



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

THALES COSTA DE LIMA

TOLERÂNCIA DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS À GLYPHOSATE

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES

Orientador

SEROPÉDICA, RJ

JULHO, 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

THALES COSTA DE LIMA

TOLERÂNCIA DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS À GLYPHOSATE

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES

Orientador

SEROPÉDICA, RJ

JULHO, 2017

TOLERÂNCIA DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS À GLYPHOSATE

THALES COSTA DE LIMA

Monografia aprovada em 21 de junho de 2017.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles
UFRRJ/IF/DS
Orientador

Prof. Dr. Aroldo Ferreira Lopes Machado
UFRRJ/IA/DF
Membro

Prof. Dr. Rogério Luiz da Silva
UFRRJ/IF/DS
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus avós maternos e paternos (*in memoriam*), que não puderam estar presente em corpo, mas sempre estiveram presente em espírito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida.

Aos meus pais, Izabel e Domingos, por ser a força maior e sempre estar ao meu lado me apoiando e me incentivando.

A UFRRJ pela oportunidade gigantesca de me graduar Engenheiro Florestal.

Ao professor e orientador Paulo Sérgio pelo exemplo de pessoa que, com toda sua experiência, simplicidade e praticidade, me fez ter gosto pela Silvicultura, podendo estar sempre apto à execução de projetos e trabalhos do LAPER.

Aos professores membros da banca, Aroldo e Rogério por tornarem este trabalho real, expor ideias construtivas e acrescentar de forma significativa para minha experiência profissional.

Ao professor Emanuel pelos conselhos, oportunidades e confiança depositada em mim sobre os trabalhos do LAMFLOR.

Aos professores Acácio, Henrique e Fernando também pelo depósito de confiança em mim, ao orientar os alunos nas aulas práticas de deterioração e preservação da madeira.

Aos professores Elen e Eurípedes pela oportunidade de conhecer e aprender tudo o que eu pude sobre Entomologia.

A todos os professores desta instituição, sem exceção, pelos inúmeros ensinamentos que me fizeram crescer profissionalmente e pessoalmente.

Ao Lucas e Zezão, que me ajudaram no procedimento de aplicação do herbicida e empréstimo do pulverizador.

Aos companheiros e amigos do LAPER: Alan, Avner, Flávio, João Elvis, Jorge, Juçara, Lucas, e Thasso.

A Morgana pela paciência e compreensão nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Aos verdadeiros amigos de turma Gerhard, Gabriel, João e Hudson pelos mais diversos e melhores momentos da minha vida dentro e fora da rural.

Aos amigos de república Ramiro, Thiago, Elder, Vinícius e Nikolas que me proporcionaram bons momentos ao som do rock.

A Dani e Dérique pela amizade de irmão, pela fraternidade e fé.

Aos demais laços de amizade que construí na rural, e que de alguma forma estarão guardados comigo.

“Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso ou pessoas fracassadas. O que existe são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.”

(Augusto Cury)

RESUMO

Uma dos grandes entraves na formação de povoamento para restauração florestal é apresentar um controle de plantas daninha eficaz e de baixo custo. Dentre os métodos de controle de plantas daninhas, encontra-se o químico. Entretanto, determinados produtos químicos, como o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas poderão acarretar toxicidez ou até mesmo levar às plantas de interesse a morte, se a aplicação do herbicida for conduzida de forma errônea pelo aplicador. Objetivou-se nesse trabalho avaliar a tolerância de *Zeyheria tuberculosa* e *Cariniana legalis* a doses crescentes de glyphosate. Mudanças em condições de plantio no campo foram transplantadas para vasos de 8 litros preenchidos com Latossolo amarelo misturados com bio-sólido (9:1 v/v). O experimento consistiu da aplicação de 216; 432 e 864 g ha⁻¹ de glyphosate, correspondente a 15, 30 e 60 % da dose recomendada de 1440 g ha⁻¹ para controle de braquiária, além de testemunha absoluta. Para cada espécie, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, sendo o experimento constituído com quatro tratamentos e dez repetições. A fitotoxicidade foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) por meio de escala percentual de notas, pela ocorrência dos indivíduos dentro de cada classe de fitotoxicidade. Mediu-se a altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) de todas as plantas no dia da aplicação do herbicida e aos 75 DAA, obtendo-se o incremento de H e DC. De modo geral, as doses aplicadas do herbicida não causaram danos severos às duas espécies, embora tenham ocorrido maiores sintomas de fitotoxicidade em plantas de *Cariniana legalis*. Somente a maior dose do herbicida afetou significativamente o incremento em altura dos indivíduos de *Cariniana legalis* pela seca do ápice, em função do efeito do herbicida nesta espécie. Para *Zeyheria tuberculosa* não houve diferenças significativas de incremento com a aplicação do herbicida. Conclui-se que *Cariniana legalis* pode ser considerada medianamente tolerante e *Zeyheria tuberculosa* tolerante, à aplicação de até 60% da dose recomendada de 1440 g ha⁻¹ de glyphosate.

Palavras-chave: restauração florestal, glyphosate, deriva de herbicida.

ABSTRACT

One of the great obstacles in the formation of stands for forest restoration is to present an effective and low-cost weed control. Among weed control methods, we find the chemical. However, certain chemicals, such as the use of weed control herbicides, may lead to toxicity or even lead to plants of interest to death if herbicide application is conducted erroneously by the applicator. The objective of this study was to evaluate the tolerance of *Zeyheria tuberculosa* and *Cariniana legalis* to increasing doses of glyphosate. Seedlings under field planting conditions were transplanted into 8-liter pots filled with yellow Latosol mixed with biosolids (9: 1 v / v). The experiment consisted of the application of 216; 432 and 864 g ha⁻¹ of glyphosate, corresponding to 15, 30 and 60% of the recommended dose of 1440 g ha⁻¹ for control of *Brachiaria*, in addition to absolute control. For each species, the design used was completely randomized, and the experiment consisted of four treatments and ten replications. Phytotoxicity was evaluated at 7, 14, 21 and 28 days after application (DAA) by means of a percentage scale of grades, by the occurrence of individuals within each class of phytotoxicide. The height of the aerial part (H) and collection diameter (DC) of all plants on the day of application of the herbicide and the 75 DAA were measured, obtaining the increase of H and DC. In general, the applied doses of the herbicide did not cause severe damage to the two species, although there were greater symptoms of phytotoxicity in *Cariniana legalis* plants. Only the highest dose of the herbicide significantly affected the increase in height of *Cariniana legalis* individuals due to the dryness of the apex, as a function of the herbicide effect in this species. For *Zeyheria tuberculosa* there were no significant differences of increment with the application of the herbicide. It was concluded that *Cariniana legalis* can be considered medium tolerant and *Zeyheria tuberculosa* tolerant to the application of up to 60% of the recommended dose of 1440 g ha⁻¹ of glyphosate.

