



**LUCAS RAFAEL DE SOUZA**

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

**LAVRAS - MG  
2022**

**LUCAS RAFAEL DE SOUZA**

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Engenharia Florestal, área de concentração Silvicultura, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho  
Orientadora

**LAVRAS - MG  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da  
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo próprio autor.**

de Souza, Lucas Rafael.

Métodos de controle de plantas daninhas em restauração  
florestal / Lucas Rafael de Souza. - 2022.

71 p. : il.

Orientador(a): Soraya Alvarenga Botelho.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Restauração florestal. 2. Controle de plantas daninhas. 3.  
Recuperação de áreas degradadas. I. Botelho, Soraya Alvarenga. II.  
Título.

**LAVRAS- MG  
2022**

**LUCAS RAFAEL DE SOUZA**

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

**CONTROL METHODS OF WEED IN FOREST RESTORATION**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Engenharia Florestal, área de concentração Silvicultura, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 14 de fevereiro de 2022

Dra. Soraya Alvarenga Botelho – UFLA.

Dr. Lucas Amaral de Melo – UFLA.

Dra. Nilza de Lima Pereira Sales – UFMG.

Dra. Aldenir Teixeira da Gama – UFMG.

Dr. Adenilson Henrique Gonçalves (suplente).

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho

Orientadora

**LAVRAS-MG**

**2022**

## **AGRADECIMENTO**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradeço a FAPEMIG- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e Fundação Renova pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade concedida para realização do mestrado e de forma especial os professores Dr. Lucas Amaral de Melo e Dra. Soraya Alvarenga de Botelho que me auxiliaram durante toda a jornada, obrigado pela paciência e tempo dedicado.

A Dra. Aldenir Teixeira da Gama e Dra. Nilza de Lima Pereira Sales pessoas extraordinárias, obrigado pelo apoio, amizade e ensinamentos, minha eterna gratidão.

E por fim, gostaria de agradecer toda minha família pelo apoio e principalmente a Pâmella minha companheira e grande amiga que sempre esteve ao meu lado.

## RESUMO

As plantas daninhas, em projetos de restauração florestal, podem representar barreiras ao desenvolvimento das mudas de espécies nativas por seu elevado potencial agressivo e competidor, além de corresponder a uma parcela considerável dos investimentos, nos projetos de restauração florestal, para o controle e manutenção das áreas. Dessa forma, estudos voltados para métodos de controle de plantas daninhas são fundamentais para melhorar a sustentabilidade ecológica e financeira dos projetos de recuperação das áreas degradadas. Este trabalho buscou avaliar a efetividade de diferentes métodos de controle de plantas daninhas e os seus custos para a manutenção das áreas de restauração florestal. O estudo avaliou seis métodos de controle: controle utilizando herbicida glifosato, coroamento manual e três controles físicos, utilizando palhada, papelão e saco de fibra, além do tratamento testemunha sem intervenção. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, sendo implantado, em uma área de 0,1 hectare na Universidade Federal de Lavras, utilizando um total de 210 mudas de espécies nativas da região. Foram analisados os índices de sobrevivência, aos 3 e 10 meses após o plantio, as características morfológicas, altura total e diâmetro do coleto, aos 5 e 10 meses, após o plantio, para as espécies *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Guazuma ulmifolia*, bem como os valores de investimento para a manutenção da área e a eficiência de controle de cada tratamento, medidos pela quantidade de biomassa de plantas daninhas em cada tratamento. Aos três meses após o plantio, o tratamento com a palhada apresentou o maior percentual de mudas vivas, já, aos 10 meses após o plantio, o tratamento com coroamento manual foi o que apresentou maior percentual de sobrevivência. Todos os métodos de controle apresentaram elevada eficiência, favorecendo o crescimento das mudas em detrimento das plantas daninhas, não apresentando diferenças estatísticas entre eles, para ganhos em altura e diâmetro, aos 5 e 10 meses, após o plantio para espécies *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Guazuma ulmifolia*. Houve destaque para o controle com papelão que apresentou os melhores resultados para o controle das plantas daninhas. Já com relação aos custos de manutenção, a palhada apresentou o menor custo para a implantação e manutenção da área.

**Palavras-chave:** Controle alternativo. Controle químico. Plantas invasoras

### **ABSTRACT**

Weeds in forest restoration projects can represent barriers to the development of seedlings of native species due to their high aggressive and competitive potential, in addition to corresponding to a considerable portion of investments in forest restoration projects for the control and maintenance of areas. Thus, studies focused on weed control methods are essential to improve the ecological and financial sustainability of projects to recover degraded areas. This work sought to evaluate the effectiveness of different weed control methods and their costs for the maintenance of forest restoration areas. The study evaluated six control methods: control using glyphosate herbicide, manual crowning and three physical controls, using straw, cardboard and fiber bag, in addition to the control treatment without intervention. The experimental design was in completely randomized blocks, being implanted in an area of 0.1 hectare at the Federal University of Lavras using a total of 210 seedlings of native species in the region. The survival rates at 3 and 10 months after planting, the morphological characteristics of total height and collar diameter, at 5 and 10 months after planting were analyzed for the species *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa* and *Guazuma ulmifolia*, as well as the values of investment for the maintenance of the area and the control efficiency of each treatment, measured by the amount of weed biomass in each treatment. At 3 months after planting, the treatment with straw presented the highest percentage of live seedlings, and at 10 months after planting, the treatment with manual crowning showed the highest percentage of survival. All control methods showed high efficiency, favoring the growth of seedlings to the detriment of weeds, with no statistical difference between them for gains in height and diameter at 5 and 10 months after planting for species *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa* and *Guazuma ulmifolia*. The control with cardboard was highlighted, which presented the best results for weed control. Regarding maintenance costs, straw presented the lowest cost for implantation and maintenance of the area.

**Keywords:** Alternative control. Chemical control. Invasive plants.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Plantas daninhas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Plantas daninhas nas áreas de reflorestamento.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Competição entre plantas daninhas e espécies florestais.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Métodos de controle de plantas daninhas .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Controle mecânico.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Controle cultural .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Controle químico .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Controle físico .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da área .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Preparo da área .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Demarcação da área e plantio das mudas.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Tratamentos de controle das plantas daninhas e delineamento estatístico.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Instalação e condução do experimento.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Controle das plantas daninhas .....</b>	<b>31</b>
<b>3.4</b>	<b>Avaliações do experimento .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Biomassa de plantas daninhas e eficiência de controle .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Sobrevivência .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Altura de diâmetro do coleto.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Análise de custo .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>40</b>



<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise da biomassa de plantas daninhas e eficiência de controle.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2</b>	<b>Sobrevivência das mudas.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3</b>	<b>Desenvolvimento de altura e diâmetro das mudas .....</b>	<b>55</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise de custo de manutenção.....</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a aprovação do novo código florestal brasileiro, no fim do ano de 2012 (Lei nº 12.651/12) e a crescente conscientização da sociedade sobre a importância da preservação do meio ambiente, impulsionaram-se os programas de reflorestamento nos últimos anos. Dessa forma, a necessidade de regulamentação fundiária atrelada à pressão da sociedade, visando à reversão dos problemas ambientais, vem estimulando o desenvolvimento de novas técnicas e estratégias para a recuperação da vegetação nativa. Entretanto a recuperação das áreas degradadas é um processo complexo que exige do produtor rural desprendimento de tempo e recursos financeiros o que pode desestimular ou até mesmo inviabilizar os programas de reflorestamento. Em geral, áreas antropizadas possuem baixa fertilidade do solo, erosões, infestação por gramíneas exóticas principalmente do gênero *brachiaria*, fatores que elevam os custos dos projetos recuperação ambiental (FARIA et al., 2018; KLIPPEL et al., 2015).

Os custos elevados, envolvendo a recuperação florestal, da implantação até os três primeiros anos, variam de acordo com as condições do sítio, do relevo e principalmente em relação ao manejo adotado no controle de plantas daninhas, uma das principais dificuldades encontradas em programas de reflorestamento em áreas de pastagens no bioma Mata Atlântica (RESENDE; LELES, 2017).

Em novembro de 2015, ocorreu o rompimento da barragem de Fundão, no município de Mariana, no estado em Minas Gerais; essa barragem de mineração continha aproximadamente 50 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos que foram lançados no meio ambiente. Pela magnitude do desastre, foram arrasadas as áreas de preservação permanentes, matas nativas, assoreamento dos leitos dos rios, destruição de mangues, destruição de áreas de reprodução de peixes, territórios indígenas, pastos, áreas agrícolas e propriedades de comunidades tradicionais. Entre as ações emergenciais, para a recuperação das áreas atingidas pelo rejeito, foi realizado o plantio de um mix de espécies contendo sementes de gramíneas e leguminosas na superfície das grandes áreas afetadas pela lama, priorizando as comunidades e áreas de preservação permanente (APPs), sendo vetada a utilização do controle químico para a supressão de plantas daninhas nas áreas atingidas pelo rejeito (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2016).

A supressão da mata nativa torna as áreas propensas à colonização por espécies exóticas, como é o caso de gramíneas, capim-gordura e braquiária, espécies amplamente utilizadas para a

formação de pastagem em todo o país. Essas espécies apresentam altas taxas de crescimento, dispersam grande quantidade de sementes no solo, estabelecendo-se rapidamente nas áreas competindo por recursos com as espécies nativas, provocando perdas da biodiversidade, reduzindo o potencial de regeneração das áreas, tornando-se um desafio aos processos de regeneração natural e artificial. Trabalhos sobre essa relação demonstram que o controle ineficiente das plantas daninhas, nos primeiros anos após plantio, afeta de forma considerável a sobrevivência das espécies florestais, provocando altos índices de mortalidade, redução da altura e diâmetro do coleto, comprometendo os projetos de reflorestamento (CANTARELLI et al., 2006; CARON et al., 2012).

Para o controle de plantas daninhas, existem diversos métodos, sejam eles culturais, químicos, mecânicos e físicos, sendo os métodos mais utilizados para o controle das plantas daninhas os químicos e mecânicos. Contudo, mesmo que o método químico apresente boa eficiência, ele pode sofrer restrições quanto ao seu uso, principalmente em áreas de preservação permanente, parques nacionais, nascentes, áreas antropizadas sobre manejo restrito ou por dano que esses produtos possam causar na cultura de interesse sendo necessário o controle das plantas daninhas por outros métodos (RESENDE; LELES, 2017).

Segundo Silva et al. (2004), entre os tratos culturais, para a implantação e condução de um povoamento florestal, os que mais necessitam de mão de obra, para a sua execução, são a roçada e coroamento manual com a enxada utilizados no controle de plantas daninhas, atividades que representam parte significativa do investimento. Os autores avaliaram os custos de implantação de um plantio de eucalipto na região de cerrado e observaram que os maiores tempos de mão de obra consumida foram, durante as roçadas e coroamento, correspondendo a 27% do tempo investido em comparação com as demais atividades, como plantio, controle de formiga entre outras. Cantarelli et al. (2006) verificaram que empresas florestais Argentinas destinam 27% do capital de implantação florestal para o controle de plantas daninhas.

Os processos de recuperação e revitalização das áreas degradadas mais que complexos são dinâmicos. Compreender como os atores sociais sejam eles produtores rurais, agricultores familiares, povos tradicionais ou grandes empresas percebem o processo de recuperação florestal é fundamental, visto que os resultados ocorrem em médio e longo prazo e são eles os responsáveis pelo manejo da área. Desta forma, buscar por alternativas viáveis de controle de

plantas daninhas que consigam dialogar com as especificidades de cada projeto é fundamental para o sucesso das atividades.

Sendo assim, o presente trabalho faz parte dos esforços de pesquisa coordenados pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), para auxiliar na recuperação das áreas atingidas pelos rejeitos de mineração do rompimento da barragem no município de Mariana-MG. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar as diferentes técnicas de controle de plantas daninhas, em áreas de restrição ao uso de herbicidas, com o propósito de obter informações sobre o nível de controle de cada técnica, custos de manutenção e a respostas das espécies florestais submetidas aos diferentes tipos de manejo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Plantas daninhas**

As plantas daninhas são descritas na literatura por diversos termos, planta infestante, plantas invasoras, praga, plantas ruderais, plantas silvestres, plantas exóticas. Já o conceito agroecológico é mais flexível, considera as plantas daninhas como sendo plantas espontâneas, ou seja, plantas que surgem espontaneamente no local do plantio. Caso essas plantas apresentem algum benefício, para alcançar a trajetória de desenvolvimento e recuperação da área, são consideradas plantas companheiras e permanecem na área, já, as que provoquem algum dano à cultura, são controladas (RESENDE; LELES., 2017).

Em termos gerais, as plantas daninhas são plantas que se desenvolvem junto à cultura de interesse, provocando danos ao desenvolvimento das espécies cultivadas pela competição dos recursos do meio, água, luz e nutrientes. Uma das principais plantas daninhas, nas áreas de restauração florestal, são as gramíneas, geralmente espécie exótica com elevado potencial competidor, com potencial de suprimir o desenvolvimento das mudas florestais (FERREIRA et al., 2011).

Na visão de Silva et al. (2009), grande parte dos profissionais ligados à produção florestal ou agrícola consideram as espécies que surgem de forma espontânea na área de plantio como sendo plantas daninhas. Contudo nem sempre uma planta que surge deslocada da sua área original de ocorrência possui potencial para provocar alterações significativas no

desenvolvimento da cultura a ponto de ser considerada uma planta danosa ao plantio. Em contrapartida, uma população de plantas endêmicas pode ser consideradas plantas daninhas pelos danos relevantes que elas imprimem a cultura de interesse. Para Silva et al. (2009), plantas devem ser consideradas daninhas, a partir do momento em que estiverem interferindo negativamente no desenvolvimento das espécies florestais, sendo um erro relativizar que toda planta exótica é danosa ou que toda planta endêmica não apresenta riscos à cultura. Dessa forma, o real problema está no desequilíbrio ambiental provocado pelo homem permitindo o desenvolvimento de determinadas populações para além da capacidade-suporte do ambiente (PITELLI, 2015).

Segundo Resende e Leles (2017), para compreender as relações de manejo das plantas daninhas no meio florestal, é fundamental distinguir os cultivos florestais de produção dos povoamentos florestais destinados ao reflorestamento, os quais possuem uma relação com o meio e objetivos finais diferentes. Outro aspecto que se deve avaliar sobre as plantas que surgem de forma espontânea na área é a sua relação com a cultura de interesse. Plantas espontâneas que não causam danos às culturas ou não possuem capacidade de reduzir o seu desenvolvimento, muitas vezes, produzem mais benefícios que danos ao sítio. Plantas espontâneas, em geral, possuem alto potencial de desenvolvimento competindo com as gramíneas, são atrativas para a fauna, auxiliando na ciclagem de nutrientes, auxiliando nos processos de restauração florestal.

