



Tolerância de espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* ao herbicida glifosato

Sâmillia Emilly de Oliveira GOUVEIA *¹, Naiara Dias dos SANTOS ¹, Fernandes Luiz DALLANORA ², Andréa Carvalho da SILVA ^{1,3}, Fabiano André PETTER ^{1,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

² Departamento de Herbologia, Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Rio Verde, Lucas do Rio Verde, MT, Brasil.

³ Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

*Email: emillygoouveia@gmail.com

Submetido em: 27/01/2025; Aceito em: 06/05/2025; Publicado em: 15/05/2025.

RESUMO: A dificuldade de controle da vassourinha-de-botão dentro dos sistemas de cultivo no Brasil, tem se tornado um desafio principalmente devido a sua alta tolerância ao glifosato. Espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce*, frequentemente confundidas devido à morfologia similar, são alvo de diversos estudos sobre adaptabilidade e eficiência de controle. Através de uma análise cientométrica, foram investigados os estudos sobre o uso do glifosato nessas espécies, com o objetivo de identificar lacunas na pesquisa científica. Foram selecionados artigos publicados entre 2004 e 2024 nas bases Web of Science, Scielo e Scopus, usando as palavras-chave "*Borreria*", "*Spermacoce*" e "Glyphosate". Após a triagem, 110 artigos relevantes foram analisados com a ferramenta Bibliometrix no RStudio 2024.09.1+394. Os resultados revelam um ambiente de pesquisa colaborativa, com 431 autores e coautores de 148 instituições, principalmente no Brasil, com foco em estudos filogenéticos. Entre os 14 estudos focados no controle de espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* com glifosato, *Borreria latifolia*, *Borreria densiflora*, *Spermacoce latifolia* e *Spermacoce verticillata* mostraram tolerância ao herbicida nas doses usualmente aplicadas, sendo identificado controle eficaz apenas para a espécie *Borreria alata*.

Palavras-chave: vassourinha-de-botão; *Spermacoceae*; herbicidas; Bibliometrix.

Tolerance of *Spermacoce* and *Borreria* species to the herbicide glyphosate

Abstract: The difficulty in controlling broadleaf buttonweed within agricultural systems in Brazil has become a challenge, mainly due to its high tolerance to glyphosate. Species from the *Borreria* and *Spermacoce* genera, often confused due to their similar morphology, are the subject of various studies on adaptability and control efficiency. Through a scientometric analysis, studies on the use of glyphosate on these species were investigated, aiming to identify gaps in scientific research. Articles published between 2004 and 2024 in the Web of Science, Scielo, and Scopus databases were selected, using the keywords "*Borreria*," "*Spermacoce*," and "Glyphosate." After screening, 110 relevant articles were analyzed using the Bibliometrix tool in RStudio 2024.09.1+394. The results reveal a collaborative research environment, with 431 authors and co-authors from 1148 institutions, mainly in Brazil, focusing on phylogenetic studies. Among the 14 studies focused on controlling *Borreria* and *Spermacoce* species with glyphosate, *Borreria latifolia*, *Borreria densiflora*, *Spermacoce latifolia*, and *Spermacoce verticillata* showed tolerance to the herbicide at commonly applied doses, with effective control identified only for *Borreria alata*.

Keywords: broadleaf buttonweed; *Spermacoceae*; herbicides; Bibliometrix.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os desafios atuais nos sistemas de cultivo agrícola no Brasil, o controle de plantas invasoras tem ganhado destaque devido à ocorrência de algumas espécies consideradas como de difícil controle, como é o caso da vassourinha-de-botão (FADIN et al., 2018). Tal nome popular, compreende uma gama de espécies, que apresenta dualidades até mesmo quanto aos seus gêneros, visto que os gêneros *Spermacoce* sp. e *Borreria* sp. podem ser compreendidos como sinônimos (MORI et al., 2002; DESSEIN et al., 2002).

Dentre as principais espécies de ocorrência no país estão *Borreria verticillata*, *Borreria spinosa*, *Borreria capitata*, *Borreria eryngioides*, *Borreria latifolia*, *Borreria ocytijolia*, *Borreria prostrata* e *Borreria scabiosoides*, e devido à similaridade morfológica entre

as espécies, muitas vezes estas são amplamente confundidas entre si (CABRAL, et al., 2011).

O problema central da vassourinha-de-botão, constitui-se principalmente pela sua dificuldade de controle correlacionada a sua tolerância ao herbicida glifosato (KALSING, et al., 2020) e também às suas características morfofisiológicas que contribuem para sua adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas (FADIN; MONQUERO, 2019).

Diante do aumento progressivo da ocorrência dessas espécies de vassourinha-de-botão e da dificuldade de controle das espécies, muitos estudos têm sido desenvolvidos no Brasil a fim de compreender os aspectos inerentes ao desenvolvimento, composição química das plantas,

adaptabilidade às condições de estresse bióticos e abióticos e a eficiência de controle de herbicidas sob as espécies (OGUNWANDE et al., 2010; FERREIRA JÚNIOR, et al., 2012; CONTI et al., 2012; ARCANJO-SILVA, et al., 2016).