Key words: forest restoration, glyphosate, herbicide drift.

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Classes de fitotoxicidade de glyphosate dos indivíduos de <i>Zeyheria tuberculosa</i> aos 14 dias após a aplicação (a) e 21 dias após aplicação (b).	8
Figura 2: Classes de fitotoxicidade de glyphosate em indivíduos de <i>Cariniana legalis</i> aos 14 dias após a aplicação(a) e 21 dias após a aplicação(b).....	9
Figura 3: Indivíduos de <i>Cariniana legalis</i> (a) e de <i>Zeyheria tuberculosa</i> (b) aos 21 dias após a aplicação para três doses aplicadas de glyphosate, além da testemunha.....	10

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1: Classes para avaliação visual da fitotoxicidade de herbicida as espécies florestais.....	7
Tabela 2: Número de indivíduos de <i>Cariniana legalis</i> em cada classe de fitotoxicidade de glyphosate aos 7, 14 e 21 DAA com as respectivas dosagens de 15, 30 e 60 % da dose recomendada de 1440 g ha ⁻¹ de glyphosate.....	8
Tabela 3: Média de incremento em altura da parte aérea (IH) e de diâmetro coleto (IDC) de duas espécies arbóreas aos 75 dias após aplicação das doses de glyphosate e testemunha.....	11

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Plantas daninhas	2
2.2. Uso de glyphosate no panorama de restauração florestal.....	2
2.3. Fitotoxicidade de glyphosate em espécies florestais	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1. Material Experimental	5
3.2. Caracterização do Experimento.....	6
3.3. Análises	6
3.3.1. Análise de incremento	6
3.3.2 Análise de fitotoxicidade	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
4.1. Avaliação da Fitotoxicidade	7
4.2. Avaliação de Incremento	10
5. CONCLUSÃO	12
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de plantas daninhas em áreas naturais é a segunda maior causa de perda de biodiversidade em escala global (CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY - CBD, 2005). Em função dessa ocorrência em restauração de florestas, torna-se urgente a necessidade de desenvolver métodos de controles eficientes que apresentem baixo impacto ambiental e baixo custo operacional.

Projetos de restauração florestal geralmente possuem custos elevados em sua implantação e manutenção periódica durante os primeiros anos (MELO, 2005). Logo, um dos grandes entraves nos projetos de restauração com espécies florestais nativas é justamente adequar um manejo simples e efetivo para o controle de plantas daninhas no ambiente, tornando a presença da mesma indesejável, tanto pelo aspecto silvicultural quanto econômico, uma vez que estas competem por água, luz e nutrientes.

De todos os métodos de controle de plantas daninhas existentes, o método químico é um dos mais utilizados na agricultura e silvicultura hoje no Brasil. Este método está atrelado ao uso de herbicidas, atribuído pela facilidade na sua aplicação e eficiência em função do tempo de resposta dos mesmos. Prática esta que se torna cada vez mais frequente na condução de povoamentos de restauração florestal. A principal prerrogativa associada a este método é o baixo custo para controle das plantas daninhas (BRANCALION et al., 2009; SANTOS, 2016). Segundo Durigan (1988), o controle químico pode apresentar rendimento até sete vezes superior ao controle mecânico, se a aplicação for feita com pulverizador costal e até 25 vezes superior quando a aplicação do herbicida for tratorizada. Por este e outros motivos, o método químico tem motivado pesquisas na área de restauração florestal (FLORIDO e BRANCALION, 2014; LELES et al., 2017).

Um dos herbicidas mais utilizados na agricultura e silvicultura é o glyphosate (IBAMA, 2013), que por sua vez é um herbicida não seletivo, de ação sistêmica, usado no controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas anuais e perenes, após sua emergência no campo (MONQUERO e CHRISTOFFOLETI, 2003; PEREIRA et al., 2011).

O uso do glyphosate para controlar plantas daninhas em áreas comerciais de florestas plantadas ou recomposição de florestas nativas tem crescido rapidamente nos últimos anos (AMARANTE JUNIOR et al., 2002). Circunstância esta, ocorre pela grande eficiência dos produtos que incluem glyphosate em sua formulação, agindo rapidamente sobre o controle de diversas plantas daninhas infestantes em áreas florestais. Além disso, esse produto não apresenta poder residual no solo por ser fortemente adsorvido pelas partículas coloidais, afirma Machado et al. (2013). Porém o uso desse herbicida a base de compostos químicos pode acarretar toxicidez às espécies florestais podendo promovê-las a morte.

Um dos problemas no momento da aplicação do herbicida é que devido a falta ou precariedade do treinamento dos aplicadores, equipamentos inadequados e condições ambientais adversas como incidência de ventos fortes, acidentalmente, o herbicida pode atingir a planta de interesse. Esse fato é conhecido como deriva, podendo afetar negativamente as espécies arbóreas, acarretando em perdas de crescimento ou mesmo levar as espécies de interesse à morte. Pelo recorrente fato do uso de herbicidas no cenário da restauração florestal, onde normalmente emprega-se uma alta diversidade de espécies florestais no campo trabalhos (SILVA, 2014; PEREIRA et al., 2015), é extremamente importante compreender o comportamento das mesmas frente à aplicação de herbicidas, a fim de evitar danos às plantas de interesse.

Objetivou-se nesse trabalho avaliar a tolerância de *Zeyheria tuberculosa* e *Cariniana legalis* ao glyphosate.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Plantas daninhas

O conceito de planta daninha está diretamente associado às atividades humanas. Conceito este, oriundo de quando o homem passou a categorizar plantas de interesse, capazes de suprir suas necessidades, e as demais plantas, que não expressavam utilidade. As plantas de interesse passaram a ser cultivadas e selecionadas, apresentando melhorias com base na sua utilização final. Com isso, demais plantas evoluíram em resposta as alterações ambientais provocadas por este manejo, fazendo com que estas últimas se tornassem malélicas aos objetivos do homem (MUSIK, 1970 e SANTOS, 2016). Entre as adaptações adquiridas por essas plantas ao longo da escala evolutiva pode-se citar a alta capacidade de produção, dispersão e germinação de diásporos; rápido crescimento vegetativo e vigorosa reprodução vegetativa (PITELLI, 1987).

A definição de planta daninha, em tese, são plantas que direta ou indiretamente prejudicam determinada atividade humana num determinado período de tempo, em qualquer ambiente. Blanco (1972) considera plantas daninhas, espécies vegetais com germinação espontânea em área de interesse humano, com a capacidade de interferir negativamente no produto dessas atividades.