Portanto os projetos de restauração florestal visam recuperar a dinâmica ecológica das áreas, utilizando como catalizador desse processo o plantio de mudas florestais, sendo desejável que outras espécies, que fazem parte do sistema, ingressem na área, como herbáceas, epífitas, lianas, entre outras e se estabeleçam no sistema auxiliando para a estabilidade do meio. Contudo, mesmo em projetos de reflorestamento, que visam à maior diversidade de espécies, podem ser comprometidos pelo avanço e competição das plantas espontâneas com as mudas florestais. Dessa forma, as plantas espontâneas, que antes corroboravam com os processos de sucessão ecológica, podem vir a se tornar danosas, sendo necessário adotar medidas de controle visando sempre à sustentabilidade e objetivo final do projeto (FERREIRA et al., 2011).

### **2.1.1 Plantas daninhas nas áreas de reflorestamento**

Diversos autores relatam a ocorrência de plantas daninhas, nos projetos de restauração florestal, contudo a densidade da comunidade infestante e abundância de espécies que são

encontradas nas áreas variam, de acordo com a região, local do sítio, níveis de degradação da área, período do ano entre outros fatores (CALEGARI et al., 2013).

Já Calegari et al. (2013), avaliando o banco de sementes do solo em diferentes condições ambientais no município de Carandaí-MG, observaram variações no número de espécies e densidades para o pasto limpo e predomínio de indivíduos herbáceos, com os indivíduos das espécies *Spermacoce palustris* e *Scoparia dulcis* em quase 50% da totalidade. No pasto sujo, com predomínio de herbáceas, *Scoparia dulcis* e *Leonotis nepetifolia* perfizeram praticamente 60% do total de indivíduos. Na área de capoeira, também, apresentou-se dominada por ervas, sendo *Scoparia dulcis*, *Leonotis nepetifolia* e *Leandra purpurascens* 65% do total de indivíduos. Na área de eucalipto, apresentou 73% dos indivíduos pertencentes às espécies *Scoparia dulcis*, *Leandra purpurascens*, *Leonotis nepetifolia* e *Mitracarpus hirtum*. Os autores destacam que, em todas as situações ambientais avaliadas, houve a ocorrência de *Urochloa decumbens*, gramínea perene em maior ou menor densidade.

Portanto existe uma vasta amplitude de espécies de plantas daninhas que podem ocorrer nas áreas de restauração florestal, entretanto as gramíneas se fazem presentes em grande parte das áreas. Esse fato é abordado por Matos e Pivello (2009), segundo os quais as gramíneas de origem africana estão amplamente disseminadas no território brasileiro. Foram introduzidas com objetivos comerciais para a formação de pastagem, tais como *Melinis minutiflora Beauv.* (capim-gordura), *Urochloa spp.* (braquiárias), *Hyparrhenia* (capim-jaraguá) e *Panicum maximum Jacq.* (capim-colonião). No território brasileiro, principalmente nas regiões de climas quente e úmido, encontraram-se condições ótimas para o seu desenvolvimento. O rápido avanço pelo território nacional tornou-se uma ameaça para a biodiversidade, além de competir por recursos com as populações de gramíneas nativas, pode alterar o regime e intensidade do fogo, nas áreas invadidas, sendo ele provocado por causas naturais ou criminosas.

Desta forma, as gramíneas do gênero *Panicum sin. Megathyrsus*, *Brachiaria sin. Urochloa* e *Pennisetum* estão amplamente difundidas, nas áreas de reflorestamento, pelo fato de terem sido as mais usadas, para a formação de pastagens solteiras, corroborando para a sua disseminação. São amplamente utilizadas, para a fase de cria, recria e engorda de gado, adaptando-se em solos de baixa fertilidade e, nos mais variados climas, atingindo ótimos valores de produtividade. O Brasil contava com aproximadamente de 149,67 milhões de hectares

ocupados para a formação de pastagens e estima-se que 47% das pastagens brasileiras apresentem algum grau de degradação (LANDAU; SIMEÃO; NETO, 2020).

Segundo Crispim e Branco (2002), a gramínea *Urochloa decumbens*, popularmente conhecida como braquiária decumbens, é originária de Uganda, África, introduzida no Brasil por volta dos anos 50. A gramínea é bem adaptada ao cerrado brasileiro, caráter agressivo, sendo muito utilizada, para a contenção de erosões, pelo rápido crescimento e ramificação das raízes. Possui ciclo de vida perene, de porte baixo, possuindo resistência ao pisoteio com produção acentuada, ficando entre 10 a 15 toneladas MS/ha/ano. Por essas características, essas gramíneas são amplamente utilizadas para a contenção de taludes e voçorocas nos projetos de bioengenharia. Silva e Filho (2018) relatam que as gramíneas são comumente empregadas nas técnicas de hidrosemeaduras junto com a utilização de biomantas, contribuindo para sua disseminação nas mais diversas áreas degradadas, rodovias, áreas de mineração e encostas.

### **2.1.2 Competição entre plantas daninhas e espécies florestais**

As espécies florestais nativas são fortemente afetadas pela competição direta com as gramíneas, principalmente as do gênero braquiária, de forma mais intensa durante a fase de estabelecimento das mudas recém-plantadas no campo (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). Gramíneas, de um modo em geral, apresentam maiores adaptações ao meio que a mudas florestais, sendo capazes de colonizar áreas de baixa fertilidade, tolerantes aos períodos de secas prolongadas, alta taxa de crescimento; possuem floração e frutificação prolongadas com grande produção de sementes pequenas e de fácil maturação que perduram no solo estando viáveis por longos anos além de possuírem potencial reprodutivo por brotação (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Além das características físicas e morfológicas que conferem às gramíneas elevada rusticidade, durante os processos de evolução, grande parte das gramíneas desenvolveram metabolismo do tipo C4, o que lhes garante vantagens fotossintéticas se comparadas com as plantas de metabolismo C3 no caso as espécies florestais. Gramíneas de metabolismo C4 se beneficiam de ambientes com temperaturas mais elevadas e alta intensidade luminosa. Possuem, em suas folhas, dois tipos de células clorofiladas, as do mesófilo e as da bainha vascular, permitindo a manutenção de maiores contrações de CO<sub>2</sub>, podendo chegar até dez vezes maiores

em comparação com outras plantas e eficiência no uso da água. O metabolismo das plantas C4 apresentam altas taxas fotossintéticas, possibilitando maiores valores de incremento de biomassa em menor tempo e área foliar. Em parâmetros médios, as taxas de fotossíntese (mg CO<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup> de folha) das plantas C3 variam de 15 a 39, já, para C4, variam de 40 a 80 (MORAIS; PALHANO, 2002). A eficiência metabólica das gramíneas de metabolismo C4 de converter os recursos do meio em biomassa possibilita que sobressaiam, em relação às mudas florestais de crescimento mais lento, reduzindo o incremento de biomassa das mudas, podendo levar os indivíduos à morte principalmente pela competição por luz (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Dessa forma, as gramíneas conseguem rapidamente colonizar áreas que sofreram algum tipo de distúrbio, como abertura de clareira, por consequência do desmatamento, queimadas, área de mineração, pastos degradados, entre outros. Por isso, grande parte dos trabalhos de restauração florestal se dá em áreas com elevado grau de impacto, principalmente nas camadas superiores do solo, o que favorece a colonização por gramíneas exóticas, como *Brachiaria spp.*, o colônio (*Panicum maximum*) e o capim-gordura (*Melinis minutiflora*). Uma vez instaladas nas áreas, as gramíneas formam uma barreira que dificulta os processos de regeneração natural, restringindo a entrada de novos propágulos, oriundos das chuvas de sementes, além de limitar a germinação do banco de sementes do solo e de plântula. Assim, quando alguns indivíduos conseguem se desenvolver nessas condições extremas, a densidade e diversidades de espécies são reduzidas o que torna impossível de sustentar um ambiente florestal em longo prazo (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009).

Em razão da barreira que as plantas daninhas impõem aos processos de restauração florestal, principalmente às gramíneas, vários autores abordam o tema da interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento das mudas, nos projetos de reflorestamento, como Faria et al. (2018), Maciel et al. (2011), Rodrigues; Brancalion e Isernhagen, (2009); Pitelli (1987).

Sendo assim, o termo interferência está relacionado a uma série de relações entre as mudas florestais e população de plantas daninhas. Esse conjunto de efeitos pode ser dividido didaticamente em diretos e indiretos. A competição por recursos (água, luz, nutrientes), parasitismo, alelopatia são exemplos de interferência direta. Já as interferências indiretas têm atuação das plantas daninhas, como hospedeiras de pragas e doenças, além da facilitação de propagação de incêndios florestais pela grade produção de biomassa de grande parte das gramíneas (PITELLI, 1987).



Como citado anteriormente, a interferências direta está relacionada com a competição por recursos essenciais entre as mudas florestais e as comunidades de plantas daninhas, sendo um dos principais fatores de insucesso nos projetos de restauração florestal. Tanto as mudas florestais quanto as plantas daninhas necessitam retirar do meio os recursos necessários para o seu desenvolvimento sendo água, luz e nutrientes os principais recursos disputados entres as espécies (PEREIRA et al., 2014). Dependendo do nível de infestação, as plantas daninhas podem reduzir a disponibilidade de água do solo, por aumentar as taxas de evapotranspiração e consumo de água; outro ponto está relacionado à interceptação de parte da água da chuva, principalmente pelas espécies de folha estreita como gramíneas; a água da chuva fica retida nas folhas, penetra na banha ou mesófilo foliar ou evapora (DAVIES, 1987).

Segundo Christoffoleti et al. (1998), a eficiência, na obtenção de recursos no solo, como água e nutrientes, está relacionada diretamente com o volume de solo ocupado pelo sistema radicular da planta. Dessa forma, plantas com sistemas radiculares mais desenvolvidos possuem maior potencial competidor e, por consequência, maior desenvolvimento de biomassa ao ponto de suprimir as espécies de desenvolvimento mais lento. Os autores relatam que a competição entre as mudas florestais e as plantas daninhas é mais intensa, caso os indivíduos estejam explorando o mesmo volume de solo, que ocorre pelo maior volume radicular que as plantas daninhas são capazes de produzir, principalmente as gramíneas, explorando de forma mais efetiva os recursos do meio.

Outro aspecto abordado por Silva et al. (2000), quanto à competição entre as mudas florestais e as plantas daninhas, está ligado diretamente ao volume de água do solo absorvido pelas plantas daninhas, correlação que afeta a disponibilidade de nutrientes para as mudas florestais. A redução da disponibilidade de nutrientes se dá por maior parte dos nutrientes disponíveis no solo para as plantas estarem na fase líquida do solo. Dessa forma, plantas com maior potencial de absorção de água apresentam maior potencial, para competir pelos nutrientes disponíveis, na fase aquosa do solo. Em geral, as plantas daninhas sobressaem com relação às mudas florestais por seu potencial competidor e maior capacidade de adaptação às condições adversas do meio.

Buscando avaliar a interferência causada pelas gramíneas em mudas, florestais Silva et al. (2000) avaliaram o crescimento inicial das mudas de eucalipto, em diferentes teores de umidade no solo, em competição com a gramínea *Urochloa brizantha*. Os autores concluíram que as

mudas que cresceram em competição com as gramíneas adquiriam menor massa seca em comparação com a testemunha sem competição para os teores de água 20, 23 e 26%. A maior redução da concentração de  $\text{NH}_4^+$  e de K para o eucalipto foi observado, em condições próximas à capacidade de campo, em vez da condição sob estresse hídrico. Resultado que corrobora com os encontrados por Toledo et al. (2001) e Dinardo et al. (2003), em experimento semelhante, testando o desenvolvimento inicial das mudas de eucalipto em competição direta com as plantas daninhas *Urochloa decumbens* e *Megathyrus maximus*. Os autores observaram que, nos tratamentos com maior densidade de plantas daninhas, as mudas de eucalipto obtiveram menores valores de incremento de biomassa, resultando em menores valores de altura e diâmetro do coleto, o que interferiu negativamente no crescimento inicial das mudas em comparação com o tratamento testemunha que estava livre da competição com as plantas daninhas.

Todavia é importante salientar que o nível de interferência que as plantas daninhas podem provocar às mudas florestais está ligado a diversos fatores como: quais são as espécies de plantas daninhas presentes na área, bem como sua densidade e distribuição, tipo de mudas utilizadas, plantas nativas para a restauração ou plantios clonais de produção, densidade de plantio e espaçamento, época de plantio, condições climáticas e tratos culturais adotados antes e pós-plantio (PITELLI, 1987).

Na visão de Pitelli e Durigan (1984), a existência de plantas daninhas na área de plantio, em primeiro momento, pode não ser um empecilho para o desenvolvimento da cultura de interesse, ou seja, a relação de competição entre as plantas daninhas e as mudas florestais não resultam em danos para o desenvolvimento das mudas. Para determinar os diferentes períodos de competição com as plantas daninhas, os autores apresentaram o conceito de Período Anterior à Interferência (PAI), Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI) e Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI). O PAI é o período que decorre após o plantio, momento em que existe a competição com as plantas daninhas, entretanto, com menor intensidade, não justificando o controle pelos altos custos das operações. O PTPI é definido como período em que, a partir do plantio, a cultura deve ser mantida sem a interferência de plantas daninhas. Já o PCPI é o período crítico para a cultura, no qual a competição é mais intensa, podendo afetar a produtividade, sendo necessário adotar as medidas de controle da população infestante.

Esse conceito foi abordado por Maciel et al. (2011), ao verificarem que mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) conviveram com elevada densidade de capim-braquiária, sem

prejuízos diâmetro do coleto e altura até 150 dias após o plantio. Passando esse período, elas são impactadas de forma severa pela competição com a gramínea, reduzindo de forma considerável a sobrevivência e os ganhos de biomassa.

## **2.2 Métodos de controle de plantas daninhas**

Segundo Ferreira et al. (2011), nos plantios florestais, sejam eles destinados aos projetos de restauração ambiental ou plantios comerciais, os principais métodos de controle de plantas daninhas são os métodos mecânicos, cultural e químicos, entretanto o método de controle físico vem apresentando resultados positivos, podendo ser uma alternativa viável aos demais controles em contextos específicos como sugerido por Gonçalves et al. (2017).

### **2.2.1 Controle mecânico**

O controle mecânico das plantas daninhas engloba práticas como capinas e roçadas, podendo ser realizadas de forma manual, utilizando foices, enxadas, de forma semimecanizada, utilizando roçadeiras costais ou mecanizadas, empregando o uso de tratores e seus respectivos implementos. A capina manual, geralmente realizada com uma enxada, consiste no corte e revolvimento da parte radicular das plantas daninhas, promovendo oxidação e dessecação das raízes, sendo esse um método altamente eficaz no controle de plantas daninhas. Já a roçada consiste apenas no corte da parte aérea, sem afetar o sistema radicular da planta daninha, permitindo a sua rebrota. Mesmo que a roçada seja eficiente no controle das plantas daninhas, em razão de seu baixo rendimento operacional e elevado custo, esse método de controle deve ser utilizado apenas em coroamento ou em faixas de plantio, sendo sua aplicação em área total não recomendada (RESENDE; LELES., 2017).

