

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO AFONSO SILVA MENDONÇA DE FREITAS

EFICIÊNCIA DO HERBICIDA GLIFOSATO, COM DIFERENTES  
VOLUMES DE CALDA, EM PLANTIOS DE EUCALIPTOS

CURITIBA

2020

FERNANDO AFONSO SILVA MENDONÇA DE FREITAS

EFICIÊNCIA DO HERBICIDA GLIFOSATO, COM DIFERENTES  
VOLUMES DE CALDA, EM PLANTIOS DE EUCALIPTOS

Monografia de conclusão de curso apresentado ao Curso de Gestão Florestal do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Nilton José Sousa

CURITIBA  
2020

Em memória do meu pai Sander Mendonça de Freitas,

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de enfrentar os desafios diários com muita saúde, alegria, dedicação, humildade, fé e acompanhado de pessoas maravilhosas.

À minha mãe-pai, Célia Regina Silva, que é o meu alicerce e o motivo de todas as minhas lutas diárias.

A todos os amigos, familiares, colegas de trabalho, em especial ao Warley Fialho Silva dos Reis e a Lívia Maria Borges Peres que foram um dos idealizadores desse trabalho através da empresa de consultoria AgroTerra Ambiental como também foram os maiores incentivadores e apoiadores desse novo desafio para minha carreira de realizar a Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Nilton José Sousa, por todo o suporte fornecido com a orientação em uma época que o tempo está gradativamente mais escasso e repleto de demandas. Agradeço pelos ensinamentos compartilhados, pela extrema facilidade de comunicação, pelo bom relacionamento, pela disponibilidade de aceite e enfrentamento do desafio até o final.

Às empresas JY Agroflorestal e Lacan Florestal pela disponibilidade de realização do trabalho com a utilização dos equipamentos e da área experimental.

Ao amigo Engenheiro Florestal Bruno Paiva da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul que me auxiliou nesse trabalho.

Aos amigos da Pós-Graduação, ao corpo de docentes, ao corpo técnico e tutoria da Universidade Federal do Paraná, como também à todas as pessoas que trabalham incessantemente para manter a UFPR no mais alto patamar de formação de profissionais qualificados.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente participaram deste processo, onde realmente não foi fácil conciliar as atividades da Pós-Graduação com as demandas de trabalho, porém, é preciso dizer que “valeu a pena”.

## RESUMO

As aplicações de herbicida pós-emergente para o controle de plantas daninhas em áreas florestais são amplamente utilizadas no Brasil. Existem inúmeras variáveis que influenciam na eficiência das pulverizações, uma delas é a escolha de um volume de calda adequado a se utilizar, pois além de influenciar a qualidade da aplicação, representa um fator que poderá impactar diretamente no custo necessário para realizar a aplicação, pois quanto maior for o volume de calda utilizado na pulverização, maior será o tempo necessário para realizar os abastecimentos do tanque e mais viagens serão necessárias para o caminhão de apoio buscar água nos pontos de captação e vice-versa. Além disso, a água é um recurso natural importantíssimo e está cada vez mais escassa, podendo haver limitações quanto ao seu uso, ou seja, a economia de água é um fator de responsabilidade social. Com base nessas premissas, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de aplicações de herbicida pós-emergente em uma área experimental, onde a cultura principal era o eucalipto e a principal planta daninha era *Urochloa brizantha*. Foram realizadas aplicações com três volumes de calda diferentes e monitorados os resultados após 20, 60 e 180 dias da operação. Os experimentos realizados foram implantados no município de Água Clara – Mato Grosso do Sul. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em fatorial com 3 tratamentos e 3 repetições cada. Os tratamentos utilizados foram T1 - tratamento de 100 L.ha<sup>-1</sup>, área de 5,08 hectares; T2 - tratamento de 130 L.ha<sup>-1</sup>, área de 3,89 hectares e T3 - tratamento de 160 L.ha<sup>-1</sup>, área de 3,17 hectares. Determinou-se também as vantagens operacionais de se reduzir o volume de calda das aplicações. Todos os tratamentos demonstraram eficiência no controle das plantas daninhas presentes na área logo na primeira avaliação após 20 dias da aplicação e não foram identificados prejuízos causados por eventuais derivas na cultura principal como também não se visualizou após os 180 da aplicação qualquer índice de rebrota das plantas daninhas nos três tratamentos. Portanto, o T1 apresentou melhores resultados relacionados ao aspecto de rendimento e eficiência da operação, em função de se utilizar um menor volume de água na pulverização, assim sendo, obteve-se um menor custo por hectare para se realizar a aplicação de herbicida nessa condição.

**Palavras-chave:** Herbicida; Eficiência; Volume de Calda; Recurso Natural; Custo.

## ABSTRACT

Post-emergence herbicide applications for weed control in forest areas are widely used in Brazil. There are numerous variables that influence the efficiency of spraying, and one of the main ones is the choice of an adequate volume of syrup to be used. Besides influencing the quality of the application, it represents a factor that can have a direct impact on the necessary cost to make the application. The greater the volume of syrup, the longer the time necessary to make the tank supplies and more trips will be necessary for the support truck to fetch water at the collection points, and vice-versa. In addition, water is an important natural resource, and it is increasingly scarce, and there may be limitations as to its use, that is, water saving is a factor of social responsibility. Based on these premises, the objective of this work was to evaluate the effect of post-emergence herbicide applications in an experimental area where the main crop was eucalyptus, and the main weed present was composed predominantly of *Urochloa brizantha*. Applications with three different volumes of syrup were performed and the results were monitored after 20, 60 and 180 days of operation. The experiments were implemented in the municipality of Água Clara - Mato Grosso do Sul. The design was entirely randomized in factorial with 3 treatments and 3 repetitions each. The treatments used were T1 - treatment of 100 L.ha<sup>-1</sup>, area of 5.08 hectares; T2 - treatment of 130 L.ha<sup>-1</sup>, area of 3.89 hectares and T3 - treatment of 160 L.ha<sup>-1</sup>, area of 3.17 hectares. It was also determined the operational advantages of reducing the volume of syrup applications. All the treatments demonstrated efficiency in the control of the weeds present in the area right after the first evaluation 20 days of the application. No damages caused by eventual derivations in the main culture were identified, as well as no re-growth index of the weeds in the three treatments after the 180 of the application. Therefore, T1 showed better results related to the aspect of yield and efficiency of the operation, due to the use of a lower volume of water in the spraying, thus, a lower cost per hectare was obtained to perform the application of herbicide in this condition.

**Key-words:** Herbicide; Efficiency; Spray Volume; Natural Resource; Cost.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Localização do município de Água Clara – MS.....	18
FIGURA 2. Mapa geral da Fazenda Bonança. ....	18
FIGURA 3. Visão geral dos tratamentos no talhão 2 da Fazenda Bonança. Município de Água Clara – MS.....	20
FIGURA 4. Demarcação georeferenciada dos tratamentos T1, T2 e T3. Fazenda Bonança. Município de Água Clara – MS.....	20
FIGURA 5. Treinamento operacional da equipe. Município de Água Clara – MS.. ....	22
FIGURA 6. Aspectos da regulagem, verificação e vistoria dos equipamentos. A – verificação da distância entre as pontas. B – vistoria dos componentes do pulverizador, mangueiras, filtros, entre outros. Município de Água Clara – MS. ....	23
FIGURA 7. Determinação da vazão das pontas de pulverização. Município de Água Clara – MS. ....	24
FIGURA 8. Condição inicial das plantas de <i>U. brizantha</i> , no dia 12/03/2020, onde se realizou o tratamento de aplicação de herbicida glifosato. A – Tratamento T1 - 100 L.ha <sup>-1</sup> . B – Tratamento T2 - 130 L.ha <sup>-1</sup> .....	27
FIGURA 9. Após 20 dias da aplicação, observa-se que as plantas daninhas presentes no tratamento de 100 L.ha <sup>-1</sup> já se encontravam completamente intoxicadas. ....	27
FIGURA 10. Respectivamente 60 e 180 após a aplicação do herbicida glifosato com volume de calda de 100 L.ha <sup>-1</sup> .....	28
FIGURA 11. Intoxicação de <i>U. brizantha</i> , 20 dias após a aplicação do Tratamento T2 - 130 L.ha <sup>-1</sup> .....	30
FIGURA 12. Grau de intoxicação nível 4 – muito forte, de <i>U. brizantha</i> , observados aos 60 e 180 dias após a aplicação do Tratamento T2 - 130 L.ha <sup>-1</sup> . ....	30
FIGURA 13. Respectivamente, avaliações de 60 e 180 após a aplicação de herbicida com o volume de calda de 160 L.ha <sup>-1</sup> .....	32
FIGURA 14. Comparativo de rendimento operacional entre os três tratamentos..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
FIGURA 15. Redução de custos com equipamentos e mão-de-obra em simulação de 1.000 hectares de produção. ....	34

