundas do toco, sem sintomas de intoxicação, após tratamento com doses de diferentes formulações de glyphosate.



Fonte: do autor

Caldeira e Castro (2012), trabalhando com uso de diferentes herbicidas e doses para controle de rebrota de teca (*Tectona grandis*), também, observaram menor índice de rebrota e altura das brotações sobreviventes nos tratamentos com maiores doses de herbicidas. O número de tocos com novas brotações possui importância quanto à necessidade de uma nova intervenção de controle.

O uso de doses elevadas na aplicação promove rápida degeneração dos tecidos celulares (TUFFI SANTOS et al., 2009), com redução da translocação para as raízes e demais partes da planta, uma vez que a translocação do glyphosate é dependente do transporte de fotoassimilados, no interior da planta (MONQUEIRO et al., 2004; MACHADO et al., 2009), com menor tendência de acúmulo nas partes mais baixas da planta (CASTRO, 2015).

As aplicações, muitas vezes, podem resultar no efeito esperado, porém ainda serem consideradas ineficientes, pois não se utilizaram a melhor técnica e equipamento que demandariam o uso de menor quantidade de ingrediente ativo e apresentar os mesmos resultados (CUNHA et al., 2004).

O desenvolvimento de tecnologias voltadas à aplicação do glyphosate, de forma a melhorar a cobertura do alvo e a penetração no dossel das brotações de eucalipto, pode promover a redução da quantidade de herbicida necessária para o controle eficiente das brotações.

4.1.4 CONCLUSÕES

Ao final do período avaliado, a formulação sal de amônio, quando aplicada na dose de 2520 g ha¹ mostrou-se mais eficiente, no controle das brotações de eucalipto; com média superior a 90%, promoveu menor recuperação e emissão de novos ramos aos 60 DAA.

4.1.5 REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 21 fev. 2018.
- CALDEIRA, S. F.; CASTRO, C. K. C. Herbicidas e danos físicos em tocos de teca para controle de brotos após o desbaste. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.10, p.1826-1832. Out, 2012.
- CASTRO, E. B. **Dinâmica de glyphosate em plantas de eucalipto.** 2015. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, São Paulo. 2015.
- COSTA, A. C. P R; COSTA, N. V.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D. Efeito da deriva simulada de glyphosate em diferentes partes da planta de *Eucalyptus grandis*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1663-1672, set./out. 2012.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.977-985, out. 2004.
- FERREIRA, L. R; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto.** Viçosa – MG, Ed. UFV, 2010.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A., MIRANDA, G.V. Controle de *Digitaria horizontalis* pelos herbicidas glyphosate, sulfosate e glyphosate potássico submetidos a diferentes intervalos de chuva após a aplicação. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 279-285, 2001.
- LI, J.; SMEDA, R. J. SELLERS, B. A. JOHNSON, G. Influence of formulation and glyphosate salt on absorption and translocation in three annual weeds. **Weed Science** Vol. 53, No. 2 (Mar. - Apr., 2005), pp. 153-159.
- MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G. Absorção, translocação e exsudação radicular de glyphosate em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 27, p. 549-554, 2009.
- MOLIN, W. T.; HIRASE, K. Comparison of commercial glyphosate formulations for control of prickly sida, purple nutsedge, morningglory and sicklepod. **Weed Biology and Management**, v. 4, p. 136-141, 2004.
- MOLIN, W. T.; HIRASE, K. Effects of surfactants and simulated rainfall on the efficacy of the engane formulation of glyphosate in johnsongrass, prickly sida and yellow nutsedge. **Weed Biology and Management**, v. 5, p. 123-127, 2005.
- MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; DE PRADO, R.A.; Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.
- MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C. Efeito do período de chuva no controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea purpurea* pelos herbicidas glyphosate e sulfosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 399-404, 2007.
- PEDRINHO JÚNIOR, A.F.F.; MARTINI, G.; FELICI, G.V.; PIVA, F.M.; DURIGAN, J.C. Momento da Chuva após a Aplicação e a Eficácia dos Herbicidas Sulfosate e Glyphosate aplicados em Diferentes Formulações. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, n.1, p.115-123, 2002.
- SANTOS, J. B.; FERREIRA, E.A.; KASUYA, M.C.M.; SILVA, A.A.; PROCÓPIO S.O. Tolerance of *Bradyrhizobium strains* to glyphosate formulations. **Crop Protection**, v. 24, n. 3, p. 543-547, 2005.
- SANTOS, J. B.; JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; MANABE, A.; SILVA, M.C.S. Action of two herbicides on the microbial activity of soil cultivated with common bean (*Phaseolus vulgaris*) in conventional-till and no-till systems. **Weed Research**, v. 46, p. 1-6, 2006.
- SATCHIVI, N.M.; WAX, L.M.; STOLLER, E.W.; BRISKIN, D.P. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine trimethylsulfonium salts in *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi*. **Weed Science**, v.48, p.675-679, 2000.
- SHERRICK, S. L.; HOLT, J. A.; HESS, F. D. Absorption and translocation of MON 0818 adjuvant in field bindweed (*Convolvulus arvensis*). **Weed Science**, v. 34, p. 817-823, 1986.

- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 367 p.
- TIBURCIO, R. A. S. **Desenvolvimento de pulverizador visando o controle de brotações na reforma de eucalipto**. 2014. 94 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. 2014.
- TRAVLOS, I.; CHEIMONA, N.; BILALIS, D. Glyphosate efficacy of different salt formulations and adjuvant additives on various weeds. **Agronomy** 2017, 7, 60.
- TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F.A.; MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, B.F.S. Glyphosate em eucalipto: formas de contato e efeito do herbicida sobre a cultura. In: FERREIRA, L.R.; MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, F.A.; TUFFI SANTOS, L.D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2010. p.91-116.
- TUFFI SANTOS, L. D.; SANT' ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. F. L. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Brazilian Journal of Biology**. 69(1): 129-136, 2009.
- TUFFI SANTOS, L.D., FERREIRA, F.A., MEIRA, R.M.S.A., BARROS, N.F., FERREIRA, L.R., MACHADO, A.F.L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.
- TUFFI SANTOS, L.D., FERREIRA, L.R., FERREIRA, F.A., DUARTE, W.M., TIBURCIO, R.A.S., MACHADO, A.F.L. Intoxicação de eucalipto submetido à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 521-526, 2006.

