



# INFLUÊNCIA DO HERBICIDA GLIFOSATO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Inga edulis* Mart. (Fabaceae) E DE *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) NA AMAZONIA COLOMBIANA

*Influence Of The Herbicide Glyphosate On The Germination And Vigor Of Seeds Of Inga Edulis Mart. (Fabaceae) And Myrciaria Dubia (Myrtaceae) In Colombian Amazon*

**ISMAEL DUSSAN<sup>1</sup>**



<https://orcid.org/0000-0001-9742-9134>



[ismael.dussan@unad.edu.co](mailto:ismael.dussan@unad.edu.co)

**THIAGO COSTA FERREIRA<sup>2</sup>**



<https://orcid.org/0000-0002-2368-6223>



[professor.thiagoferreira1@gmail.com](mailto:professor.thiagoferreira1@gmail.com)

**CRISTIAN DAVID PLAZA PÉREZ<sup>3</sup>**



<https://orcid.org/0000-0002-6644-040X>



[c.plaza@udla.edu.co](mailto:c.plaza@udla.edu.co)

<sup>1</sup>ECAPMA, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Cead Florencia, Colombia

<sup>3</sup>GIMAE, Doctorado en Educación y Cultura Ambiental, Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil.

## RESUMO

Moléculas do herbicida Glifosato dispersas no ambiente podem ser agentes de contaminação ambiental e ainda diminuir a germinação e vigor de plântulas e sementes de espécies florestais em áreas de intensa utilização desta molécula, como a Floresta Amazônica na Colômbia. Nesta área é comum a presença das espécies *Inga edulis* e de *Myrciaria dubia*, espécies pouco estudadas em relação a diversos fatores ecológicos. Sendo assim, este artigo teve o objetivo de avaliar a influência da presença de Glifosato na germinação e vigor em sementes de *I. edulis* e de *M. dubia*. Os ensaios foram realizados separadamente, em ambos as foram embebidas durante 30 min em soluções de glifosato (0,0; 1,8; 3,6; 5,4 e 7,2 g L<sup>-1</sup>), cada tratamento correspondeu a uma concentração e era composta por quatro repetições de 25 sementes cada. As sementes foram semeadas em rolo de papel e em areia, avaliadas até estabelecimento da germinação e de vigor, os resultados descritos foram analisados por meio de ANOVA e teste de Tukey. A influência da presença de doses de Glifosato (1,8; 3,6; 5,4 e 7,2 g.L<sup>-1</sup>) é negativa

## PALABRAS CLAVES:

Doenças abióticas,  
Patologia Florestal,  
Sementes recalcitrantes,  
Silvicultura.

## CÓMO CITAR:

Fecha recepción: 8 de Octubre de 2025 / Fecha Aprobación: 10 de Diciembre 2025 / Fecha Publicación: 1 de Junio 2026

Dussan, I., Costa Ferreira, T. & Plaza Pérez, C. D. (2026). *Influência do herbicida glifosato na germinação e vigor de sementes de inga edulis mart. (Fabaceae) e de myrciaria dubia (myrtaceae) na amazonia colombiana*. Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC, 18(1), 7-18. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v18n1a1>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

Rev. FAGROPEC Vol. 18 Num. 1, enero-junio de 2026

diminuindo a germinação e vigor em sementes de *I. edulis* e de *M. dubia*.

## **ABSTRACT**

Molecules of the herbicide glyphosate dispersed in the environment can act as agents of environmental contamination and reduce the germination and vigor of seedlings and seeds of forest species in areas of intensive use of this molecule, such as the Amazon Forest in Colombia. In this area, the presence of the species *Inga edulis* and *Myrciaria dubia* is common, species that are understudied in relation to various ecological factors. Therefore, this article aimed to evaluate the influence of the presence of glyphosate on the germination and vigor of seeds of *I. edulis* and *M. dubia*. The tests were conducted separately; in both, the seeds were soaked for 30 minutes in glyphosate solutions (0.0, 1.8, 3.6, 5.4, and 7.2 g L<sup>-1</sup>). Each treatment corresponded to one concentration and consisted of four replicates of 25 seeds each. The seeds were sown in paper rolls and in sand, evaluated until germination and vigor establishment. The described results were analyzed using ANOVA and Tukey's test. The influence of the presence of glyphosate doses (1.8, 3.6, 5.4, and 7.2 g.L<sup>-1</sup>) is negative, reducing the germination and vigor of seeds of *I. edulis* and *M. dubia*.

