

HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Gabriel Yukio Oki¹, Flávia da Silva Lemos¹, Pedro Lucas Silva Santana¹, Aroldo Lopes Ferreira Machado², Nicolas Locke³, Paulo Sérgio dos Santos Leles⁴

¹Discente de Engenharia Florestal, UFRRJ (gabryeloki@gmail.com; flavialemosfv@gmail.com; lucas.pedro131@gmail.com); ²Eng. Agrônomo, Prof. Instituto de Agronomia, UFRRJ (aroldomachado@yahoo.com.br) ³Gestor Ambiental da Reserva Ecológica de Guapiaçu (aregua@terra.com.br); ⁴Eng. Florestal, Prof. Instituto de Florestas, UFRRJ (psantosleles@gmail.com).

APRESENTADO NO VII CBRA – CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL – 02 A 04 DE AGOSTO DE 2023, VITORIA/ES

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia no controle de plantas daninhas no crescimento de cinco espécies arbóreas, em condições de campo, sob três herbicidas pré-emergente em comparação as plantas testemunhas e coroadas para a formação de povoamentos, visando a restauração florestal. O experimento foi formado por testemunha (T1 - sem intervenção na linha de plantio) e quatro tratamentos controle de braquiária para formação de povoamentos visando restauração florestal, sendo eles: Mecânico (T2) – apenas coroamento manual ao redor das mudas; Indaziflam (T3) – aplicação de herbicida à base de Indaziflam na dose de 0,15 L ha⁻¹; Isoxaflutole (T4) – aplicação de herbicida à base de Isoxaflutole na dose de 0,2 L ha⁻¹; Oxyfluorfen (T5) – aplicação de herbicida à base de Oxyfluorfen na dose de 4,0 L ha⁻¹, utilizando cinco espécies arbóreas. Avaliou-se fitotoxicidade, incremento em altura das espécies arbóreas, matéria seca de plantas herbáceas potencialmente daninhas em restauração florestal. Oxyfluorfen foi o mais eficiente no controle das plantas daninhas na linha de plantio das espécies arbóreas. O coroamento com enxada não é recomendado a ser utilizado, devido o maior custo.

Palavras-chave: plantas daninhas, restauração ambiental, viabilidade econômica, controle químico, pré-emergentes.

Introdução

A restauração florestal tem se tornado um tema central nas discussões ambientais da atualidade, sendo impulsionada pela iniciativa global conhecida como "Década da Restauração" (2021-2030). Essa iniciativa, lançada pela ONU em parceria com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e outras organizações, busca acelerar os esforços de restauração florestal em escala mundial.

Geralmente, a restauração florestal envolve a formação de povoamentos com plantio de mudas de espécies arbóreas nativas para obter uma rápida cobertura do dossel, com consequente redução da incidência de gramíneas e garantindo o aumento da densidade de espécies nativas (BRANCALION et al., 2015). Diversas áreas destinadas ao plantio têm histórico de pastagens com predominância de gramíneas, como as da família Poaceae, que apresentam alta eficiência no uso de água e desempenho fotossintético, quando comparadas às espécies arbóreas, mesmo em condições de altas temperaturas e luminosidade (SANTANA, 2019). Esses fatores dificultam os processos ecológicos e aumentam o custo na formação dos povoamentos, devido a capacidade das gramíneas de estabelecer rapidamente no ambiente e competir pelos recursos como espaço, luz, água e nutrientes do solo.

O uso de herbicidas no controle de plantas daninhas normalmente melhora as condições de crescimento das plantas de interesse, reduz a competição e os custos de intervenção (LELES et al., 2017). No contexto da restauração florestal, a aplicação de herbicidas à base de glyphosate tem-se mostrado um mecanismo eficaz na capacidade de controlar

diversas espécies de plantas daninhas, especialmente *Urochloa brizantha*, e promovendo maior crescimento das plantas arbóreas (SANTANA, 2019; SANTOS et al. 2020). Segundo estes autores, o herbicida à base de glyphosate é o mais utilizado em áreas de reflorestamento devido à alta eficiência sobre uma ampla gama de plantas daninhas comumente presentes nas áreas de plantio e apresentar pouco potencial de contaminação ao ambiente.

