

SENSIBILIDADE DE MUDAS DE IPÊ-AMARELO A SUBDOSES DE GLIFOSATO: IMPLICAÇÕES PARA O REFLORESTAMENTO

SENSITIVITY OF YELLOW IPE SEEDLINGS TO GLYPHOSATE SUBDOSES: IMPLICATIONS FOR REFORESTATION

EUNICE SANTOS SOUSA

Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil
Graduando em Agronomia. E-mail: eunicesousa@unemat.br
<https://orcid.org/0000-0002-8679-0933>

CLEVERSON RODRIGUES

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil
Doutor em Agronomia. E-mail: cleverson-ro@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5892-421X>

WILSEN PICOLI

Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil
Graduado em Agronomia. E-mail: wilsenpicoli@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-2161-8700>

OSCAR MITSUO YAMASHITA

Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil
Doutor em Agricultura Tropical. E-mail: yama@unemat.br
<https://orcid.org/0000-0001-6715-626X>

Submissão: 01-05-2025 - Aceite 27-01-2026

RESUMO: A competição entre espécies florestais recém-plantadas e plantas daninhas é um dos principais desafios em áreas de recuperação ambiental. O manejo químico é amplamente utilizado por sua eficiência e rapidez, mas o uso inadequado de herbicidas pode causar fitointoxicação em espécies florestais, comprometendo seu desenvolvimento. *Handroanthus albus* (ipê-amarelo), espécie comum em reflorestamentos, ainda carece de estudos sobre a sensibilidade ao glifosato. Este trabalho avaliou os efeitos de subdoses crescentes do herbicida (0, 90, 180, 360 e 720 g e.a. ha⁻¹) em mudas jovens de ipê-amarelo. Verificou-se que mesmo as menores doses causaram queda foliar de aproximadamente 16%. As doses mais altas provocaram fitointoxicação severa, com sintomas como clorose e necrose foliar, além de redução significativa na altura e no diâmetro do coleto das mudas. Os efeitos negativos intensificaram-se proporcionalmente à dose aplicada. Os resultados destacam a importância de cuidados no uso de herbicidas em áreas de reflorestamento, principalmente quanto à proximidade e exposição de mudas sensíveis. A compreensão desses impactos



auxilia na formulação de estratégias de manejo mais seguras, favorecendo o sucesso na recuperação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: *Handroanthus albus*. Herbicida. Subdose. Fitointoxicação.

ABSTRACT: Competition between newly planted forest species and weeds is one of the main challenges in environmental recovery areas. Chemical weed control is widely used due to its efficiency and speed, but improper herbicide use can lead to phytointoxication in forest species, compromising their development. *Handroanthus albus* (yellow ipe), commonly used in reforestation, still lacks studies on its sensitivity to glyphosate. This study evaluated the effects of increasing subdoses of glyphosate (0, 90, 180, 360, and 720 g a.e. ha⁻¹) on young yellow ipe seedlings. Even the lowest doses caused approximately 16% leaf drop. Higher doses resulted in severe phytotoxic effects, with symptoms such as chlorosis and foliar necrosis, along with significant reductions in seedling height and collar diameter. The negative effects intensified proportionally with the applied dose. The results underscore the importance of caution in herbicide use in reforestation areas, especially regarding the proximity and exposure of sensitive seedlings. Understanding these impacts contributes to the development of safer management strategies, promoting the success of environmental restoration projects.

KEYWORDS: *Handroanthus albus*. Herbicide. Subdose. Phytointoxication.

Introdução

A exploração dos recursos naturais, especialmente das florestas nativas, tem acompanhado a história da humanidade, sendo fonte de alimento, madeira e diversos produtos. Com o passar do tempo, no entanto, o desmatamento indiscriminado causou drásticas reduções nas áreas florestais, exigindo ações para sua recomposição (Brancaion et al., 2018). Nesse cenário, cabe ao homem adotar medidas de restauração, como a recomposição de áreas degradadas por meio do plantio de espécies nativas — entre elas, o ipê (*Handroanthus* spp.) (Simões et al., 2021; Carvalho, 2025).

Segundo Lohmann (2025), espécies do gênero *Handroanthus* produzem madeira de elevada durabilidade e resistência ao apodrecimento, sendo muito valorizadas comercialmente e frequentemente utilizadas no paisagismo de parques e jardins.