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Escala utilizada para avaliação da fitointoxicação das plantas daninhas após a aplicação dos tratamentos. ....	25
TABELA 2. Avaliações da fitointoxicação da <i>U. brizantha</i> sob o volume de calda de 100 L.ha <sup>-1</sup> .....	27
TABELA 3. Avaliações da fitointoxicação da <i>U. brizantha</i> sob o volume de calda de 130 L.ha <sup>-1</sup> .....	29
TABELA 4. Avaliações da fitointoxicação da <i>U. brizantha</i> sob o volume de calda de 160 L.ha <sup>-1</sup> .....	31



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	11
	2.1 OBJETIVO GERAL .....	11
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
	3.1 IMPORTÂNCIA DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO - CULTURA DO EUCALIPTO .....	11
	3.2 INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS EM PLANTIOS DE EUCALIPTO .	13
	3.3 CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS .....	13
	3.3.1 A molécula glifosato .....	15
	3.3.2 Tecnologia de aplicação de herbicidas .....	15
	3.3.3 Volume de calda .....	16
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	17
	4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	17
	4.2 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	19
	4.2.1 Critérios adotados para garantir a qualidade e a segurança da operação .....	22
	4.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS TRATAMENTOS (DIFERENTES VOLUMES DE CALDA) SOBRE AS PLANTAS DANINHAS .....	24
	4.3.3 Análise da influência dos volumes de calda sobre os aspectos operacionais e os custos das aplicações de herbicidas .....	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
	5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS DA ÁREA DE ESTUDO .....	26
	5.2 FITOINTOXICAÇÃO E CONTROLE DE <i>U. BRIZANTHA</i> PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS .....	26
	5.2.1 .Efeito do volume de calda de 100 L.ha <sup>-1</sup> sob <i>U. brizantha</i> com 20, 60 e 180 dias após a aplicação .....	27
	5.2.2 .. Efeito do volume de calda de 130 L.ha <sup>-1</sup> sob <i>U. brizantha</i> aos 20, 60 e 180 dias após a aplicação .....	29
	5.2.3 .. Efeito do volume de calda de 160 L.ha <sup>-1</sup> sob <i>U. brizantha</i> aos 20, 60 e 180 dias após a aplicação .....	31
	5.3 INFLUÊNCIA DOS DIFERENTES VOLUMES DE CALDA SOBRE OS ASPECTOS OPERACIONAIS E OS CUSTOS DAS APLICAÇÕES DE HERBICIDAS ...	32
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais preocupações em todos os setores de produção é a utilização racional dos recursos naturais. No setor florestal não é diferente, há uma grande pressão sobre as operações de silvicultura para que as mesmas sejam realizadas respeitando criteriosamente as legislações vigentes, assegurando assim o respeito para com o ambiente, o uso adequado de recursos hídricos, o uso sensato da terra e visando o aumento da produtividade.

Entre as operações silviculturais, o controle de plantas daninhas é uma das atividades mais importantes e onerosas nos primeiros anos de implantação das plantações florestais. Entre as opções de manejo destaca-se o controle químico, com a aplicação de herbicidas em alto volume distribuídos no campo de forma manual, semi-mecanizada ou mecanizada.

Nas aplicações de alto volume, como o nome já expressa, para a preparação da calda (diluição do herbicida na água) são utilizados grandes volume de água (entre 100 e 600 litros por hectare). A captação da água e seu transporte representam custos para a aplicação e em áreas extensas são operações que precisam de gestão adequada, bem como podem ser questionadas especialmente em períodos em que a água é escassa, como tem ocorrido em várias regiões do Brasil.

Outras questões associadas a água são as propriedades físicas e químicas, que na maioria das empresas florestais brasileiras são ignoradas. Água com grande quantidade de sedimentos e matéria orgânica, pH desequilibrado, concentração elevada de cátions (dureza da água), entre outras variáveis, pode ter grande influência sobre a eficácia dos agrotóxicos. Resumidamente, se a água tem problemas em suas características físicas e químicas, quanto maior for o volume de água utilizado na preparação da calda, maior será a influência desta sobre o herbicida.

Desta forma, procurar alternativas que possam reduzir a quantidade de água utilizada na preparação das caldas de herbicidas é uma necessidade econômica, operacional e ambiental das empresas florestais, porém, devem ser realizadas de forma cautelosa e com critérios. A redução dos volumes de calda também apresentam

problemas, com menor quantidade de água o herbicida está mais concentrado e por esta razão apresenta mais riscos de intoxicação para o aplicador, os equipamentos de aplicação precisam de calibragem precisa, o operador necessita de treinamento específico para que as aplicações sejam precisas sobre o alvo a ser controlado que são as plantas daninhas, pois a deriva com caldas mais concentradas pode provocar mais danos do que os observados quando a calda tem maior volume de água.

Considerando este contexto, neste trabalho foram testadas as influências de diferentes volumes de calda sobre a aplicação de herbicidas em plantios de *Eucalyptus*

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Determinar a influência da redução do volume de calda na aplicação de herbicidas, sobre a eficiência, as operações e os custos de aplicação de herbicidas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar e caracterizar as principais plantas daninhas na área de estudo.
- ✓ Avaliar a influência de três diferentes volumes de calda sobre a eficiência do herbicida glifosato.
- ✓ Determinar a influência dos volumes de calda testados, sobre as operações e os custos que envolvem a aplicação do herbicida glifosato.
- ✓ Simular as operações e os custos que envolvem a aplicação do herbicida glifosato, para uma área de 1.000 hectares.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 IMPORTÂNCIA DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO - CULTURA DO EUCALIPTO**

O setor florestal brasileiro vem se destacando nos últimos anos pela sua alta competitividade com países do exterior e se estabelecendo como um dos setores protagonistas do mercado interno. Segundo os dados estatísticos do IBÁ (2019), a

indústria de base florestal fechou o ano de 2018 com superávit de US\$ 11,4 bilhões, avançando em 26% comparado ao ano anterior, as exportações somaram cerca de US\$ 12,5 bilhões, o equivalente a 5,2% das exportações brasileiras.

O segmento industrial de árvores cultivadas consolidou sua relevância também nos dados econômicos nacionais, com uma participação de 1,3% do PIB e 6,9% do PIB industrial. Esse setor é também responsável por cerca de 3,8 milhões de empregos diretos e indiretos e possui uma área de aproximadamente 7,83 milhões de hectares de cultivos florestais e 6,3 milhões de hectares certificados, incluindo áreas produtivas e de conservação. Com relação aos benefícios sociais, os investimentos em programas sociais totalizam R\$ 482 milhões, beneficiando cerca de 1,5 milhão de pessoas, em aproximadamente 1 mil municípios.

Dentre as culturas de árvores plantadas do setor florestal, o eucalipto é a mais cultivada no Brasil, em razão da excelente adaptabilidade em várias regiões do país nos quesitos edafoclimáticos (OLIVEIRA NETO et al., 2010), sendo que esse fator é evidenciado pela área plantada de eucalipto no país: 5,7 milhões de hectares.

Os plantios de eucalipto estão localizados principalmente nos estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (17%). Nos últimos sete anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 1,1% ao ano, com o Mato Grosso do Sul liderando esta expansão com a taxa média de crescimento de 7,4% ao ano, totalizando aproximadamente 960 mil hectares plantados (IBA, 2019).

No informativo do IBGE (2017), cinco municípios do Estado de Mato Grosso Sul, estão entre os dez maiores do país com relação à área plantada com eucalipto, sendo que o município de Três Lagoas é o primeiro do ranking, com 245 mil hectares, Ribas do Rio Pardo é o segundo com 210 mil hectares, a cidade de Água Clara aparece em quarto com 126 mil hectares, Brasilândia em quinto com 120 mil hectares e Selvíria, em sétimo com 110 mil hectares, números que consolidam o Estado como uma das potências do setor florestal no Brasil.

A cidade de Três Lagoas – MS destaca-se por diversos fatores, dentre eles as excelentes condições de relevo e clima para a implantação da cultura do eucalipto, elevado índice de aproveitamento da terra, a situação fundiária também traz facilidades operacionais, visto que 60% das propriedades possuem mais de 500 hectares, além de questões estruturais como a infraestrutura de logística multimodal que facilita o escoamento da produção por parte dos compradores locais e também o acesso a outros mercados consumidores de produtos florestais. Além dessas características, a região

também apresenta custo competitivo da terra para compra, arrendamentos e também para parcerias com empresas produtoras de celulose (SILVA, 2002).

### 3.2 INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS EM PLANTIOS DE EUCALIPTO

Dentre os fatores bióticos que influenciam o desenvolvimento do eucalipto, identificam-se as plantas daninhas, que prejudicam a cultura de forma direta ou indireta. Pitelli e Marchi (1991) consideravam as plantas daninhas como o maior problema agrícola mundial.