Outra possibilidade de controle que tem apresentado boas perspectivas na restauração florestal é o uso dos herbicidas pré-emergentes. Esses são produtos com posicionamento de aplicação sobre o solo, que através do seu efeito residual inibem a germinação de plantas daninhas, proporcionando uma vantagem no crescimento inicial das espécies arbóreas (GOMES, 2022). Segundo Gomes (2022), os herbicidas pré-emergentes têm a capacidade de inibir a germinação ou crescimento das partes jovens das plantas daninhas, pois a ação ocorre quando as plântulas estão em estágio inicial de crescimento, absorvendo o herbicida através do contato direto com o epicótilo entre a germinação e a emergência. Os herbicidas pré-emergentes tem potencial para o controle de plantas daninhas, sendo importante realizar estudos para avaliar os efeitos desses produtos nas espécies nativas, a fim de garantir a ausência de fitotoxicidade e o risco de mortalidade acidental.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de três herbicidas pré-emergentes no comportamento e custos de controle de plantas herbáceas e o crescimento de cinco espécies arbóreas e em comparação as plantas testemunhas no coroadas para a formação de povoamentos, visando a restauração florestal.

Material e Métodos

O experimento foi implantado em área pertencente a Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro (22°27'32,26"S, 43°45'53,72"O). A área apresenta relevo plano a suave ondulado e altitude média de 35 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af, ou seja, tropical com verão chuvoso e inverno seco, sem apresentar estação marcadamente seca. Os dados da soma de precipitação e média de temperatura máxima foram obtidos pelo AgriTempo (2023). A fim de caracterizar principais condições climáticas, na Figura 1 é apresentada a precipitação acumulada, dias com chuva e média da temperatura máxima por quinzena. .

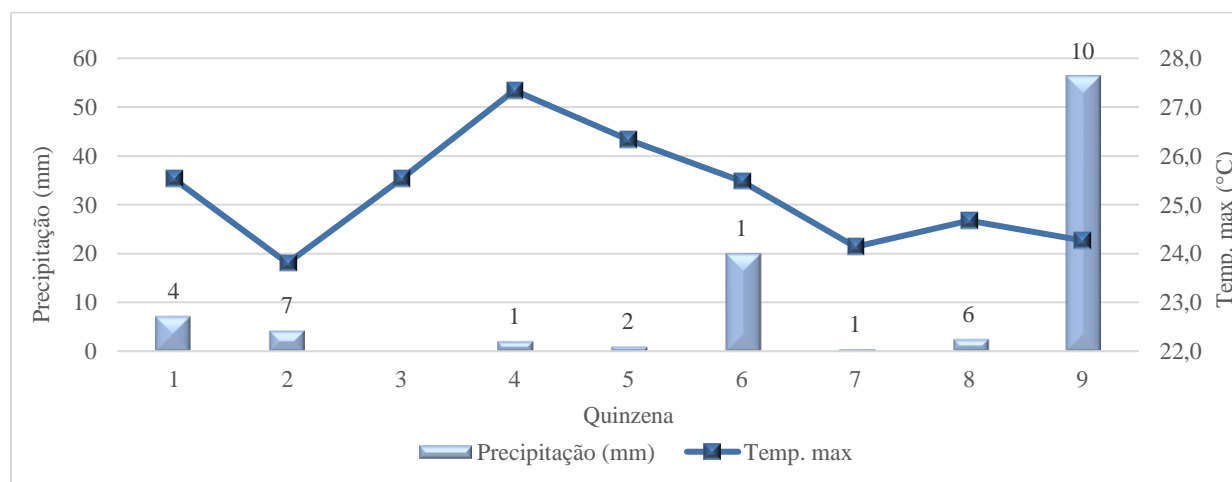


Figura 1: Somatório da precipitação e média de temperatura máxima por quinzena, de 22 de maio a 17 de dezembro, de 2022, em REGUA. Números sobre as barras referem-se aos dias com precipitação da quinzena. 1ª quinzena refere-se ao período de 22 de maio a 05 de junho, que foi engloba a época do plantio e a última quinzena de 19 a 03 de outubro.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico cambissólico, com textura média, classificação textural Franco-argilo-arenosa. Solo apresenta fertilidade média a alta, em comparação a maior parte

dos solos da região sudeste do Brasil, exceto fosforo que está em torno de 2,0 mg/dm³ de solo, comum nos solos da região sudeste.

Originalmente, o terreno era utilizado como pastagem para criação de gado de corte. As plantas espontâneas predominantes na área pertenciam às espécies de braquiária (*Urochloa* sp.), com destaque para *U. brizantha* cv. Marandu e *U. mutica* (Forssk.) T. Q. Nguyen. A área foi cercada durante o processo de preparo do solo, impedindo o acesso do gado no local do experimento.