Para garantir o sucesso do reflorestamento, é fundamental adotar práticas de manejo que minimizem a competição com plantas daninhas (Lisboa et al., 2023). Atualmente, as técnicas mais empregadas em reflorestamentos com espécies nativas incluem a capina mecânica, de baixo rendimento operacional, e o uso de herbicidas como o glifosato (Cornish & Burgin, 2005; Brancaion et al., 2009). Entretanto, por ser um herbicida não seletivo, o glifosato exige aplicação dirigida, o que reduz a eficiência operacional e aumenta o risco de deriva para as mudas (Yamashita et al., 2006).

De acordo com Albrecht et al. (2021) e Correia (2021), o uso inadequado de herbicidas pode gerar efeitos indesejáveis no ecossistema, promovendo fitointoxicação e até a morte de espécies vegetais de interesse econômico, como ocorre com o glifosato, que afeta tanto a flora quanto a fauna por sua alta eficiência e ausência de seletividade.

Quando se observa prejuízo no desenvolvimento de uma cultura por suspeita de deriva de herbicida, torna-se essencial realizar um diagnóstico, o qual deve considerar os sintomas característicos da intoxicação e a estimativa das perdas econômicas (Yamashita & Guimarães, 2005). Assim como as culturas anuais, as espécies florestais também estão suscetíveis aos efeitos da deriva de herbicidas, embora ainda haja pouco conhecimento sobre sua seletividade, resistência e reações fitotóxicas (Leles et al., 2017).

A maior parte dos estudos sobre os impactos do glifosato concentra-se em culturas agrícolas de ciclo anual, como soja e milho, deixando lacunas importantes sobre seus efeitos em plantas de crescimento mais lento e de valor ecológico, como as espécies florestais (Ferreira et al., 2023). Esse desconhecimento limita a adoção de práticas de manejo mais eficientes e seguras em programas de restauração ecológica.

Além disso, o crescimento inicial das mudas é uma fase crítica para o estabelecimento das espécies nativas em áreas de reflorestamento, sendo particularmente sensível a fatores ambientais e à competição com plantas invasoras (Brancaion et al., 2015). A exposição a doses subletais de herbicidas pode comprometer o vigor, a arquitetura e o desenvolvimento radicular dessas mudas, com impactos a longo prazo na sua sobrevivência e no sucesso da restauração.

Dado o interesse crescente pela restauração ecológica e pela ampliação das áreas de vegetação nativa, torna-se imprescindível compreender como o glifosato e outros herbicidas afetam o desempenho de espécies florestais em diferentes estágios de desenvolvimento (Ferreira et al., 2023). Essa compreensão permitirá ajustes nas práticas de manejo, contribuindo para sistemas de produção mais sustentáveis e para a conservação da biodiversidade.

Compreender a tolerância de espécies nativas aos herbicidas também pode orientar a seleção de espécies para programas de restauração, priorizando aquelas mais resilientes às práticas de manejo químico necessárias no controle de plantas invasoras (Gomes, 2021). Dessa forma, estudos que investigam a resposta de mudas de *Handroanthus albus* ao glifosato são fundamentais para embasar estratégias de reflorestamento eficientes e ambientalmente seguras.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes subdoses de glifosato sobre o desenvolvimento inicial de mudas de ipê-amarelo (*Handroanthus albus*).

Metodologia

O experimento foi conduzido em viveiro coberto com tela de sombreamento de 30% nas laterais e na parte superior, nas dependências do Centro de Pesquisa e Tecnologia de Amazônia Meridional (CEPTAM), no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), da Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado” (UNEMAT), campus Unidade 2, de Alta Floresta-MT.

As mudas de *Handroanthus albus* utilizadas no estudo tinham 45 dias de idade e foram adquiridas de um viveiro comercial. Foram previamente selecionadas, com base no tamanho e na espessura do caule, a fim de garantir uniformidade e condições adequadas para o transplante. Cada unidade experimental consistiu em um vaso plástico com capacidade de 8 litros, preenchido com substrato.

O substrato foi composto por Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura areno-argilosa, coletado de uma área sem histórico de aplicação de herbicidas. O pH foi corrigido para 7,0 com a aplicação de calcário dolomítico filler, realizada três meses antes do início do experimento. Após peneiramento, o substrato teve sua fertilidade corrigida pela adição de 10 kg m⁻³ da formulação 04-26-14 + micronutrientes. Esse material foi utilizado para o preenchimento dos vasos e o transplante das mudas.