O manejo das plantas daninhas em cultivos florestais a fim de evitar ou minimizar a severidade das competições, é realizado em diversas etapas do ciclo florestal, através da avaliação e do monitoramento das espécies, da densidade de plantas e da quantidade a serem controladas. Para tanto, adotam-se métodos mecânicos e químicos, isolados ou combinados. O período ideal de controle é aquele em que a cultura pode conviver com a comunidade infestante, antes que seu crescimento e sua produção sejam afetados (TOLEDO, 1998).

### 3.3 CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS

Dentre os insumos químicos mais utilizados no país, identifica-se o uso de herbicidas, que começaram a ser estudados por sociedades científicas no Brasil no ano de 1963, através da Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas (SBHED), atual Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD) (OLIVEIRA JR, 2011). O primeiro herbicida registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento foi no ano 1988 e, atualmente, existem 803 produtos registrados, sendo que 792 são liberados para uso na cultura do eucalipto, segundo dados indicadores do AGROFIT (2020).

Os herbicidas são agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de encerrar ou suprimir o crescimento de espécies específicas. Dentre os agentes biológicos estão os fungos e outros microrganismos, já os compostos químicos se dividem em orgânicos e inorgânicos sendo que a utilização dos produtos à base de ácidos e sais inorgânicos estão obsoletos, principalmente devido aos problemas relacionados à falta de seletividade,

toxicidade e alto período residual. Os compostos orgânicos são divididos em acíclicos, homocíclicos e heterocíclicos e são amplamente utilizados nas demandas atuais (ROMAN et al., 2005).

Os herbicidas também podem ser classificados como seletivos ou não seletivos, os seletivos eliminam somente as plantas daninhas alvo, sem prejuízos à cultura de interesse quando utilizados seguindo as orientações da bula e do receituário agrônomo, e os não seletivos afetam toda a vegetação da área a ser aplicada (REZENDE et al., 2016).

Geralmente, os mecanismos de ação dos herbicidas estão relacionados à primeira atividade bioquímica ou biofísica no interior celular que a atividade do produto irá inibir (MARCHI et al., 2008), onde algumas plantas mais sensíveis podem morrer com essa ação inicial. Um processo secundário dessa atividade ocorre um desencadeamento de outras reações químicas ou processos que acabam por matar a planta, conhecido como modo de ação (VIDAL, 1997).

Com relação aos fatores limitantes quanto ao uso dos herbicidas, estão os aspectos toxicológicos, em algumas situações essas substâncias podem ocasionar em seres humanos irritações na pele, nos olhos e na boca, náuseas, dores de cabeça, arritmias, parada cardíaca, insuficiência respiratória, dentre outros. Essas situações podem ser agravadas substancialmente com o uso inadequado dos equipamentos de proteção individual ou não uso dos mesmos. Problemas ambientais também podem ocorrer, dentre eles a contaminação da água, atingir organismos da fauna e flora não-alvos através da deriva do produto, excesso de dosagens no solo e a criação de resistência em plantas. (MORAES, 2019).

A ação dos herbicidas sobre o ambiente é também influenciada pelas condições meteorológicas, sendo elas a temperatura, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e o volume pluviométrico, além das características do solo, que agem de forma sinérgica. (CIESLIK et al., 2013).

O controle químico, combinado com outros métodos de controle, como o cultural, físico, mecânico, entre outros, é denominado como MIP - Manejo Integrado de Pragas. Programa de MIP tem como característica o controle mais eficaz, o melhor aproveitamento de recursos disponíveis, a redução de custos e a melhoria nos aspectos de segurança operacional garantindo a qualidade almejada. Portanto, é indispensável a integração desses métodos em um programa de manejo que se adeque às diferentes situações encontradas em nível de campo (OLIVEIRA, 2011).

### 3.3.1 A molécula glifosato

O *Glyphosate*, N-(phosphonomethyl) glycine, é uma molécula sistêmica e não seletiva, altamente solúvel em água, com um mecanismo de ação capaz de inibir a enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPs), evitando que as plantas sintetizem três aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) que são essenciais para o crescimento e a sobrevivência de muitas das mesmas. É utilizado para controlar e/ou eliminar espécies de plantas de folhas largas e estreitas, gramíneas e ciperáceas. (SOUZA, 2008).

Uma das grandes vantagens do *glyphosate* é sua baixa toxicidade a mamíferos e à vida aquática, sendo um produto rapidamente inativado no solo a partir de processos biológicos, através de degradações microbianas, quando o produto é rapidamente paralisado podendo ser mineralizado, produzindo água, dióxido de carbono e fosfato (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

O *glyphosate* é o herbicida mais vendido no mundo, no Brasil ocupa primeiro lugar do ranking de vendas com aproximadamente 173.150 toneladas comercializadas no ano de 2017, três vezes mais do que o segundo lugar do ranking, o 2,4-D (IBAMA, 2017).

O uso de herbicidas à base de *glyphosate* são altamente utilizados nas áreas florestais, tanto nas aplicações para preparo da área, através de aplicações localizadas ou em área total, quanto nas áreas de manutenções florestais, minimizando o impacto de plantas competidoras com a cultura principal. Outros usos frequentes do produto são em áreas de reforma e de conduções florestais. Obviamente que a quantidade do uso do produto para a formação de um ciclo florestal varia de acordo a dosagem adotada e com o manejo utilizado para tanto, ou seja, quanto mais intervenções químicas forem realizadas na floresta, maior será o uso do *glyphosate*. Entretanto, algumas análises apontam que para um manejo com uma aplicação de herbicida pré-plantio em área total, duas aplicações em faixa e realizações de proteção florestal através de aceiro químico, o custo do produto seria em torno de 8 a 12% do valor total gasto com insumos florestais, ou seja, um valor relativamente baixo (CARVALHO, 2013).

### 3.3.2 Tecnologia de aplicação de herbicidas

Indubitavelmente, um dos fatores principais para se garantir a qualidade e a eficiência na aplicação dos herbicidas está relacionado com a tecnologia de aplicação. A

tecnologia deve ser empregada para que a aplicação seja realizada de maneira mais homogênea, evitando assim os desperdícios e otimizando os recursos disponíveis. Outro fator relevante é relacionado à crescente preocupação com as questões ambientais, o que torna imprescindível a escolha pela forma de aplicação embasada em critérios técnicos (SHIRATISUCHI et al., 2002).

Durante a aplicação de herbicidas, as gotas que não atingem o alvo constituem a deriva, que podem ocasionar danos irreversíveis à cultura principal e também aos organismos vivos próximos da área de aplicação (TUFFI SANTOS et al., 2004). Para tanto, faz-se necessário a escolha dos melhores métodos para a aplicação, utilizando os corretos equipamentos e selecionando uma mão-de-obra qualificada e devidamente orientada.

Na escolha dos equipamentos pulverizadores, existe uma cadeia de componentes que influenciam na qualidade da aplicação, dentre eles a bomba de pressão a ser utilizada, o rearranjo das pontas de pulverização, a escolha correta dos modelos de pontas, a altura da barra de aplicação, a definição precisa do volume de calda a partir da definição da espécie ou praga a ser controlada, a identificação do estágio vegetativo da planta-alvo, o correto preparo da calda com uso de água de boa qualidade (teor de sais e pH adequados), a calibração e aferição dos equipamentos, a limpeza e higienização periódica dos componentes, a dosagem do produto a ser aplicado respeitando a bula e o receituário agrônomico e as condições externas do ambiente, como a temperatura, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento, as previsões de chuvas, e outros (MATUO et al., 2001).

### 3.3.3 Volume de calda

O volume de calda de uma aplicação de herbicida é um dos principais componentes para obter-se sucesso técnico na operação. O preparo da calda consiste na adesão entre a água e o produto químico utilizado, portanto, quanto maior a quantidade de água, menor é a concentração do produto e vice-versa. Quando se utiliza um volume de calda reduzido, deve-se aumentar os cuidados com a aplicação, pois eventuais problemas com deriva podem ocasionar prejuízos irreversíveis para as culturas principais. Em contrapartida, diminui-se a utilização de água por hectare, que é um dos principais recursos naturais existentes e que estão cada vez mais escassos (FREITAS et al., 2005).

Segundo os mesmos autores, além destes fatores, otimizam-se os recursos disponíveis com o aumento da eficiência na operação, devido à diminuição de custos com



o transporte de água pelo caminhão-pipa até os pulverizadores, como também pela redução na perda de tempo representada pelas paradas dos equipamentos para os reabastecimentos.

Deve-se considerar também que, em uma aplicação de herbicida, a água é considerada uma variável que pode influenciar negativamente na qualidade da operação quando a mesma não apresenta uma boa qualidade, com teor de sais minerais, pH desequilibrado, então nesses casos, tem-se que quanto maior o volume de água utilizado maior o risco de obter-se resultados qualitativos insatisfatórios (FREITAS et al., 2007).