No trabalho proposto por Souza e Vieira (2008), os autores realizaram um estudo do rendimento operacional médio das atividades de restauração florestal, em mata ciliar na microbacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio, no município de Jaú/SP. Os rendimentos operacionais, observados na linha de plantio, foram: roçada semimecanizada costal 0,16 ha/h/dia, roçada manual 0,08 ha/h/dia e coroamento de mudas 398 mudas/ dia. Isernhagen et al. (2012) estimam os seguintes valores de manutenção das áreas, para a roçada manual, utilizando a foice

com rendimento médio de 40 hh/ha (hora homem / hectare), mecanizada realizada por um trator de 50 HP ou de maior potência, rendimento médio de 1 hm/ha (hora máquina / hectare) e semimecanizada motorroçadeira costal com um rendimento médio de 20 hh/ha (hora homem / hectare). Entretanto vale ressaltar que os rendimentos são influenciados diretamente pela topografia do terreno, tipo de solo, nível de infestação de plantas daninhas, clima e períodos, ao longo do dia de trabalho.

### **2.2.2 Controle cultural**

O controle cultural está relacionado com os tratos culturais adotados na área de plantio, buscando favorecer o desenvolvimento das mudas florestais, em detrimento das plantas daninhas, podendo citar o plantio de espécies de rápido desenvolvimento, adução de plantio, adubação de cobertura e espaçamento do plantio. Desta forma, as espécies utilizadas no reflorestamento dominam a competição por recursos do meio, como água, luz e nutriente, possibilitando maior desenvolvimento e reduzindo os danos causados pela pressão de competição com as plantas daninhas (SILVA. A; SILVA. F., 2012).

Sendo assim, a escolha das espécies, que irão compor o projeto, é fundamental para o seu sucesso. As espécies precisam crescer de forma rápida e satisfatória, principalmente em altura e área de copa. Devem possuir copas densas e ramificadas, mantendo suas folhas, ao longo do ano, de forma a sombrear as plantas daninhas que são dependentes de luz para o seu desenvolvimento (RESENDE; LELES., 2017).

Além da utilização de espécies de rápido crescimento em altura e diâmetro de copa, o espaçamento entre as mudas é fator determinante, para a redução de plantas indesejáveis na área. Espaçamentos mais amplos favorecem a entrada de luz nas linhas e entre linhas do plantio, já, em plantios mais adensados, como 2m x 2m, o fechamento de copa é mais rápido, dependendo das espécies utilizadas. Em geral, plantios mais adensados possibilitam cobrir o solo, no final do segundo ou terceiro ano, após o plantio das mudas, reduzindo o número de tratos culturais necessários para manter a floresta limpa. Entretanto deve-se avaliar como serão as atividades de manutenção das áreas, pois espaçamentos inferiores a 3m entre linha de plantio impede o trânsito de tratores o que pode elevar o custo das atividades silviculturais (FERREIRA et al., 2011; PAIVA et al., 2013).

Outro trato cultural fundamental, para o desenvolvimento das mudas, nas nos projetos de restauração florestal, que, muitas vezes, é negligenciado, são as adubações de plantio e de cobertura. A adubação dirigida fornece nutrientes essenciais, para o rápido desenvolvimento das mudas, proporcionando melhores condições competitivas contra as plantas daninhas, favorecendo a absorção de luz e exploração dos recursos do solo pelas mudas. Contudo essa atividade deve ser realizada de forma criteriosa, antes de aplicar a adubação; é fundamental que tenha sido feito o controle das plantas daninhas próximas às mudas. Pelo fato de as espécies nativas possuírem lenta taxa de crescimento e absorção de nutrientes, em comparação às plantas daninhas, caso seja feita a adubação, na presença de plantas daninhas, elas serão mais favorecidas que as espécies florestais (FERREIRA et al., 2011; PAIVA et al., 2013; RESENDE; LELES., 2017).

### **2.2.3 Controle químico**

O controle químico consiste na aplicação de herbicidas que são substâncias químicas que fazem parte do grupo dos agrotóxicos capazes de matar ou suprimir o desenvolvimento das espécies-alvo. O uso do controle químico apresenta uma série de benefícios para o produtor, como: menor dependência da mão de obra, pode ser aplicado no período chuvoso, permite o cultivo mínimo ou plantio direto na palhada, uma mesma molécula é capaz de controlar diversas plantas daninhas, além de reduzir os custos das manutenções, nas áreas tanto de manejo agrícola quanto florestal. Esses fatores explicam o uso crescente dessa técnica, bem como a aceitação e o elevado uso dessa classe de agrotóxico tanto por empresas quanto por pequenos produtores. Com a utilização em larga escala e, muitas vezes, sem acompanhamento técnico, os órgãos ambientais e sanitários relatam uma crescente contaminação do meio ambiente principalmente do solo e águas. Desta forma, faz-se necessário compreender os riscos do uso desses compostos químicos no meio ambiente. De modo geral, entre 60 e 70% dos herbicidas aplicados no campo acabam direta ou indiretamente alcançando o solo, sendo esse o principal receptor e acumulador desses compostos (SILVA. A; SILVA. F, 2012).

Uma vez no solo, iniciam-se os processos de degradação das moléculas químicas, podendo estas ser de curto prazo ou perdurar por meses até mesmo anos formando compostos altamente persistentes. O tempo de permanência dessas moléculas no perfil do solo depende de vários fatores, tais como a capacidade de sorção do solo e quais elementos químicos são

predominantes nas fases sólidas e líquidas, dinâmica do fluxo hídrico, a recalcitrância do herbicida e suas interações com a biota do solo (SILVA. A; SILVA. F, 2012).

Segundo Toni, Santana e Zaia (2006), o glifosato é utilizado como herbicida não seletivo pós-emergente para o controle químico de plantas daninhas. A adsorção do glifosato é influenciada pela presença de matéria orgânica, óxidos de ferro, alumínio, as frações argilas do solo, textura, pH, conteúdo de carbono orgânico, umidade, entre outras. Uma vez adsorvido, o glifosato se mantém como resíduo ligado, permanecendo no ambiente até sua completa mineralização, que pode durar dias ou meses, dependendo do meio, podendo, assim, ser absorvido pelas plantas ou lixiviado para camadas mais profundas do solo.

Segundo Silva, Peralba e Mattos (2003), a microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão, município de Pelotas, Rio Grande do Sul, possui concentrações acima de 100 ppb, nas águas do Arroio Passo do Pilão, aos 60 dias, após a aplicação herbicida glifosato, com maiores concentrações, próximo às áreas de cultivo de milho, local que se utiliza o herbicida de forma mais intensa para a secagem da palhada. Foi verificada, também, a presença dessas substâncias químicas, nas águas analisadas em nascentes e, segundo os autores, provavelmente, pelo uso do herbicida, para a capina química das sedes e estabelecimentos rurais, uma vez que as nascentes estão fora do sítio de cultivo. Contudo os valores observados foram abaixo do permitido pela legislação brasileira e pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, que são de 500 e 700 ppb, respectivamente.

Pereira (2012) analisou amostras d'água destinadas ao consumo humano, na cidade de Centro Nova, estado do Maranhão e verificou a presença de resíduos do herbicida 2,4-D acima dos valores permitidos pela legislação, sendo esse herbicida amplamente usado na região, para a capina química, além de metais, como cádmio, chumbo e mercúrio, com valores bem acima do máximo, permitido em água destinada ao abastecimento, segundo o Ministério da Saúde.

No cenário atual, a legislação vigente ainda não é clara, quanto ao emprego de herbicidas em âmbito nacional, voltados para a restauração florestal, não especificando os locais em que a sua utilização é restrita. O que se observa é uma autonomia dos estados na criação de leis e planos diretores para sanar essa lacuna (SANTOS et al., 2018).

Plano de manejo do Parque Nacional de São Joaquim, localizado no estado de Santa Catarina, determina que fica vetada a manobra de aeronaves e máquinas no interior da UC ou mesmo em parte delas, quando envolvidas na aplicação de defensivos agrícolas químicos

(agrotóxicos e biocidas). É proibido utilizar quaisquer produtos ou substâncias químicas próximas aos recursos hídricos do PNSJ, bem no solo e no ar, exceto para casos especiais previamente autorizados pelo órgão gestor da UC (PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM, 2018). Já o plano de manejo do Parque Nacional do Amazonas permite o uso de herbicidas, para o controle de espécies exóticas, desde que constante de planejamento específico de controle e erradicação de espécies exóticas (PARQUE NACIONAL DO AMAZONAS, 2021).

O estado do Mato Grosso pelo Decreto N° 1651 DE 11/03/2013 apresenta a regulamentação do uso de agrotóxicos e dá outras providências:

Art. 35°. Para efeito de segurança operacional, a aplicação terrestre de Agrotóxicos e afins fica restrita à área tratada observando-se as seguintes regras:

I - não é permitida a aplicação terrestre mecanizada de agrotóxicos e afins em áreas situadas a uma distância mínima de 90 (noventa) metros de povoações, cidades, vilas bairros e mananciais de captação de água, moradia isolada agrupamento de animais e nascentes ainda que intermitentes;

II - fica proibida a utilização de Agrotóxicos e afins nas áreas de preservação permanente, reserva legal, reservas naturais de patrimônio público ou privado, unidades de conservação de proteção integral e outras áreas de proteção previstas de acordo com o Código Florestal e Código Ambiental do Estado; (Redação do inciso dada pelo Decreto N° 568 DE 11/05/2016).

O plano de manejo do Parque Nacional das Emas, em Goiás, permite o estudo, em caráter emergencial e experimental, da utilização de herbicidas para conter o avanço das gramíneas exóticas. Os herbicidas só podem ser usados, na área exterior ao parque, de forma localizada. Já no interior do parque, são utilizados controles alternativos das gramíneas por métodos mecânicos, culturais e físicos (BATISTA, 2019).

#### **2.2.4 Controle físico**

O controle físico de plantas daninhas consiste na utilização de barreiras físicas que impedem o desenvolvimento ou provocam a morte das plantas indesejáveis. Esse tipo de controle, apesar de efetivo, apresenta uma série de restrições quanto ao uso, pelas características do meio. A inundação das áreas é um excelente método de controle de espécies invasoras

principalmente, com o número restrito de espécies que se desenvolvem em terrenos alagados, esse método é utilizado com bons resultados na cultura de arroz. Outro método é o sombreamento da superfície do solo com restos de culturas, formando uma camada espessa que reduz a luminosidade no solo e restringe a emergência das plantas daninhas, além de fornecer outros benefícios, como redução da temperatura e aumento da umidade do solo. Esse método é muito utilizado nas culturas de milho, soja e trigo em plantio direto. A cobertura do solo, com lonas ou lâminas de polietileno, também, apresenta resultados positivos no controle de plantas daninhas. Esse método apresenta efeitos semelhantes ao uso da matéria orgânica, contudo fica restrito a pequenas áreas pelo elevado custo e difícil operacionalização, sendo muito utilizado em canteiros para a cultura de hortaliças (FERREIRA et al., 2011; SILVA. A; SILVA. F, 2012).

#### **2.2.4.1 Papelão tratado**

O coroamento das mudas utilizando papelão, segundo Gonçalves et al. (2017), ainda é uma ideia pouco testada. Esse método de controle tem como objetivo o sombreamento total das plantas daninhas, na área de coroa da muda, impedindo a passagem de luz e formando uma barreira física, impedindo que as sementes que, porventura germinem, consigam se estabelecer na área. As plantas daninhas, em geral, são altamente dependentes de luz solar, para o seu desenvolvimento, em áreas de pouca incidência de luz ou totalmente sombreadas. Espécies como as gramíneas apresentam baixo crescimento vegetativo o que reduz seu potencial competidor favorecendo o desenvolvimento das espécies florestais.

Contudo, para que o papelão permaneça por um período maior no campo, sem que seja degradado, necessita de um tratamento prévio com uma solução à base de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ). Com esse tratamento, os papelões apresentam durabilidade superior a um ano, papelões não tratados duram, em média, seis meses no campo. Para o preparo da solução, são necessários 10 litros de água, 65 gramas de ácido bórico, 88 gramas de sulfato de cobre e 5 ml de vinagre. Dez litros da solução são suficientes para tratar 250 papelões com dimensões de 50 cm x 50 cm (GONÇALVES et al., 2017).



#### 2.2.4.2 Palhada

A utilização da cobertura vegetal morta no solo teve início com a adoção do plantio direto, na agricultura, com o objetivo da conservação química e física do solo, buscando principalmente a redução dos processos erosivos. A utilização da palha reduz os impactos, causados pelas gotas de chuva no solo, atua também como barreira física ao escoamento superficial da água, diminuindo o volume das partículas do solo carregado pela enxurrada e, conseqüentemente, reduzindo os processos erosivos.

Além da proteção física do solo, a palha reduz a incidência direta dos raios solares e do vento, na superfície do solo, diminuindo a taxa de evaporação, contribuindo para maiores teores de umidade no solo. Temperatura mais amena favorece o desenvolvimentos da fauna do solo, aumento da ação microbiana, favorecendo a ciclagem e mineralização dos nutrientes, auxiliando a nutrição das plantas, promovendo acréscimos em produtividade da cultura (HECKLER; SALTON., 2002)

Além dos fatores condicionantes da fertilidade do solo, a matéria orgânica também tem relação direta com a densidade e diversidade de espécies de plantas daninhas na área. A palhada forma uma barreira física que reduz a incidência de luz na superfície do solo, sementes de plantas daninhas que necessitam de luminosidade para a quebra da dormência não iniciam o processo germinativo (SALVADOR, 2007).

Esse resultado foi observado por Nepomuceno et al. (2007), cultivando soja em dois métodos de cultivo, plantio direto e plantio convencional. Os autores verificaram que, no plantio direto, a comunidade de plantas daninhas foi composta por 12 espécies de plantas daninhas, das quais 67% foram de dicotiledôneas e 33% de monocotiledôneas. Já para o plantio convencional, sem palhada na superfície do solo, foram encontradas 16 espécies de plantas daninhas, das quais 60% foram de dicotiledôneas e 40% de monocotiledôneas.

Além disso, há evidências de que a decomposição em campo da matéria morta pode ser diferente entre as espécies, portanto a origem da palhada também poderá influenciar no tempo de permanência da proteção. Esse tema é abordado por Kliemann et al. (2006) avaliaram a taxa de decomposição no campo das biomassa de mombaça, sorgo, milheto, estilosantes, guandu, braquiária solteira e braquiária consorciada com milho projetada para 360 dias. Os autores concluíram que as menores taxas de decomposição de biomassa foram dos tratamentos braquiária

solteira seguida de braquiária consorciada com milho. A velocidade de decomposição da cobertura morta no solo está ligada diretamente com seu teor de lignina e à relação C/N nos resíduos. Quanto maiores os teores de lignina em relação à proporção C/N na biomassa mais lenta será sua decomposição no campo.