A irrigação foi realizada diariamente, com o objetivo de manter o substrato próximo à capacidade de campo, assegurando disponibilidade hídrica adequada durante todo o período experimental.

As mudas de *H. albus* foram submetidas a seis tratamentos, correspondentes a subdoses de glifosato (sal de isopropilamina), equivalentes a 0; 15; 25; 50; 75 e 100% da dose recomendada para dessecção em soja (2,0 L ha⁻¹), correspondendo a 0, 108, 180, 360, 540 e 720 g e.a. ha⁻¹, respectivamente.

As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra contendo quatro bicos tipo leque SF110.02, operando a 240 kPa e com volume de calda de 200 L ha⁻¹. As pulverizações foram conduzidas no final da tarde, em condições ambientais controladas (sem vento, temperatura de 26 °C e umidade relativa do ar em torno de 80%).

Para garantir a homogeneidade na aplicação, o pulverizador foi previamente calibrado em área de teste, simulando as condições do experimento. Durante a aplicação, as plantas foram organizadas em linhas, com espaçamento padronizado de 0,5 m entre vasos, para evitar sobreposição da calda entre tratamentos adjacentes. Imediatamente após a pulverização, as plantas permaneceram em ambiente protegido para minimizar possíveis efeitos de chuvas ou orvalho nas primeiras 24 horas.

As variáveis analisadas incluíram sintomas de fitointoxicação, registrados com base na escala de notas da ALAM (1974), variando de 1 (sem sintomas visíveis) a 9 (morte da planta); número de folhas; e altura das plantas. As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) do herbicida. A mensuração da altura foi feita do colo da planta até o ápice da última folha expandida, utilizando régua milimetrada.

Na última avaliação (28 DAA), além da altura, foram determinados o diâmetro do colo com auxílio de paquímetro digital, o comprimento da parte aérea e do sistema radicular. Para isso, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos vasos e lavadas com água corrente para remoção do substrato. Em seguida, a parte aérea e as raízes foram separadas, acondicionadas em envelopes de papel kraft devidamente identificados e submetidas à secagem em estufa por dez dias, a 60 °C.

Após o período de secagem, as amostras foram pesadas em balança semi-analítica com precisão de 0,01 g para obtenção da massa seca da parte aérea e das raízes. Com esses dados, foram calculadas as relações raiz/parte aérea e a produtividade de biomassa seca total por planta. Esses parâmetros permitiram uma análise mais completa dos efeitos do glifosato sobre o crescimento e a alocação de biomassa nas mudas.

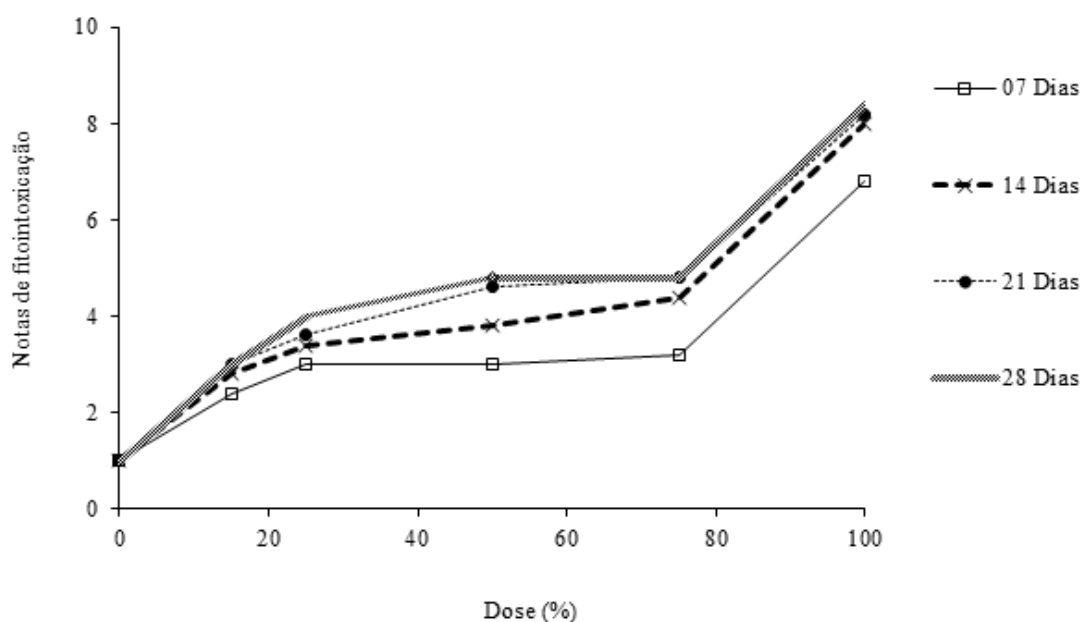
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2019), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%