## **KEYWORDS**

Abiotic diseases, Forest Pathology, Recalcitrant seeds, Silviculture.

## INTRODUÇÃO

Florestas equatoriais são importantes para o equilíbrio planetário, inclusive a região da Amazônia apresenta uma significativa função no clima da América do Sul, conforme está descrito na literatura (Mendieta et al., 2024).

A diversidade de espécies da Amazônia colombiana é imensa, podendo ser destacadas as espécies *Inga edulis* Mart. (Fabaceae) (Malaver et al., 2025) e *Myrciaria dubia* (Myrtaceae), por sua relevância ecológica e social.

*Inga edulis* Mart. (Fabaceae) apresenta frutos na forma de vagem, com as sementes envoltas por polpa adocicada e comestível (Guimarães et al., 2024). A casca deste fruto contém aproximadamente 66,3% de fibra insolúvel, consistindo em uma mistura de celulose, hemicelulose e lignina, com potencial para a produção de emulsificantes (Malaver et al., 2025). A germinação desta espécie ocorre rapidamente, até o décimo dia de semeio em condições ótimas (altas umidade e temperatura) e as sementes são classificadas como recalcitrantes, perdendo sua viabilidade rapidamente (Guimarães et al., 2024).

*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh (Myrtaceae) apresenta importância ecológica pois seus frutos são comestíveis por humanos e animais, sendo importantes para populações amazônicas pelo seu valor nutritivo e social. Sementes recalcitrantes, que normalmente germinam em menos de 40 dias após o semeio, sem apresentar dormências (Jardim y Fontenele, 2023; Smirdele et al., 2021).

Tal região apresenta grande pressão antrópica, sendo relevante neste quesito a região da Amazônia Colombiana, área relevante em problemas antrópicos (Mendieta et al., 2024). Entre as principais pressões ambientais a exploração madeireira, seguida da implantação de lavouras e pastagens são os relevantes problemas ambientais desta região (Mendieta et al., 2024). Ainda, para manejo dessas áreas, a utilização de moléculas herbicidas é considerável, as mesmas por sua vez podem gerar problemas na vegetação não-alvo quando aplicadas de maneira incorreta (Armenteras, 2024).

Dentre estas moléculas, utilizando relatos do Brasil, por exemplo, existem descrições de problemas ecológicos ocasionados pelo uso inadequado de organofosforados, fator este que ainda foi pouco estudado com sementes da Amazônia colombiana segundo a literatura (Armenteras, 2024). É comum serem utilizados estes compostos na Amazônia colombiana, para a erradicação de ervas daninhas por produtores rurais e cultivos de *Erythroxylum coca* pelo governo (Morales y Beltrán, 2022).

Dentre os organofosforados mais utilizados na região citada, o Glifosato (N-(fosfometil) glicina) é um dos mais destacados (National Center For Biotechnology Information et al., 2023). Este composto tem ação de amplo espectro em dicotiledôneas e é usado e vendido de maneira não controlada em vários locais (Shimitz et al., 2019; Ávila et al., 2020), inclusive na Amazônia Colombiana (Armenteras, 2024).