O experimento foi formado por cinco tratamentos, que são estratégias de controle de braquiária para formação de povoamentos visando restauração florestal, sendo eles: Testemunha (T1) – sem intervenção na linha; Mecânico (T2) – apenas coroamento manual ao redor das mudas; Indaziflam (T3) – aplicação de herbicida à base de Indaziflam na dose de 0,15 L ha⁻¹; Isoxaflutole (T4) – aplicação de herbicida à base de Isoxaflutole na dose de 0,2 L ha⁻¹; Oxyfluorfen (T5) – aplicação de herbicida à base de Oxyfluorfen na dose de 4,0 L ha⁻¹. A fim de estimar custos, o preço dos herbicidas foram de R\$ 2.621,60 o litro à base de Indaziflam, R\$ 808,19 o kg à base de Isoxaflutole e R\$ 151,00 o litro à base de Oxyfluorfen.

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos e cinco tratamentos, totalizando 20 unidades amostrais. Cada unidade amostral foi plantada mudas de cinco espécies arbóreas nesta ordem: *Schinus terebinthifolius* Raddi. (aroeira-pimenteira), *Plathymenia reticulata* Benth. (vinhático), *Inga edulis* Mart. (ingá-de-metro), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex. Steud (louro-pardo) e *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (jequitibá-branco). Em média, cada unidade amostral apresentou 24 plantas, totalizando 488 plantas por área total. As mudas foram produzidas no viveiro florestal da REGUA, em sacos plásticos 9 x 20 cm (diâmetro x altura) e tubetes de 120 cm³.

Trinta dias antes do plantio, foi realizada a aplicação de herbicida para dessecação em área total, na dose de 3,25 L há⁻¹ de solução de glifosato. A marcação local e o coroamento (80 cm de diâmetro) das covas nas unidades amostrais ocorreram dois dias antes do plantio na superfície do resíduo vegetal, que é o resultado da dessecação química.

No momento do plantio, inseriu-se o espaçamento entre as mudas de 3,2 x 1,6 m. Foram abertas covas de plantio com motocoveador, com dimensões de aproximadamente 30 x 30 x 30 cm, e estas foram adubadas com 150 gramas de organo-mineral N-P-K (03-13-03). Segundo especificações do rótulo, este adubo apresenta CTC de 80 mmol kg⁻¹, carbono orgânico com 8%, 4% de Ca, 4% de S e formado por matéria orgânica, sulfato de amônio, cloreto de potássio, fosfato monoamônico, superfosfato simples e triplo e turfa. Nos dias 25 e 26 de maio de 2022, foi realizada a aplicação de 800 mL de solução com gel e plantio das mudas, onde foram distribuídas mantendo o mesmo arranjo de plantio em todas as unidades amostrais.

Durante o experimento, foi necessário o monitoramento da área para o controle das formigas cortadeiras. O replantio das mudas foi realizado um mês após o plantio, utilizando indivíduos da mesma espécie.

Vinte e seis dias depois do plantio, foi feito o coroamento das plantas nas unidades amostrais dos tratamentos químicos para receber o herbicida pré-emergente. A aplicação ocorreu no dia 24 de junho. A pulverização de herbicidas foi conduzida usando um pulverizador costal de 20 litros de capacidade, equipado com uma ponta de pulverização SF-110-015 e operando a uma pressão de 200 kPa. A dosagem recomendada para cada herbicida baseou-se nas informações contidas na bula para as espécies de braquiárias presentes na área. As aplicações dos herbicidas foram realizadas por um aplicador treinado previamente, no período matutino, sem previsão de chuva, com uma umidade relativa do ar de aproximadamente 80% e velocidade do vento inferior a 10 km h⁻¹, para assegurar uma aplicação adequada (com uniformidade e evitando a deriva da calda de herbicida, entre outros fatores).

O tratamento mecânico (T2 – capina) nas unidades amostrais foi realizado sempre que o capim braquiária atingisse

a altura de 35 cm. As operações de capina foram conduzidas duas vezes com enxada, gastando em torno de 1 h e 40 minutos.

Foram realizadas avaliações de fitotoxidez por plantas e crescimento em altura e diâmetro das cinco espécies arbóreas aos 14, 28, 60 e 90 dias após aplicação dos herbicidas. A altura foi mensurada com régua graduada e o diâmetro à 5 cm do solo (*DNS*), com auxílio de paquímetro digital. A avaliação da fitotoxidez foi realizada por meio de uma escala visual de 0 (ausência de sintomas) a 100 (morte da planta), utilizando a testemunha como referência comparativa.