de probabilidade. Adicionalmente, análises de regressão polinomial foram realizadas para as variáveis de interesse, a fim de modelar a resposta das mudas às diferentes subdoses do herbicida.

Resultados e discussões

As injúrias causadas às mudas de *Handroanthus albus* aumentaram proporcionalmente à dose de glifosato aplicada, permitindo afirmar que a fitointoxicação foi significativamente influenciada pelas doses do herbicida ($p < 0,05$) em todas as avaliações, exceto na testemunha (Figura 1). Isso indica uma sensibilidade considerável da espécie ao glifosato, mesmo em doses reduzidas, o que reforça a necessidade de atenção quanto à deriva de herbicidas em áreas de restauração florestal com espécies nativas.

Figura 1- Notas de fitointoxicação de mudas de ipê-amarelo (*Handroanthus albus*) submetidas a doses de glifosato.



Fonte: os autores.

Os sintomas visuais de intoxicação caracterizaram-se inicialmente pelo amarelecimento das folhas mais velhas (clorose), seguido por necrose e abscisão foliar, sendo esses efeitos mais intensos nas mudas expostas às doses mais elevadas (Solano Neto et al., 2021). Esse padrão é típico da exposição ao glifosato, que atua na inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), essencial na rota do ácido chiquímico, responsável pela biossíntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano (Oliveira Jr. et al., 2021). A deficiência desses aminoácidos compromete a síntese proteica, a produção de clorofila e a formação de compostos secundários relacionados à defesa vegetal (Yamashita & Guimarães, 2005).

Aos 7 dias após a aplicação (DAA), sintomas visíveis foram observados nas plantas submetidas às doses de 360, 540 e 720 g e.a. ha⁻¹, indicando rápida absorção e translocação do herbicida. Nos tratamentos com 108 e 180 g e.a. ha⁻¹, os sintomas foram mais discretos,

sugerindo uma possível capacidade de recuperação parcial ou diluição dos efeitos tóxicos. De maneira semelhante, Rondon Neto et al. (2022) relataram em cajuaçú (*Anacardium giganteum*) a translocação preferencial do glifosato para folhas mais velhas, que atuam como drenos naturais para compostos sistemicamente distribuídos. Embora se trate de espécie pertencente a outra família botânica (Anacardiaceae), esse comportamento está associado a mecanismos fisiológicos gerais de transporte floemático em plantas lenhosas, especialmente durante o crescimento ativo, podendo ocorrer independentemente da filiação taxonômica.

Cloroses e necroses similares foram relatadas em outras espécies sensíveis, como varjão (Yamashita et al., 2006), cacauzeiro (Solano Neto et al., 2021) e eucalipto (Tuffi Santos et al., 2007), evidenciando um padrão sintomatológico característico da intoxicação pelo glifosato. A degradação dos cloroplastos, consequência direta da interrupção da síntese de aminoácidos, resulta na redução da atividade fotossintética e no declínio do vigor das plantas (Yamashita et al., 2009).

A severidade das injúrias aumentou gradativamente até os 28 DAA, revelando um efeito cumulativo do herbicida. Em mudas de café (Coffea canephora), Yamashita et al. (2013) também observaram agravamento progressivo dos sintomas, atribuível à persistência do glifosato nos tecidos e à limitada capacidade de detoxificação das plantas.

As mudas tratadas com 25% da dose recomendada apresentaram sintomas leves a moderados, de acordo com a escala da ALAM (1974), enquanto doses entre 50% e 100% ocasionaram sintomas severos já aos 7 DAA, demonstrando a baixa tolerância de *H. albus* ao herbicida. A dose máxima (100%) provocou os danos mais severos, culminando na morte de algumas plantas até o final do experimento.