A avaliação da influência do glifosato em espécies florestais, principalmente em suas sementes foi descrita por estudos conduzidos por Oliveira et al. (2020) e Vieira et al. (2022). Nestes estudos, a experimentação com a imersão de sementes em soluções de Glifosato é um dos primeiros passos para a verificação em laboratório dos efeitos em espécies nativas. Piotrowicz-Cieślak et al. (2010), descreve que espécies de gramíneas submetidas a 16 concentrações de glifosato variando de 0 a 2000  $\mu\text{M}$  diminuíram a germinação e vigor na presença de Glifosato. Ferreira et al. (2023) evidenciaram fitotoxicidade do glifosato em plântulas de 24 espécies nativas não alvo avaliadas sob um gradiente de doses de 525, 1050, 2100, 4200 e 8400 g i.a.ha<sup>-1</sup>. Reduções superiores a 60% no crescimento foram observadas apenas com 25% da dose agrícola recomendada, com maior sensibilidade em estágios iniciais de desenvolvimento e em sementes provenientes de fragmentos com baixa exposição histórica ao herbicida.

A contaminação e absorção de Glifosato, segundo Moraes e Rossi (2010), pode estar ligada a diversos pontos (National Center For Biotechnology Information, 2023), inclusive solos (OLIVEIRA et al., 2020) e recursos hídricos (Bonfleur et al., 2015), deslocando-se ao longo do perfil e potencialmente ocasionando toxicidade ou ecotoxicidade vegetal (Simões et al., 2024).

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de influência do herbicida glifosato na germinação e vigor de sementes de *Inga edulis* Mart. (Fabaceae) e de *Myrciaria dubia* (Myrtaceae), espécies relevantes na Amazônia Colombiana.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório multipropósito da Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), município de Florencia departamento de Caquetá, Colômbia (Coordenadas 1°36'51"N e 75°36'42"O). A região é caracterizada por um clima tropical úmido, com precipitação anual variando entre 3000 e 4000 mm, umidade relativa do ar superior a 80% e temperatura média anual em torno de 25 °C. A vegetação apresenta fisionomias distintas da Floresta Amazônica, assentada sobre solos ácidos e com baixa fertilidade, predominantemente Oxissolos e Ultissolos, a uma altitude de aproximadamente 300 metros, onde também se encontram solos aluviais com drenagem deficiente e solos montanhosos pouco profundos (Armenteras, 2024).

Para a coleta de material biológico, foram selecionadas vinte árvores-matrizes, distribuídas aleatoriamente, das espécies *Inga edulis* e *Myrciaria dubia*. Os frutos foram coletados, beneficiados e as sementes submetidas a sanitização (imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% por um minuto).

As sementes de ambas as espécies foram submetidas a um tratamento de embebição por trinta minutos em soluções do herbicida glifosato nas concentrações de 0,0; 1,8; 3,6; 5,4 e 7,2 g L<sup>-1</sup> de ingrediente ativo. Utilizou-se um produto comercial cuja formulação contém 480 g L<sup>-1</sup> de sal de isopropilamina de N-(fosfometil)glicina. A dose de 3,6 g L<sup>-1</sup> equivale à recomendação técnica de 2,5 litros por hectare, comumente aplicada no controle de diversas plantas daninhas, segundo Moraes y Rossi (2010).

As constagens de germinação foram avaliadas por meio do ensaio em rolo de papel (Brasil, 2009). Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em ambiente controlado a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , sob luz natural por aproximadamente 16 horas diárias. Foram registrados o percentual de germinação na primeira contagem (aos 7 dias - PC) e na contagem final (aos 14 dias - FC), bem como o percentual de sementes não germinadas. Adicionalmente, calcularam-se o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio de germinação (TMG) e a velocidade média de germinação (VMG).

Paralelamente, conduziu-se um ensaio de emergência em areia. As sementes foram semeadas manualmente em bandejas plásticas preenchidas com areia até 4 cm de profundidade. O experimento foi mantido sob temperatura controlada ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e luz natural, com a umidade do substrato mantida em 60% da capacidade de retenção através de irrigações manuais. A emergência de plântulas foi avaliada diariamente. Foram analisadas as porcentagens de emergência na primeira contagem (aos 14 dias - PC) e na contagem final (aos 25 dias - FC), o percentual de sementes não germinadas, o índice de velocidade de emergência (IVE), o tempo médio de emergência (TME), a velocidade média de emergência (VME) e, por fim, o comprimento das raízes e da parte aérea das plântulas, medido com uma régua graduada (Ferreira et al, 2022).