4.2 CONTROLE DE BROTAÇÕES DE EUCALIPTO POR DUAS FORMAS DE APLICAÇÃO E DIFERENTES DOSES DE GLYPHOSATE

RESUMO: Ao reformar uma floresta, é necessário realizar o controle das brotações para a promoção do novo plantio. O método mais utilizado é o químico, principalmente, com a adoção do herbicida glyphosate. No entanto, nas aplicações florestais, ainda, dá-se muita importância ao princípio ativo, dose empregada e volume de calda e relega-se a segundo plano fatores como a ponta de pulverização e o equipamento utilizado. O objetivo com este trabalho foi avaliar o controle de brotações de eucalipto promovido pelo herbicida glyphosate sob duas formas de aplicação. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 5 com duas formas de aplicação da calda herbicida e cinco doses de glyphosate (1080, 1440, 1800, 2160 e 2520 g ha⁻¹). A primeira forma de aplicação utilizou uma barra curta equipada duas pontas XT, com jatos laterais, o volume de calda foi de 200 L ha⁻¹, com faixa de pulverização de seis metros. A segunda forma de aplicação utilizou barra longa, contendo 2 pares de ponta da marca Teejet, modelo AI11003, anguladas a 45 ° e direcionadas às brotações, o volume aplicado foi de 93 L ha⁻¹. Ambas as aplicações foram realizadas com uso de um trator da marca New Holland, modelo TL75 e um pulverizador hidráulico modelo FM Copling Guliver 2000, com capacidade para 2000 litros. A eficiência de controle das brotações foi avaliada aos 15, 30 e 45 dias, após a aplicação (DAA), de forma visual por notas, com variação de 0 a 100%, realizada por três avaliadores, em que 0% corresponde à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas. A aplicação com barra longa promove maior controle das brotações de eucalipto, reduzindo também a emissão de novas brotações, a partir do toco, no entanto não influenciou a altura das plantas sobreviventes. O aumento das doses empregadas na pulverização promoveu incremento no índice de controle das brotações, a aplicação na dose de 2520 g ha⁻¹ reduz a altura das plantas sobreviventes e índice de emissão de novas brotações a partir do toco.

Palavras chave: herbicida, pulverização, tecnologia de aplicação, pontas de pulverização.

4.2 CONTROL OF EUCALYPTUS BUDS BY TWO FORMS OF APPLICATION AND DIFFERENT DOSES OF GLYPHOSATE

ABSTRACT: When reforming a forest, it is necessary to control shoots to promote new planting. The most used method is the chemical, mainly, with the use of the herbicide glyphosate. Nevertheless, in the forest applications, still, much importance is given to the active principle, dose employed and spray volume and relegates to the background factors such as the spray tip and the equipment used. The aim of the present work was to evaluate the control of eucalyptus shoots promoted by the herbicide glyphosate under two application forms. The experiment was conducted in a 2 x 5 factorial scheme with two herbicide spray treatments and five doses of glyphosate (1080, 1440, 1800, 2160 and 2520 g ha⁻¹). The first application used a short bar equipped with two XT tips, with side jets; the volume of the spray was 200 L ha⁻¹, with a spraying range of six meters. The second application used a long bar, containing 2 Teejet brand tip pairs, model AI11003, angled at 45 ° and directed to shoots, the applied volume was 93 L ha⁻¹. Both applications were performed using a tractor of the brand New Holand, model TL75 and a hydraulic sprayer model FM Copling Guliver 2000, with capacity for 2000 liters. Sprout control efficiency was evaluated at 15, 30 and 45 days after application (DAA), in a visual way by notes, with a variation of 0 to 100%, performed by three evaluators, in which 0% corresponds to the absence of visible symptoms and 100% to plant death. The application with long bar promoted greater control of eucalyptus shoots, also reducing the emission of new shoots, from the stump, however it did not influence the height of the surviving plants. The increase in the doses used in the spraying promoted an increase in the rate of shoots control; the application at the dose of 2520 g ha⁻¹ reduces the height of the surviving plants and the rate of emission of new shoots from the stump.

Keywords: herbicide, spraying, application technology, spray tips.

4.2.1 INTRODUÇÃO

Na cultura do eucalipto, após o corte raso das árvores, pode-se optar por dois sistemas de manejo distintos para a perpetuação do povoamento. A talhadia oferece diversas vantagens iniciais, como a presença de um sistema radicular já formado e a existência de estruturas de reservas no toco e raízes, possibilitando um rápido desenvolvimento das plantas, além da redução de custos com operações de preparo de solo, plantio e dessecação.

No entanto, em virtude da sazonalidade produtiva das rotações, pode-se optar pela reforma do povoamento, geralmente, realizando a troca do material genético por outro com maior potencial produtivo. As brotações prejudicam o novo cultivo em decorrência do sombreamento, competição por água e nutrientes, sendo imprescindível a erradicação das mesmas, em que o controle químico é o método mais utilizado para tal, com o uso de herbicidas sistêmicos.

O glyphosate [N-(fosfometil)glicina] é o herbicida mais empregado para erradicação das brotações. É classificado como não seletivo, aplicado em pós-emergência, e de ação sistêmica acumulando-se nos órgãos drenos. A absorção e translocação do glyphosate é fundamental, para alcançar o sítio de ação, sendo determinante na susceptibilidade do eucalipto ao herbicida (CASTRO, 2015). Após a aplicação, é necessário um período de até oito horas sem chuva para evitar a perda de ação por lavagem (MACHADO et al., 2009).

Nas aplicações florestais de agrotóxicos, dá-se muita importância ao produto utilizado e fatores como volume de calda, relegando-se a segundo plano a tecnologia de aplicação, sendo a eficiência do controle dependente da escolha de pontas de pulverização que propiciem distribuição homogênea com espectro de gotas uniforme e de tamanho adequado com correta deposição da calda e cobertura no alvo.