Geralmente, herbicidas de contato necessitam de um maior molhamento na cultura-alvo, portanto, faz-se necessário a pulverização com maiores volumes de calda, e os herbicidas sistêmicos, pulverizados na parte aérea das plantas, podem ser aplicados com volumes de calda inferiores. Para alterar o volume de calda de uma aplicação, pode ser necessário alterar a pressão de trabalho da bomba de pulverização como também o arranjo e o modelo das pontas de pulverização a serem utilizadas (VIANA et al., 2007).

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL**

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Bonança, arrendamento da empresa Lacan Florestal, localizada no município de Água Clara, região centro-oeste do estado do Mato Grosso do Sul (FIGURA 1), latitude Sul 20° 46'71" e longitude Oeste 52° 27'78". O índice pluviométrico médio da região é de 1.393 milímetros e temperatura média de 26,6 °C, nos últimos dez anos (INMET, 2014).



FIGURA 1. Localização do município de Água Clara – MS. FONTE: OpenStreetMaps. (2020)

O clima da região é classificado como tropical com estação seca, do tipo Aw, segundo Köppen. A Figura 2 mostra o mapa da fazenda e do talhão em específico que foi instalado o experimento.

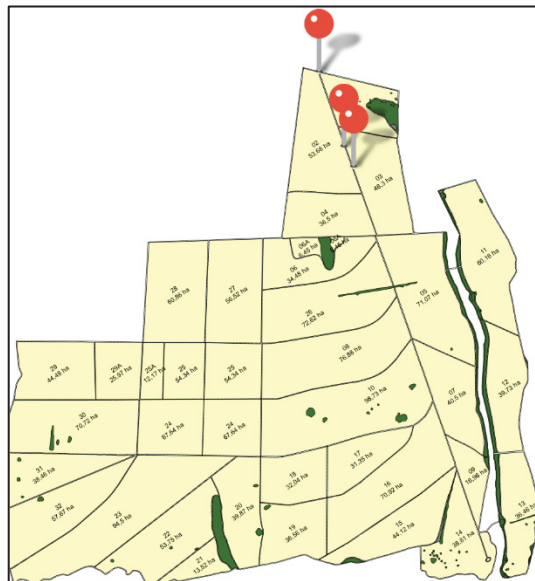


FIGURA 2. Mapa geral da Fazenda Bonança. FONTE: Arquivo pessoal

Os tratamentos do experimento foram demarcados e georreferenciados pelos pontos em vermelhos, com auxílio do aplicativo Avenza Maps.

O experimento foi instalado em uma área de plantio de eucalipto – cultura principal, em uma área que abrigava uma pastagem e foi convertida para plantação do gênero *Eucalyptus*. Segundo Silva (1993), nas fases de implantação do povoamento, a cultura do eucalipto apresenta alta sensibilidade à competição por água, luz e nutrientes

com as plantas daninhas, especialmente com espécies de rápido crescimento, como as gramíneas, como é o caso das áreas estudadas.

As atividades realizadas na área experimental foram: controle de formigas cortadeiras 30 dias antes do plantio, dia 24/06/2019, com a aplicação de isca formicida (produto comercial Atta-mex) com distribuição sistemática na dosagem de 6 kg.ha<sup>-1</sup>.

No dia 05/07/2019 foi realizada a aplicação de uma formulação de Glifosato (produto comercial “Crucial”, equivalente ácido de glifosato de 540g/L), com volume de calda de 200 litros por hectare; a dose aplicada foi de 3,07 L.ha<sup>-1</sup> (1.658 g.ha<sup>-1</sup> de glifosato).

No dia 15/07/2019 foi realizada a aplicação mecanizada de calcário em área total; no dia 20/07/2019 realizou-se o preparo de solo da área com demarcador de cova e com o adubo de base incorporado, no cultivo mínimo, com espaçamento de 3,45 metros entre-linhas e 2,35 metros entre-plantas, totalizando aproximadamente 1.234 covas por hectare.

O plantio foi realizado no dia 24/07/2019, com mudas do clone AEC 0144 (híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*); após o plantio foram realizadas irrigações até o estabelecimento das mudas; posteriormente foi aplicado herbicida seletivo pré-emergente na linha de plantio, com faixa de aplicação de 1,5 metro.

Após 90 dias do plantio, foi realizada uma operação conjugada (Lamininha 3 em 1): onde se aplicou a primeira fertilização de cobertura na projeção da copa das plantas, juntamente com uma capina mecânica com lâmina acoplada ao implemento para afastar as plantas daninhas da linha de plantio e em uma faixa de aplicação de 2 metros houve a remonta do herbicida seletivo pré-emergente.

O experimento foi instalado no mês de março. No dia em que foram aplicados os tratamentos, o talhão estava com 220 dias após o plantio, sendo que a temperatura média durante a aplicação foi de 26,1 °C e com a umidade relativa do ar de 48%.

## 4.2 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Na área experimental, para avaliar a eficiência da redução no volume de calda para a operação, foram realizados 3 tratamentos, sendo eles de 100, 130 e 160 L de calda por ha, sendo que o último correspondia a testemunha, pois este é o tratamento convencional utilizado na empresa. Para cada tratamento, foram realizadas 3 repetições.

Os experimentos foram instalados em um talhão de 53,68 ha, a área total dos experimentos foi de 12,4 ha (Figura 3), estando as áreas experimentais próximas umas das outras para facilitar as avaliações e tentar se ter um microclima mais homogêneo.

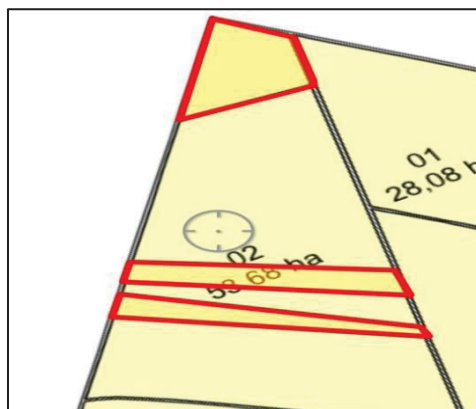


FIGURA 3. Visão geral dos tratamentos no talhão 2 da Fazenda Bonança. Município de Água Clara – MS. FONTE: Arquivo pessoal.

As áreas específicas de cada um dos três tratamentos instalados na área experimental foram as seguintes: T1 - tratamento de 100 L.ha<sup>-1</sup>, área de 5,08 hectares (Figura 4-A); T2 - tratamento de 130 L.ha<sup>-1</sup>, área de 3,89 hectares (Figura 4-B); T3 - tratamento de 160 L.ha<sup>-1</sup>, área de 3,17 hectares (Figura 4-C).

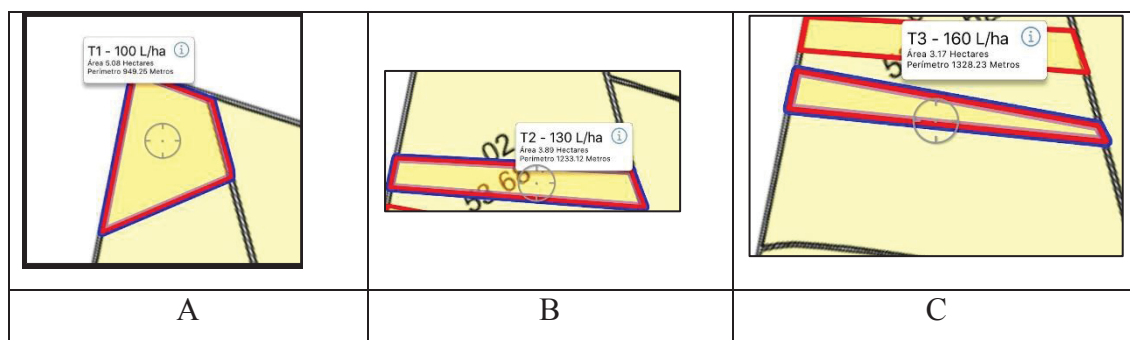


FIGURA 4. Demarcação georreferenciada dos tratamentos T1, T2 e T3. Fazenda Bonança. Município de Água Clara – MS. FONTE: Arquivo pessoal

As variações nas áreas do tratamento ocorreram devido a capacidade do tanque, ou seja, realizou-se a regulagem do pulverizador e ao se esgotar a água do tanque era demarcada a respectiva área de abrangência.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em fatorial (3x3), onde foram divididas as áreas de cada tratamento em 3 partes e então foram realizadas as

repetições. Desta forma, cada repetição apresentou as seguintes áreas: T1 – 1,69 hectare, T2 – 1,29 hectare e T3 - 1,05 hectare.

Dentro de cada repetição foi instalado uma unidade amostral de 24,3 m<sup>2</sup> (3,45 x 7,05 m), realizando-se as avaliações. Para tanto, foram realizadas as seguintes análises relacionadas às atividades.

Para o mapeamento das plantas daninhas existentes nas parcelas, foram realizadas amostragens em grade conforme recomendado por Lutman e Perry (1999), na medida idêntica ao do tamanho das parcelas de avaliações, com 24,3 m<sup>2</sup> (3,45 x 7,05 m) composta por quadrados amostrais de 0,4 m<sup>2</sup>.