Todos os experimentos foram realizados com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) para determinar a diferença estatística entre a repetição dos experimentos, as médias foram separadas pelo teste Tukey HSD ( $\alpha = 0,05$ ). Os dados foram analisados usando o pacote "Agricolae" no software R (Mendiburu, 2021).

## RESULTADOS

Para a espécie *Inga edulis*, em relação ao experimento de germinação em rolo de papel, todas as variáveis apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos analisados, com diferença estatística para o tratamento Controle que foi diferente dos demais, a estabilização da germinação ocorreu com dezessete dias após o semeio. Sobre o experimento de emergência em areia, todas as variáveis apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos analisados, com diferença estatística para o tratamento Controle que foi diferente dos demais; neste ainda foi registrada uma emergência no tratamento de  $3,6 \text{ gL}^{-1}$  com posterior morte das plântulas, a estabilização da germinação ocorreu com vinte dias após o semeio (Tabela 1).

### Tabela 1.

Germinação em papel e emergência em areia de sementes e plântulas de *Inga edulis*, tratadas com as concentrações 0,0; 1,8; 3,6; 5,4 e  $7,2 \text{ gL}^{-1}$  de Glifosato.

Experimento - Rolo de papel						
Tratamento ( $\text{gL}^{-1}$ )	IVG	TMG	AMG	IRM	PC (%)	FC (%)
0,0	1,56 b	7,76 b	0,12 b	0,20 b	6,00 b	86,00 b
1,8	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
3,6	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

5,4	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
7,2	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0108	0,0108
Erro padrão	0,01	0,09	<0,001	<0,001	1,63	0,73
CV (%)	7,14	12,72	16,79	9,13	22,57	8,3
Experimento - Areia						
Tratamento (g.L <sup>-1</sup> )	IVE	TME	AME	IRM	PC (%)	FC (%)
0,0	1,54 b	9,03 b	0,20 a	0,17b	8,00 b	82,00 b
1,8	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
3,6	0,25 a	1,22 a	0,12 a	0,10 a	2,00 a	2,00 a
5,4	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
7,2	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
p	<0,001	<0,001	0,0498	0,0005	<0,001	<0,001
Erro padrão	0,09	0,09	0,23	0,02	0,89	3,65
CV (%)	5,49	6,24	16,52	9,49	8,94	4,34

Para a espécie *Myrciaria dubia*, em relação o experimento de germinação em papel, houveram diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento Controle foi diferente dos demais tratamentos em todas as variáveis, exceto na variável TMG onde foi semelhante aos tratamentos de 1,8 e 3,6 g/L de Glifosato. Houve um retardamento da germinação que configurou anormalidade e CV% alto na variável PC (Tabela 2).

Sobre o experimento de emergência em areia, houveram diferenças significativas entre os tratamentos; tratamento Controle foi diferente dos demais tratamentos em todas as variáveis, exceto na variável TME onde foi semelhante aos tratamentos de 1,8 e 3,6 g/L de Glifosato. Houve um retardamento da germinação que configurou anormalidade e CV% alto na variável PC (Tabela 2).