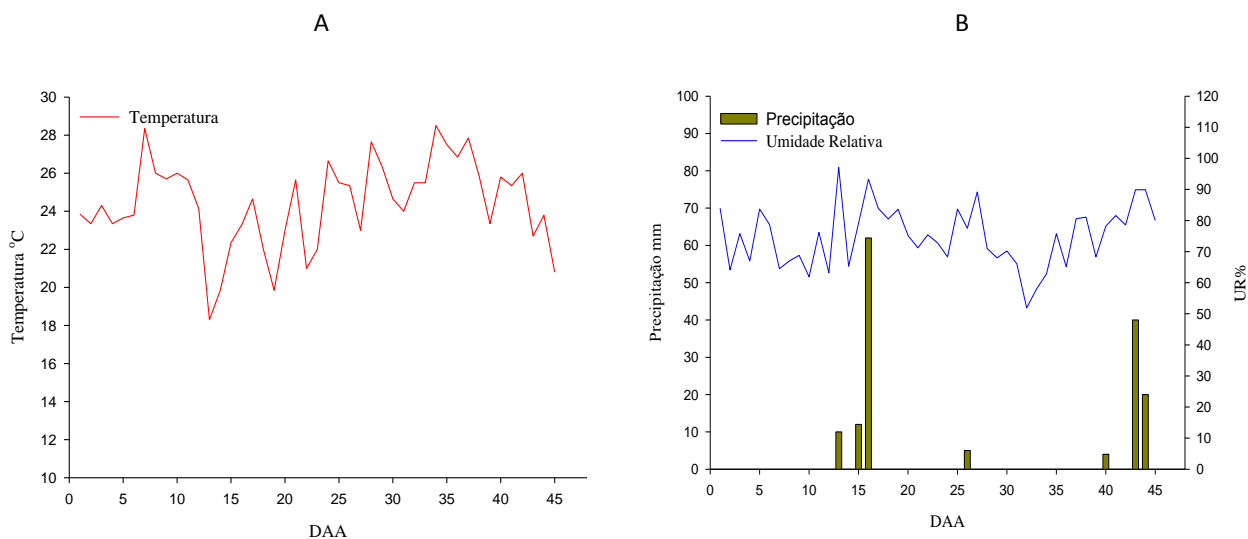
Mesmo com o grande investimento no setor florestal, ainda é comum o emprego de equipamentos agrícolas, para pulverizações florestais, acarretando, muitas vezes, em aplicações ineficientes, principalmente, pela falta de conhecimento de fatores como correta pressão de trabalho, altura da ponta em relação ao alvo, espaçamento, faixa de aplicação, problemas com deriva (VIANA, 2010; TIBURCIO, 2014). As aplicações de herbicida podem atingir o objetivo de controle de brotações, mas, muitas vezes, com uma demanda maior de produto, em razão da falta de correta escolha do equipamento utilizado na pulverização, sem a utilização de pontas que propiciem melhor distribuição e deposição do herbicida no alvo. O objetivo com este trabalho é avaliar a eficiência de controle de brotações de eucalipto de cinco doses do herbicida glyphosate sob duas formas de aplicação.

4.2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre dezembro de 2017 e fevereiro de 2018, em área de cultivo de eucalipto da Fazenda Tamanduá ou Poções, unidade pertencente à Plantar Siderúrgica, situada em Itacambira, Minas Gerais. A área possui altitude de 1500 metros, latitude 16°52'48.33" S e longitude 43°25'30.56", o clima regional é do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen, isto é, subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (ALVARES et al, 2013).

A temperatura média do período do experimento foi de 24,1 °C, com precipitação total de 402 mm, que ocorreu em apenas dez dias, a umidade relativa média foi de 74,8% (Figura 1).

Figura 1 – Temperatura diária no período de condução do experimento (A), precipitação pluviométrica e umidade relativa diária no período de condução do experimento na Fazenda Tamanduá ou Poções – Itacambira/MG.



Fonte: Estação meteorológica Plantar Siderúrgica – MG 15.

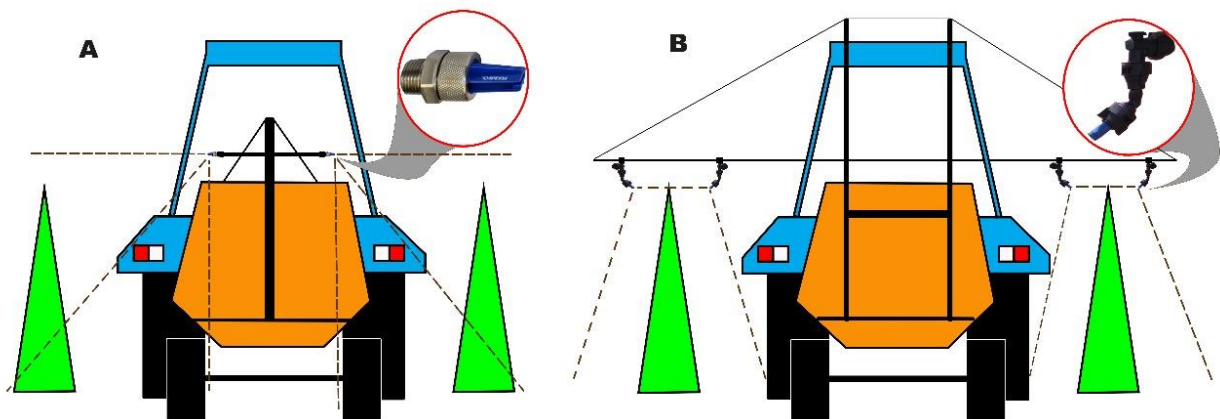
O experimento foi instalado em talhão colhido 3 meses antes da aplicação e apresentava 9% de índice de falhas, com espaçamento de 3x3 metros. As árvores são provenientes do clone 3336 (*E. urophylla* x *E. grandis*) do programa de melhoramento da Plantar Reflorestamento. A altura das brotações apresentava, no dia de pulverização, média de $1,43 \pm 0,35$ m.