O sistema de pulverização utilizado nos tratamentos era composto por um tanque de herbicida, situado na frente do trator apoiado em um suporte de ferro e por um pulverizador que estava acoplado no trator através dos 3 pontos (braços hidráulicos e estirantes).

O pulverizador constituiu-se por uma barra de ferro, protegida por revestimentos de borracha, chamada de “borrachão” (Conceição), sendo que na barra foram fixadas as 5 pontas de pulverização, com altura de 50 centímetros da planta-alvo e distanciadas 50 centímetros uma da outra, ou seja, a faixa de aplicação foi de 2,5 metros, garantindo assim cobertura total das plantas daninhas que estavam situadas nas entrelinhas do plantio de eucalipto.

Para a determinação da dose do herbicida dos tratamentos, utilizou-se a dosagem padrão da empresa e também de bula, que é de 2,8 L.ha<sup>-1</sup> do produto. Geralmente, as operações com o uso do glifosato são realizadas ao menos após 120 dias de plantio, na fase considerada de manutenção florestal, pois são atividades minuciosas, e qualquer desvio pode ocasionar perdas de produtividade, através da fitotoxicidade do herbicida com a cultura principal, visto que o produto não é seletivo.

O equipamento de pulverização utilizado no trabalho possuía uma bomba elétrica da marca “shurflo”, com tensão de alimentação de 12 volts e com capacidade de pressão de 13,6 L/min, que é ligada na bateria do trator e que realiza a sucção da água do tanque para encaminhá-la através de mangueiras para as pontas de pulverização.

Entre o tanque de água e as pontas de pulverização foram alocados 2 filtros, sendo um deles alocado na saída do tanque, que é o filtro de sucção, e o outro que se posiciona antes da chegada da calda nas pontas de pulverização, classificado como filtro de linha, que têm a função de reter as possíveis impurezas que estiverem na água, de maneira a evitar danos nas pontas ou entupimento das mangueiras. Para garantir a estabilidade da

pressão da pulverização, foi instalada uma válvula reguladora de pressão conjugada com um manômetro de precisão antes da chegada da calda nas pontas de pulverização.

#### 4.2.1 Critérios adotados para garantir a qualidade e a segurança da operação

A fim de se realizar a calibração do pulverizador para os tratamentos e repetições, foram adotados alguns critérios, dentre eles:

- a) Treinamento operacional da equipe - antes de iniciar as atividades, todos os colaboradores envolvidos na operação foram devidamente orientados a respeito do trabalho que seria realizado (Figura 5);



FIGURA 5. Treinamento operacional da equipe. Município de Água Clara – MS. FONTE: Arquivo pessoal.

- b) Regulagem, verificação e vistoria dos equipamentos – os equipamentos foram regulados em relação a altura da barra de pulverização e distância entre as pontas de pulverização (Figura 6-A). Também foi definida a velocidade de trabalho determinada em 8,2 km/hora, a partir de testes realizados com os operadores dentro do talhão, em que se avalia a condição do terreno e a capacidade de se manter a velocidade determinada. Com o auxílio de uma válvula reguladora de pressão em conjunto com o manômetro, foi definida em 2 bar a pressão da pulverização. Em seguida foram verificados e vistoriados todos componentes do pulverizador, mangueiras, filtros, entre outros (Figura 6-B).

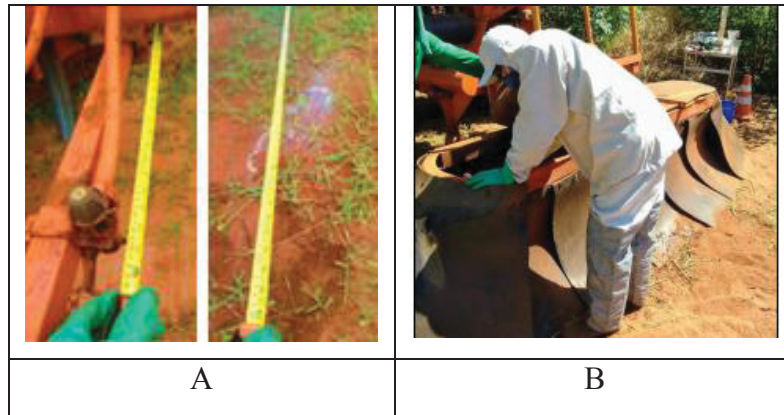


FIGURA 6. Aspectos da regulagem, verificação e vistoria dos equipamentos. A – verificação da distância entre as pontas. B – vistoria dos componentes do pulverizador, mangueiras, filtros, entre outros. Município de Água Clara – MS. FONTE: Arquivo pessoal.

- c) Escolha das pontas de pulverização – para o tratamento de 100 litros de calda por ha, a ponta de pulverização utilizada foi a MUG 015 da fornecedora Magnojet, que apresenta um ângulo de ação 110 °, com a propriedade de produzir gotas de classe ultra grossa. Para o tratamento com a aplicação do volume de calda de 130 L.ha<sup>-1</sup>, utilizou-se a ponta de pulverização também da fornecedora Magnojet, denominada de MUG 020, com ângulo de ação de 110° e também com a propriedade de produzir gotas de classe ultra grossa. No tratamento de 160 L.ha<sup>-1</sup>, que é a testemunha, utilizou-se a ponta de pulverização ADIA03, da fornecedora Magnojet, que apresenta um ângulo de abertura de 110° e com um espectro de gotas com classificação que pode variar de muito grossa até extremamente grossa.
- d) Calibragem das pontas de pulverização – Para a calibragem das pontas de pulverização, foi demarcada uma distância de 50 metros, e determinado o tempo médio para percorrer essa distância, que foi de 22 segundos. A determinação da vazão das pontas foi realizada com o auxílio de uma proveta graduada de 1.000 ml certificada pelo Inmetro; A vazão de cada ponta da barra de pulverização foi determinada a partir da coleta da vazão por 22 segundos que foi o tempo médio determinado para que os tratores percorressem a distância de 50 m. Portanto, para o tempo de coleta de 22 segundos, o volume de coletado para os tratamentos foi o seguinte: Tratamento T1 (100 L.ha<sup>-1</sup>), 250 ml por ponta de pulverização (Figura 7A); Tratamento T2 (130 L.ha<sup>-1</sup>), 325 ml por ponta de pulverização (Figura 7B); Tratamento T2 (160 L.ha<sup>-1</sup>),

400 ml por ponta de pulverização (Figura 7C). Esses valores são os necessários para realizar-se a aplicação em 125 m<sup>2</sup> (faixa de aplicação = 2,5 m x comprimento percorrido para realizar-se a aferição = 50 m). Extrapolando o tempo de coleta para uma área de 1 hectare (10.000 m<sup>2</sup>), tem-se : Tratamento T1 (100 L.ha<sup>-1</sup>), 20 L por ponta de pulverização; Tratamento T2 (130 L.ha<sup>-1</sup>), 26 L por ponta de pulverização; Tratamento T2 (160 L.ha<sup>-1</sup>), 32 L por ponta de pulverização.

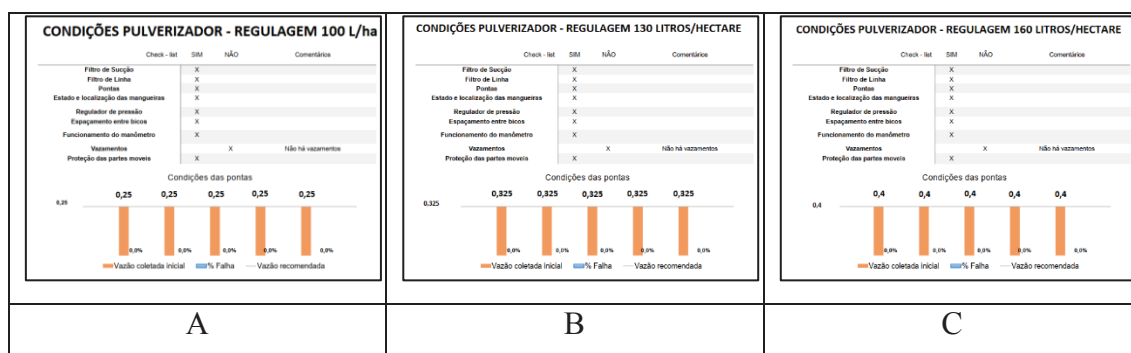


FIGURA 7. Determinação da vazão das pontas de pulverização. Município de Água Clara – MS. FONTE: Arquivo pessoal.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS TRATAMENTOS (DIFERENTES VOLUMES DE CALDA) SOBRE AS PLANTAS DANINHAS

Para avaliar a eficiência do controle de plantas daninhas, neste trabalho foi utilizado o método de análise visual descrito pela Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), utilizado em trabalhos de autores como Neves et al. (2009), Bracamonte et al. (1999). Também foi avaliada a fitointoxicação das plantas daninhas existentes nas parcelas aos 20, 60 e 180 dias após a aplicação dos três tratamentos, conforme parâmetros definidos na Tabela 1.