A Figura 2 apresenta os valores médios obtidos aos 28 DAA para as variáveis analisadas. A altura das plantas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, indicando que essa variável, isoladamente, não é sensível para detectar efeitos subletais do glifosato no período avaliado.

O diâmetro do caule (2B) foi significativamente reduzido apenas na dose máxima, indicando menor sensibilidade do desenvolvimento secundário em relação aos efeitos fitotóxicos, comparado à parte aérea foliar. Resultado semelhante foi encontrado por Yamashita et al. (2006) em *P. multijuga*, onde a lignificação inicial não foi drasticamente afetada por doses subletais de glifosato.

O comprimento das raízes (2C) não foi significativamente alterado, o que pode ser atribuído à baixa absorção do glifosato pelo sistema radicular. Como o herbicida é predominantemente absorvido via foliar, seus efeitos nas raízes resultam da redistribuição interna (Rondon Neto et al., 2022).

Quanto à massa seca de raízes (2D), observou-se queda significativa nas doses de 75% e 100%, demonstrando que, embora a absorção radicular não seja a via principal de entrada do glifosato, o comprometimento da parte aérea afeta indiretamente o desenvolvimento das raízes, devido à menor produção e translocação de fotoassimilados (Santos et al., 2018).

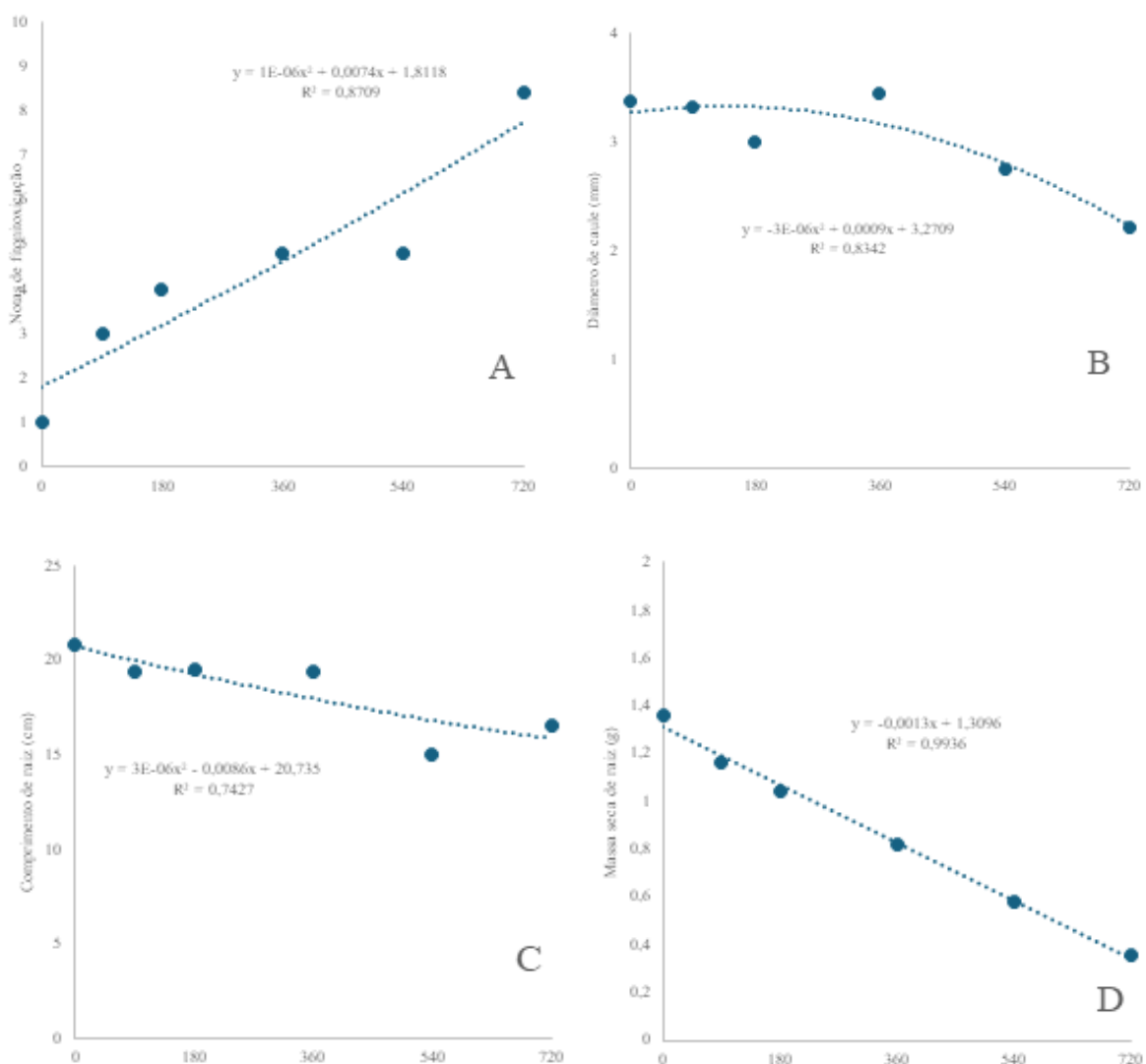
A massa seca da parte aérea (2E) foi significativamente reduzida nas doses mais elevadas, especialmente na de 100%, revelando comprometimento generalizado do metabolismo vegetal. A redução da fotossíntese, associada à degradação da clorofila e à diminuição da área foliar, limita