O ensaio foi conduzido em esquema fatorial (2 x 5), sendo duas barras de pulverização e cinco doses da formulação sal de amônio (Scout®) (1080, 1440, 1800, 2160 e 2520 g ha⁻¹ de glyphosate) com cinco repetições. A parcela experimental continha 64 plantas dispostas em quatro fileiras, sendo avaliadas apenas as fileiras centrais com 32 planta uteis.

Foram utilizadas duas barras para aplicação do herbicida, sendo uma barra curta, contendo duas pontas de longo alcance modelo XT020 da fabricante Hypro, dispostas lateralmente e fixadas à altura de 1,6 metros do chão para o primeiro equipamento e uma barra longa equipada com quatro pontas acopladas em anguladores de 45° direcionando o jato para as brotações (Figura 2).

Para a realização da aplicação, utilizou-se um trator da marca New Holland, modelo TL75, com potência de 78 CV e um pulverizador hidráulico modelo FM Copling Guliver 2000, com capacidade para 2000 litros. A pressão de trabalho foi mantida constante a 200 e 300 Kpa, para a barra com pontas XT020 e AI11003, respectivamente e monitorada por um manômetro. O volume de calda aplicado foi de 200 L ha⁻¹, com faixa de pulverização de 6 metros para a barra equipada com duas pontas XT020. Para a barra longa equipada com quatro pontas AI11003, o volume de calda aplicado foi de 93 L ha⁻¹ com faixa de pulverização de 6 metros. O pH da água para preparação da calda foi 6,7.

Figura 2: Equipamentos utilizados na pulverização, mostrando barra curta com duas pontas de longo alcance modelo XT020 (A) e barra longa equipada com dois pares de pontas AI11003 com espaçamento de 0,8 m entre pontas e de 3 m entre o centro de cada par, acopladas em anguladores de 45° direcionando o jato para as brotações (B).



Fonte: Do autor

A velocidade do vento, no momento de aplicação, foi monitorada por um anemômetro digital modelo Tan 100 da fabricante Incoterm e teve média de 8 km h⁻¹, a temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas por uma estação meteorológica localizada na própria fazenda; os valores médios do dia foram de 24°C e 84%, respectivamente.

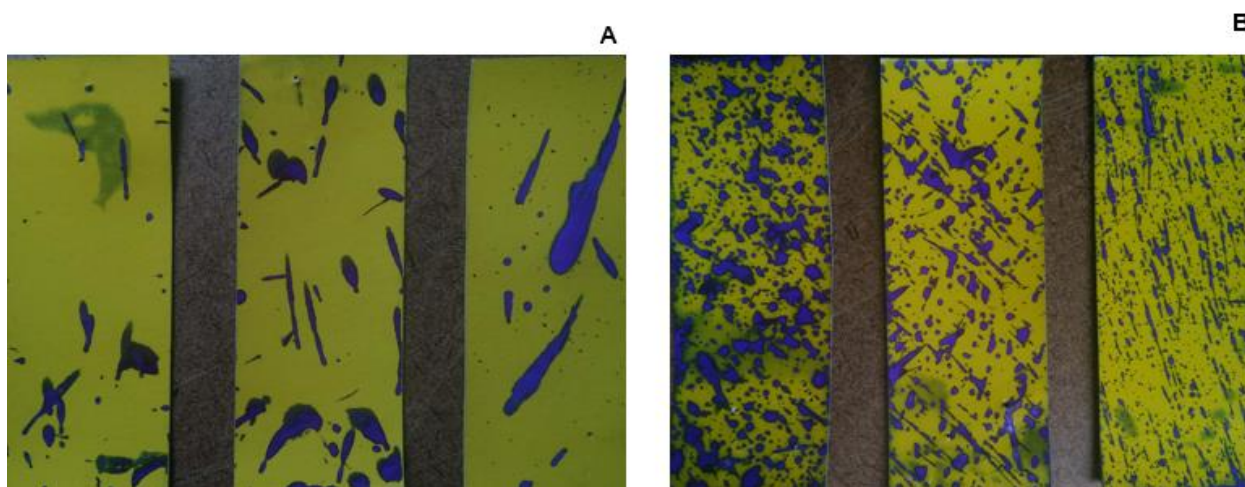
Aos 15, 30 e 45 dias após a aplicação (DAA), a eficácia de controle foi avaliada de forma visual por notas de controle pela intoxicação das brotações por três avaliadores, em que 0% corresponde à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas (TUFFI SANTOS et al., 2010). Foram avaliadas 10 plantas por parcela, cuja nota final foi constituída pela média aritmética das dez plantas. Aos 45 DAA, foi determinada a porcentagem de tocos que emitiram novas brotações e altura das brotações sobreviventes.

Os dados de índice de novas brotações não apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias, sendo necessária a transformação por $(\sqrt{x} + 0,5)$ os quais foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Para os fatores qualitativos, foi realizada a comparação múltipla pelo teste Tukey a 5% e os para os quantitativos foram ajustadas equações de regressão com a ajuda dos softwares estatísticos R-Project 3.4.3 e Sigma Plot Systat 10.0.

4.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação com uso da barra curta com pontas XT020 propiciou uma menor cobertura do alvo, com gotas maiores e menor distribuição. Já a aplicação com uso de barra longa permitiu a formação de gotas menores com melhor distribuição e, por ser aplicada de forma direcionada, proporcionou uma cobertura mais homogênea (Figura 3).

Figura 3: Descrição em papel hidrossensível da cobertura proporcionada pela aplicação com barra curta equipada com duas pontas de longo alcance modelo XT020 (A) e barra longa equipada com dois pares de pontas AI11003 (B).



Fonte: do autor.