A massa vegetal utilizada, para realizar a cobertura do solo, pode ser oriunda de restos culturais deixados, após a colheita ou plantio específico de espécies condicionadoras do solo, como leguminosas ou culturas de cobertura (KLIEMANN et al., 2006).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área**

A área experimental está localizada na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, coordenadas 21° 13.802'S; 44° 58.993'O. O clima é Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como tropical de altitude, com verões amenos, uma temperatura média anual de 19,6 ° C, precipitação média anual de 1511 mm, média umidade relativa anual de 76,2% e evaporação anual total de 901,1 mm (ALVARES et al., 2013). O domínio predominante é Savana (Cerrado), e o solo é Cambissolo Haplic Distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA., 2013).

A área, em que foi conduzido o experimento, era utilizada para culturas agrícolas, entretanto, em 2013, com a necessidade de aberturas de novas estradas, acabou sendo dividida e ficando em desuso, possuindo dimensões 17,5m de largura e 60 de comprimento, totalizando 1.050m<sup>2</sup> aproximadamente 0,1ha (FIGURA 1).

Figura 1- Área de implantação do experimento.



Fonte: Do autor (2021).

### 3.1.1 Preparo da área

Com o longo tempo sem manutenções, a área apresentava elevada infestação por gramíneas, entre outras plantas daninhas (FIGURA 2). Foi realizada a aplicação do herbicida glifosato em área total, na concentração de 1,5 L/ha e roçada manual em área total, utilizando motorroçadeira. O herbicida foi aplicado, utilizando um pulverizador costal manual (FIGURA 3), em duas aplicações; a primeira 40 dias antes do plantio e a segunda três dias antes do plantio no mês de março de 2021.

Figura 2- Área do experimento antes do controle das plantas daninhas.



Fonte: Do autor (2021).

Para o controle de formigas cortadeiras, realizaram -se aplicações de iscas granuladas, em toda a área, 15 dias antes do plantio. As iscas foram dispostas próximas aos ninhos e caminhos que foram identificados nas ocasiões de monitoramento. Pela elevada infestação, foi necessária a aplicação de pó seco formicida utilizando uma polvilhadeira manual. O controle das formigas foi realizado sempre que necessário, durante todo o período, em que foi conduzido o experimento.

Figura 3 – Manutenção da área pré-plantio.



Fonte: Do autor (2021).

### 3.1.2 Demarcação da área e plantio das mudas

Após a dessecação das plantas daninhas e controle inicial das formigas cortadeiras, as parcelas foram demarcadas, utilizando-se estacas de madeiras. O plantio das mudas ocorreu, no final do mês de março de 2021 de forma manual e foram abertas covas com enxadões, nas dimensões de 40cm de diâmetro por 40cm de profundidade. A adubação das mudas foi realizada, durante o plantio, utilizando-se de 100g de adubo Super Simples no fundo da cova. Além da adubação inicial, as mudas receberam adubação de cobertura, com 80g de NPK 20-05-20 por muda, aos seis e aos nove meses após o plantio. As mudas foram plantadas, no espaçamento de 2m x 2,5m, com sete plantas por parcela, totalizando 42 mudas por bloco, um total de 210 mudas plantadas no experimento. As mudas utilizadas foram produzidas, no viveiro da Universidade Federal de Lavras e receberam um tratamento com a imersão da parte radicular na solução à base de cupinicida, a fim de prevenir possíveis ataques de cupins. Foi realizado o replantio de algumas mudas no mês abril de 2021. As espécies Angico-amarelo, Angico vermelho e Mutamba (TABELA 1) foram distribuídas de forma a contemplar pelo menos uma muda em cada parcela/tratamento por bloco. Já as demais espécies foram utilizadas, para compor o restante da área de plantio até um total de sete plantas por parcela/ tratamento, totalizando 42 mudas por bloco.

Tabela 1- Espécies utilizadas no experimento (continua).

<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Família</b>	<b>Quantitativo</b>
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico-amarelo	Fabaceae	54
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Angico vermelho	Fabaceae	46
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutamba	Malvaceae	43
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita Cavallo	Malvaceae	1
<i>Pterogyne nitens Tul</i>	Amendoim bravo	Fabaceae	1
<i>Morus nigra L</i>	Amora	Moraceae	1
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeirinha	Anacardiaceae	2
<i>Cassia fistula</i>	Cássia	Fabaceae	1
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba	Fabaceae	1
<i>Joannesia princeps</i>	Cutieira	Euphorbiaceae	5
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	Myrtaceae	10
<i>Solanum mauritianum</i>	Gravitinga	Solanaceae	6
<i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu	Fabaceae	1
<i>Inga vera</i>	Ingá	Fabaceae	20
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê rosa	Bignoniaceae	1

<i>Handroanthus avellanedae</i>	Ipê roxo	Bignoniaceae	2
<i>Sapium glandulatum</i>	Leiteiro	Euphorbiaceae	5
<i>Cordia trichotoma</i>	Loro Pardo	Boraginaceae	1
<i>Maclura tinctoria</i>	Moreira	Moraceae	1
<i>caesalpinia ferrea</i>	Pau ferro	Fabaceae	1
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	Myrtaceae	1
<i>Lecythis pisonis</i>	Sapucaia	Lecythidaceae	1
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	Fabaceae	4
<i>Bixa arborea</i>	Urucum	Bixaceae	1

Fonte: Do autor (2021) (conclusão).

### 3.2 Tratamentos de controle das plantas daninhas e delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, contendo de forma aleatorizada todos os seis tratamentos (FIGURA 4), totalizando-se 30 parcelas de 35m<sup>2</sup>. Os tratamentos propostos foram:

- TO – Sem controle – plantio das mudas, sem utilização de métodos de controle na área, a ser utilizado como testemunha;
- T1 – Papelão tratado - utilização de papelão de 50cmx50cm, tratado com sulfato de cobre, fixado no solo, por meio de grampos de aço e disposto sobre o solo, ao redor das mudas;
- T2 – Saco de fibra – utilização de sacos de fibra de 50cmx50cm, constituídos de 100% fibra natural fixados no solo, por meio de grampos de aço e dispostas ao redor das mudas;
- T3 – Coroamento manual - capina manual, utilizando enxada no entorno das mudas, em forma circular com 0,5 m de diâmetro.
- T4 – Palhada – Utilização de 1kg de biomassa oriunda de podas de gramíneas, dispostas de forma circular no entorno das mudas com diâmetro aproximando de 0,5 m.
- T5 – Herbicida – Aplicação de herbicida glifosato, utilizando pulverizador costal manual de forma circular, em volta da muda com diâmetro aproximado de 0,5m e concentração de 1,5L de produto comercial por hectare.

Figura 4 – Distribuição esquemática dos tratamentos em campo.



Fonte: Do autor (2021).

### 3.3 Instalação e condução do experimento

#### 3.3.1 Controle das plantas daninhas

Os tratamentos foram implantados, em abril de 2021, após o preparo da área e plantio das mudas.

O papelão utilizado foi do tipo caixa de pizza, com dimensões de 50cmx50cm e, antes de ir a campo, foi previamente tratado, utilizando uma solução à base de sulfato de cobre. Essa solução é fundamental, para que o papelão tenha maior durabilidade no campo, segundo Gonçalves et al. (2017), alcançando em torno de 360 dias. A solução, para o tratamento dos papelões, necessita de quatro ingredientes, nas seguintes proporções: 10 litros de água, 65 gramas de ácido bórico, 88 gramas de sulfato de cobre e 5 ml de vinagre. Todos os ingredientes foram acondicionados em um balde de 15 litros e misturados até a homogeneidade da solução. Para o tratamento dos papelões, optou-se pela utilização de um pulverizador costa manual, realizando aplicações nos dois lados do papelão, apresentando forma homogênea cobrindo toda a superfície.

Em cada caixa de papelão, foi realizado um corte perpendicular do centro até uma das bordas, necessário para que se pudesse encaixar o papelão nas mudas. Em campo, o papelão foi

fixado junto às mudas (FIGURA 5), utilizando-se cinco grampos de metal de 15 cm, em formato de “U”, confeccionados, a partir de arame galvanizado com 2,77 mm de bitola. Como a área de plantio já havia sido previamente preparada, não houve necessidade de maiores intervenções, apenas a utilização de enxadas, para aplainar o local de instalação e permitir maior contato do papelão com o solo quando necessário.

Figura 5- Instalação do papelão tratado em campo.



Fonte: Do autor (2021).

O segundo método de controle físico utilizado foi a instalação dos sacos de fibra. Os sacos utilizados foram os mesmos que se utilizam para ensacar café, composto de fibras naturais de juta e biodegradável. Em cada saco, foram feitos cortes com uma tesoura, partindo do centro até uma das laterais, visando ao encaixe das mudas. Em cada saco, foram feitos cortes com uma tesoura, partindo do centro até uma das laterais, visando ao encaixe das mudas. Para a sua fixação, foram utilizados cinco grampos de metal de 15 cm em formato em “U”, semelhantes aos utilizados para a fixação do papelão. Usou-se uma enxada, para aplainar o local de fixação, quando necessário (FIGURA 6).



Figura 6- Instalação do saco de fibra em capo



Fonte: Do autor (2021).

O controle físico utilizando a palhada foi feito a partir das coletas de podas de gramas nos canteiros e jardins da Universidade Federal de Lavras. Cada muda contou com um 1 kg de palhada distribuída no entorno da muda com um diâmetro de 0,5m demarcados com uma fita métrica (FIGURA 7). Para o acomodamento da palha no campo, foi utilizada uma enxada, nivelando o terreno em envolta da muda, quando necessário. O acomodamento da palhada, ao redor da muda, foi feito em camadas; a cada volume de palhada colocado, utilizavam-se as mãos, para formar um emaranhado de fibras, conectando umas camadas às outras. Após dispor o volume palha em volta da muda, utilizou-se a enxada, para compactar a palha rente ao solo, formando uma camada compacta e coesa.

Figura 7- Instalação da palhada no campo.



Fonte: Do autor (2021).

O coroamento manual consiste na retirada das plantas daninhas do entorno da muda retirando também parte do sistema radicular da planta com diâmetro médio de 0,5m (FIGURA 8). Durante o período de condução do experimento, foi realizado o coroamento manual das mudas nos meses (abril/2021, junho/2021, outubro/2021, dezembro/2021 e fevereiro/2022).

Figura 8- Coroamento manual com a enxada.



Fonte: Do autor (2021).

O herbicida à base de glifosato foi aplicado, utilizando um pulverizador costal manual de 20 litros em concentração de 1,5L/ha em calda de 100 litros, como indicado na bula do produto (Roundup®). A contração do herbicida foi recalculada para 20 litros (volume da bomba costal), utilizando, assim, 300ml de herbicida por bomba.

Como o presente trabalho tem por premissa estudar os efeitos dos controles das plantas daninhas e como afetam as mudas florestais, não foi utilizada nenhuma proteção adicional para as mudas. Contudo foram tomadas as seguintes precauções, não aplicar o produto químico direto nas mudas, aplicação de jato dirigindo direto às plantas daninhas, utilização de baixa pressão para a formação de gotas mais pesadas, evitando ao máximo a deriva e a aplicação intermitente da calda, ou seja, sem formação de leque contínuo na aplicação e pausa na aplicação, caso haja

ventos fortes. A área de aplicação foi em formato circular com diâmetro de 0,5m. Ao longo do estudo, foram feitas intervenções nos meses de junho/2021, outubro/2021, dezembro/2021 e fevereiro/2022 (FIGURA 9).

Figura 9 - Controle químico



Fonte: Do autor (2021).

Buscando compreender as relações entre os controles das plantas daninhas e os impactos causados pela competição direta entre plantas daninhas e as mudas florestais, foi usado um tratamento testemunha sem nenhuma intervenção de controle de plantas daninhas (FIGURA 10).

Figura 10 -Tratamento testemunha sem controle de plantas daninhas.



Fonte: Do autor (2021).

### **3.4 Avaliações do experimento**

#### **3.4.1 Biomassa de plantas daninhas e eficiência de controle**

A coleta da biomassa das plantas daninhas foi realizada 11 meses após o primeiro controle das plantas daninhas na área.

Para essa avaliação, foram sorteadas duas mudas por tratamento, totalizando 12 mudas avaliadas por bloco. Para delimitar a área de coleta, foi utilizado um gabarito de metal com dimensões 0,5m x 0,5m colocado sobre as mudas e coletada toda a parte aérea das plantas daninhas, que se desenvolveram no entorno das mudas, utilizando uma tesoura de poda (FIGURA

11). As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para o laboratório de silvicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA e mantidas, em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, durante 96 horas e pesadas até que adquirissem peso constante. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,1 grama.

Figura11 - A) coleta de biomassa de plantas daninhas no tratamento com palhada; B) coleta de biomassa de plantas daninhas no tratamento controle.



Fonte: Do autor (2021).

### 3.4.2 Sobrevivência

A análise de sobrevivência foi realizada três e dez meses após o plantio e calculada a porcentagem de sobrevivência das mudas em campo, para cada tratamento, por meio da fórmula:

$$PSC (\%) = (N - n) / N \times 100$$

Em que:

PSC: porcentagem de sobrevivência em campo;

N: número total de mudas plantadas por tratamento/parcela;

n: número total de indivíduos mortos em cada tratamento/parcela.

Foram consideradas plantas mortas as que não estavam na cova de plantio e/ou apresentavam caule seco desprovidos de folhas, ou em estado de murcha permanente.

### 3.4.3 Altura de diâmetro do coleto

As mensurações de altura total da muda e diâmetro do coleto foram realizadas cinco e dez meses após o plantio. Para a aferição da altura, utilizou-se de uma vara telescópica graduada partindo rente ao solo até a gema apical da muda. Para medir o diâmetro do coleto, foi utilizado um paquímetro digital posicionado rente ao solo. As espécies selecionadas para essa avaliação foram o *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Guazuma ulmifolia*.

### 3.4.4 Análise de custo

Para determinar o custo das manutenções da área com cada tratamento, foi feito orçamento com uma empresa prestadora de serviços florestais na cidade de Lavras Minas Gerais. Como as atividades de instalação do papelão, saco de fibra e da palhada não constavam na lista das atividades tabeladas pela empresa, foi necessário avaliar o rendimento operacional das atividades, para que as elas sejam pagas em diárias. A empresa de serviços florestais considera uma diária a jornada de 8 horas de trabalho do colaborador na realização de tarefas que não estejam previstas nas listas das atividades, com valores fixos e tabelados da empresa, como combate a incêndios florestais ou transporte e descarregamento de insumos.