TABELA 1. Escala utilizada para avaliação da fitointoxicação das plantas daninhas após a aplicação dos tratamentos

Valor	Descrição
0	Nenhuma
1	Fraca
2	Regular
3	Forte
4	Muito forte

FONTE: Adaptada de SBCPD (1995)

#### 4.3.3 Análise da influência dos volumes de calda sobre os aspectos operacionais e os custos das aplicações de herbicidas

Quando se propõe alterar o volume de calda de uma operação de pulverização, desencadeia-se uma série de fatores operacionais que são primordiais para a elaboração do custo de uma atividade agrícola. Portanto, a partir de estudos de tempo foram coletados dados de produção diária, de paradas operacionais para abastecimentos, foram identificadas e avaliadas as eficiências operacionais para cada tratamento realizado. Conseqüentemente, foram avaliados os aspectos técnicos e ambientais do uso de um recurso natural tão importante que é a água, a fim de se buscar um equilíbrio para a utilização da mesma.

Com os resultados obtidos foi realizada uma simulação dos custos da aplicação para os 3 tratamentos testados (T1 – 100 L.ha<sup>-1</sup>; T2 – L.ha<sup>-1</sup>; T3 – 160 L.ha<sup>-1</sup>), para uma área de 1.000 hectares.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS DA ÁREA DE ESTUDO

Através da metodologia utilizada, determinou-se que a planta daninha predominante da área é composta pela espécie *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, que é uma nova cultivar de braquiária e a primeira forrageira protegida criada pela Embrapa no ano de 2006, após 16 anos de intensas avaliações sobre o seu uso em diversas regiões do país (VALLE et al., 2007).

A cultivar é de origem africana, a partir de uma coleção importada com aproximadamente 300 genótipos de braquiárias, sendo que a mesma apresentou ótimas condições de produtividade em regiões do bioma Cerrado. Em estudos realizados pela Embrapa, evidenciou-se que *U. brizantha* cv. BRS Piatã apresentou boa adaptabilidade a solos de média e boa fertilidade das zonas tropicais brasileiras onde outras cultivares como os capins marandu e xaraés são largamente utilizados. O nome “piatã” é de origem tupi-guarani e significa fortaleza, atribuída a essa cultivar pelas suas características de robustez e produtividade (ALMEIDA et al., 2009).

*U. brizantha* caracteriza-se por apresentar ótima facilidade de disseminação devido à grande quantidade de sementes produzidas e à dormência das mesmas, facilitando a sua dispersão ao longo do tempo e, portanto, se torna uma grande planta daninha muito agressiva com a cultura do eucalipto (SANTOS, 2007).

### 5.2 FITOINTOXICAÇÃO E CONTROLE DE *U. BRIZANTHA* PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS

No dia da aplicação do tratamento T1, as plantas de *U. brizantha* estavam vigorosas, sem sinal aparente de intoxicação ou qualquer outro problema fisiológico (Figura 8-A e 8-B).



FIGURA 8. Condição inicial das plantas de *U. brizantha*, no dia 12/03/2020, onde se realizou o tratamento de aplicação de herbicida glifosato. A – Tratamento T1 - 100 L.ha<sup>-1</sup>. B – Tratamento T2 - 130 L.ha<sup>-1</sup>. FONTE: Arquivo pessoal

### 5.2.1 Efeito do volume de calda de 100 L.ha<sup>-1</sup> sob *U. brizantha* com 20, 60 e 180 dias após a aplicação

Através da análise visual, logo aos 20 dias após a realização da aplicação do herbicida glifosato com o volume de calda de 100 L.ha<sup>-1</sup> já se evidenciou que as plantas daninhas da parcela estavam totalmente intoxicadas, conforme observa-se na Figura 9, classificando-as de acordo com a escala pré-determinada em muito forte (nível 4 – Tabela 2).

TABELA 2. Avaliações da fitointoxicação de *U. brizantha* sob o volume de calda de 100 L.ha<sup>-1</sup>

VOLUME DE CALDA (LITROS/HECTARE)	AVALIAÇÕES (DAA)		
	20	60	180
100	4	4	4

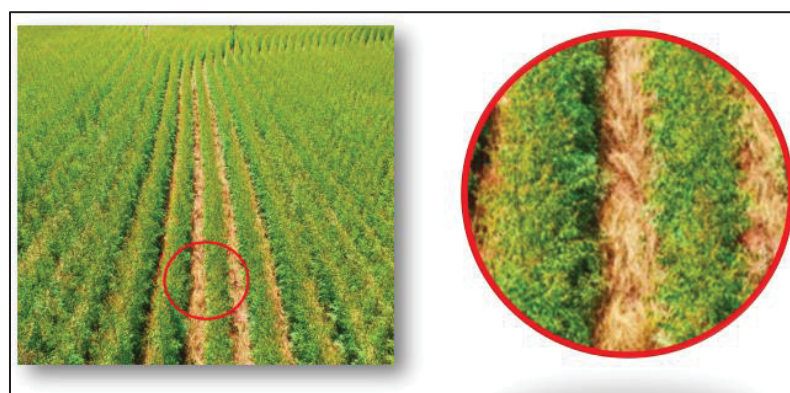


FIGURA 9. Após 20 dias da aplicação, observa-se que as plantas daninhas presentes no tratamento de 100 L.ha<sup>-1</sup> já se encontravam completamente intoxicadas. FONTE: Arquivo pessoal

Os mesmos resultados foram identificados nas avaliações de 60 e 180 dias após a aplicação (Figura 10), ou seja, nível máximo de controle, classificado em muito forte.



FIGURA 10. Respectivamente 60 e 180 após a aplicação do herbicida glifosato com volume de calda de 100 L.ha<sup>-1</sup>. FONTE: Arquivo pessoal

Uma das preocupações que se havia com a redução do volume de calda para 100 L.ha<sup>-1</sup> era em função da concentração do equivalente ácido de glifosato presente na aplicação - 15,12 gramas de glifosato por litro de água -, que em comparação com a dosagem do tratamento convencional de 160 L.ha<sup>-1</sup>, apresentaria um aumento significativo de 60%.

Segundo Ambach e Ashford (1982), o glifosato tem melhor eficiência quando há redução no volume de calda da aplicação decorrente da maior concentração de ingrediente ativo nas gotículas de pulverização, porém, essa situação deve ser avaliada tanto pelos aspectos positivos quanto pelos negativos, pois da mesma forma que o glifosato causa prejuízos para as plantas daninhas, pode causar também danos irreversíveis para a cultura principal se ocorrer deriva (ANDRADE, 2012).

Portanto, tais preocupações são pertinentes devido ao alto risco com as derivas na aplicação. Bode (1984) afirma que a deriva em equipamentos terrestres pode variar de 5 a 9% da dose aplicada, assim sendo, pode ocasionar fitointoxicações na cultura principal, e conseqüentemente perdas na produtividade final.

Contudo, não foi identificado sintoma de fitointoxicação no eucalipto, fato esse decorrente das metodologias utilizadas no presente trabalho, com o devido treinamento dos operadores, com a escolha assertiva das pontas de pulverização, com a utilização da Conceição (proteções de borracha ao redor das barras de pulverização), como também com os devidos cuidados relacionados aos fatores meteorológicos, dentre estes: o acompanhamento da temperatura, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento.

De acordo com Krejci (1987) a utilização do glifosato tem apresentado ótimos resultados com eficiência em torno de 90% após 150 dias de aplicação quando aplicado sob as condições técnicas ideais, resultado semelhantes são observados neste trabalho (Figuras 9 e 10).

De modo geral, é recomendado que as aplicações sejam realizadas quando a umidade relativa do ar for maior que 50%, a temperatura ambiente for menor que 30°C e ventos com velocidade entre 3,0 e 7,0 km/h (DIAS et al., 2019), condições similares ao dia da aplicação deste tratamento.

Não foram identificadas falhas na aplicação, ou seja, todas as plantas daninhas foram devidamente controladas, em função da ótima cobertura da aplicação e também do herbicida glifosato utilizado apresentar característica sistêmica, ou seja, a partir do momento em que é absorvido pelas folhas, o produto começa o processo de translocação no interior da planta através do xilema e floema, até atingir as raízes e eliminá-las (TAIZ; ZEIGER, 2004).

### 5.2.2 Efeito do volume de calda de 130 L.ha<sup>-1</sup> sob *U. brizantha* aos 20, 60 e 180 dias após a aplicação

Aos 20 dias após a aplicação, as plantas daninhas da parcela estavam totalmente intoxicadas, conforme observa-se na Figura 11, e também apresentaram nível 4 na escala da intoxicação, ou seja, muito forte (Tabela 3).