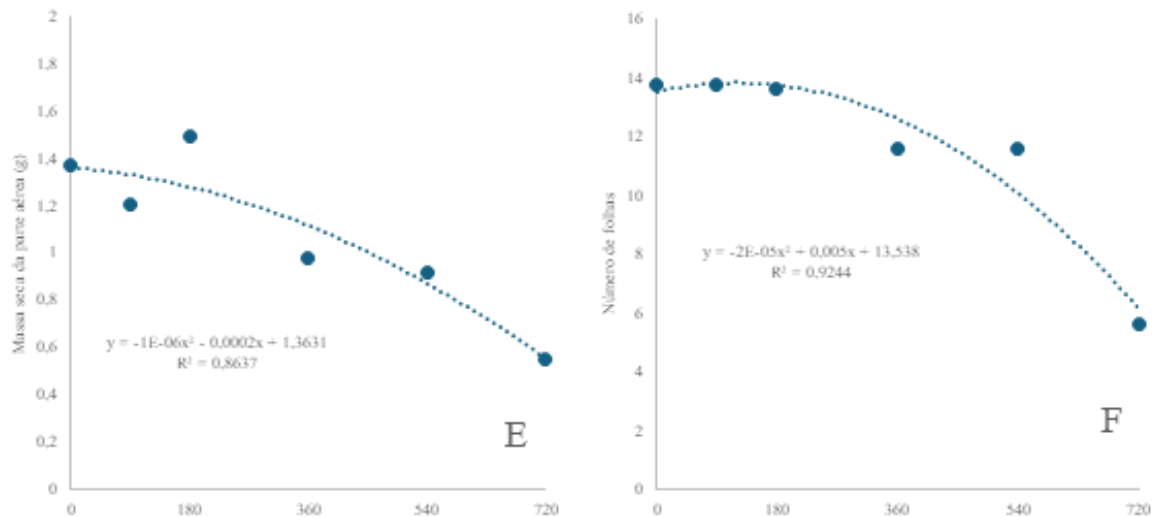
a produção de assimilados e o crescimento (Solano Neto et al., 2021). Resultados semelhantes foram observados em outras espécies arbóreas nativas (Pereira et al., 2015).

O número de folhas (2F) foi significativamente reduzido ($p < 0,05$), com diminuição média de 16% nas doses de 25 a 75%, e queda de até 60% na dose de 100%, evidenciando que a senescência e a abscisão foliar estão diretamente relacionadas ao nível de estresse herbicida. A perda foliar compromete a capacidade fotossintética, afetando o acúmulo de biomassa e a sobrevivência das plantas (Oliveira Jr. et al., 2021).

Esses resultados evidenciam que o glifosato, mesmo em baixas doses, pode comprometer seriamente o estabelecimento de mudas de *Handroanthus albus*. Assim, a utilização do herbicida em áreas adjacentes a projetos de restauração florestal representa um risco relevante, demandando estratégias eficazes para a mitigação da deriva.

Figura 2. Médias dos parâmetros avaliados em mudas de ipê-amarelo (*Handroanthus albus*) aos 28 dias após aplicação de glifosato, sendo fitointoxicação (A), diâmetro do caule (B), comprimento de raízes (C), massa seca de raízes (D), massa seca de parte aérea (e) e número de folhas por planta (F).