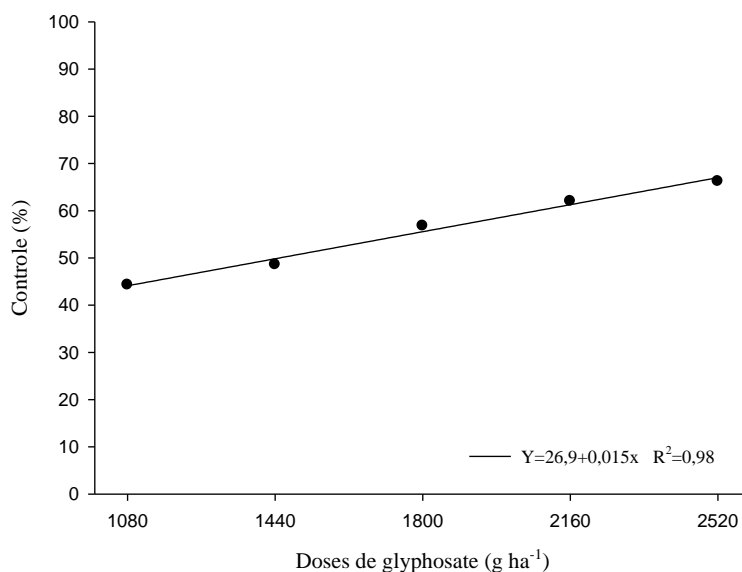
A forma de aplicação interferiu no controle das brotações em todos os períodos avaliados. Aos 15 DAA, a aplicação com uso da barra longa com pontas AI11003 anguladas a 45° promoveu maior controle das plantas tratadas que a barra curta acoplada com ponta XT020 (tabela 2). Não houve interação com as doses de glyphosate aplicadas, que, com seu aumento, resultou em melhor controle das brotações de eucalipto (Figura 4).

Tabela 2: Controle das brotações de eucalipto por glyphosate, em função da tecnologia de aplicação, aos 15 dias após aplicação.

Formas de aplicação	Média
Barra curta	51,6 ± 14,9 b
Barra longa	59,6 ± 16,1 a

CV= 7,2 %
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

Figura 4: Controle das brotações de eucalipto, após a aplicação de diferentes doses de glyphosate, aos 15 dias após a aplicação.



Fonte: do autor.

Aos 30 DAA, houve interação entre a forma de aplicação e as doses de glyphosate empregadas, em que a aplicação com barra longa equipada com pontas AI11003 proporcionou controle superior das brotações tratadas em todas as doses de glyphosate testadas (Tabela 3). O efeito das doses de glyphosate foi distinto, para cada forma de aplicação, resultando em incremento de controle nas maiores doses (Figura 5).

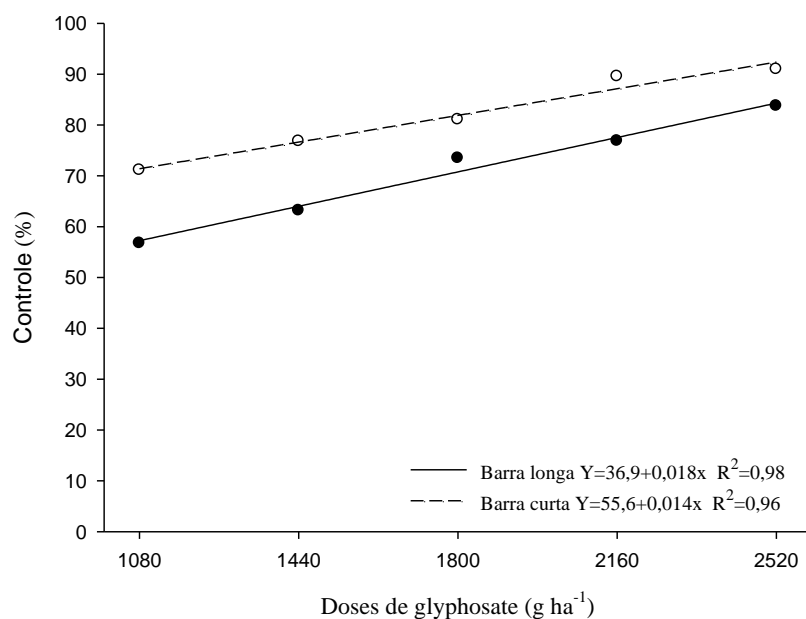
Tabela 3: Controle das brotações de eucalipto, em função da tecnologia de aplicação de diferentes doses de glyphosate, aos 30 dias após aplicação.

Formas de aplicação	Doses de glyphosate (g ha ⁻¹)					Média
	1080	1440	1800	2160	2520	
Barra curta	56,7 ± 3,5 b	63,1 ± 3,5 b	73,4 ± 3,6 b	76,9 ± 2,8 b	83,7 ± 1,7 b	70,7 ± 19,9
Barra longa	71,1 ± 3,9 a	76,7 ± 3,1 a	81,0 ± 3,8 a	89,7 ± 2,0 a	90,9 ± 1,6 a	81,9 ± 14,0

CV=3,4%

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

Figura 5: Controle das brotações de eucalipto, após a aplicação de diferentes doses de glyphosate, aos 30 dias após a aplicação.



Fonte: do autor.

Aos 45 DAA, as plantas tratadas com a aplicação com barra longa mantiveram o nível de controle superior às plantas tratadas com aplicação com barra curta, não ocorrendo interação com as doses de glyphosate empregadas (Tabela 5). O aumento da dose resultou em aumento de controle das plantas tratadas com comportamento linear (Figura 6).

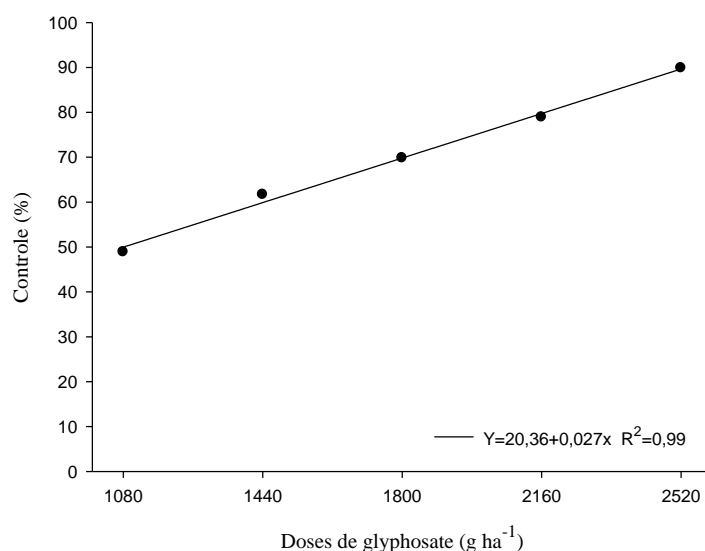
Tabela 5: Controle das brotações de eucalipto, em função da tecnologia de aplicação, aos 45 dias após aplicação.