TABELA 3. Avaliações da fitointoxicação de *U. brizantha* sob o volume de calda de 130 L.ha<sup>-1</sup>

VOLUME DE CALDA (LITROS/HECTARE)	AVALIAÇÕES (DAA)		
	20	60	180
130	4	4	4



FIGURA 11. Intoxicação de *U. brizantha*, 20 dias após a aplicação do Tratamento T2 - 130 L.ha<sup>-1</sup>. FONTE: Arquivo pessoal.

Similares aos dados evidenciados após 20 dias do tratamento com volume de calda de 130 L.ha<sup>-1</sup>, nas avaliações de 60 e 180 dias as plantas de *U. brizantha* apresentavam sintomas muito fortes de intoxicação grau de intoxicação nível 4 (Figura 12).



FIGURA 12. Grau de intoxicação nível 4 – muito forte, de *U. brizantha*, observados aos 60 e 180 dias após a aplicação do Tratamento T2 - 130 L.ha<sup>-1</sup>. FONTE: Arquivo pessoal

A dosagem de equivalente ácido nesse tratamento foi de 11,63 gramas de glifosato por litro de água, ou seja, 23% de concentração acima do convencional. Não foi observada

intoxicação na cultura principal. Nota-se que o índice de brotação da braquiária foi praticamente zero no período de estudo, comprovando que o sistema radicular foi atingido de maneira eficaz.

### 5.2.3 Efeito do volume de calda de 160 L.ha<sup>-1</sup> sob *U. brizantha* aos 20, 60 e 180 dias após a aplicação.

A pulverização utilizando-se o volume de calda 160 L.ha<sup>-1</sup> é a padrão da empresa, ou seja, já é uma aplicação consolidada e com ótimos resultados, visto que já se tem mais de 90.000 hectares de cultivos florestais que foram realizadas aplicações de herbicida utilizando-se essa regulagem. Portanto, esse tratamento foi considerado como a testemunha. Os resultados observados, seguindo os critérios de análise visual da SBCPD (1995), foram semelhantes aos resultados dos outros dois tratamentos, conforme observa-se na Tabela 4.

TABELA 4. Avaliações da fitointoxicação de *U. brizantha* sob o volume de calda de 160 L.ha<sup>-1</sup>

VOLUME DE CALDA (LITROS/HECTARE)	AVALIAÇÕES (DAA)		
	20	60	180
160	4	4	4

Logo aos 20 dias, as plantas daninhas presentes na área do tratamento avaliado já estavam totalmente intoxicadas, classificadas em nível 4 como muito forte.

As avaliações de 60 e 180 dias apenas comprovaram a eficiência do tratamento utilizado já consolidado pela empresa, sendo que as plantas daninhas também apresentaram grau de intoxicação nível 4 (Figura 13). Não foi identificada avaria na aplicação nos aspectos relacionados com deriva de aplicação, como também não foram observadas falhas na cobertura da aplicação. Não se evidenciou índice de brotações da braquiária. O volume de equivalente ácido de glifosato para esse tratamento foi de 9,45 gramas por litro de água.



FIGURA 13. Respectivamente, avaliações de 60 e 180 após a aplicação de herbicida com o volume de calda de 160 L.ha<sup>-1</sup>. FONTE: Arquivo pessoal

### 5.3 INFLUÊNCIA DOS DIFERENTES VOLUMES DE CALDA SOBRE OS ASPECTOS OPERACIONAIS E OS CUSTOS DAS APLICAÇÕES DE HERBICIDAS

Além dos aspectos técnicos e ambientais que envolvem a escolha de um volume de calda adequado para as aplicações de herbicida, indubitavelmente deve-se avaliar também os aspectos operacionais, pois estes impactam diretamente nos custos das atividades.

Quanto maior o volume de calda utilizado na pulverização, proporcionalmente maior será o número de abastecimentos de água que os tanques de pulverização irão necessitar para realizarem a atividade, ocasionando assim um maior período de tempo dos equipamentos parados aguardando tais abastecimentos, gerando horas de tratores ociosas e conseqüentemente mais gastos com as viagens de caminhões-pipas até o ponto de captação para buscar água, diminuindo assim a eficiência operacional da atividade.

Quando se reduz a eficiência operacional, aumenta-se gradativamente o número de horas trabalhadas dos equipamentos e das mãos-de-obra necessárias para se atingir a produção almejada, ou seja, eleva-se o custo da operação.

Para tanto, no específico trabalho, foi realizado um estudo comparativo de custos entre os três tratamentos utilizados, através da dados-base da empresa.



Observa-se na Figura 14 os dados comparativos entre os três tratamentos. Através do estudo de tempos e movimentos em campo, definiu-se em 30 minutos o tempo perdido por equipamento a cada abastecimento do tanque de pulverização com a calda, considerando o momento de saída até o retorno para o talhão onde se realizava a operação.

<b>Volume do tanque = 400 litros</b>	<b>160 litros</b>	<b>130 litros</b>	<b>100 litros</b>
<b>Rendimento do tanque (hectares/tanque)</b>	3,17	3,89	5,08
<b>Minutos trabalhados por dia</b>	390	390	390
<b>Tempo de abastecimento (minutos)</b>	30	30	30
<b>Total de abastecimentos (diário)</b>	3,47	2,82	2,16
<b>Total de tempo gasto em abastecimentos (minutos/dia)</b>	104,1	84,6	64,8
<b>Rendimento da operação (hectares/hora produtiva)</b>	1,7	1,7	1,7
<b>Produção diária (hectares/dia)</b>	11	11,55	12,1
<b>Valor da operação (R\$/hectare)</b>	R\$ 218,90	R\$ 218,90	R\$ 218,90
<b>Faturamento diário por máquina</b>	R\$ 2.407,90	R\$ 2.528,30	R\$ 2.648,69
<b>Faturamento mensal por máquina (22 dias trabalhados)</b>	R\$ 52.973,80	R\$ 55.622,49	R\$ 58.271,18

FIGURA 14. Comparativo de rendimento operacional entre os três tratamentos. FONTE: Arquivo pessoal

Nota-se que a produção diária do tratamento com o uso do volume de calda de 160 L.ha<sup>-1</sup> foi de 11 hectares, já no tratamento com 130 L.ha<sup>-1</sup> atingiu-se 11,55 hectares por dia e no tratamento com pulverização utilizando volume de calda de 100 L.ha<sup>-1</sup> a produção foi 12,1 hectares por dia.

Com o aumento da produção diária, consequentemente aumentou o faturamento diário por trator, sendo que no tratamento de 160 L.ha<sup>-1</sup> o valor foi R\$ 2.407,90 (R\$ 52.973,8 mensais), no tratamento com o uso de 130 L.ha<sup>-1</sup> o valor diário foi R\$ 2.528,3 (R\$ 55.622,49 mensais) e no tratamento com o menor volume de calda, utilizou-se 100 L.ha<sup>-1</sup> e o faturamento diário foi R\$ 2.648,69 (R\$ 58.271,18 mensais). O faturamento mensal do tratamento T3 foi 10% maior que o verificado para o tratamento T1.

Através dos dados obtidos no presente trabalho e utilizando dados internos da empresa, foi realizada também uma projeção de redução de custos, considerando tanto equipamentos quanto mão-de-obra a serem utilizados, simulando um projeto de 1.000 hectares.

Nesta condição hipotética de um projeto de 1.000 hectares a serem realizados de aplicação de herbicida em faixa de 2,5 metros nas entrelinhas do eucalipto, comparando os dois tratamentos com volume de calda de 130 e 100 L.ha<sup>-1</sup> com o tratamento testemunha (convencional de 160 L.ha<sup>-1</sup>), observaram-se a economia de R\$ 3.978,2 e R\$ 7.568,95, respectivamente (Figura 15).

<b>Produção = 1.000 hectares</b>	<b>160 litros</b>	<b>130 litros</b>	<b>100 litros</b>
<b>Horas necessárias de tratores</b>	590	562	537
<b>Dias trabalhados (considerando 01 trator)</b>	91	87	83
<b>Valor hora trator operação de pulverização</b>	R\$ 129,15	R\$ 129,15	R\$ 129,15
<b>Economia equipamentos comparativa com 160 litros/hectare</b>	R\$ 0,00	R\$ 3.616,20	R\$ 6.844,95
<b>Salário médio bruto tratorista (30 dias)</b>	R\$ 2.716,05	R\$ 2.716,05	R\$ 2.716,05
<b>Valor diária média tratorista</b>	R\$ 90,50	R\$ 90,50	R\$ 90,50
<b>Valor real gasto por tratorista (1.000 hectares)</b>	R\$ 8.235,50	R\$ 7.873,50	R\$ 7.511,50
<b>Economia mão-de-obra comparativa com 160 litros/hectare</b>	R\$ 0,00	R\$ 362,00	R\$ 724,00
<b>Economia total = equipamentos + mão-de-obra</b>	R\$ 0,00	R\$ 3.978,20	R\$ 7.568,95

FIGURA 14. Redução de custos com equipamentos e mão-de-obra em simulação de 1.000 hectares de produção. FONTE: Arquivo pessoal

Esses valores obtidos realmente são expressivos, principalmente nos moldes atuais que as empresas florestais estão pressionadas a otimizarem os recursos e consequentemente a buscarem tarifas de atividades mais competitivas com o mercado nacional.