De mesmo modo, essas plantas indesejáveis que causam algum tipo de dano e em determinado período de uma atividade humana apresentam uma importante característica ecológica, que é a sua alta capacidade de atingir elevada densidade populacional, dominando rapidamente um ecossistema perturbado ou degradado, em curto espaço de tempo tendo importante função na formação de pastagens e outras aplicações, como a estabilidade de encostas e proteção do solo contra a erosão.

Para Brighenti e Oliveira (2011), plantas daninhas e ervas daninhas não são sinônimos, evidenciando que o termo “erva daninha” deve ser evitado, pois muitas plantas consideradas daninhas não apresentam apenas o porte herbáceo, podendo ser arbustivas e por vezes arbóreas.

O termo "plantas invasoras", frequentemente utilizadas como sinônimo de plantas daninhas necessita ser discutido neste conceito de plantas daninhas. Define-se por "planta invasora" espécies vegetais que encontraram condições favoráveis ao seu crescimento fora de seu local de origem (CARVALHO, 2013), tendo domínio sobre outras plantas em um determinado local. Para que espécie vegetal seja considerada um planta daninha é necessário que a mesma apresente um efeito danoso, inerente à sua presença em uma dada atividade humana. Como não é possível afirmar que toda a espécie com ocorrência fora de seu local de origem exercerá um efeito danoso, não se deve empregar o termo "planta invasora" como sinônimo de planta daninha (CARVALHO, 2013).

Outro termo usualmente citado na literatura como sinônimo de plantas daninhas é "matocompetição". Contudo se diferencia dos demais termos já citados por não fazer referência direta às espécies vegetais competidoras na área, mas pelo conjunto de interferências negativas provocadas pela competição de espécies vegetais de não interesse com as espécies vegetais de interesse (ZEN, 1987).

2.2. Uso de glyphosate no panorama de restauração florestal

Os povoamentos de restauração florestal possuem como objetivo o reestabelecimento de florestas que sejam capazes de se autoperpetuar, ou seja, florestas biologicamente viáveis e que não dependam de intervenções humanas constantes.

As ações operacionais possuem importantes funções no sucesso na restauração florestal. Entre estas é imprescindível o controle de plantas daninhas daquele ambiente, para

que estas não se tornem daninhas na formação de povoamentos florestais com espécies nativas (PACTO, 2009; RESENDE e LELES, 2017). Resende e Leles (2017) mencionam que entre as espécies mais comuns no Brasil, com potencial de tornarem daninhas na formação dos povoamentos para restauração florestal encontram-se os gêneros *Urochloa* (braquiária) e *Panicum* (capim colônia). Independentemente das espécies de plantas daninhas e do tipo de interferência, medidas devem ser tomadas com objetivo de suprimir o crescimento e, ou reduzir o número das plantas daninhas na área até a condição de convivência com a espécie de interesse (RESENDE e LELES, 2017).

O controle de plantas daninhas no ambiente pode ser realizado pela aplicação dos métodos preventivo, biológico, cultural, físico e químico. Contudo, para se controlar plantas indesejáveis em sistemas agrícolas e florestais, é importante a integrar medidas de controle observando-se as características do solo, do clima e aspectos socioeconômicos do produtor, a fim de ter maior eficácia no controle das plantas daninhas, menor custo e minimizar danos ambientais (SILVA et al., 2009b; BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011).

O uso de herbicidas tem se mostrado promissor em auxiliar no controle de plantas daninhas em restauração florestal (BRANCALION et al., 2009; LELES et al., 2017; SANTOS, 2016; SILVA, 2014) e entre os produtos mais utilizados, encontra-se glyphosate (FLORIDO e BRANCALION, 2014). O herbicida glyphosate (N-(fosfonometil)glicina) pode ser encontrado em várias formulações a base de sal. Mais precisamente pode formar quatro tipos distintos de sais (sal de sódio, de amônio, de isopropilamina e de potássio). Utilizado em pós-emergência de plantas daninhas no ambiente, o herbicida glyphosate é absorvido principalmente pelas folhas e caulículos novos das plantas, sendo translocada por todo o indivíduo via xilema, via floema ou por ambos. O mecanismo de ação do glyphosate nas plantas está relacionado à inibição enzimática do 5 enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), acarretando à redução acentuada dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) e assim a inibição da síntese de clorofila, a estimulação da produção de etileno, a redução da síntese de proteínas e o aumento da concentração do ácido indol-acético (IAA), prejudiciais para o crescimento e sobrevivência da planta. Os primeiros sintomas de ação do glyphosate sobre as plantas incluem paralisação do crescimento, seguido de murchamento, “amarelamento” dos meristemas foliares (clorose), subsequentes de necrose e morte em dias ou semanas. (AMARANTE JUNIOR et al., 2002).

A grande aceitação de herbicidas a base de glyphosate no mercado deve-se principalmente por ser um herbicida não seletivo, ou seja, são aqueles herbicidas que atuam indiscriminadamente sobre todas as espécies de plantas. É também um herbicida sistêmico - por translocar na maioria dos grupos de plantas por via simplástica, das folhas para o sistema radicular. Além disso, apresenta atividade residual no solo extremamente baixa e possuem reduzidos níveis de toxicidade, potencial de contaminação ambiental e segundo Santos (2016) alta relação custo benefício.

O herbicida glyphosate é apontado como o produto químico de maior venda e consumo mundial para o controle de plantas daninhas em ambientes agrícolas e urbanos. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) o glyphosate é o ingrediente ativo mais comercializado anualmente no Brasil, representando mais de 70% do mercado nacional de herbicidas (IBAMA, 2013).

No panorama da restauração florestal, o glyphosate se enquadra como uma ferramenta importante para o sucesso de projetos de reflorestamento. Estima-se que os custos de formação de povoamentos de restauração florestal tendam a ser de 30 a 40% menores quando o controle de plantas daninhas é realizado com glyphosate, em comparação com capina e roçado manual (FLÓRIDO e BRANCALION, 2014). Santos (2016) mostra que o custo de

manutenção em restauração de florestas até 30 meses após plantio, apresenta 3 vezes menor com uso de glyphosate, em relação ao uso de roçada na entrelinhas e capinas nas linhas de plantio.