Para avaliar o rendimento operacional, foi utilizado um cronômetro, para estimar o tempo médio de instalação de cada tratamento. O cronômetro foi ativado no início da atividade e zerado no final. Estabelecido o tempo médio de instalação no campo dos tratamentos pelão, palhada e saco de fibra por muda, foram recalculadas para 1 hectare (2000 mudas), estipulado o tempo necessário em horas totais de trabalho efetivo, para a instalação dos tratamentos. Após a obtenção do tempo total em horas necessárias, para a instalação dos tratamentos, o valor obtido foi convertido em diárias, considerando 8 horas de trabalho por dia de um colaborador, por meio das fórmulas:

$$T = M \times 2000$$

T= Tempo total em horas gastas para a instalação de tratamento físico em 1ha.

M= Tempo médio necessário para a instalação de um tratamento físico por muda.

2000= Total de mudas em um hectare.

$$VD = T/8$$

T= Tempo total em horas gastas para a instalação de tratamento físico em 1ha.

8= Diária, 8 horas de trabalho efetivo de um colaborador.

VD= Valor total em diárias a ser utilizada para a instalação de tratamento físico em 1ha.

Foi levado em consideração para os cálculos que o colaborador teria uma jornada de trabalho de 8 horas produtivas. Não foram levados em consideração possíveis tempos ociosos ou pausas para descansos. Durante todo o período de condução do experimento, foi avaliado quantas vezes foram necessárias as intervenções para o controle das plantas daninhas em cada tratamento. Os custos finais foram calculados, para a manutenção de um plantio de mudas, em espaçamento de 2m x 2,5m, para área de 1 hectare, o que representa 2000 mudas.

### **3.4.5 Análise estatística**

Os dados obtidos foram analisados quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância, para isso, foram submetidos ao teste Shapiro-Wilk para a aferição da normalidade dos dados. Os dados que não seguiram distribuição normal foram logaritimizados ( $\log_{10}(x)$ ) ou aplicada raiz quadrada ( $\sqrt{(x + 1)^{0,5}}$ ). Os resultados obtidos pelas avaliações foram submetidos à análise de variância e, quando significativo o teste F ( $p \leq 0,05$ ), foi realizada a análise comparativa pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Análise da biomassa de plantas daninhas e eficiência de controle**

Todos os métodos de controle de plantas daninhas utilizados no estudo foram eficientes, se comparados com a testemunha, que apresentou os maiores valores médios de biomassa seca, aos 11 meses após o plantio. Pela análise estatística empregada, existe diferença entre os métodos de controle (TABELA 2).



Tabela 2- Médias do peso seco das plantas daninhas que germinaram em cada tratamento.

Tratamentos	Plantas Daninhas
	Peso seco(g)
<b>Papelão tratado</b>	2,0 a
<b>Herbicida</b>	3,8 b
<b>Coroamento</b>	4,0 b
<b>Palhada</b>	4,4 b
<b>Saco de fibra</b>	10,6 c
<b>Sem tratamento</b>	175,4 d
<b>CV(%)</b>	21,2

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, CV- Coeficiente de variação. Fonte: Do autor (2021).

O tratamento utilizando o papelão tratado foi o que apresentou as menores médias, indicando assim o melhor controle, se comparado com os demais tratamentos (TABELA 2, FIGURA 12). Segundo Klein e Felipe (1991), existem plantas fotoblásticas positivas, plantas dependentes do estímulo solar, para que ocorra a quebra de dormência, fotoblásticas neutras que possuem a mesma eficiência de germinação na presença ou ausência de luz e as fotoblásticas negativas que germinam preferencialmente na ausência de luz ou em locais de baixa luminosidade. O controle físico utilizando o papelão é eficiente, pois impede que a luz solar chegue até o solo, restringindo a germinação das plantadas daninhas fotoblásticas positivas, plantas dependentes do estímulo solar, para que ocorra a quebra de dormência e inicie os processos de germinação das plantas debaixo da superfície do papelão. Entretanto, apenas com o bloqueio da luz solar não seria suficiente para impedir a germinação de plantas daninhas. O papelão tratado, além de impedir a passagem de luz, promove uma barreira física, impedindo as plantas que iniciaram o processo de germinação sob ele consigam o transpassar e se desenvolver. Segundo Salvador (2007), a semente da maioria das plantas daninhas são pequenas e possuem poucas reservas. Dessa forma, uma planta que germine sob o papelão tratado dificilmente teria reservas suficientes para o transpor.

Estudo semelhante foi realizado por Neves, Santos e Carpanezzi, (2011), em que os pesquisadores também, testando o papelão como controle de plantas daninhas em plantio de pupunheira, relatam que o método foi eficiente, no controle das plantas daninhas, reduzindo continuamente a infestação das plantas daninhas no entorno das mudas, durante o período de 24 meses.

Os resultados encontrados por Gonçalves et al. (2017) confirmam a efetividade do papelão no controle das plantas daninhas em área de reflorestamento. Os autores utilizaram o papelão tratado do tipo caixa de pizza sobre as gramíneas e verificaram que, após 50 dias da colocação do papelão, já era possível visualizar a senescência e morte do capim e, aos 100 dias, praticamente não havia mais capim debaixo do papelão.

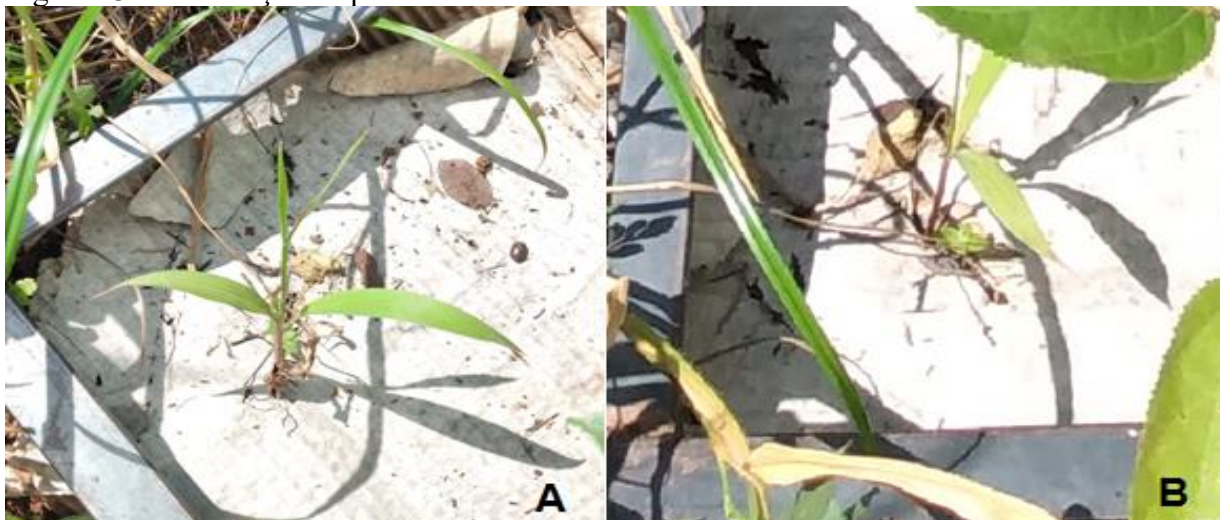
Todavia houve o crescimento de algumas plantas daninhas na área protegida com o papelão, indicando a passagem de luz e locais, em que as plantas daninhas conseguiram transpassá-lo (FIGURA 13). O papelão tipo de pizza possui pequenos rasgos que servem para formar a tampa e a caixa da pizza. Segundo Wesson e Wareing (1969), um breve feixe de luz é suficiente, para induzir os processos de germinação de sementes de plantas daninhas, que se encontravam dormentes no solo. Os autores observaram em laboratório que sementes que estavam dormentes no escuro, com a exposição à luz por 90 segundos, foi suficiente para o início do processo germinativo.

Figura 12- Papelão tratado impedindo o desenvolvimento das plantas daninhas sobre a muda.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 13- Germinação de plantas daninhas.



Fonte: Do autor (2021).

Os tratamentos de coroamento manual, aplicação de herbicida e cobertura com palhada não apresentaram diferenças estatísticas entre si em relação à biomassa seca produzida pelas plantas daninhas.

O controle das plantas daninhas utilizando palhada foi tema do trabalho proposto por Correia e Durigan (2004) que observaram uma inibição de germinação da *Brachiaria decumbens* nos volumes de palha de cana-de-açúcar 5, 10 e 15t/ha. Lorenzi (1993) verificou que a palhada de cana-de-açúcar, no volume de 12t/ha foi suficiente para inibir a germinação de 100% das gramíneas *Amaranthus deflexus*, *Panicum maximum cv. Mombaça*, *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis*. Já Salvador (2007) observou que *Eleusine indica* e *Brachiaria plantaginea* germinaram sob a palhada de 15 e 20 t/ha porém não conseguiram ultrapassá-la, em razão da pouca quantidade de reservas na semente que foram decompostas.

Os resultados encontrados pelos autores citados corroboram com os observados no presente estudo, reforçando a efetividade da camada de palhada como método de controle de plantas daninhas tanto em áreas agrícolas quanto florestais (FIGURA 14). Contudo diferente do papelão, as plantas fotoblásticas neutras e/ou fotoblásticas negativas que possuíram reservas suficientes, para superar a camada de palha, conseguiram acessar a luz solar e iniciar os processos fotossintéticos se estabelecendo na área (FIGURA 15).

Figura 14- Controle de plantas daninhas usando cobertura do solo com a palhada.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 15- Germinação de plantas daninhas no tratamento com a palhada.



Fonte: Do autor (2021).

O controle químico, utilizando o herbicida glifosato, como esperado, apresentou eficiência no controle da população de plantas daninhas. Foi observado o controle tanto de plantas de folhas estreitas como as de folhas largas após a aplicação do herbicida (MACHADO et al. 2012; VARGAS; GAZZIERO; KARAM, 2011). Resultado semelhante foi observado por César et al. (2013), utilizando o controle químico à base de glifosato, no controle do capim

braquiária, em povoamentos de restauração florestal. Santos et al. (2020) relatam que o controle químico é uma estratégia eficiente ao controle de plantas daninhas, favorecendo o desenvolvimento das mudas nos povoamentos de restauração florestal.

Apesar da eficiência de controle com aplicação do herbicida, verificou-se que algumas plantas daninhas não foram controladas, contudo não se pode afirmar que esses indivíduos são resistentes ao glifosato (VARGAS; GAZZIERO; KARAM, 2011; VARGAS et al., 2016). Provavelmente a ineficiência do controle ocorreu pela sub dosagem da aplicação da calda de herbicida (CODOGNOTO, 2020; SANTOS et al., 2018), ou seja, a quantidade de herbicida absorvido pelas plantas foi em quantidade insuficiente para causar sua morte (FIGURA 16). A sub dosagem da aplicação pode ter ocorrido pelos cuidados durante a aplicação do herbicida. O glifosato é um herbicida de controle não seletivo e, caso entre em contato com as mudas, pode provocar fitotoxicidade levando os indivíduos à morte (FARIAS et al., 2012; PEREIRA et al., 2015).

Todavia, mesmo sendo alvo de subdosagens, as plantas daninhas tiveram seu desenvolvimento comprometido reduzindo os incrementos de biomassa. A redução de desenvolvimento é pelo mecanismo de ação do glifosato, afetando a via metabólica da produção dos aminoácidos aromáticos, estruturas fundamentais para o desenvolvimento e crescimento das plantas (ROMAN et al., 2005).

Figura 16- Plantas daninhas não controladas após a aplicação do herbicida.



Fonte: Do autor (2021).

O coroamento manual das mudas como o esperado também apresentou controle satisfatório das plantas daninhas. Estatisticamente esse método de controle não diferiu na

efetividade de controle quando comparado ao herbicida. Mesmo que o modo de execução seja diferente, a premissa de controle empregada nos dois métodos de manejo é a mesma, provocar a morte das plantas infestantes (FERREIRA et al., 2011), diferente da roçada, que realiza só o corte da parte aérea, permitindo a rebrota da população de plantas daninhas. A capina, por sua vez, realiza o corte da parte aérea e do sistema radicular deixando-os expostos para a dessecação provocando a morte das plantas daninhas (RESENDE; LELES., 2017). Tanto o controle, utilizando o herbicida glifosato, quanto o coroamento das mudas, não possuem efeito residual no solo (ROMAN et al., 2005), dessa forma, eles não conseguem controlar o banco de sementes. Após o controle das plantas dominantes, a tendência é uma rápida resposta de germinação do banco de sementes do solo por maior disponibilidade de radiação solar principalmente nos períodos de chuva. Essa resiliência da população de plantas infestantes foi observada, durante todo o experimento, tornando-se mais acentuada no período chuvoso (FIGURA 17).

Após sucessivos controles das plantas daninhas, utilizando o controle químico, a tendência natural é formar uma camada de matéria orgânica sobre o solo, o que pode reduzir a velocidade e volume de germinação das plantas daninhas, acarretando em uma menor periodicidade de controle em longo prazo. Essa proteção do solo para a capina é menor (MACHADO et al., 2012), o que ocorre é a movimentação natural da camada superficial do solo, movimentando o banco de sementes, favorecendo a quebra de dormência e a germinação da população de plantas daninhas.

Figura 17- Germinação das sementes após o coroamento no período de chuva.



Fonte: Do autor (2021).

Entre os controles físicos, o saco de fibra apresentou as maiores médias de biomassa de plantas daninhas, contudo os valores foram estatisticamente inferiores ao tratamento testemunha, atestando sua eficiência como método de controle. A eficiência do controle físico, como observado no papelão, está diretamente correlacionada com a eficiência de interceptação luminosa do solo e a barreira física (GONÇALVES et al., 2017), impedindo a germinação das plantas daninhas. Dessa forma, a maior germinação no saco de fibra pode ser explicada pela sua gramatura de confecção, ou seja, quanto maior sua densidade menor serão os espaços entre os fios, impedindo que as plantas daninhas consigam transpassá-los elevando sua eficiência de controle.

Durante a coleta do material, no tratamento com saco de fibra, foi verificado que apenas a Tiririca (*Cyperus rotundus*) conseguiu germinar e traspasar o saco de fibra (FIGURA 18). A tiririca é uma planta daninha extremamente agressiva conseguindo se estabelecer em diferentes condições ambientais (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011). Arévalo (1998) verificou que o volume de palha de 5 e 15t/ha não foi suficiente para conter a germinação da tiririca, indicando que a espécie não apresenta fotoblastimos positivo, superando sua dormência em locais com baixa disponibilidade luminosa. Em locais em que essa planta daninha não esteve presente o controle foi extremamente eficiente (FIGURA 19).

Figura 18- Germinação da Tiririca no tratamento utilizando saco de fibra.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 19- Controle da população de plantas daninhas utilizando o saco de fibra.



Fonte: Do autor (2021).

Em locais em que não foi empregado nenhum tipo de manejo, verificou-se o livre desenvolvimento das plantas daninhas na área, apresentando uma distribuição visualmente homogênea. Após 11 meses do preparo da área para o plantio, de forma visual, observou-se o retorno da infestação por plantas daninhas, para níveis semelhantes aos anteriores aos do início do experimento, evidenciando a resiliência dessas plantas e seu potencial agressivo e colonizador (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009).