Além da redução de custos diretos, são possíveis reduções em custos indiretos que não foram abordados no presente trabalho, visto que, através da redução de mão-de-obra e equipamentos de produção, é cabível de avaliar-se a redução de alguns custos administrativos e de apoio operacional que oneram o custo da atividade, como exemplo a quantidade total de supervisores, líderes, encarregados, analistas, técnicos de segurança, mecânicos, motoristas de caminhão-comboio, dentre outros. Outro fator muito importante que deve ser considerado é que, através da redução nas horas trabalhadas, minimiza-se o risco de acidentes e incidentes por hectare.

Contudo, apesar de serem identificadas oportunidades de ganho financeiro através da redução dos custos com a operação - que pode ser representativa em uma considerável escala de produção - o presente trabalho carece de mais dados aprofundados relacionados às desvantagens de se reduzir o volume de calda de uma aplicação, visto que, a partir dessa redução de água, aumenta-se a concentração do ingrediente ativo do herbicida na pulverização, consequentemente aumentando os riscos ambientais através de derivas, ou até mesmo a partir de vazamentos do pulverizador em si que podem ocasionar prejuízos para a cultura principal. Além disso, aumentam-se os riscos toxicológicos para os operadores.

Outro ponto a ser discutido é de que se a aplicação for realizada em situações com temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento favoráveis para as aplicações,

e também forem adotados critérios rigorosos com a escolha adequada do pulverizador para a área trabalhada, com a devida conscientização dos colaboradores envolvidos na operação através de rotinas de treinamentos, portanto, os riscos para eventuais desvios são minimizados.

Em síntese, outros aspectos complementares precisam ser estudados em relação a redução do volume de calda nas áreas em que este estudo foi realizado, pois a alteração de uma operação tem aspectos positivos e negativos e só é viável se atender as exigências de qualidade e de segurança operacional, ambiental.

## 6 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, as conclusões deste trabalho são as seguintes:

- ✓ A planta daninha que predomina nas áreas experimentais deste trabalho é *Urochloa brizantha*.
- ✓ Todos os volumes de calda avaliados são eficientes para controlar a população de plantas daninhas existentes nas áreas amostrais.
- ✓ Em todas as avaliações realizadas nos tratamentos testados a escala de fitointoxicação de *U. brizantha* indicou o nível máximo – muito forte.
- ✓ O aumento do volume de água na calda aplicada por hectare gera mais operações de abastecimento, aumenta o volume de água a ser transportado, reduz o rendimento dos pulverizadores e aumenta os custos por unidade de área. Por sua vez a redução de água na calda aplicada por hectare tem efeito inverso nestas operações.
- ✓ O faturamento mensal do tratamento com menor volume de calda foi 10% maior que o verificado para o tratamento T1.
- ✓ A simulação da aplicação dos tratamentos com menor volume de calda, para uma área de 1.000 ha, indica que haveria uma economia de R\$ 7.568,95 para o tratamento com menor volume de calda por ha.

## REFERÊNCIAS

AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. Disponível em: <<http://agrofit.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20/08/2020.

ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Taxas e métodos de semeadura para *Brachiariabrizantha* cv. BRS Piatã em safrinha**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2009. 12p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 113).

AMBACH, R. M., ASHFORD, R. Effects of variations in drop makeup on the phytotoxicity of glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v.30, n. 3, p. 221-224, 1982.

ANDRADE NETO, E. F. (2012); Seletividade de herbicidas inibidores da enzima Accase no controle de *Brachiaria sp.* no cultivo de eucalipto. Dissertação de Mestrado em Silvicultura, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba. Brasil, 108p.

BODE Downwind drift deposits by ground applications. Em *Proc. Pesticide Drift Management Symp.* South Dakota State University. Brookings, SD, EEUU. p. 50, 1984.

BRACAMONTE, E. R. et al. Eficiência do herbicida sethoxydim em função do volume de calda no controle de papuã (*Brachiaria plantaginea* na cultura da soja. R. Bras. Agroci., v. 5, n. 1, p. 60-63, 1999.

CARVALHO, L. B. **Herbicidas**, Lages- SC, Edição do Autor, 2013.

CIESLIK, L. F., R. A. VIDAL, AND M. M. TREZZI. “Environmental Factors Affecting the Efficacy of ACCase-Inhibiting Herbicides: A Review.” **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 483-489, 2013.

DIAS, R. C., GOMES, D. M., ANUNCIATO, V. M., BIANCHI, L., SIMÕES, P. S., CARBONARI, C. A., VELINI, E. D. Seleção de espécies bioindicadoras para o herbicida indaziflam. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 18(2), 650-1, 2019.

FREITAS, F.C.L.; TEIXEIRA, M.M.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; MACHADO, A.F.L.; VIANA, R.G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização turbo teejet 11002 em diferentes condições operacionais. *Planta Daninha*, v.23, n.1, p.161-167, 2005.

IBA - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório 2019 Report 2019. **Relatório**, p. 1–80, 2019.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Relatório de comercialização de agrotóxico - Boletim 2017. [access in: JUL 2020]. Available in: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-deagrotoxicos#historicodecomercializacao>.

INMET (2014). **Instituto Nacional de Meteorologia. Temperatura máxima e índice pluviométrico de Água Clara – MS.** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. (Acessado em 20 de junho de 2020).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017). Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil. Consultado em 10 de junho de 2020.

KREJCI, LUIZ CARLOS. “Utilização de herbicidas em plantios de Eucalyptus.” *Série Técnica IPEF*, vol. 4, no. 12, 1987, pp. 92–115.

LUTMAN, P. J. W.; PERRY, N. H. Methods of weed patch detection in cereal crops. In: THE 1999 BRIGHTON CONFERENCE — WEEDS, Brighton, 1999. **Proceedings...** Brighton: BCPC, 1999. p. 627-634.

MATUO, T; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: **ABEAS - Curso de proteção de plantas. Módulo 2.** Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. **Herbicidas: mecanismos de ação e uso.** Planaltina. Embrapa Cerrados, 2008. 34 p.

MORAES, R. F. DE. Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. **Ipea**, p. 76, 2019.

NEVES, D. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; VALTER FILHO, V. V. Hormese no crescimento do algodoeiro por subdoses de glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Foz do Iguaçu. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 915-922.

OLIVEIRA JR., R. S. Introdução ao Controle Químico. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, p. 125–140, 2011.

OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura pecuária e floresta. Viçosa, SIF, p. 193, 2010.

OPENSTREETMAP. Openstreetmap. 2020. Disponível em: Acessado em Junho de 2020.

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

REZENDE, E. H. et al. Fitotoxicidade de eucalipto submetido a herbicidas inibidores de accase utilizados no controle de capim-braquiária (*Brachiaria* sp.). **BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE - Revista de Agricultura**, v. 91, n. 1, p. 26, 2016.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: [s.n.], p. 591, 2005.

ROMAN, E. S. et al. Como Funcionam Os Herbicidas. p. 1–152, 2005.

SANTOS, M.V. Efeito do glifosato sobre a ferrugem da soja - **Revista Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 149-155, 2007.

SILVA, E. A. O processo produtivo do carvão vegetal: um estudo em Mato Grosso do Sul. 2002. 308f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, Presidente Prudente.

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

SOUZA, P. G. D. E.; Influência do controle mecânico e do controle químico de plantas infestantes sobre o crescimento de mudas de *Eucalyptus* L ´ Hér, 1789. Dissertação. Programa de Pós-Grauação em Engenharia Floretal da UFPR. 2008.

TAIZ, L. & ZEIGER, E., Fisiologia vegetal. 3a edição. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004.

TOLEDO, R.E.B. **Efeitos da faixa de controle e dos períodos de controle e de convivência de *Brachiaria decumbens* Stapf no desenvolvimento inicial de plantas de x *Eucalyptus urograndis***. Piracicaba: ESALQ, 1998. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1998.

TUFFI SANTOS, L. D.; MEIRA R. M. S. A.; SANTOS, I. C.; FERREIRA, J. A. Efeito do *glyphosate* sobre a morfoanatomia das folhas e do caule de *Commelia difusa* e *C. benghalensis*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 101 – 108, 2004.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; VALÉRIO, J. R.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; DIAS-FILHO, M. B. *Brachiaria brizantha* cv. *Piatã*: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. *Seed News*, v. 11, n. 2, p. 28-30, 2007.

VIANA, R.G.; FERREIRA, L.R.; TEIXEIRA, M.M.; CECON, P.R.; FREITAS, F.C.L.; QUIRINO, A.L.S.; SANTOS, M.V. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-11. Planta Daninha, v.25, n.1, p.211- 218, 2007.

VIDAL, R. A. Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre, p. 165, 1997.