Santos (2016) ao comparar o crescimento de 10 espécies arbóreas de ocorrência da mata atlântica, em relação a um método estratégico mais eficaz de controle de plantas daninhas com menor custo de manutenção, relata que além das convencionais capinas e roçadas, outras estratégias foram adotadas como: a aplicação de glyphosate nas entrelinhas, adubação de cobertura para as espécies florestais, utilização de leguminosas fixadoras de nitrogênio em entrelinhas e o consórcio com eucalipto, também nas entrelinhas. As plantas florestais apresentaram crescimento significativamente superior nos tratamentos consórcio com leguminosas e de aplicação de glyphosate em comparação ao manejo convencional, evidenciando que foram estratégias eficazes na redução de tempo de formação do povoamento implantado, resultando em ganho de crescimento de 78% e 58%, respectivamente, quando comparadas com o manejo convencional. O custo de formação de povoamento, até 30 meses após o plantio das mudas florestais, com uso de glyphosate foi de 35% menor em relação ao convencional como roçadas e coroamento do capim braquiária (SANTOS, 2016).

2.3. Fitotoxicidade de glyphosate em espécies florestais

Estudos demonstram que a deriva, ou seja, o contato indesejável e direto do herbicida com a planta de interesse pela perda parcial do produto no momento da aplicação, proporciona uma menor taxa de crescimento das plantas de interesse (TUFFI SANTOS et al., 2006; 2007). Contudo, Costa et al. (2012) mencionam que o efeito fitotóxico da deriva de herbicida as plantas está relacionado à quantidade de ingrediente ativo que é absorvido pelas mesmas).

O comportamento das espécies florestais sob a ação de herbicidas, no que diz respeito à tolerância e efeitos tóxicos à(s) planta(s) de interesse principalmente pela deriva de glyphosate são estudados, mas precisa-se de mais informações. Fato este explicado pela diversidade de espécies florestais que normalmente usa-se na formação dos povoamentos florestais para restauração florestal.

A capacidade de recuperação ou tolerância das espécies florestais nativas às formulações de herbicidas varia entre grupos familiares e até mesmo de espécie para espécie, como realce da variabilidade genética (FERREIRA et al., 2005), indicando que alguns biótipos podem se apresentar tolerantes à herbicidas como o glyphosate.

Trabalhos de seletividade e fitotoxicidade por herbicidas estão frequentemente direcionados a cultura do eucalipto (TUFFI SANTOS et al., 2006), devido ser uma monocultura florestal de expressivo valor comercial de seus produtos no Brasil e no mundo. Segundo os autores mencionados, estudos experimentais em campo comprovam que diversas espécies de *Eucalyptus sp.* possuem baixa tolerância fitotoxicológica ao glyphosate, evidenciado por perdas significativas no crescimento das espécies de eucalipto.

Branca et al. (2009) estudando a seletividade de três herbicidas em espécies florestais nativas (relatam que a presença de sintomas de fitotoxicidade nas folhas e ausência de redução do crescimento das mudas são indícios de que a seletividade dos herbicidas testados é respondido em função da metabolização dos princípios ativos que reduzem progressivamente a ação fitotóxica dos mesmos e permite a continuidade do crescimento normal das plantas.

Machado et al. (2013) mencionam que a seletividade do glyphosate às espécies florestais nativas pode estar associada à absorção, devido às diferenças físicas e/ou químicas

da membrana cuticular, translocação diferencial, maior atividade da enzima alvo e/ou metabolização do princípio ativo.

Pereira et al. (2015) ao analisar efeitos fitotóxicos em mudas de *Psidium cattleianum*, *Citharexylum myrianthum* e *Cedrela odorata* aplicando doses de 0; 7,5; 15; 30 e 60 g de glyphosate ha⁻¹ com o produto Scout®, observaram que nenhuma dessas doses testadas provocaram intoxicação às mudas dessas espécies, evidenciando que estas espécies florestais estudadas são tolerantes as dosagens aplicadas de glyphosate.

Silva (2014) estudando a fitotoxicidade em espécies de *Cybistax antisiphilitica*; *Tabebuia avellanadae*, *Peltophorum dubium* e *Pseudobombax grandiflorum* submetendo-as à aplicação de glyphosate em dois experimentos, sendo o primeiro aplicado as sub-doses de 0,16; 0,32; 0,48 e 0,64 L ha⁻¹ e o segundo 0,64; 1,28; 1,92 e 2,56 L ha⁻¹ de Roundup avalia que cada espécie possui certa tolerância às dosagens aplicadas, mas que o mesmo não interfere significativamente no crescimento das espécies.

Monquero et al. (2011) em estudos de seletividade de herbicidas em mudas de espécies nativas, afirmam que dos herbicidas testados, imazapyr, sulfentrazone, metribuzino e glyphosate, o ultimo apresenta baixa seletividade às espécies *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata*, onde as mudas das espécies testadas são mais tolerantes ao glyphosate, porém as plantas apresentam algum tipo de toxicidade aos outros herbicidas testados.

É importante observar que a classe toxicológica em produtos comerciais a base de glyphosate apresenta variação conforme sua composição, ou seja, apesar do ingrediente ativo muitas vezes ser considerado pouco tóxico, o herbicida utilizado em campo possui outros componentes em sua formulação final. Esses componentes são chamados de adjuvantes, que por sua vez podem aumentar a toxicidade do produto comercial. Um adjuvante é definido como qualquer substância na formulação ou adicionada ao tanque de pulverização para auxiliar a atividade do herbicida ou as características de aplicação. Surfactantes são os principais adjuvantes nas formulações de glyphosate. Para que a formulação do glyphosate seja eficaz, este deve ser absorvido pela folha e transportado para os tecidos alvos (FLORIDO e BRANCALION, 2014).

A seletividade dos herbicidas depende intrinsecamente de suas características e propriedades moleculares, bem como a tolerância das espécies florestais de interesse à sua ação fitotóxica. Essa tolerância das plantas à ação dos herbicidas depende de suas características morfológicas, estruturais e fisiológicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica, RJ no período compreendido entre abril a dezembro de 2016.

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é o Aw, com chuvas concentradas no período de novembro a março, precipitação média anual dos últimos 5 anos é de 1.213 mm e temperatura média anual de 24,5 °C (INMET, 2016).

3.1. Material Experimental

As espécies utilizadas foram *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Burn. (Ipê felpudo) e *Cariniana legalis* Kuntze. (Jequitibá-rosa). As mudas dessas espécies foram produzidas em tubetes de 280 cm³ por seis meses no Viveiro da UFRRJ. Em de abril de 2016, as mudas apresentaram ótimos padrões para plantio, sendo o momento ideal iniciar o experimento. Para isto 80 vasos de 8 litros foram preenchidos com substrato formado pela mistura de Latossolo Amarelo Distrófico, biossólido de lodo de esgoto (9:1 v/v) e 100 gramas de N-P-K (06-30-

06). Logo, foram selecionadas 40 mudas de *Zeyheria tuberculosa* e 40 mudas de *Cariniana legalis* e transplantadas para os vasos preenchidos com o substrato já preparado. Os vasos foram alocados no campo de forma em que o delineamento experimental fosse inteiramente casualizado, ou seja, os vasos foram distribuídos aleatoriamente. Os vasos ficaram espaçados 30 cm entre si, a sol pleno. A irrigação era realizada em intervalos de dois dias, procurando manter disponibilidade de água para as plantas. Contudo em semanas onde as condições climáticas do local apresentavam elevadas temperaturas, as plantas eram irrigadas diariamente.