## Tabela 2.

*Germinação em papel e emergência em areia de sementes e plântulas de, Myrciaria dubia tratadas com as concentrações 0,0; 1,8; 3,6; 5,4 e 7,2 g.L<sup>-1</sup> de Glifosato.*

Experimento - Rolo de papel						
Tratamento (g.L <sup>-1</sup> )	IVG	TMG	AMG	IRM	PC (%)	FC (%)
Controle	11,99 d	28,54 b	0,35 b	0,42 b	12,00 c	100,00 d
1,8	8,31 c	28,71 b	0,00 a	0,00 a	5,00 b	71,00 c
3,6	4,50 b	28,52 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a	36,00 b
5,4	1,64 a	27,73 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	11,00 a
7,2	1,23 a	27,68 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	8,00 a
p	<0,001	<0,001	0,009	<0,001	<0,001	<0,001
Erro padrão	0,33	0,09	<0,001	<0,001	0,85	2,16
CV (%)	12,01	0,71	36,89	22,59	50,37	9,56
Experimento - Areia						
Tratamento (g.L <sup>-1</sup> )	IVE	TME	AME	IRM	PC (%)	FC (%)

Controle	15,28 d	31,12 b	0,03 b	0,49 b	12,00 c	100,00 d
1,8	10,65 c	31,26 b	0,00 a	0,00 a	5,00 b	71,00 c
3,6	5,68 b	31,01 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a	36,00 b
5,4	2,00 a	30,14 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	11,00 a
7,2	1,50 a	30,05 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	8,00 a
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Erro padrão	0,38	0,11	0,00	<0,01	0,85	2,16
CV (%)	10,90	0,75	0,00	19,36	50,37	9,56

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram o glifosato efeito fitotóxico expressivo na germinação e no vigor das sementes de *Inga edulis* Mart. (Fabaceae) e *Myrciaria dubia* (Myrtaceae), com reduções significativas na maioria dos parâmetros avaliados, tanto em papel quanto em areia. Esse comportamento confirma os resultados obtidos por outros autores sobre a sensibilidade de espécies florestais nativas à presença desse herbicida em ambientes tropicais (Ávila et al., 2020; Florencia, 2017; Piotrowicz-Cieślak et al., 2010).

Para *I. edulis*, as sementes exibiram inibição completa da germinação a partir da concentração de 1,8 g L<sup>-1</sup>, resultando em elevada suscetibilidade, especialmente considerando sua natureza recalcitrante e alto conteúdo de umidade (Guimarães et al., 2024). Tal característica fisiológica poderia favorecer a penetração e o acúmulo do glifosato nos tecidos embrionários, levando a comprometer o metabolismo energético e possivelmente o alongamento radicular. Resultados parecidos foram registrados por Pereira et al. (2015), que observaram reduções expressivas no vigor e crescimento de espécies florestais nativas expostas a doses de 43,2 a 345,6 g ha<sup>-1</sup> de glifosato, e por Silva et al. (2018), quem reportaram queda na germinação e qualidade de sementes de soja RR® 2 a partir de 1.440 g ha<sup>-1</sup> do herbicida.

No caso de *M. dubia*, embora a germinação inicial tenha ocorrido em concentrações mais baixas, observou-se redução progressiva do vigor e alongamento das plântulas com o aumento das doses de glifosato. Essa tendência pode ser interpretada como um efeito dose-dependente, também relatado por Santos et al. (2020) e Yamashita et al. (2009), os quais observaram diminuição linear na emergência e crescimento inicial de espécies nativas sob influência de glifosato e 2,4-D. Além disso, os altos coeficientes de variação observados nas contagens iniciais de germinação indicam desuniformidade fisiológica induzida por estresse químico, o qual está em concordância com descrições de Bruggen et al. (2021) sobre os efeitos indiretos do glifosato em processos metabólicos vegetais.

Do ponto fisiológico, a toxicidade do glifosato pode estar relacionada à sua interferência na via do ácido chiquímico, essencial à biossíntese de aminoácidos aromáticos como triptofano, fenilalanina e tirosina, necessários no crescimento e a lignificação celular (Oliveira y Brighenti, 2020). Esse bloqueio metabólico, adicionado à possível alteração da microbiota do substrato (Bonfleur et al., 2015; Guiarro et al., 2018), pode comprometer

a simbiose e a absorção de nutrientes minerais nas fases iniciais de desenvolvimento das plântulas. No contexto amazônico, esses efeitos podem ser ampliados devido ao alto teor de matéria orgânica e à dinâmica hídrica dos solos, facilitando o transporte e a persistência do composto no perfil (Geng et al., 2021; Marques et al., 2021).