Para avaliação do efeito dos tratamentos na redução das populações de espécies espontâneas, foi determinada a massa de matéria seca dessas plantas daninhas. Para isto, em cada unidade amostral, foram alocados aleatoriamente gabarito de 1 x 1 m em três locais e toda a parte aérea das plantas daninhas foram cortadas rente ao solo, coletadas e armazenadas em saco de papel. Após a coleta, o material foi levado para o laboratório e colocado em estufa de circulação de ar a 65 °C por 48 horas, obtendo-se a massa de matéria seca das plantas daninhas.

Resultados e Discussão

Os resultados dos tratamentos após 14, 28, 60 e 90 dias após aplicação dos herbicidas demonstraram que as plantas das espécies arbóreas apresentaram fitotoxidez oriunda da aplicação de herbicida sobre elas. No entanto, os dados da Tabela 1 indicam que na escala de 0 (ausência de sintomas) a 100 (morte da planta), em média, a maior fitotoxidez foi relatado de 48 aos 14 dias após aplicação (DAA) de Oxyfluorfen, mas depois foi diminuindo chegando aos 90 dias com valores inferiores a 20. Nos três herbicidas, a fitotoxidez foi diminuindo com o tempo.

Tabela 1: Média de fitotoxidez (escala de 0 a 100) das plantas arbóreas, submetidas a três herbicidas pré-emergentes, em quatro épocas após aplicação (DAA)

Tratamento (herbicida)	14 DAA	28 DAA	60 DAA	90 DAA
Indaziflam	22	26	17	11
Isoxaflutole	26	28	28	15
Oxyfluorfen	48	26	19	11

Os três herbicidas pré-emergentes mostraram-se eficientes devido aos valores baixos de fitotoxidez nas plantas arbóreas, e com o decorrer do tempo, a intoxicação nas plantas foram reduzidas. Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes (2022) em um estudo da eficácia de cinco herbicidas no controle de plantas daninhas em seis espécies arbóreas nativas. Avaliou que os mesmos herbicidas do experimento foram os mais seletivos, apresentando menores valores de intoxicação e menor interferência no crescimento nas espécies arbóreas. Segundo Brancalion et al. (2009), os valores aceitáveis de fitotoxicidade são de até 15%, 90 dias após a aplicação dos herbicidas, se a aplicação dos mesmos causar qualquer redução de massa seca em relação à testemunha, tal herbicida não deve ser indicado para a espécie florestal nativa.

Constata-se na Figura 2, que os herbicidas prejudicaram parcialmente no crescimento das espécies arbóreas aos 90 dias após aplicação. A média das espécies que foi aplicado herbicida, mostra que o incremento em altura, numericamente foi inferior as testemunhas.

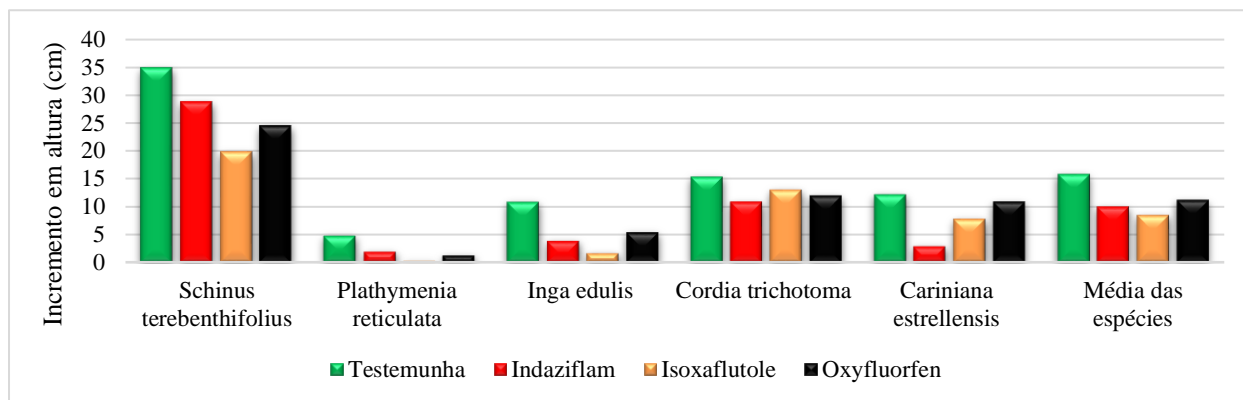


Figura 2: Valores médios de incremento em altura de cinco espécies arbóreas no tratamento testemunha ou com aplicação de um herbicida, aos 90 dias após aplicação.