O herbicida utilizado neste trabalho foi Roundup Original® (sal de isopropilamina de glifosato 480 g L⁻¹ 360 g L⁻¹ i.a. – ingrediente ativo).

Para aplicação do herbicida foi utilizado um pulverizador costal com pressão constante por CO₂ comprimido, munido de barra contendo um bico com ponta de pulverização do tipo leque TT 110.02, operando a uma pressão de 40PSI, e trabalhando com consumo de volume de calda de 176 L ha⁻¹. A pulverização de herbicida nas espécies florestais foi realizada no final do período vespertino. No momento da aplicação a temperatura encontrava-se a 28°C com umidade relativa do ar em 88,9% e velocidade do vento de 1,93 km h⁻¹ mensuradas a partir da leitura do anemômetro digital Kestrel 3000, indicando que as condições climáticas encontravam-se aceitáveis para o momento da aplicação.

3.2. Caracterização do Experimento

O experimento foi conduzido no período de abril a dezembro de 2016 adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições. Os tratamentos são caracterizados pelas doses de 216; 432 e 864 g ha⁻¹ de glyphosate, que corresponde, respectivamente a 15%; 30% e 60% do herbicida, a partir da dose recomendada de 1440 g ha⁻¹ de glyphosate, além da testemunha absoluta, caracterizada por não receber dose de glyphosate. Esta dose recomenda, geralmente é utilizada para controle de espécies do gênero *Urochloa* spp. e *Panicum* spp., que são as principais plantas indesejáveis encontradas em áreas de pastagens da região sudeste do Brasil (Silva et al., 2009a), onde encontram-se diversos povoamentos destinados à restauração florestal.

Aos seis meses após o transplântio das mudas para os vasos, foram enfileirados dez vasos dos indivíduos de *Zeyheria tuberculosa* e dez vasos de indivíduos *Cariniana legalis* de cada tratamento para receberem aplicação das doses de 15%, 30% e 60% de glyphosate. Logo após aplicação do glyphosate as plantas foram colocadas de maneira aleatória no campo experimental.

3.3. Análises

3.3.1. Análise de incremento

Foram mensuradas altura (H) da parte aérea e o diâmetro do coleto (DC) de todos esses indivíduos, no mesmo dia da aplicação do herbicida, sendo considerada mensuração no tempo inicial. Aos 75 após a aplicação do herbicida mediu-se novamente a H e DC de todos os indivíduos, sendo considerada mensuração no tempo final. Logo, a diferença entre as mensurações nos tempos (inicial e final) apresentam o valor real de incremento para as duas variáveis, H e DC. Para cada espécie florestal avaliada, os dados de incremento foram submetidos a teste de homogeneidade de variância dos tratamentos e normalidade dos dados, onde constatou não haver necessidade de transformação. Em seguida, os dados foram submetidos análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \geq 0,95$). Para que houvesse diferença significativa os dados também foram submetidos a análise de regressão.

3.3.2 Análise de fitotoxicidade

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação do herbicida (DAA) foram realizadas avaliações de fitotoxicidade do glyphosate sobre os indivíduos de *Zeyheria tuberculosa* e *Cariniana legalis*, através de observações visuais dos sintomas foliares de todos os indivíduos, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Classes para avaliação visual da fitotoxicidade de herbicida as espécies florestais

Classe de Avaliação	Descrição dos sintomas de fitotoxicidade
Nula	Sem sintomas
Muito Leve	Sintomas fracos ou pouco evidentes.
Leve	Sintomas nítidos mais intensos que a classe anterior.
Moderada	Sintomas pronunciados, mas totalmente tolerados pela planta.
Preocupante	Sintomas mais drásticos que a classe anterior, mas ainda passível de recuperação.
Alta	Folhas necrosadas, visualmente com danos irreversíveis, podendo levar a planta a redução de crescimento ou à morte.

Adaptado de Frans (1972)

Os primeiros sintomas de ação do glyphosate sobre as plantas foram analisados pela ocorrência de murchamento e “amarelamento” dos meristemas foliares (clorose), subsequentes de necrose (AMARANTE JUNIOR et al., 2002), dentro de cada classe de fitotoxicidade proposta para todos os indivíduos das duas espécies arbóreas estudadas conforme se verifica na Tabela 2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da Fitotoxicidade

Os indivíduos de *Zeyheria tuberculosa* não apresentaram fitotoxicidade que se enquadrasse dentro da classe preocupante e alta, mesmo quando receberam 60% (maior dose) da dose recomendada do herbicida, demonstrando que a espécie estudada é satisfatoriamente tolerante à glyphosate nas dosagens avaliadas e que não demonstra riscos de danos severos e morte dos indivíduos dessa espécie. Aos 7 DAA, foram encontrados indivíduos apenas nas classes Muito Leve e Leve, para dose de 60% de glyphosate e todos os demais indivíduos estão enquadrados na classe nula, observando-se que estes não apresentaram sintomas de fitotoxicidade. No entanto aos 21 DAA (ponto máximo de fitotoxicidade), os indivíduos dessa espécie se enquadram dentro das classes Leve e Moderada, evidenciando que os indivíduos apresentam sintomas pronunciados nas folhas, mas ainda insignificante em inibir o crescimento dos mesmos ou leva-las a morte. Fato este pode ser observado na Figura 1. A ausência de sintomas de fitotoxicidade de glyphosate em *Zeyheria tuberculosa* até mesmo para a dose de 864 g ha de glyphosate, maior dose aplicada, possivelmente pode ser justificada pela presença da pilosidade, forma e espessura das folhas desta espécie, o que pode dificultar a penetração do herbicida pelas folhas. Além disso, Carvalho (2003) menciona que esta espécie é heliófita e que apresenta grande plasticidade fenotípica em relação ao ambiente, o que pode ter facilitado a adaptar-se em situação de contato com o herbicida aplicado.