Ao ser comparadas as duas espécies estudadas, pode-se indicar que *M. dubia* apresenta ligeira tolerância relativa, possivelmente associada à estrutura de suas sementes, cujo tegumento mais espesso e a composição rica em polifenóis poderiam reduzir a difusão do herbicida para o embrião. Em contraste, as sementes de *I. edulis* caracterizam-se por seu tegumento delgado e permeável, podendo aumentar a absorção da molécula. Essa diferença morfofisiológica ressalta a importância de compreender a variabilidade intra e interespecífica na resposta ao glifosato (Ferreira et al., 2022; Sena et al., 2022).

Os resultados também reforçam a preocupação de Armenteras (2024) e Morales y Beltrán (2022) sobre a denominada “deflorestação química” em países amazônicos, provocada principalmente por uso intensivo e não controlado de herbicidas. Embora o glifosato seja amplamente empregado no manejo de áreas agrícolas e na erradicação de cultivos ilícitos, sua dispersão ambiental pode afetar a regeneração natural de espécies nativas, alterando a composição florística e modificando os processos de sucessão ecológica. A persistência da molécula no solo e sua mobilidade em corpos d’água (Moraes y Rossi, 2000) sugerem riscos cumulativos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos amazônicos.

Assim, os resultados obtidos deste trabalho concordam com a literatura a qual alerta para a necessidade de reavaliar o uso de herbicidas de amplo espectro em ecossistemas tropicais sensíveis como a Amazônia colombiana (Marques et al., 2021; Mendieta y Grueso, 2024). Além de fornecer evidências sobre os efeitos imediatos do glifosato em sementes amazônicas, esta pesquisa estabelece uma base experimental para estudos futuros sobre bioacumulação, alterações fisiológicas e mecanismos de resistência em espécies florestais. A adoção de práticas agroecológicas e o monitoramento ambiental em áreas de uso intensivo de herbicidas emergem como estratégias prioritárias para a conservação e restauração da Amazônia colombiana.

## CONCLUSÕES

A presença do herbicida glifosato, mesmo em concentrações menores, demonstrou efeito negativo significativo sobre a germinação e o vigor das sementes de *Inga edulis* Mart. (Fabaceae) e *Myrciaria dubia* (Myrtaceae). A redução dos índices de germinação e emergência evidencia a sensibilidade dessas espécies amazônicas ao composto, reforçando a necessidade de cuidado no uso indiscriminado de herbicidas em áreas florestais e agrícolas adjacentes à floresta tropical.

Do ponto de vista ecológico, a persistência e a mobilidade do glifosato em solos e recursos hídricos como reportadas na literatura ampliam o risco de contaminação difusa, afetando comunidades microbianas, plantas não alvo e cadeias tróficas associadas. Nesse sentido, a presente pesquisa contribui como evidência inicial da vulnerabilidade

de espécies nativas de relevância ecológica e socioeconômica à contaminação por herbicidas.

Recomenda-se para futuras pesquisas abordar a interação entre doses subletais de glifosato e variáveis fisiológicas, bioquímicas e genéticas das sementes e plântulas amazônicas, incluindo testes de bioacumulação e recuperação pós-exposição. Além disso, é fundamental promover políticas públicas e práticas agrícolas sustentáveis que reduzam a dependência de herbicidas, priorizando alternativas agroecológicas compatíveis com a conservação da biodiversidade amazônica.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Cead Florencia, pelo apoio financeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande. Termo de Outorga n° 235/2025, emitido em 01/03/2025, Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ-PB).