A grande quantidade de sementes que as plantas daninhas produzem, ao longo do seu ciclo de vida, é a principal fonte de regenerantes dessas plantas. As sementes são capazes de permanecer no solo, estando viáveis por longos períodos e, quando surge uma oportunidade ótima do meio, como abertura de clareiras, senescência das plantas dominantes, as sementes rapidamente iniciam os processos germinativos para a colonização da área (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011; CARVALHO, 2013).

As plantas daninhas são extremamente eficientes em competir com as mudas florestais por recursos, luz, água e nutrientes. Caso não seja controlada, pode inviabilizar a regeneração artificial e até mesmo a regeneração natural, pela dificuldade de sementes de espécies nativas



ingressarem no sistema com a população de daninha já dominante (FERREIRA et al., 2011; RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009) (FIGURA 20).

Figura 20- Regeneração da população de plantas daninhas na área.



Fonte: Do autor (2021).

#### 4.2 Sobrevivência das mudas

A avaliação de sobrevivência das mudas foi realizada em dois momentos. A primeira avaliação ocorreu no terceiro mês, após o plantio em junho/2021 e, no décimo mês, após o plantio, em janeiro/2022 (TABELA 3).

Tabela 3- Porcentagem de sobrevivência das mudas aos três e 10 meses após o plantio.

Tratamento	Sobrevivência (%)	
	Mês 3	Mês 10
<b>Papelão tratado</b>	94 a	89 a
<b>Coroamento manual</b>	91 a	89 a
<b>Herbicida</b>	91 a	83 a
<b>Saco de fibra</b>	94 a	91 a
<b>Palhada</b>	97 a	86 a
<b>Sem tratamento</b>	89 a	46 b
<b>CV(%)</b>	5,14	10,3

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do autor (2021)

Aos três meses de plantio, os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si, possuindo percentuais de sobrevivência próximos a 90% ou superiores, valor considerável ótimo, segundo a legislação ambiental do estado do Rio de Janeiro, Resolução Instituto Estadual do Ambiente (Inea) N° 89, de 3 de junho de 2014 (RESENDE; LELES., 2017) que estipula até 20% de mortalidade como aceitável para indicador de qualidade nas avaliações de recuperação de áreas degradadas.

Entretanto houve variações, na porcentagem de sobrevivência entre os tratamentos. Aos três meses de plantio, as mudas sob a palha apresentaram o melhor índice de sobrevivência de todo o estudo, seguido do papelão e do saco de fibra. Os dois primeiros meses, após o plantio, é a fase em que pode ocorrer maior mortalidade de mudas, geralmente, é o momento que se realiza o replantio. O maior nível de mortalidade, no início do plantio, é por causa do estresse causado pela variação rápida de ambiente, entre o microclima do viveiro e/ou casa de vegetação com o do campo, cujas variáveis bióticas e abióticas possuem difícil controle. Após esse período inicial, a tendência é estabilizar os números de mudas em campo (LOPES et al., 2009; LOPES et al., 2011).

A maior sobrevivência das mudas nos tratamentos físicos pode ser explicada pela proteção que essas estruturas fornecem ao solo. A camada de palha atua como um isolante térmico, impedindo a incidência da radiação solar sobre o solo, o que mantém sua temperatura mais amena e com poucas variações ao longo do dia. Outro benefício da palha é a manutenção da umidade no solo se comparada com os solos expostos (KOVALESKI et al., 2015). Com pouca variação de temperatura na superfície do solo e uma proteção contra a ação do vento, a palha gera um microclima mais ameno em volta da muda, reduzindo parte do estresse que as elas sofreriam no campo, finalizando os processos de aclimação (AZEVEDO, 2013) e rustificação no campo de forma menos intensa.

Já os tratamentos de coroamento, herbicida e testemunha apresentam valores próximos de sobrevivência. Provavelmente isso ocorre, porque o período do plantio, em que foi realizado o experimento, no final do período chuvoso, aliado ao preparo total da área para o plantio, reduziu de forma considerável a população de plantas daninhas, aumentando o período anterior à interferência (PAI) (PITELLI; DURIGAN, 1984), favorecendo o desenvolvimento das mudas principalmente no tratamento testemunha.

Na avaliação do décimo mês após o plantio, houve uma elevada variação de sobrevivência das mudas, contudo pela análise estatística apenas o tratamento testemunha sem controle de plantas daninhas se difere dos demais. Os tratamentos apresentaram uma redução na porcentagem de sobrevivência de 5% para o papelão, no coroamento 2% variação, no tratamento com herbicida 8%, no saco de fibra 3%, palha 11% e a maior redução de sobrevivência foi constatada no tratamento testemunha 43%, comportamento esperado pelos danos provocados pela competição direta entre as mudas e as plantas daninhas.

A competição direta das plantas daninhas com as mudas florestais reduz o desenvolvimento das mudas tanto em altura quanto diâmetro, além de ameaçar a sobrevivência das mudas em campo (SANTOS et al., 2020). O presente estudo deixa claro as interações danosas provocadas pela falta de controle das plantas daninhas nas áreas de reflorestamento (SANTOS et al., 2018). O tratamento controle apresentava 89% de sobrevivência ao terceiro mês, após o plantio; na avaliação posterior, a porcentagem reduziu para 46%, por causa das condições da área. A primeira avaliação foi realizada fora do período chuvoso, após o controle das plantas daninhas pré-plantio, acarretando menor pressão de competição por recurso imposta pelas plantas daninhas, permitindo a sobrevivência das muda.

Após o início das chuvas, a disponibilidade de água e luz, principais fatores de indução de quebra de dormência atrelada à grande quantidade de sementes no banco do solo, a população de plantas daninhas aumentou rapidamente (CARVALHO, 2013). O rápido desenvolvimento das plantas daninhas ultrapassou a altura total das mudas, em poucos dias, reduzindo a disponibilidade de nutrientes, principalmente a oferta de luz afetando todo aparato fotossintético das mudas, provocando morte dos indivíduos mais sensíveis à competição (FIGURA 21) (MACIEL et al., 2011; SANTOS et al., 2018)

Segundo Santos et al., (2018), as plantas daninhas, em povoamentos florestais, representam um dos maiores problemas, para o estabelecimento das mudas no campo, principalmente nos primeiros anos após o plantio, enquanto ainda não se tem um dossel fechado. As plantas daninhas são extremamente eficientes na absorção de água, luz e nutrientes, apresentando altas taxas fotossintéticas e metabólicas (CARVALHO, 2013), o que lhes permite sobressair e ocupar mais espaço que as mudas florestais que apresentam um desenvolvimento mais lento.

Figura 21- Morte da muda de mutamba pela competição direta com as plantas daninhas.



Fonte: Do autor (2021).

Com relação às alterações das porcentagens de sobrevivência das mudas, no tratamento com o herbicida, esse fato está ligado diretamente aos danos provocados pela deriva, durante a pulverização glifosato, herbicida não seletivo.

Mesmo adotando precauções, durante a aplicação, como não aplicar o produto químico direto nas mudas, aplicação de jato dirigindo direto nas plantas daninhas, utilização de baixa pressão, foi observado, em algumas mudas, sinais de fitotoxicidade em maior ou menor grau, levando alguns indivíduos à morte (FIGURA 22). A maior parte das mudas que demonstraram visualmente alguma injúria provocada pelo herbicida conseguiu se recuperar dos danos causados. Autores como Pereira et al. (2011), Pereira et al. (2015), avaliando os danos provocados pela deriva do herbicida glifosato em mudas florestais, corroboram com os dados observados. Já a menor variação da porcentagem de sobrevivência observada, no tratamento com o coroamento das mudas, deve-se ao baixo risco que esse tipo de controle tem de provocar injúrias nas mudas a ponto de levar os indivíduos à morte.

Figura 22- Morte da muda de angico amarelo causada pela deriva de glifosato.



Fonte: Do autor (2021).

Entretanto a convivência direta das plantas daninhas com as mudas florestais e a fitotoxidade, provocada pela deriva, durante a aplicação do herbicida, não foram os únicos fatores que influenciaram a sobrevivência das mudas durante a condução do experimento. Nos meses de junho e julho, a região do Sul de Minas foi acometida de geadas, segundo a Emater- MG; as lavouras do Sul de Minas foram as mais afetadas pelas geadas que ocorreram no estado, tendo seu grau de severidade variando entre leve, médio e severo. A Emater-MG estima que a área total afetada pelas geadas é de aproximadamente 173,6 mil hectares (ESPÓSITO, 2021).

Após a ocorrência da geada, foi feita uma avaliação visual de toda a área para verificar possíveis danos às mudas. Os tratamentos que apresentaram maiores danos foram justamente os que possuíam cobertura do solo, papelão, saco de fibra e palhada, fato que influenciou a porcentagem de sobrevivência ao decimo mês após o plantio. A ocorrência da geada contribuiu para a redução da sobrevivência das mudas em campo, principalmente, no tratamento com a palha (FIGURA 23). Contudo a maior parte das mudas afetadas conseguiu se restabelecer emitindo novas brotações.

Pelo fato da palha atuar como isolante térmico, durante a geada, a biomassa sobre o solo impede que o calor acumulado no solo, durante o dia, seja dissipado para o meio, o que intensifica o frio na parte superior da muda que está em contato com o ar. O processo de troca de calor do solo com o ar é interrompido intensificando os danos causados pela geada. Abaixo da palha, o calor fica armazenado pela característica de isolamento térmico da cobertura vegetal morta, sendo maior, ao longo da noite, em comparação ao solo exposto, o que auxiliou o restabelecimento das mudas (KOVALESKI et al., 2015)

Figura 23- Danos provocados pela geada na muda de mutamba no tratamento com palha.



Fonte: Do autor (2021).

### 4.3 Desenvolvimento de altura e diâmetro das mudas

Pela análise estatística empregada, não existe diferença entre os tratamentos para incremento de altura e diâmetro das espécies *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Guazuma ulmifolia* aos cinco meses após o plantio (TABELAS 4, 5 e 6). Esse resultado possivelmente está atrelado ao controle, em área total pré-plantio, com roçadas e aplicação de herbicida, reduzindo a densidade das plantas daninhas na área.

Tabela 4- Análise de variância das médias diâmetro e altura das mudas de *Anadenanthera colubrina* aos cinco meses.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Diâmetro(mm)	Altura(m)
<b>Tratamentos</b>	5	8,90ns	85,87ns
<b>Blocos</b>	4	3,62ns	139,98ns
<b>Resíduo</b>	20	9,31	64,57
<b>Média</b>		8,14	0,28
<b>CV%</b>		15,15	11,9

Significativo a 5% de probabilidade; ns – Não significativo; CV(%)- Coeficiente de variação; GL- Grau de liberdade; Fonte: Do autor (2021).

Tabela 5- Análise de variância das médias diâmetro e altura das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* aos cinco meses.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Diâmetro(mm)	Altura(m)
<b>Tratamentos</b>	5	4.63ns	44,29ns
<b>Blocos</b>	4	8.02ns	12,88ns
<b>Resíduo</b>	20	3,81	24,86
<b>Média</b>		5,26	0,34
<b>CV%</b>		13,92	7.35

Significativo a 5% de probabilidade; ns – Não significativo; CV(%)- Coeficiente de variação; GL- Grau de liberdade; Fonte: Do autor (2021).

Tabela 6- Análise de variância das médias diâmetro e altura das mudas de *Guazuma ulmifolia* aos cinco meses.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Diâmetro(mm)	Altura(m)
<b>Tratamentos</b>	5	21,32ns	141,36ns
<b>Blocos</b>	4	30,15ns	137,55ns
<b>Resíduo</b>	20	23,90	127,06
<b>Média</b>		11,1	0,42
<b>CV%</b>		3,41	13,34

Significativo a 5% de probabilidade; ns – Não significativo; CV(%)- Coeficiente de variação; GL- Grau de liberdade; Fonte: Do autor (2021).

Outro fator que influenciou o desenvolvimento das plantas daninhas na área foi o período do plantio, que ocorreu no final de março/2021, início do outono, estação em que as plantas daninhas apresentam menores taxas de germinação e incremento de biomassa (MEDEIROS et al., 2007), provocando menos danos às mudas florestais. Segundo Mendonça e Rassin (2006), o crescimento das gramíneas não é uniforme, ao longo do ano, seu maior desenvolvimento é na estação quente e chuvosa (primavera e verão) e reduzido, podendo até cessar nas estações frias e secas (outono e inverno).

Na sazonalidade de desenvolvimento das plantas daninhas, o banco de sementes do solo permaneceu praticamente inerte com baixos níveis de germinação. E as plantas daninhas que germinaram, apesar de conviverem com as mudas, não apresentavam volume de biomassa e densidade suficiente, para provocar danos ao desenvolvimento das espécies florestais. Esse período, em que é possível a convivência direta da cultura de interesse com as plantas daninhas, sem que haja danos à produtividade final, é denominado por Pitelli e Durigam (1984) de período anterior à interferência (PAI).

Tarouco et al. (2009), avaliando as interações das plantas daninhas com as mudas de eucalipto, observaram um período anterior à interferência de 107 dias, ou seja, as mudas suportam a competição com as plantas daninhas, durante 107 dias, sem prejuízos ao seu desenvolvimento. Já Costa et al. (2021) encontraram um período anterior à interferência de 120 dias para o eucalipto em convencia direta com as plantas daninhas.



Além dos danos provocados pela competição com as plantas daninhas, esperava-se que os tratamentos de controle físicos apresentassem menores valores de altura, principalmente no tratamento com a palhada, por causa dos danos mais severos provocados pela geada o que não ocorreu estatisticamente. Isso se deve ao fato das mudas mais afetadas morrerem, não sendo contabilizadas na avaliação. Outra provável causa está relacionada à resiliência das mudas aos danos provocados pela geada (BARBOSA et al., 1993; DUFFECKY; FOSSATI, 2009), pois os indivíduos sobreviventes conseguiram regenerar as partes apicais por meio de gemas laterais, emitindo novas brotações, reduzindo a variação da altura total. O tratamento, utilizando herbicida, também não diferiu dos demais estatisticamente. Indicação de que foram efetivas as boas práticas de pulverização e possíveis resistências das plantas a pequenas quantidades de deriva como observado por Pereira et al. (2015).

As avaliações realizadas, ao décimo mês após o plantio, demonstraram existir diferença estatística entre os tratamentos para incremento de altura e diâmetro das espécies *Anadenanthera colubrina*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Guazuma ulmifolia* (TABELAS 7, 8 e 9).