Formas de aplicação	Média
Barra curta	66,9 ± 29,5 b
Barra longa	73,8 ± 28,5 a

CV= 5,5 %

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

Figura 6: Controle das brotações de eucalipto, em função da aplicação de doses de glyphosate, aos 45 dias após a aplicação.



Fonte: do autor.

O controle das brotações com uso do glyphosate representa um atraso no plantio do novo povoamento, uma vez que é necessário que as brotações possuam folhagem suficiente para a absorção do herbicida (LITTLE; ECCLES 2000; ROBERTS et al, 2017). O menor controle das brotações, promovido pelo uso da barra longa, representa deficiências da aplicação e indicam a necessidade de repetição de operações resultando em aumento de custo de produção.

O sucesso de uma pulverização é dependente do correto emprego da tecnologia de aplicação, utilizando-se de equipamentos adequados com pontas que propiciem distribuição homogênea, com tamanho ideal de gotas e determinação correta do volume de calda aplicado, pressão de trabalho, altura da barra de pulverização e observação das condições meteorológicas (CUNHA; SILVA, 2010). A ponta de pulverização é a parte mais importante do pulverizador, sendo responsável pela vazão e pela formação das gotas (AMO et al., 2009).

Nas aplicações de agrotóxicos em florestas, é comum a ocorrência do chamado efeito “guarda-chuva”, em que grande parte das gotas não atingem o interior do dossel, resultando em falta de uniformidade na distribuição da calda, o que prejudica o controle. Para contornar esse problema, a solução, muitas vezes, é o aumento do volume de calda e da dose do produto utilizado, resultando em aumento do custo operacional, podendo ocasionar contaminação ambiental (PAI et al., 2008; MEWES et al., 2015).

É de suma importância o desenvolvimento e disseminação de novas tecnologias de aplicação de agrotóxicos no setor florestal, a fim de se garantir a eficiência das pulverizações sem demandar acréscimos nos custos operacionais. As aplicações, muitas vezes, podem resultar no efeito esperado, porém pode ser considerada ineficiente por não se utilizar a melhor técnica e equipamento que demandem o uso de menor quantidade de ingrediente ativo e que apresentem os mesmos resultados (CUNHA et al., 2004).

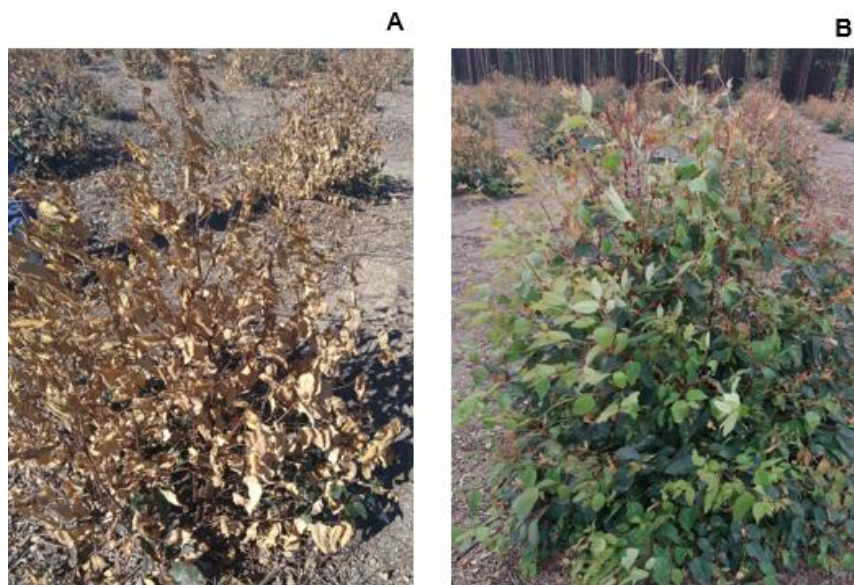
A eficiência operacional das pulverizações depende de fatores como velocidade de trabalho, faixa de pulverização, capacidade do tanque, tempo de recarga e reabastecimento, custo com combustível e

maquinário e tempo de manobra (MATUO, 1990). A aplicação deve ser feita de forma mais uniforme possível, sob pena da necessidade de aplicações adicionais para correção das faixas que receberam menor volume de pulverização (AMO et al., 2009). As duas aplicações foram realizadas com o mesmo trator e pulverizador, mantendo a mesma faixa de pulverização, o que torna o uso da barra horizontal mais eficiente, também, operacionalmente.

As doses de glyphosate influenciaram, sobremaneira, no controle das brotações de eucalipto (Figura 6), ocorrendo aumento do nível de controle de forma proporcional à dose empregada, fato também ocorrido nas avaliações anteriores. A intoxicação das plantas tratadas com glyphosate é dependente da quantidade de ingrediente ativo que entra em contato com as partes da planta (FERREIRA et al., 2010), sendo a tecnologia de aplicação de papel fundamental na cobertura. Tiburcio (2014), Pereira et al., (2013) e Tuffi Santos et al., (2005) também verificaram aumento do controle de acordo com a dose de glyphosate empregada.

Houve variação de controle ao longo do tempo. As plantas tratadas com as doses maiores (2160 e 2520 g ha⁻¹) mantiveram níveis de controle semelhantes aos 30 e 45 DAA, no entanto, para as plantas tratadas com menores doses (1080 e 1440 g ha⁻¹), observou-se redução do controle no mesmo período (Figura 7).

Figura 7: Brotação de eucalipto tratada por barra longa com 2520 g ha⁻¹ de sal de potássio aos 30 DAA (A). Recuperação das brotações tratadas por barra curta com 1440 g ha⁻¹ de glyphosate com emissão de novos ramos aos 45 DAA.



Fonte: Do autor.

Tiburcio (2014) também observou incremento de controle de brotações de eucalipto ao longo do período avaliado. Já Tuffi Santos et al., (2005) e Costa et al., (2012), estudando os efeitos da deriva simulada de glyphosate, observaram recuperação das plantas tratadas aos 45 DAA, com redução de controle e a emissão de novas folhas, mantendo ainda os sintomas nas partes velhas da planta.