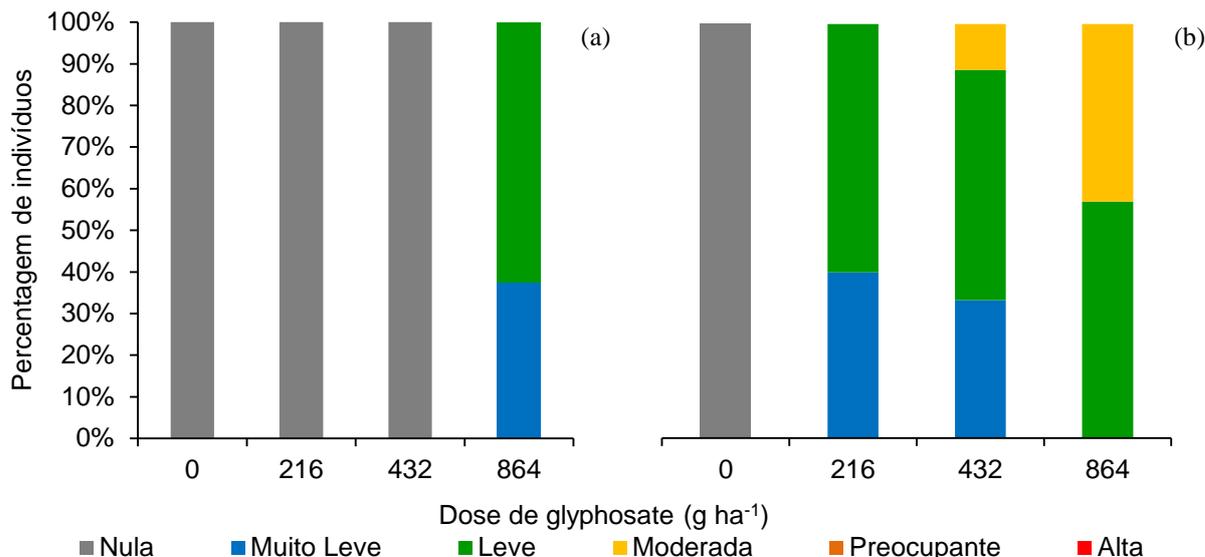


Figura 1: Classes de fitotoxicidade de glyphosate dos indivíduos de *Zeyheria tuberculosa* aos 14 dias após a aplicação (a) e 21 dias após aplicação (b).

Em observação à espécie *Cariniana legalis*, apenas dois indivíduos apresentaram sintomas de fitotoxidez nas classes Preocupante e Alta aos 14 DAA e nove indivíduos também nessas respectivas classes foram observados aos 21 DAA, quando se aplicou 30% da dose recomendada do herbicida, mostrando que 432 g ha de glyphosate podem apresentar danos que inibem o crescimento para esta espécie. Quando se aplicou 60% da dose recomendada, estes números correspondem a cinco e nove indivíduos respectivamente, conforme se verifica na Tabela 2. Isso indica que o pico de sintomas de fitotoxidez dos indivíduos de *Cariniana legalis* ao glyphosate ocorreu aos 21 DAA,

Silva (2014), trabalhando em condições de vasos, para as espécies *Cydistax antisiphilitica*, *Tabebuia avellanadae*, *Peltophorum dubium*, *Pseudobombax grandiflorum* observou que os indivíduos da última espécie testada não apresentaram sintomas de fitotoxidez, até mesmo para a maior dose de glyphosate aplicado, que foi de 921,6 g ha correspondente a 64% da dose recomendada de 1440 g ha⁻¹. Os dados de 28 DAA não são apresentados, pois são os mesmos de 21 DAA.

Tabela 2: Número de indivíduos de *Cariniana legalis* em cada classe de fitotoxicidade de glyphosate aos 7, 14 e 21 DAA com as respectivas dosagens de 15, 30 e 60 % da dose recomendada de 1440 g ha⁻¹ de glyphosate.

Dias após aplicação	Classe de Fitotoxidez	Dosagens aplicadas		
		216 g ha ⁻¹	432 g ha ⁻¹	864 g ha ⁻¹
7 DAA	≤ Aceitável*	10	10	10
	Preocupante**	0	0	0
	Alta***	0	0	0
14 DAA	≤ Aceitável	10	8	5
	Preocupante	0	1	3
	Alta	0	1	2
21 DAA	≤ Aceitável	10	6	3
	Preocupante	0	3	6
	Alta	0	1	1

* Inclui classe nula, muito leve e leve; **Sintomas mais drásticos que a classe aceitável, mas ainda passível de recuperação;*** Folhas necrosadas, visualmente com danos irreversíveis, podendo levar a planta a redução de crescimento ou à morte.

Observa-se também através da Figura 2, que na maior dose aplicada de glyphosate (864g ha) aos 14 DAA, apenas dois indivíduos de *Cariniana legalis* apresentam sintomas que se enquadram dentro da classe Alta. Aos 21 DAA apenas um indivíduo se enquadra dentro dessa mesma classe para a mesma dose, indicando sintomas de recuperação desse indivíduo.

A espécie *Cariniana legalis* é uma espécie arbórea que possui folhas de menor espessura e relativamente lisa, podendo talvez facilitar a penetração do herbicida nas folhas dos indivíduos desta espécie. Segundo Carvalho (2003) *Cariniana legalis* é uma espécie secundária tardia, que necessita de ambiente mais sombreado para o crescimento, o que provavelmente a torna mais sensível às variações do ambiente, e com isso a aplicação de doses elevadas de glyphosate, podem responder ocasionado sintomas mais severos. Para a dose de 432 g ha, os sintomas de fitotoxicidade aos 21 DAA se enquadram na classe Preocupante com 30% dos indivíduos afetados e na classe Alta com apenas 10% dos indivíduos afetados. Já para a dose de 864 g ha de glyphosate (maior dose), os sintomas de fitotoxicidade também aos 21 DAA, correspondem em 60% dos indivíduos na classe Preocupante e 10% na classe Alta. Isso mostra que aos 21 DAA ocorreu a maior incidência de fitotoxicidade de glyphosate nas quatro épocas avaliadas (7, 14, 21 e 28 DAA) para as duas espécies estudadas conforme é apresentado pela Figura 2.

Observa-se que aos 21 DAA, 80% dos indivíduos de *Cariniana legalis* se enquadram na classe leve ou moderada quando aplicado a dose de 216 g ha glyphosate, ou seja, esses indivíduos praticamente não apresentam sintomas da ação do herbicida em sua folhas. Já quando aplica-se a maior dose de glyphosate (864 g ha), 70% dos indivíduos apresentaram sintomas que se enquadram dentro da classe Preocupante e Alta para a maior dose.