Dessa forma, os diferentes métodos de controle de plantas daninhas foram eficientes, ao promover o desenvolvimento em altura e diâmetro, se comparadas com o tratamento controle que apresentou as menores médias. Todavia o método de controle de plantas daninhas adotado não influenciou estatisticamente os valores finais de altura e diâmetro 10 meses após o plantio, indicando que, para a região e condições climáticas, em que o presente estudo foi conduzido, o principal limitador ao desenvolvimento das mudas, em áreas de reflorestamento, é a competição por recursos, água, luz e nutrientes entre as plantas daninhas e as mudas florestais.

Tabela 7- Avaliações das médias diâmetro e altura das mudas de *Anadenanthera colubrina* aos 10 meses.

Tratamentos	<i>Anadenanthera colubrina</i>	
	Diâmetro(mm)	Altura(m)
<b>Papelão tratado</b>	29.57 a	1.27 a
<b>Herbicida</b>	28.47 a	0.97 a
<b>Coroamento</b>	29.82 a	0.95 a
<b>Palhada</b>	21.03 a	0.83 a
<b>Saco de fibra</b>	26.28 a	0.92 a
<b>Sem tratamento</b>	8.89 b	0.50 b
<b>CV%</b>	13.44	6.41

CV(%)- Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do autor (2021).

Tabela 8- Avaliações das médias diâmetro e altura das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* aos 10 meses.

Tratamentos	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	
	Diâmetro(mm)	Altura(m)
<b>Papelão tratado</b>	13.89 a	1.01 a
<b>Herbicida</b>	11.47 a	0.87 a
<b>Coroamento</b>	18.14 a	1.03 a
<b>Palhada</b>	12.41 a	0.89 a
<b>Saco de fibra</b>	11.46 a	0.82 a
<b>Sem tratamento</b>	3.8 b	0.36 b
<b>CV%</b>	24.47	8.57

CV(%)- Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do autor (2021).

Tabela 9- Avaliações das médias diâmetro e altura das mudas de *Guazuma ulmifolia* aos 10 meses.

Tratamentos	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
	Diâmetro(mm)	Altura(m)
<b>Papelão tratado</b>	34.23 a	1.71 a
<b>Herbicida</b>	41.40 a	1.78 a
<b>Coroamento</b>	37.90 a	1.56 a
<b>Palhada</b>	35.28 a	1.33 a
<b>Saco de fibra</b>	30,00 a	1.26 a
<b>Sem tratamento</b>	10.74 b	0.60 b
<b>CV%</b>	20.31	10.30

CV(%)- Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Do autor (2021).

Para todas as espécies avaliadas, a falta de controle das plantas daninhas ocasionou menores valores em altura e diâmetro, danos provocados pela competição direta entre as mudas e as plantas daninhas, o que trona o controle efetivo das plantas daninhas fundamental, para o sucesso dos projetos de restauração florestal. Faria et al. (2018) constataram que as espécies *Cariniana legalis* e *Pterigota brasiliensis* não suportaram a competição direta com as plantas daninhas, durante 11 meses de plantio, o que provocou a morte de todos os indivíduos. Maciel et

al. (2011) demonstraram que o manejo das plantas daninhas proporcionou melhor desenvolvimento inicial das espécies florestais nativas, evidenciando a alta sensibilidade à competição por recursos do meio, na fase inicial do desenvolvimento das espécies florestais *Schinus terebinthifolius Raddi* e *Inga fagifolia*, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Segundo Londero et al. (2012), o convívio das mudas *Eucalyptus grandis* com plantas daninhas superiores a 56 é suficiente para reduzir a produção e biomassa e volume de madeira. Já para Costa et al. (2021), o período de convivência *Eucalyptus grandis* com quatro plantas por m<sup>2</sup> de trapoeira pode ocorrer até em 90 dias, no período de inverno; caso permaneça por mais tempo, as plantas daninhas provocam uma redução de 38,4% na área foliar e 35% na massa seca das mudas.

Esperava-se que, em razão dos diversos métodos de controle empregados, principalmente no que tange à cobertura do solo, pudessem influenciar os ganhos em altura e diâmetro em comparação com os métodos químicos e físicos, o que não ocorreu estatisticamente. Gonçalves et al. (2017), em Saropédica, RJ, avaliaram o crescimento de mudas florestais manejadas sobre o coroamento manual e com o papelão caixa de pizza; os autores também não observaram diferenças significativas de incremento das alturas das mudas entre o coroamento manual e o papelão tratado. Martins et al. (2004), após 12 meses do plantio, não obtiveram diferenças estatísticas, para a variável alturas de mudas de pupunha, nos tratamentos papelão tratado, saco plástico (spin out) e coroamento manual na região de Paranaguá-PR. Já Neves, Santos e Carpanezzi, (2011), manejando o plantio de pupunha, utilizando o papelão como um dos controles de plantas daninhas, durante quatro anos, obtiveram valores significativamente maiores na produção de creme, toletes e picados de palmito. A produção obtida de creme de palmito produzido como manejo, utilizando o papelão, foi 76% superior, se comparado com o coroamento manual tratamento testemunha. Na visão dos autores, esses valores de produção são reflexo da redução da temperatura do solo e maiores teores de umidade somada à elevada eficiência no controle das plantas daninhas obtido com o uso do papelão.

No presente estudo, foi testado o papelão tratado, palhada e saco de fibra, tratamentos que possuem níveis diferentes de recobrimento do solo, porém essa proteção do solo não se refletiu em maiores incrementos de biomassa, como observado por Neves, Santos e Carpanezzi, (2011).

A região de Lavras onde foi realizado o estudo possui verões amenos, com uma temperatura média anual de 19,6 °C, precipitação média anual de 1511 mm, média de umidade relativa anual de 76,2% (ALVARES et al., 2013). Temperaturas elevadas e déficit hídrico não são comuns para a região por longos períodos. A principal diferença entre os métodos de controles físicos e os demais é a proteção do solo contra elevadas temperaturas e manutenção da umidade que teoricamente favoreceria o desenvolvimento das mudas.

Contudo, para a avaliação de altura e diâmetro, os tratamentos de controles físicos não influenciaram estatisticamente no desenvolvimento das espécies estudadas, possivelmente, pelas características edafoclimáticas da região caracterizada pelo inverno seco, com temperaturas médias variando entre 12°C e 25°C (INMET, 2021). A proteção física do solo contra as elevadas não é efetiva, já no verão chuvoso, mesmo com a elevação da temperatura, a precipitação média anual da região de 1511 mm mantém o solo com elevados teores de umidade tanto nos tratamentos físicos quanto nos demais.

Todavia, em outra região, em que as condições climáticas sejam diferentes, essa variação poderia ser sentida no primeiro ano de estudo. Como exemplo, o semiárido brasileiro, região caracterizada por forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações, num curto período, em média, de três meses, apresentando reservas de água insuficientes em seus mananciais. Os índices pluviométricos no semiárido brasileiro pode ser superior aos 1000mm anuais perto do litoral e, à medida que se vai adentrando no semiárido, passando pela zona Agreste e se dirigindo para o Sertão, as precipitações diminuem e alcançam valores médios inferiores a 500 mm anuais e valores médios de temperatura 24,1°C a 28,1°C. (MOURA et al., 2007).

Dessa forma, a utilização de técnicas, para conservar a umidade e redução da temperatura do solo no semiárido, atrelada ao controle de plantas daninhas, poderia auxiliar no desenvolvimento das mudas, em períodos de elevado stress hídrico, elevando os índices de sobrevivência dos plantios e incremento anual de biomassa.

#### **4.4 Análise de custo de manutenção**

O custo das operações é um dos fatores determinantes no planejamento da gestão orçamentária, seja para manutenção em pequenas ou grandes áreas. A Tabela 10 apresenta o

aporte de investimento necessário, para a manutenção do experimento, em um período aproximado de 11 meses, calculado para 1 hectare.

Tabela 10- Investimento necessário para a manutenção da área durante 11 meses para 1 hectare

<b>Tratamentos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço (R\$)</b>	<b>Valor total(R\$)</b>
<b>Coroamento com papelão</b>				
Sulfato de cobre	Kg	1	35,00	35,00
Ácido bórico	Kg	1	30,00	30,00
Vinagre	ml	500	5,00	5,00
Papelão (chapas de 0,5x0,5m)	unidade	2.000	0,80	1600,00
Arame para confecção de grampos para fixação	unidade	72	15,90	1144,80
Mão de obra - beneficiamento do papelão	diária/homem	0,5**	110,00*	55,00
Mão de obra - beneficiamento do arame	diária/homem	1**	110,00*	110,00
Mão de obra - fixação do papelão no campo	diária/homem	7,63**	110,00*	839,30
			<b>Total</b>	<b>3819,10</b>
<b>Coroamento com saco de fibra de juta</b>				
Sacos de fibra de juta	unidade	2000	3,8	7600,00
Arame para confecção de grampos para fixação	unidade	72	15,9	1144,80
Mão de obra - beneficiamento do arame	diária/homem	1**	110,00*	110,00
Mão de obra - beneficiamento do saco de juta	diária/homem	0,5**	110,00*	55,00
Mão de obra - fixação do saco de juta no campo	diária/homem	6,58**	110,00*	723,80
			<b>Total</b>	<b>9633,60</b>
<b>Palhada</b>				
Mão de obra - Distribuição da palhada em campo	diária/homem	9**	110*	990,00
			<b>Total</b>	<b>990,00</b>
<b>Coroamento manual com enxada</b>				
Mão de obra - coroamento das mudas	hectare	5	521,52*	2607,6
			<b>Total</b>	<b>2.607,60</b>
<b>Aplicação de herbicida</b>				
Herbicida glifosato	L	6	40	240
Mão de obra - aplicação de herbicida na área	hectare	4	404,54*	1.618,16
			<b>Total</b>	<b>1858,16</b>

\*Tarifa da empresa contratada já engloba a mão de obra operacional e todos os materiais necessários (bombas costais, enxada e EPIS), para a realização da atividade, incluindo deslocamento até o local, \*\* rendimento operacional calculado durante a instalação do experimento e recalculado para 1 hectare. Fonte: Do autor (2021).

O tratamento de coroamento manual foi o que apresentou maior necessidade de repetição, ao longo do experimento, tendo ocorrido, nos meses abril/2021, junho/2021, outubro/2021,

dezembro/2021 e fevereiro/2022. Já o tratamento de controle químico ocorreu nos meses de junho/2021, outubro/2021, dezembro/2021 e fevereiro/2022. Os tratamentos de controle físico, como papelão, palhada e saco de fibras foram aplicados apenas uma vez, no início do experimento e não contaram com nenhum tipo de manutenção posterior à sua aplicação.

O controle das plantas daninhas, utilizando a palhada, apresentou o menor custo de investimento, aproximadamente 90% menor, se comparado com o controle químico, tratamento que apresentou o segundo menor custo para a manutenção da área. Todavia, no tratamento utilizando a palha, não foi possível mensurar os custos de aquisição do material, tampouco o custo de transporte. A palha utilizada era rejeito das podas dos jardins da universidade e seria descartada o que contribuiu para a redução dos custos de implantação.

O controle químico apresentou o segundo menor custo, para a manutenção da floresta, em comparação com o coroamento manual à redução de custos para manter a mesma área em aproximadamente 40% ao final do primeiro ano. Se comparado com o papelão tratado, no primeiro ano de controle, o investimento é de aproximadamente duas vezes menor, com o saco de fibra, o investimento é aproximadamente cinco vezes menor, o que justifica a grande adesão desse método de controle nas áreas agrícolas e florestais.

Dessa forma, o controle químico apresenta melhor custo benefício, se comparado com o coroamento manual, para a manutenção dos plantios voltados para a restauração florestal (MACIEL et al., 2011; SANTOS et al., 2018; SANTOS et al., 2020). O baixo custo, a possibilidade de aplicação manual e mecanizada, atrelada ao largo espectro de controle de plantas daninhas, controlando tanto espécies de folhas largas quanto estreitas, tornou o glifosato o herbicida mais utilizado mundialmente, no controle da população de plantas daninhas, tanto na silvicultura quanto agronomia (BENBROOK, 2016; MAQUEDA et al., 2017).

Já o controle manual, apesar de eficiente, possui baixo rendimento operacional, exigindo dos colaboradores demasiado esforço físico (RESENDE; LELES., 2017). Mesmo que possua baixo investimento em equipamentos, para a realização das atividades, se comparado com a aplicação de herbicida, seu baixo rendimento operacional pode inviabilizar a sua adoção principalmente em grandes áreas.

O papelão tratado apresentou custo mais elevado, em relação aos controles convencionais, coroamento manual e controle químico. O custo de implantação é aproximadamente 50% mais elevado, se comparado com o coroamento manual no primeiro ano. Uma parte do custo da

utilização do papelão tratado vem do material utilizado para sua fixação no campo. Neste estudo, os ganchos de fixação corresponderam a 33% do custo total de investimento. No segundo ano de manutenção, utilizando o papelão tratado, teria uma amortização no preço da implantação, pois os ganchos que foram utilizados, para sua fixação no campo, poderiam ser reutilizados, em novos papelões, porque a duração do papelão é de aproximadamente 360 dias, tornando a diferença de custos entre o coroamento manual e o controle físico próximo de 14%. Outra possibilidade de redução de custo para esse tratamento é a troca das caixas de pizza por chapa de papelão industrial simples. As caixas de pizza são materiais com valor agregado, possuindo certo grau de beneficiamento o que eleva seu custo. A utilização de chapas de papelão industrial, sem nenhum tipo de beneficiamento, poderia reduzir substancialmente o aporte inicial.

Já Gonçalves et al. (2017) descreveram que o investimento, utilizando o papelão tipo caixa de pizza, foi 43% mais barato, se comparado com o coroamento manual, resultado diferente do observado no presente estudo. Segundo os autores, a periodicidade de manutenção com o coroamento manual das mudas pode variar pelo clima da região, nível de infestação da área, banco de semente do solo e época do ano o que pode influenciar diretamente nos custos para manter a área.

Expandindo a avaliação dos custos de manutenção, para além dos custos das operações e materiais adquiridos, identifica-se que a periodicidade de manutenção, local de trabalho, quantitativo de mão de obra disponível e distância percorrida pela equipe de trabalho podem influenciar diretamente nos custos finais de manutenção da área. Manter o controle efetivo da população de plantas daninhas, principalmente nos períodos chuvosos, em áreas manejadas com controle químico e coroamento manual, requer maior número de visitas a campo, se comparada com o controle físico, saco de fibra, palhada ou papelão o que, em determinadas circunstâncias, tornaria o tratamento alternativo mais atrativo.

O custo utilizando os sacos de fibra de juta é duas vezes e meia superior ao custo do papelão tratado, apresentando valores muito superiores aos demais tratamentos o que inviabilizaria esse tipo de controle, o qual só seria viável, caso os sacos de fibra estivessem sendo adquiridos sem custos.

## 5 CONCLUSÃO

Todos os tratamentos de controle das plantas daninhas testados apresentaram eficiência no controle das plantas daninhas, sendo o mais eficiente o papelão, seguido de palhada, herbicida e coroamento que não diferiram estatisticamente entre si e o saco de fibra.