Os sintomas se manifestam, principalmente, nas partes mais jovens da planta (CASTRO 2015), principalmente, pela presença de uma cutícula mais espessa com maior espessura do parênquima paliçádico nas folhas mais velhas, dificultando a penetração do herbicida (SOUZA, 2008), além da alta mobilidade do glyphosate via floema para os órgãos dreno (TUFFI SANTOS et al., 2009). No presente ensaio houve, recuperação das plantas tratadas, permitindo a emissão de brotações laterais, sendo mais acentuada nos tratamentos com doses menores.

O glyphosate inibe a ação da EPSPs (5-enolpiruvil-shikimato- 3-fosfato sintase), que faz parte da rota do ácido chiquímico, impedindo a síntese dos aminoácidos aromáticos, triptofano, fenilalanina e tirosina, levando a uma deficiência de metabólitos essenciais para o desenvolvimento da planta como ligninas, alcaloides e flavonoides e uma diminuição da fixação de CO₂ e produção de biomassa de acordo com a dose submetida (BRITO et al., 2017).

A altura das brotações sobreviventes não foi influenciada pela tecnologia de aplicação utilizada na pulverização (Tabela 6). No entanto é altamente dependente da quantidade de glyphosate pulverizada sobre as brotações (Figura 8). A aplicação de doses menores permite a recuperação das plantas tratadas, com retomada do crescimento.

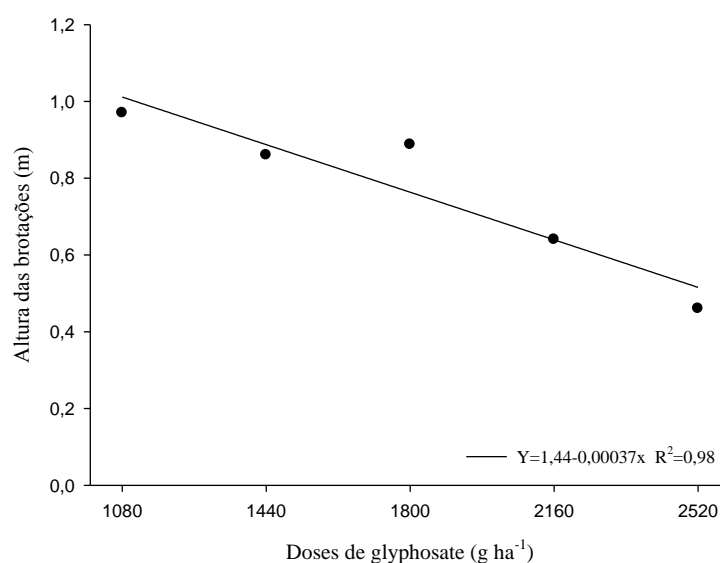
Tabela 6: Altura das plantas recuperadas, após tratamento com doses de diferentes formulações de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 45 dias após a aplicação.

Formas de aplicação	Média
Barra curta	0,76 ± 0,2 a
Barra longa	0,78 ± 0,4 a

CV= 19,8 %

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor

Figura 8: Altura das plantas recuperadas, após tratamento com diferentes doses de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 45 dias após a aplicação.



Fonte: Do autor.

Silva, et al (2015) e Ferreira (2010) relatam que plantas de eucalipto, quando tratadas com glyphosate, apresentam redução de crescimento em altura e diâmetro sendo o nível de intoxicação dependente da dose de herbicida a que a planta foi submetida. Tuffi Santos et al. (2007) observaram que plantas de eucalipto com níveis de intoxicação por glyphosate superior a 20% apresentam redução de crescimento.

O índice de cepas que emitiram brotações, aos 45 DAA, foi influenciado pela tecnologia de aplicação utilizada, com menores índices para a aplicação com uso da barra longa com aplicação direcionada (Tabela 7). O aumento na dose de glyphosate pulverizado reduz drasticamente a capacidade de emissão de novas gemas dos tocos (Figura 9).

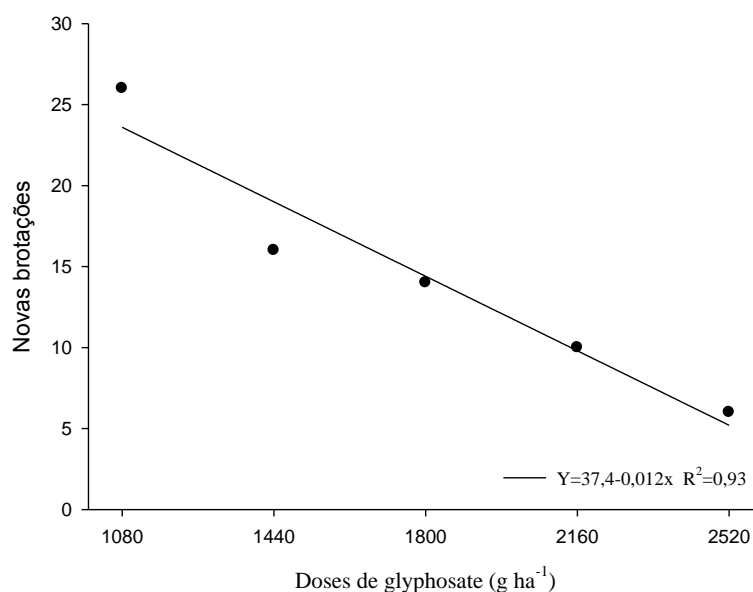
Tabela 7: Índice de plantas que emitiram novas brotações, após tratamento com doses de diferentes formulações de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 60 dias após a aplicação.

Formas de aplicação	Média
Barra curta	18,8 ± 15,5 b
Barra longa	10,0 ± 12,7 a

CV= 33,5%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey a 5%. Fonte: do autor.

Figura 9: Índice de plantas que emitiram novas brotações, após tratamento com diferentes doses de glyphosate no controle de brotações de eucalipto, aos 60 dias após a aplicação.



Fonte: do autor.