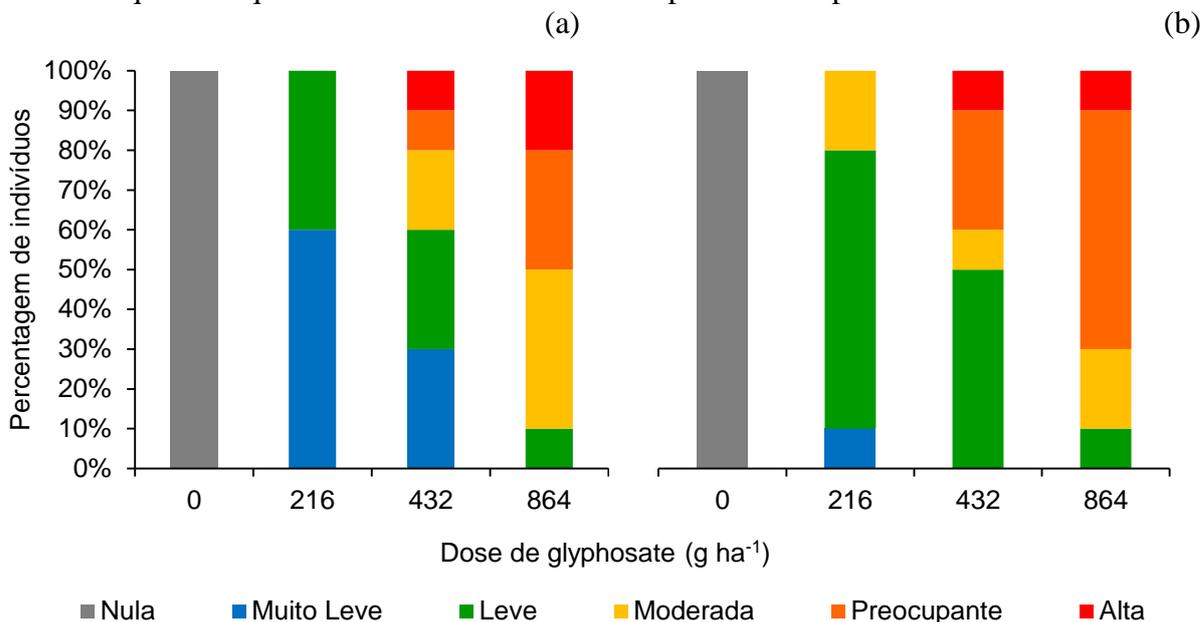


Figura 2: Classes de fitotoxicidade de glyphosate em indivíduos de *Cariniana legalis* aos 14 dias após a aplicação(a) e 21 dias após a aplicação(b).

Diferenças entre espécies florestais nativas a doses de glyphosate são observados por diversos autores, os quais conduziram seus experimentos em diferentes condições, utilizando recipientes desde tubetes (MONQUERO et al., 2011) e vasos (DUARTE et al., 2006; YAMASHITA et al., 2006; YAMASHITA et al., 2009; SILVA, 2014) até as condições de campo (RONDON NETO et al., 2011; GUSMÃO et al., 2011; FARIAS et al., 2012). Estas

diferenças de resposta de fitotoxicidade de glyphosate em espécies florestais dependem intrinsecamente das doses utilizadas do mesmo, das características anatômicas, fisiológicas e morfológicas de cada espécie florestal e da capacidade genética de crescimento de cada espécie florestal. Considerando a diversidade de espécies arbóreas da flora brasileira, outros estudos devem ser conduzidos a fim de conhecer com mais exatidão os princípios e características peculiares da resposta de cada espécie em função da absorção de herbicidas.

Esta informação, juntamente com as do trabalho de Silva (2014), indica que ao aplicar diferentes dosagens de glyphosate, a partir da dose recomendada de 1440 g ha⁻¹ para o controle de plantas daninhas, formada basicamente por espécies do gênero *Urochloa* sp., em formação de povoamentos para restauração florestal, se 15% do volume de calda com glyphosate cair acidentalmente nas plantas de interesse não haverá problemas de fitotoxicidade e provavelmente não afetará o crescimento das espécies.

4.2. Avaliação de Incremento

Na Figura 3 são apresentadas fotos de indivíduos de tamanho médio de *Cariniana legalis* e *Zeyheria tuberculosa* aos 21 DAA de glyphosate, onde observa-se que praticamente não houve sintomas visuais de fitotoxicidade de glyphosate para as duas espécies estudadas, porém o número de folhas e o tamanho de copa são mais expressivos para a testemunha de *Cariniana legalis*, e já não havendo diferença em os indivíduos de *Zeyheria tuberculosa*.



Figura 3: Indivíduos de *Cariniana legalis*(a) e de *Zeyheria tuberculosa*(b) aos 21 dias após a aplicação para três doses aplicadas de glyphosate, além da testemunha.

Em relação ao incremento em altura da parte aérea (IH) e diâmetro do coleto (IDC) aos 75 dias após aplicação de herbicida através de uma análise de variância, observa-se que houve diferenças significativas apenas para IH de *Cariniana legalis*, em função da dose do herbicida aplicado. Ao testar modelos de regressão, verificou que as equações não apresentaram bom ajuste (valor de R^2 inferior a 50%) em função alta dispersão dos dados com a dose aplicada. Para *Zeyheria tuberculosa* não constatou-se diferenças significativas, confirmando a tolerância da espécie até a maiores doses de glyphosate aplicado. Dados dos valores médios são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Média de incremento em altura da parte aérea (IH) e de diâmetro coleto (IDC) de duas espécies arbóreas aos 75 dias após aplicação das doses de glyphosate e testemunha

Dosagens (g de glyphosate)	----- <i>Cariniana legalis</i> -----		----- <i>Zeyheria tuberculosa</i> -----	
	IH (cm)	IDC (mm)	IH (cm)	IDC (mm)
Testemunha (0g)	10,0	2,6	33,8	2,6
216 g	6,0	3,6	32,9	3,1
432 g	4,1	3,0	34,9	3,6
864 g	2,1	3,8	32,2	3,8

Silva (2014), em trabalho semelhante, com 4 espécies florestais em condições de vasos, observou que para os indivíduos de *Cybistax antisyphilitica* as doses de 230,4; 460,8 e 921,6 g ha de glyphosate afetaram negativamente o crescimento em altura, porém não foram afetados o crescimento em diâmetro do coleto dos indivíduos desta espécie aos 56 DAA. Para *Tabebuia avellanadae* as mesmas dosagens afetaram negativamente o crescimento em altura somente para a dose de 921,6 g ha de glyphosate, mas o tratamento com testemunha foi a que apresentou média em altura significativamente superior e para a média do diâmetro do coleto não houve diferenças significativas de incremento aos 56 DAA. Para *Peltophorum dubium* e *Pseudobombax grandiflorum* não houve diferenças significativas no incremento dos indivíduos, mostrando tolerância destas duas espécies arbóreas as maiores doses de glyphosate aplicados. No trabalho de Silva (2014) e em outros trabalhos indicam que, existem variações e que de modo geral as espécies florestais da Mata Atlântica são bastante tolerantes a possíveis deriva de glyphosate, necessitando de mais trabalhos experimentais a nível de campo.