Os métodos de controle, 10 meses após o plantio, não influenciaram nos ganhos de altura e diâmetros das plantas avaliadas.

O custo operacional e de insumos, para a realização do controle das plantas daninhas pelos métodos avaliados, foram distintos, variando de R\$990,00 a R\$9633,60 reais, sendo de menor custo o uso da palhada, seguido por herbicida, coroamento manual, papelão e saco de fibra.

Há métodos de controle de plantas daninhas alternativos ao uso de herbicida, eficientes e viáveis economicamente que podem ser utilizados em áreas com restrição ao seu uso.



## 6 REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Encarte especial sobre a Bacia do Rio Doce: rompimento da barragem em Mariana – MG. Conjuntura dos Recursos Hídricos.** Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Brasília, p.1-49, 2016. Disponível em:< [https://arquivos.ana.gov.br/RioDoce/EncarteRioDoce\\_22\\_03\\_2016v2.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/RioDoce/EncarteRioDoce_22_03_2016v2.pdf)> Acesso em: 09 dez. 2020.
- ALVARES, CA, et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische. Zeitschrift**, v.22 n.6 p. 711–728, 2013.
- ARÉVALO, R. A. Manejo de plantas daninhas em áreas de colheita de cana-de-açúcar. **STAB Açúcar, álcool e subprodutos**. Piracicaba, v.17, n.4, p.26-28, 1998.
- AZEVEDO, F. C. da. **Mudanças fisiológicas associadas à pré-aclimatação em quatro espécies florestais da Amazônia**. 2013, 144. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto nacional de pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus, 2013.
- BARBOSA, L. M. et al. Efeitos de geadas em mudas de espécies arbóreas de mata ciliar utilizadas em ensaios de campo. In XLII Congresso Nacional de Botânica, 7, 1993, Goiânia. **Anais...** Goiânia: 1993. p. 95-105.
- BATISTA, F. R. Q. de. **Manejo e monitoramento de impactos sobre o ecossistema em áreas protegidas de cerrado: estrutura da vegetação, gramíneas exóticas e incêndios**. 2019, p.165, Tese-(Doutorado Ciências Ambientais) Goiânia, 2019, Universidade Federa de Goiânia, Goiânia.
- BENBROOK, C. M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. **Environmental Sciences Europe**, v. 28, p. 1–15, 2016.
- BRIGHENTI, A.M; OLIVEIRA, M.F. Biologia de plantas daninhas. **Onipax**, Curitiba, p1-36, 2011.
- CALEGARI, L. et al. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.871-880, jul. 2013.
- CANTARELLI, E. B. et al. Efeito do manejo de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de *Pinus taeda* em várzeas na argentina. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.5, p.711-718, abr. 2006.
- CARON, B. O et al. Interceptação da radiação luminosa pelo dossel de espécies florestais e sua relação com o manejo das plantas daninhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.75-82, jan. 2012.
- CARVALHO, L.B. de. **Planta Daninha**, Lages, v.1, n.1, p.1-92, 2013.
- CÉSAR, R. G et al. Does crotalaria (*Crotalaria breviflora*) or pumpkin (*Cucurbita moschata*) inter-row cultivation in restoration plantings control invasive grasses? **Scitia Agricola**. v.70, n.4, p.268-273, jul. 2013.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Controle de plantas daninhas em Pinus taeda através do herbicida imazapyr. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, 1998.

CODOGNOTO, L. C. da. **Deriva de glifosato em capim marandu: produção e qualidade da forragem**. 2020. 86 p. Tese (Doutora em Agronomia) - Universidade estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2020.

CORREIA, N. M; DURIGAN, J. C. Emergência da plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Plantas Daninhas**. Viçosa, v.22, n.1, p.11-17, 2004.

COSTA, A. G. F et al. Interferência de Commelina benghalensis no crescimento inicial de Eucalyptus grandis no inverno e no verão. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 590-606, jun. 2021.

CRISPIM, S. M. A; BRANCO, O. D. Aspectos gerais das braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. **Embrapa Pantanal Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, **33**, Corumbá, p.1-25, 2002.

DAVIES, R. J. Control for suscefull tree stablishment. **Tree and weeds**, London: HMSO, 1987.

DINARDO, W et al. Efeito da densidade de plantas de Panicum maximum Jacq. sobre o crescimento inicial de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 59-69, 2003.

DUFFECKY, M. D; FOSSATI, L. C. Avaliação da adaptação de calophyllum brasiliensis cambess. (guanandi), família clusiaceae, no planalto norte catarinense. **Ágora**, Mafra, v. 16, n. 2, p. 14- 27, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro v.3, 2013.

ESPÓSITO, T. Que eu me lembre, foi a geada mais forte', diz cafeicultor que teve lavoura atingida pelo fenômeno atmosférico. **G1- Sul de Minas**. 2021. Disponível em:<<https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/grao-sagrado/noticia/2021/09/01/que-eu-me-lembre-foi-a-geada-mais-forte-diz-cafeicultor-que-teve-lavoura-atingida-pelo-fenomeno-atmosferico.ghtml>> Acessado em: nov. 2021.

FARIA, J.C.T. et al. Influencia da matocompetição de capim-braquiárea no crescimento de espécies florestais em plantio misto. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.15, n.1, p. 63-71, ago. 2018.

FARIAS, C. C. M. et al. Efeitos de subdoses de glyphosate em plantas jovens de seringueira (Hevea brasiliensis Aubl.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.11, n.1, p.119-125, abr. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.35, n.6, dez. 2011.

FERREIRA, L. R et al. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto. **Editora UFV**, Viçosa, v.1, p.1-149, 2011.

GONÇALVES, F. L. A. et al. Uso de papelão de caixa de pizza no coroamento de mudas para restauração florestal. **Comunicado técnico 146, Embrapa**, Seropédica, p.1-6, set. 2017.

HECKLER, J. C; SALTON, J. C. Coleção Sistema Plantio Direto: Palha: Fundamento do Sistema Plantio Direto. **Embrapa**, Dourados, p.1-29, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **INMET**. Brasília-DF, 2021. Disponível em:< <https://portal.inmet.gov.br/>> Acessado em: jan. 2022.

ISERNHAGEN, I. et al. Estratégias para adequação ambiental de propriedades rurais: Implantação e Manutenção. **Manual técnico, Embrapa Agrossilvipastoril**, Araputanga, p.1-94, ago. 2012.

KLEIN, A; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de ervas invasoras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.955-966, jul. 1991.

KLIEMANN, H. J et al. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1 ,p.21-28, 2006.

KLIPPEL, V. H. et al. Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata de Tabuleiros. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.1, p.69-79, 2015.

KOVALESKI, S et al. Temperatura e fluxo de calor no solo em dossel de canola em função da distribuição da palha na superfície, em noites de ocorrência de geada. In: XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, n.19, 2015, Lavras, **Anais...** Lavras, 2015, p.1-7.

LANDAU, E. C; Simeão, R. M; Neto, F. C. M. da. Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem animal e da silvicultura. **Manual técnico, Embrapa**, Brasília, DF, v. 3, cap. 46, p. 1555-1578, 2020

LONDERO, E. K et al. Influencia de diferentes períodos de controle convivência de plantas daninhas eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.18, n 3, p.441-447, set. 2012.

LOPES, J. L. W et al. Influência dos fatores bióticos e abióticos na sobrevivência de eucalipto em função do solo e do manejo de viveiro. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.22, n.2, p. 29-38, jun. 2009.

LOPES, J. L. W et al. Crescimento inicial do eucalipto em função da aclimação em viveiro. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 199-211, abr. 2011.

LORENZI, H. Efeito da palha da cana no controle das plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, Londrina, 1993. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1993. p. 28-29.

MACIEL, C. D. G. de. et al. Coroamento no controle de plantas daninhas e desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 119-128, mar. 2011.

MACHADO, V. M. et al. Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.11, n.2, p.139-147, ago. 2012.

MAQUEDA, C. et al. Behaviour of glyphosate in a reservoir and the surrounding agricultural soils. **Science of the Total Environment**, v. 594, n. 1, p. 787–795, 2017.

MARTINS, E. G. et al. Papelão tratado alternativa para controle de plantas daninhas em plantios de pupunheira (*Bractis Gasipaes* Kunth). **Comunicado Técnico Embrapa 123**. Colombo, p.4, 2004.

MATO GROSSO (Estado), Decreto Nº 1651 DE 11/03/2013 Lex: coletânea de legislação e jurisprudência de Mato Grosso. Disponível em:<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=252231>> Acessado em: jan. 2022.

MATOS, D. M. S, PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura** v. 61, n. 1, p. 27-30, 2009.

MEDEIROS, H. R. de et al. Temperatura base de gramíneas forrageiras estimada através do conceito de unidade fototérmica. **Revista Pasturas Tropicais**, Cali, v.29, n.1, p.82-86, abr. 2007.

MENDONÇA, F. C; RASSIN, J. R. Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais. **Comunicado técnico EMBRAPA-45**. São Carlos, p.1-9, out. 2006.

MORAIS, A. de; PALHANO, A. L. Fisiologia da produção de plantas forrageiras. Fisiologia vegetal - Produção e pós-colheita. Curitiba, p. 249-271, 2002

MOURA, M. S. B. de et al. Clima e água de chuva no Semi-Árido. **Boletim técnico - EMBRAPA**.v.2,p.37-59, 2007.

NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F. DOS; CARPANEZZI, A. A. Cultivo da pupunheira para palmito com o uso de papelão tratado como cobertura de solo. **Comunicado Técnico EMBRAPA 288**. Colombo, p.4, nov. 2011.

PAIVA, H. N. de. et, al. Cultivo do Eucalipto: Implantação e manejo. **Aprenda fácil editora**, Viçosa, v. 2, p.1-353, 2013.

PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM. Plano de Manejo do Parque Nacional de São Joaquim. Brasília-DF, p.78. 2018 .Disponível em:<

[https://www.icmbio.gov.br/parnasaojoaquim/images/stories/plano\\_de\\_manejo\\_parque\\_nacional\\_de\\_sao\\_joaquim\\_2018.pdf](https://www.icmbio.gov.br/parnasaojoaquim/images/stories/plano_de_manejo_parque_nacional_de_sao_joaquim_2018.pdf)> Acessado em: jan. 2022.

PARQUE NACIONAL DO AMAZONAS. Plano de Manejo do Parque Nacional da Amazônia, Itaituba, p.52. 2021 .Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/parna-da-amazonia/copy\\_of\\_plano\\_manejo\\_parna\\_amazonia\\_2021.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/parna-da-amazonia/copy_of_plano_manejo_parna_amazonia_2021.pdf)> Acessado em: jan. 2022.

PEREIRA, D. C. A. Resíduos de agrotóxicos e metais pesados em água para consumo humano em Centro Novo-MA. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal. v.6, n.1, p. 37-40, 2012.

PEREIRA, F. C. M et al. Interferência de plantas daninhas: conceitos e exemplos na cultura do eucalipto. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n especial, p. 236-255, mai. 2014.

PEREIRA, M. R. R et al. Densidades de plantas de *Urochloa decumbens* em convivência com *Corymbia citriodora*. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.1803-1812, set. 2011.

PEREIRA, M. R. R et al. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 326-332, abr. 2015.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p.1-24, set. 1987.

PITELLI, R. A; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 1984, Belo Horizonte. **Anais....**Belo Horizonte: SBHDE, 1984. p. 37.

PITELLI, R.A. O termo planta-daninha. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 3, p.1-2, 2015.

RESENDE. A.S de; LELES. P,S,S dos. Controle de plantas daninhas em restauração florestal **Embrapa**, Brasília-DF v.1. p.1-110, 2017.

RODRIGUES, R. R; BRANCALION, P. H. S; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF/ESALQ : **Instituto BioAtlântica**, São Paulo, v.1, p.1-260, 2009.

ROMAN, E. S et al. Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação. **Editora Berthier** Passo Fundo, v.21, p1-152, 2005.

SALVADOR, F. L. **Germinação e emergência da plantas daninhas em função a luz e da palhada de cana-de- açúcar ( Saccharu spp)**. 2007. 84p. Dissertação ( Mestrado em Agronomia ) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

SANTOS, F. A. M. dos. et al. Controle químico de plantas daninhas em povoamentos de restauração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 38, v.2, p. 1-9, dez. 2018.

SANTOS, F. A. M. dos. et al. Estratégias de controle de braquiárias *Urochloa* spp. na formação de povoamento para restauração florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 29-42, mar. 2020.

SILVA, A. A. da; SILVA, J.F. da. Tópicos em manejo de plantas daninhas. 3 ed. Viçosa MG, p.1-367. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

SILVA, A. A et al. Métodos de controle de plantas daninhas. In: Silva AA, Silva JF. Tópicos em manejo de plantas daninhas. **Editora UFV**, Viçosa. p. 63-81, 2009.

SILVA, J. C. G. da; FILHO, J. A. P. Estudo comparativo entre técnicas de proteção superficial de taludes situados na rodovia sp-563: biomanta, hidrossemeadura e grama em placa. In: Simpósio internacional de gestão de projetos, inovação e sustentabilidade, 2018 São Paulo **Anais...**São Paulo, VII SINGEP, 2018, p.1-15.

SILVA, K. R et al. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p. 361-366, jun. 2004.

SILVA, M. D. da; PERALBA, M. C. R; MATTOS, M. L. T. Determinação de glifosato e ácido aminometilfosfônico em águas superficiais do arroio passo do pilão. Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v. 13, p.19-28, 2003.

SILVA, W. da et al. Absorção de nutrientes por mudas de duas espécies de eucalipto em resposta a diferentes teores de água no solo e competição com plantas de *Brachiaria brizantha*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.147-159, 2000.

SOUZA, A. M; VIEIRA, A. S. Estudo do rendimento operacional em operações de restauração florestal em áreas de matas ciliares. **Instituto Pró-Terra**, Jaú, p.1-9. jan, 2008. Disponível em: <<http://institutoproterra.org.br/attach/upload/rendimentooperacionalpro-terra.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2021.

TAROUCO, C. P et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na fase inicial de crescimento do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.9, p.1131-1137, set. 2009.

TOLEDO, R. E. B et al. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf. sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 60, p.109-117, 2001.

TONI, L. R. M; SANTANA, H. DE; ZAIA, D. A. M. Adsorção de glifosato sobre solos e minerais. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p.829-833, 2006.

VARGAS, L; GAZZIERO, D. L. P; KARAM, D. Azevém resistente ao glifosato: características, manejo e controle. **Comunicado Técnico 298 Embrapa Trigo**. Passo Fundo, p.1-4, 2011.

VARGAS, L. et al. Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil: histórico, distribuição, impacto econômico, manejo e prevenção. **Embrapa Trigo**. Cap. 20, p. 219-239, 2016.

WESSON, G; WAREING. P, F. The role of light in the germination of naturally occurring populations buried weed seeds. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v.20, n.2, p.402-413, 1969.