Fonte: os autores.

Adicionalmente, fatores ambientais como temperatura, luminosidade e umidade relativa influenciam a absorção e translocação do glifosato (Shaner, 2014). Em condições de alta umidade e temperatura moderada, a absorção foliar é intensificada, potencializando os efeitos fitotóxicos. No presente estudo, as aplicações foram realizadas em condições controladas no LaSeM/CEPTAM; contudo, em campo, a variabilidade ambiental pode acentuar ou atenuar os efeitos observados.

Outro aspecto importante é a influência do estágio fenológico das plantas. Espécies em crescimento ativo apresentam maior vulnerabilidade aos efeitos do herbicida, devido à intensa atividade metabólica e fragilidade dos tecidos jovens (Santos et al., 2018). No presente experimento, as mudas de *H. albus* estavam em fase de crescimento ativo, o que pode ter contribuído para a elevada sensibilidade observada. Além disso, o bloqueio da rota do ácido chiquímico pelo glifosato afeta a produção de compostos como lignina e flavonoides (Oliveira Jr. et al., 2021), essenciais à defesa contra patógenos e estresses ambientais. Em longo prazo, isso pode resultar em aumento da mortalidade das mudas, mesmo na ausência de sintomas letais imediatos.

Portanto, a avaliação dos efeitos do glifosato em plantas nativas deve considerar não apenas danos visuais imediatos, mas também comprometimentos fisiológicos de longo prazo. A compatibilização entre a produção agrícola e a conservação da biodiversidade exige práticas sustentáveis, como o mapeamento de zonas de risco para deriva, capacitação de aplicadores de herbicidas e uso de tecnologias de aplicação de precisão, visando assegurar a viabilidade dos projetos de restauração ecológica.

Conclusão

A aplicação de glifosato compromete o desenvolvimento inicial de mudas de ipê-amarelo (*Handroanthus albus*), sobretudo nas maiores doses avaliadas. A fitointoxicação manifesta-se a partir de 25% da dose recomendada, com sintomas visuais progressivos, como clorose, necrose e queda foliar, intensificados nas doses de 75 e 100%.

As variáveis mais sensíveis ao herbicida foram o número de folhas e a massa seca da parte aérea e das raízes, que apresentaram reduções significativas com o aumento das doses. Por outro lado, o comprimento das raízes e o diâmetro do caule não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, indicando menor sensibilidade a esses parâmetros.

Os resultados permitem concluir que, mesmo em subdoses, o glifosato interfere negativamente no crescimento inicial do ipê-amarelo, o que desaconselha seu uso em áreas de plantio ou recuperação ambiental que envolvam essa espécie, especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento.

Recomendações e perspectivas futuras

Recomenda-se evitar o uso de herbicidas não seletivos, como o glifosato, durante o estabelecimento inicial do ipê-amarelo ou, quando inevitável, realizar aplicações extremamente direcionadas e protegidas. A adoção de estratégias de manejo integrado, associando métodos mecânicos, barreiras físicas e coberturas vegetais, pode reduzir os riscos de intoxicação das mudas.

Futuras pesquisas devem ampliar a avaliação da sensibilidade de outras espécies florestais nativas à deriva de herbicidas, bem como investigar diferentes formulações, tecnologias de aplicação e condições de campo. Estudos voltados ao uso de protetores físicos ou químicos e à capacitação técnica de operadores também são relevantes para minimizar impactos em áreas de restauração ecológica.

Referências

ALAM. ASOCIACION LATINO AMERICANA DE MALEZAS. **Recomendaciones sobre unificación de evaluación en ensayos de control de malezas**. ALAM, Bogotá, v.1, n.1, p.8-35, 1974.

ALBRECHT, L. P.; SOUZA, A. D.; MOURA, J. A.; FERREIRA, S. G.; OLIVEIRA, R. F.; SILVA, D. L.; PEREIRA, F. R.; GOMES, M. C. Métodos de controle de plantas daninhas. In: BARROSO, A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021, p. 145-169.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal: processos ecológicos reguladores de comunidades vegetais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, p.25-28.

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**, v.44, n.3, p.251-257, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000300005>

BRANCALION, P. H. S.; DE ALMEIDA, D. R. A.; VIDAL, E.; MOLIN, P. G.; SONTAG, V. E.; SOUZA, S. E. X. F.; SCHULZE, M. D. Fake legal logging in the Brazilian Amazon. **Science Advances**, v. 4, n. 8, eaat1192, 2018. <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aat1192>.