## REFERENCIAS

- Álvarez, F., Casanoves, F., & Suárez, J. C. (2021). *Influence of scattered trees in grazing areas on soil properties in the Piedmont region of the Colombian Amazon*. PLOS ONE, 16(12), e0261612. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261612>
- Amarante Júnior, O. P., dos Santos, T. C. R., Brito, N. M., & Ribeiro, M. L. (2002). Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Química Nova*, 25(4), 589–593. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400014>
- Ávila, J. de, Cardoso, F. B., de Lima, S. F., Barzotto, G. R., & Zanella, M. S. (2020). Presence of glyphosate can harm the germination of bean seeds treated with biostimulant. *Bioscience Journal*, 36(1), 122–132. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n1a2020-42441>
- Armenteras, D. (2024). La amenaza silenciosa de la deforestación química en los países amazónicos: un nuevo desafío para la conservación y la legislación ambiental. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 48(189), 967–969.
- Bonfleur, E. J., Valdemar, L. T., Borges Regitano, J., & Lavorenti, A. (2015). The effects of glyphosate and atrazine mixture on soil microbial population and subsequent impacts on their fate in a tropical soil. *Water, Air, and Soil Pollution*, 226, 1–10.
- Bruggen, A. H. C., Finckh, M. R., Ritsema, C. J., Harkes, P., Knuth, D., & Geissen, V. (2021). Indirect effects of the herbicide glyphosate on plant, animal and human health through its effects on microbial communities. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 763917. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.763917>
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2009). *Regras para*

análise de sementes. MAPA/ACS.

- Ferreira, T. C., Oliveira, M. R. G. de, & Perez-Marín, A. M. (2022). Methodological contributions for the implementation and evaluation of seed experiments regarding germination and vigor. *Biofix Scientific Journal*, 7(1), 17–26. <https://doi.org/10.5380/biofix.v7i1.81336>
- Ferreira, M. F., Torres, C. C., Bracamonte, E. R., & Galetto, L. (2023). 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*, 865, 161091. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161091>
- Florencia, F. M. (2017). Effects of the herbicide glyphosate on non-target plant native species from Chaco forest (Argentina). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 144(1), 360–368. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.06.049>
- Geng, Y., Jiang, L., Zhang, D., Liu, B., Zhang, J., Cheng, H., Wang, L., Peng, Y., Wang, Y., Zhao, Y., Xu, Y., & Liu, X. (2021). Glyphosate, aminomethylphosphonic acid, and glufosinate ammonium in agricultural groundwater and surface water in China from 2017 to 2018: Occurrence, main drivers, and environmental risk assessment. *Science of The Total Environment*, 769, 144396. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144396>
- Guiarro, K. H., Aparicio, V., De Gerónimo, E., Castellote, M., Figuerola, E. L., & Costa, J. L. (2018). Soil microbial communities and glyphosate decay in soils with different herbicide application history. *Science of The Total Environment*, 634, 974–982. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.393>
- Guimarães, F. A. B., Pastorini, L. H., Romagnolo, M. B., & de Souza, L. A. (2024). Seed germination and seedling structure of *Inga vera* Willd. (Fabaceae). *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 16(2), e3363.
- Jardim, I. N., & Fontenele, M. G. (2023). Impactos da inundação sobre as características morfológicas de plântulas de *Myrciaria dubia*. *Revista Delos*, 16(45), 1891–1905.
- Malaver, J. C. V., Guasca, Á. M. C., Álvarez, L. F. L., Lépine, M., & Risueño, M. (2025). Forest, bamboo, and agroforestry systems for climate change adaptation in coffee farms of Colombia. *Bois et Forêts des Tropiques*, 362, 1–15.
- Marques, J. G. C., Veríssimo, K. J. D. S., Fernandes, B. S., Ferreira, S. R. M., Montenegro, S. M. G. L., & Motteran, F. (2021). Glyphosate: A review on the current environmental impacts from a Brazilian perspective. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 107, 385–397. <https://doi.org/10.1007/s00128-021-03295-4>
- Maqueda, C., Undabeytia, T., Villaverde, J., & Morillo, E. (2017). Behavior of glyphosate in the soil and its degradation by microorganisms. *Environmental Pollution*, 227, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.04.054>