Levando em consideração a formação do povoamento, os herbicidas não prejudicaram as mudas, pois as medidas de altura de 90 DAA foram realizadas no final de setembro, e com a intensificação das chuvas e maiores temperaturas, em relação a baixa fitotoxidez aos 90 DAA, a tendência é das plantas crescerem de maneira semelhante ao tratamento nos próximos dois meses. Segundo Santos et al. (2020) as pequenas reduções de porte de plantas podem ser aceitáveis, devido a utilização de herbicidas, tendo em vista o menor custo para a implantação e manutenção do povoamento florestal através da utilização do método químico. Gomes (2022) relata que as espécies nativas apresentam um crescimento inicial mais lento, quando comparado a outras espécies vegetais, necessitando a realização de outros ensaios com maior tempo de avaliação.

Observa-se pela Tabela 2 que os herbicidas apresentaram eficácia no controle das plantas daninhas, especialmente as braquiárias, em um raio de 25 cm de diâmetro ao redor do caule das mudas (local das covas) aos 90 dias após o plantio, em comparação a testemunha. Embora o tratamento mecânico (coroamento) tenha apresentado uma eficiência superior no controle, ele também implicou em custos elevados, ao contrário da aplicação dos herbicidas, que mostraram custos mais baixos.

Tabela 2: Massa de matéria seca (g/cova) das espécies herbáceas com maior potencial de tornarem daninhas sob tratamento sem intervenção, com coroamentos ou aplicação de um herbicida, aos 120 dias após plantio das mudas e 90 dias após aplicação herbicida pré-emergente

Herbácea*	Testemunha	Coroadas	Indaziflam	Isoxaflutole	Oxyfluorfen
<i>Urochloa brizantha</i>	142,4 (100)	6,0 (100)	43,8 (100)	55,3 (100)	18,2 (100)
<i>Mikania</i> sp.	14,8 (83)	-----	0,2 (25)	-----	-----
<i>Sida cordifolia</i>	1,7 (8)	-----	-----	-----	-----
<i>Commelina benghalensis</i>	13,0 (50)	2,4 (58)	2,3 (50)	5,0 (8)	1,0 (42)
Total	203,0	10,3	49,2	66,0	19,8
Nº de espécies	17	10	8	12	6
Custo (R\$/ha)	-----	800,00	148,00	61,00	249,00
2.500 covas		2 coroam.			

Números entre parênteses referem-se à frequência (%) da espécie em cada tratamento. Nº total amostras em cada tratamento = 12. * Espécies de plantas herbáceas, em sequência: Braquiária, Guaco (cipó), Guaxuma e Trapoeraba.

O tratamento à base de Oxyfluorfen foi eficiente no controle de *Urochloa brizantha* (braquiária) indicando o melhor controle para infestação em relação ao seu custo reduzido. Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes (2022) no estudo da redução de massa seca de *Urochloa brizantha* em relação à testemunha pelos herbicidas Indaziflam, Isoxaflutole e Oxyfluorfen, demonstrou que o herbicida Oxyfluorfen promoveu uma redução de 65,8 e 86,8 % de massa total de braquiária, em relação à testemunha, apresentando melhores notas de controle em relação

aos demais herbicidas.

Conclusões

Para região foi realizado o estudo, herbicida oxyfluorfen é mais indicado, pois apresentou o melhor controle das plantas com potencial de tornarem daninhas, baixa fitotoxidez as espécies florestais aos 90 dias após aplicação e pouca diferença de incremento de altura em relação as plantas testemunhas. Coroamento com enxada não é recomendado, devido ao maior custo.

Referências Bibliográficas

AGRITEMPO - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Dados de precipitação e temperatura, 2023. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/sobre.jsp>>. Acesso em: 19/06/2023.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. v. 1. 432p.

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

GOMES, A. C. Herbicidas pré-emergentes na restauração florestal do bioma mata atlântica: avaliação de tolerância de espécies nativas e controle de plantas daninhas. 2022. 85f. Dissertação (**Mestrado em Fitotecnia**). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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

SANTANA, J. E. S. Estratégias de controle e convivência de *Urochloa* spp. em restauração florestal. 2019. 60f. Dissertação (**Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais**). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

SANTOS, F. A. M.; LELES, P. S. S.; RESENDE, A. S.; NASCIMENTO, D. F.; SANTOS, G. R. Estratégias de controle de braquiárias *Urochloa* spp. na formação de povoamento para restauração florestal. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 29-42, 2020.