Muitos trabalhos foram realizados com espécies do gênero *Eucalyptus* englobando não somente a fitotoxicidade de herbicidas, mas também os mecanismos de tolerância desta espécie, desde as características anatômicas foliares até as de cunho fisiológico (TUFFI SANTOS et al., 2006; TUFFI SANTOS et al., 2008; CARBONARI et al., 2012; TIBURCIO et al., 2012).

Santos (2016) mostra que tecnicamente é viável o consórcio de espécies nativas com eucalipto para restauração florestal. Este comportamento de tolerância de eucalipto em comparação com as espécies nativas quando em consórcio foi também observado pelo trabalho de Silva (2014), evidenciando que é necessário ter maior cuidado no momento da aplicação com o glyphosate com as plantas de eucalipto do que as espécies florestais nativas da mata atlântica.

5. CONCLUSÃO

Os indivíduos de *Zeyheria tuberculosa* não apresentaram sintomas drásticos de fitotoxidez e redução de crescimento, mesmo quando recebeu a maior dose do herbicida (864 g ha de glyphosate) a partir da dose de recomendada para controle de plantas daninhas, podendo ser classificada como tolerante a glyphosate. Já 70% dos indivíduos de *Cariniana legalis* apresentaram sintomas que se enquadraram na classe preocupante, podendo dizer que esta espécie pode ser classificada como medianamente tolerante.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTE JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, São Paulo, v. 38, n. 10, p. 343-50, 1972.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; RODRIGUES, R. R. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOURE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Umnipax Editora, 2011, p. 1-37.

CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; GOMES, G. L. G. C.; TAKAHASHI, E. N.; ARALDI, R. Seletividade e absorção radicular do sulfentrazone em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 147-153, 2012.

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. Lages, SC: Editado pelo autor. 82 p., 2013.

CARVALHO, P. E. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira**. v. 1, Colombo: Embrapa Florestas, 2003, 640 p.

CBD - CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Invasive alien species**. 2005. Disponível em: <<http://www.cbd.int/invasive/default.shtml>>. Acesso em: 14 de maio de 2017.

COSTA, A. C. P. R.; COSTA, N. V.; PEREIRA, M. M. R.; MARTINS, D. Efeito da deriva simulada de glyphosate em diferentes partes da planta de *Eucalyptus grandis*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1663-1672, 2012

DURIGAN, J. C. **Controle químico de plantas daninhas na citricultura**. Jaboticabal: FUNEP/FCAV-UNESP, 1988, 32p.

FARIAS, C. C. M.; RONDON NETO, R. M.; YAMASHITA, O. M.; FARIAS, C. B. M. Efeitos de subdoses de glyphosate em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Aubl.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 11, n. 1, p. 119-125, 2012.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; ALCÂNTARA, E. N. de.; MOTTA, M. S. Efeito de herbicidas de pré-emergência sobre o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 4, p. 133-145, 2005.

FLÓRIDO, F. G.; BRANCALION, P. H. S. **Uso do herbicida glifosate no panorama de restauração florestal**. Relatório, Parecer técnico-científico (Laboratório de Silvicultura Tropical-LASTROP), Piracicaba, 16 p. 2014. Disponível em: <<http://lerf.eco.br/capa.asp?pi=publicacoes&id=12>> Acesso em 17 maio de 2017.

FRANS, R. W. Measuring plant response. In; WILKINSON, R. E. Research methods in weed science. Australian: **Southern Weed Science Society**, 1972. P 28-41.

GUSMÃO, G. A.; RONDON NETO, R. M.; YAMASHITA, O. M.. Deriva simulada de glyphosate em plantas (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v.10, n.1, p.13-19, 2011.

IBAMA. **Boletim de comercialização de Agrotóxicos e afins** – Histórico de vendas – 2000 a 2012. Brasília, 2013, 89 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Estações e dados. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acessado em 18 maio de 2017

LELES, P. S. S.; MACHADO, A. L. F.; SILVA, A. P.; SANTOS, F. A. M. Uso de herbicidas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Seropédica: Embrapa. 2017, p. 45-61.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; LARA, R. O.; CABRAL, C.M.; AMARAL, C.S. Sensibilidade de mudas de espécies florestais nativas ao glyphosate. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1941-1951, 2013

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itú-SP**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MELO, A. C. G. A legislação como suporte a programas de recuperação florestal no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 8, p. 9-15, 2005.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica de banco de sementes em áreas com aplicação frequente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 63 – 69, 2003.

MONQUERO, P. A.; PENHA, A. S.; ORZARI, I.; HIRATA, A. C. S.; Seletividade de herbicidas em mudas das espécies nativas *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (fabaceae), *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (malvaceae). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 159-168, 2011.

MUSIK, T. J. **Weed biology and control**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970, 273p.

NAVE, A.; BRANCALION, P. H. S.; COUTINHO, E.; CESAR, R. G. Descrição das ações operacionais de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Piracicaba: ESALQ, LERF; São Paulo: Instituto BioAtlântica, , 2009, p. 180-242.

PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D.; RODRIGUES, A. C. P.; SOUZA, G. S. F.; CARDOSO, L. A. Seletividade do herbicida saflufenacil a *Eucalyptus urograndis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 617–624, 2011.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; Fonseca, E. D.; MARTINS, D. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 326-332, 2015.

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

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Seropédica: Embrapa. 2017, p. 13-26.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração damata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Piracicaba: ESALQ, LERF; São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. 264 p.

RONDON NETO, R. M.; BENETTI, E.; YAMASHITA, O. M.; GUSMÃO, G. A. Fitotoxicidade de peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum*) submetidas à deriva de glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v.10, n.2, p.13-19, 2011.

SANTOS, F. A. M. **Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de controle de Urochloa spp.** 2016, 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 1-61, 2009a.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 63-81, 2009b.

SILVA, A. P. **Fitotoxidez e Crescimento de Espécies Florestais Nativas submetidas a aplicação de Herbicidas**. 2014, 119 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; PAES, F. A. S. V.; MELO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N.. Crescimento de mudas de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 65-73, 2012.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; SANTOS, M. V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. F. S.. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 9-16, 2008.

YAMASHITA, O. M.; BETONI, J. R.; GUIMARÃES, S. C.; ESPINOSA, M. M.. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 359-366, 2009.

YAMASHITA, O. M.; VIEIRA, R. G.; SANTI, A.; RONDON NETO, R. M.; ALBERGUINI, S. E. Resposta de varjão (*Parkia multijuga*) a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 527-531, 2006.

ZEN, S. Influência da matocompetição em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Série Técnica IPEF**: Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 24-35, 1987.