- Mendiburu, F. (2021). *agricolae: Statistical procedures for agricultural research* (Version 1.4-0) [R package]. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- Mendieta, D., & Grueso, J. R. (2024). Créditos de carbono como alternativas para combater o desmatamento na Colômbia. *Veredas do Direito*, 21, e212666.
- Moraes, P. V., & Rossi, P. (2000). Comportamiento ambiental do glifosato. *Scientia Agraria Paranaensis*, 9(3). <https://doi.org/10.18188/sap.v9i3.5258>
- Morales, D., & Beltrán, L. (2022). Impacto socioeconómico-ambiental de la aspersión de glifosato para la erradicación de cultivos de coca. *Boletín El Conuco*, 5(2), 1–12. <https://doi.org/10.22579/2619-614X.1125>; <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/conuco/article/view/1125>;
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2023). *PubChem Compound Summary for CID 3496, Glyphosate*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Glyphosate>
- Oliveira, M. F., & Brighenti, A. M. (2020). Comportamento dos herbicidas no ambiente. En Oliveira Jr., Constantin, J., & Inoue, M. H. (Eds.), *Biologia e manejo de plantas daninhas* (pp. 263–304). Omnipax.
- Pereira, M. R. R., Souza, G. S. F., Fonseca, E. D., & Martins, D. (2015). Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. *Bioscience Journal*, 31(2), 326–332. <https://doi.org/10.14393/bj-v31n2a2015-21924>
- Piotrowicz-Cieślak, A., Adomas, B., & Michalczyk, D. (2010). Different glyphosate phytotoxicity of seeds and seedlings of selected plant species. *Polish Journal of Environmental Studies*, 19, 123–129.
- Romero-Hernández, C. (2018). El género *Zygia* P. Browne (Leguminosae: Mimosoideae: Ingeae) en Colombia: análisis de distribución y clave actualizada para su identificación. *Biota Colombiana*, 18(2), 89–111. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18n02a06>
- Santos, F. A. M. dos, Leles, P. S. dos S., Resende, A. da S., Nascimento, D. F. do, & Santos, G. R. dos. (2020). Estratégias de controle de braquiárias *Urochloa* spp. na formação de povoamento para restauração florestal. *Ciência Florestal*, 30(1), 29–42. <https://doi.org/10.5902/1980509825559>
- Sena, D. V. dos A., et al. (2022). Ponto de maturidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* [(Roem. y Schult.) T. D. Penn.]. *Ciência Florestal*, 32(3), 1106–1124.
- Silva, A. F. M., et al. (2018). Glifosato, isolado ou em associações, no desempenho agrônômico e qualidade de sementes de soja RR® 2. *Arquivos do Instituto Biológico*, 85.

- Simões, C. T., et al. (2024). Selectivity of herbicides for seedlings of tree species. *Revista Árvore*, 48, e4816.
- SINCHI – Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. (2006). *Caracterización y tipificación de sistemas productivos y su impacto ambiental en el Caquetá*. Bogotá.
- Smiderle, O. J., do Nascimento, C. R., Chagas, E. A., Chagas, P. C., & Souza, A. das G. (2021). Effect of packaging and storage conditions on the physiological quality of seeds and seedlings in *Myrciaria dubia*. *Revista de Ciências Agrárias*, 44(2–3), 137–145. <https://doi.org/10.19084/rca.24536>; <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/24536> (versión HTML) [revistas.rcaap.pt](https://revistas.rcaap.pt); PDF en la cab digitalibrary: <https://www.cabdigitalibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220099951> [cabdigitalibrary.org](https://www.cabdigitalibrary.org)
- Yamashita, O. M., Betoni, J. R., Guimarães, S. C., & Espinosa, M. M. (2009). Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. *Scientia Forestalis*, 37(84), 359–366.