O alto índice de emissão de novas brotações indica insuficiência na translocação no toco, permitindo a emissão de novas gemas saudias com condição de gerar uma nova planta (Figura 10). Caldeira e Castro (2012) também observaram menor índice de rebrota e altura das brotações sobreviventes nos tratamentos em que foram aplicadas as maiores doses de herbicidas.

Figura 10: Novas brotações de eucalipto oriundas do toco, sem sintomas de intoxicação, após tratamento com doses de diferentes formulações de glyphosate com uso de duas tecnologias de aplicação.



Fonte: Do autor.

O índice de emissão de novas brotações é parâmetro importante para uma potencial necessidade de nova intervenção. Segundo dados levantados junto à empresa Plantar, são realizadas até quatro intervenções, para o controle das brotações antes do plantio das mudas, com custo operacional de R\$ 85,10/hectare por aplicação de glyphosate com barra curta equipada com pontas XT020.

4.2.4 CONCLUSÕES

A aplicação com uso de barra longa equipada com pontas AI11003 promoveu controle superior das brotações de eucalipto à aplicação pela barra curta equipada com pontas XT020 em todo o período avaliado.

O nível de controle foi proporcional às doses de glyphosate aplicadas sobre as brotações, interferindo também no menor índice de rebrota e altura dos ramos, em que a dose de 2520 g ha⁻¹ de glyphosate proporcionou os melhores resultados.

4.2.5 REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SETELHAS, P. C. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. Vol. 22, No. 6, 711–728 (published online January 2014).
- AMO, F. C.; PEREIRA, F. J. S.; PIO, L. C. Desenvolvimento de uma Barra de Pulverização para Aplicação de herbicida em dessecação de soqueira cana-de-açúcar e pastagens. **Nucleus**, Edição Especial 2009.
- BRITO, I. P. F. S.; TROPALDI, L.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Hormetic effects of glyphosate on plants. **Pest Management Science**. 2017.
- CALDEIRA, S.F.; CASTRO, C.K.CUNHA. Herbicidas e danos físicos em tocos de teca para controle de brotos após o desbaste. **Ciência Rural**, v.42, n.10, out, 2012.
- CASTRO, E. B. **Dinâmica de glyphosate em plantas de eucalipto**. 2015. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, São Paulo. 2015.
- COSTA, A. C. P R; COSTA, N. V.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D. Efeito da deriva simulada de glyphosate em diferentes partes da planta de *Eucalyptus grandis*. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1663-1672, set./out. 2012.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 10, p. 977-985, Out. 2004.
- CUNHA, J.P.; SILVA, R. A. M. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização em função da pressão de trabalho e altura da barra. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 52-58, Jan./Feb. 2010.
- FERREIRA, L. R; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa – MG, Ed. UFV, 2010.
- LITTLE, K.M., ECCLES, N.S. Control of *Eucalyptus grandis* cut-stumps of single-stem origin. **Southern African Forestry Journal** 187: 45–49, 2000.
- MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G. Absorção, translocação e exsudação radicular de glyphosate em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 27, p. 549-554, 2009.
- MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. In: MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, cap. 5. 1990.
- MEWES, W.L.C., TEIXEIRA, M.M., FERNANDES, H.C., ZANUNCIO, J.C., TIBURCIO, R.A.S. Parâmetros característicos da pulverização pneumática em copas de árvores de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.4, p.635-640, 2015.
- PAI, N.; SALYANI, M.; SWEEB, R.D. Adjusting airblast sprayer airflow based on tree foliage density. St. Joseph, MI: **ASABE**, 2008.
- PEREIRA, F. G. M.; NEPOMUCEMO, M. P.; PARREIRA, M.C.; ALVES, P. L.C. A. Response of eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*) plants at different doses of glyphosate. **Journal of Agricultural Science**, Vol. 5, No. 1; 2013.
- ROBERTS, J.C., LITTLE, K.M., LIGHT, M.E. A comparison of the cost-effectiveness of different eucalypt cut-stump control management options to reduce competition from coppice regrowth during stand establishment in Mpumalanga, South Africa, **Southern Forests: A Journal of Forest Science**. 2017.
- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 367 p.
- SILVA, R.N.; COSTA, F. R.; CARVALHO, L. B. Acúmulo diferencial de massa seca em eucalipto e pinus expostos a glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.14, n.2, p.186-190, 2015.
- SOUZA, R. R. S. **Caracterização anatômica quantitativa e composição de óleos essenciais em três estágios foliares de clones de eucalipto e sua relação com a ferrugem**.2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista. Botucatu “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

TIBURCIO, R. A. S. **Desenvolvimento de pulverizador visando o controle de brotações na reforma de eucalipto**. 2014. 94 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. 2014.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F.A.; MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, B.F.S. Glyphosate em eucalipto: formas de contato e efeito do herbicida sobre a cultura. In: FERREIRA, L.R.; MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, F.A.; TUFFI SANTOS, L.D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2010. p.91-116.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANT' ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. F. L. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Brazilian Journal of Biology**. 69(1): 129-136, 2009.

TUFFI SANTOS, L.D., FERREIRA, F.A., MEIRA, R.M.S.A., BARROS, N.F., FERREIRA, L.R., MACHADO, A.F.L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.

TUFFI SANTOS, L.D., MACHADO, A.F.L. VIANA, R.G., FERREIRA, L.R., FERREIRA, F.A.; SOUZA, G.V.R. Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva e glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 133-137, 2007

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pulverização com uso da barra longa com aplicação direcionada à brotação de eucalipto é mais eficiente que a aplicação com barra curta equipada com pontas de longo alcance, promovendo controle superior das brotações de eucalipto tratadas.

Em ambos os ensaios, o controle das brotações foi proporcional à dose de herbicida empregada, interferindo também na altura das plantas e na porcentagem da emissão de novas brotações a partir do toco. O uso de doses menores permite a recuperação das plantas com retomada do crescimento, emissão de novas brotações a partir da cepa, sendo necessária a realização de novas intervenções, onerando os custos de produção.

As formulações de glyphosate, nas maiores doses testadas, não interferiram no controle das brotações de eucalipto. Em doses menores, recomenda-se o uso de formulações com sal de amônio por proporcionar menor recuperação das brotações tratadas.