CARVALHO, P. E. R. Ipê-Amarelo *Tabebuia alba*. In: **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2025, v. 1. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1140083/1/Esppecies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Ipe-Amarelo.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

CORNISH, P. S.; BURGIN, S. Residual effects of glyphosate herbicide in ecological restoration. **Restoration Ecology**, v. 13, n. 4, p. 695-702, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00088.x>

CORREIA, N. M. Herbicidas. **Informe Agropecuário**, v. 42, n. 315, p. 48-58, 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FERREIRA, M. F.; TORRES, C. C.; BRACAMONTE, E. R.; GALETTO, L. Glyphosate affects the susceptibility of non-target native plant species according to their stage of development and degree of exposure in the landscape. **Science of the Total Environment**, v. 865, p. 161091, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161091>

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. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/23028>. Acesso em: 14 jan. 2026.

LELES, P. S. dos S.; MACHADO, A. F. L.; SANTOS, F. A. M. dos; SANTANA, J. E. da S.; NASCIMENTO, D. F. do. Uso de herbicidas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Editora Embrapa, 2017, p.45-61.

LISBOA, A. C.; GOMES, M. A. P.; OLIVEIRA, A. L. M.; ALVES, C. A.; CUNHA, L. A.; GARCIA, A. L.; SILVA, T. L. S.; SOUZA, F. J. B.; SILVA, R. A. F. Weed control strategies for restoration of the atlantic forest in the state of Rio de Janeiro – Brazil. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 12, p. 129-143, 2023. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2023v12i2.p129-143>

LOHMANN, L.G. **Handroanthus in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114068>. Acesso em: 21 abr. 2025

OLIVEIRA JR, R. S.; MORAES, R. S.; PEREIRA, A. C.; ALMEIDA, D. P.; SANTOS, M. J.; SILVA, L. F.; LIMA, J. R.; FONSECA, R. L. Mecanismo de Ação de Herbicidas. In: BARROSO, A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021, p. 170-204.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; FONSECA, E. D.; MARTINS, D. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.326-332, 2015. <https://doi.org/10.14393/bj-v31n2a2015-21924>

RONDON NETO, R.M.; YAMASHITA, O.M.; OLIVEIRA, V.R. Intoxicação de cajuaçu submetida à deriva de glyphosate. **Scientific Electronic Archives**, v.15, n.12, p.9-13, 2022. <https://doi.org/10.36560/151220221630>

SANTOS, F. A. M. dos; LELES, P. S. dos S.; SANTANA, J. E. da S.; NASCIMENTO, D. F. do; MACHADO, A. F. L. Controle químico de plantas daninhas em povoamentos de restauração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, e201701524, 2018. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1524>.

SHANER, D. L. (Ed.). **Herbicide handbook**. 10. ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2014.

SIMÕES, I. M.; ALEXANDRE, R. S.; ROSA, T. L. M.; MEDEIROS, R. G.; SCHMILDT, E. R.; OLIVEIRA, J. T. S.; LOPES, J. C.; OLIVEIRA, J. P. B.; FERREIRA, A.; OTONI, W. C. Grafting among species of the genus *Handroanthus* (Bignoniaceae). **Scientia Forestalis**, v. 49, n. 130, e3513, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n130.12>.

SOLANO NETO, A.; YAMASHITA, O.M.; CARVALHO, M.A.C.; FELITO, R.A.; ROCHA, A.M.; RABELO, H.O. Efeito de doses de glyphosate em deriva simulada em plantas jovens de cacau. **Principia**, v. 56, n.2, p.134-143, 2021.

TUFFI SANTOS, L.D.; MACHADO, A.F.L.; VIANA, R.G.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, E.A.; SOUZA, G.V.R. Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n.1, p.133-137, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000100014>

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**, v.37, n.84, p.359-366, 2009. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr84/cap03.pdf>

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582005000400010>

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; MENDONÇA, F. S.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A.; CARVALHO, M. A. C.; KOGA, P. S.; PERES, W. M.; ALBERGUINI, A. L. Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, n.2, p.148-156, 2013. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v12n2p148-156>.

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**, v. 24, n. 3, p. 527-531, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000300015>.