Nesse sentido, por meio de indicadores bibliométricos e da cientometria, esse trabalho mostra uma abordagem quantitativa das informações científicas sobre os gêneros *Spermacoce* sp. e *Borreria* sp. vinculados ao herbicida glifosato. Para tanto, busca-se evidenciar quais são os principais pesquisadores atuantes, periódicos com maior expressividade e direções futuras para as respostas às lacunas científicas visando maior eficiência do controle dessa planta daninha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados artigos publicados em periódicos indexados nas bases de dados Web of Science, Scopus e Scielo, por meio dos termos “*Borreria*”, “*Spermacoce*” e “Glyphosate”, nos campos de busca de metadados das respectivas bases indexadoras. Não foram selecionados filtros adicionais como país de origem, idioma ou área de conhecimento na seleção dos documentos. Também não foram selecionados metadados específicos nas bases, sendo utilizados “todos os campos” de busca nas três plataformas consultadas (Figura 1).



Figura 1. Processo de seleção para análise cientométrica de artigos sobre espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* vinculadas ao herbicida glifosato.

Figure 1. Selection process for scientometric analysis of articles on genera *Borreria* and *Spermacoce* species related to glyphosate herbicide.

Na base de dados Web of Science, foram obtidos inicialmente 154 documentos pela busca com os termos Borreria “OR” Spermacoce “AND” Glyphosate. Após a aplicação do filtro para o tipo de documento “artigo”, o número reduziu para 139 documentos. Com a delimitação do

período de publicação entre os anos de 2004 e 2024, restaram 120 artigos. Na base Scopus, foram encontrados 14 documentos, dos quais 13 se enquadravam como artigos dentro do período estipulado. Na base Scielo, foram localizados 3 documentos, que após conferência foram identificados como duplicados das bases anteriores, sendo removidos da análise. Esses procedimentos foram realizados conforme as recomendações de Castagna et al. (2024) e Souza et al. (2024). Assim, foram obtidos registros de 171 publicações, que após o processo de filtragem e remoção de duplicidade manual, resultou em 136 artigos sobre os gêneros *Borreria* e *Spermacoce* de maneira correlata ao herbicida glifosato.

Dante da variação de informações fornecidas pelas bases de dados sobre os artigos, estes foram importados das bases de dados de forma isolada. Posteriormente os dados foram mesclados em um único documento por meio da função mergeDbSources na análise do RStudio, onde foram identificados 26 documentos que ocorreram em duplicidade nas bases de dados e realizada a remoção por meio da função remove.duplicated resultando em um conjunto de 110 artigos ao final do processo de seleção (CAMPOS et al., 2025). Os dados foram analisados manualmente para padronização dos nomes dos autores, instituições e países. Posteriormente por meio do aplicativo RStudio os dados foram analisados pelo roteiro cientométrico apresentado no Anexo 1 através do pacote Bibliometrix.

O conjunto de dados gerado no RStudio foi analisado de forma manual a fim de realizar conferência das informações bibliográficas visando garantir maior consistência dos dados e precisão nas análises pela plataforma Bibliometrix.

3. RESULTADOS

Nos últimos 20 anos, as publicações tenderam a aumentar a partir do ano de 2018, com pico de produção científica em 2019 onde foram publicados 12 artigos científicos (Figura 2).

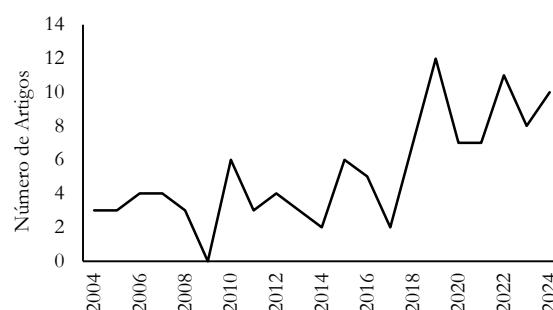


Figura 2. Quantidade de artigos publicados nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo entre os anos de 2004 e 2024 sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* vinculadas ao herbicida glifosato.

Figura 2. Scientific output from 2004 to 2024 on *Spermacoce* and *Borreria* species associated with the herbicide glyphosate in Scopus, Web of Science, and Scielo databases.

Os artigos sobre os temas analisados foram publicados em aproximadamente 67 periódicos, sendo que 91,0% (61 revistas) possuem de 1 a 2 artigos publicados na temática e apenas 9,0% (6 revistas) apresentam 3 ou mais artigos publicados (Figura 3). Dentre as revistas científicas que apresentaram o maior número de artigos sobre os gêneros *Spermacoce* e *Borreria* relacionados ao uso do herbicida

Tolerância de espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* ao herbicida glifosato

glifosato, a revista Planta Daninha se destaca como o periódico com o maior número de artigos, com aproximadamente 12 estudos dedicados a essa temática.

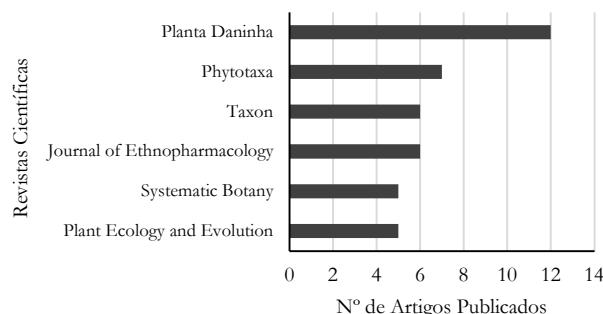


Figura 3. Periódicos científicos com maior número de publicações sobre espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* vinculadas ao herbicida glifosato nas bases de indexação Scopus, Web of Science e Scielo.

Figure 3. Top scientific journals publishing on *Borreria* and *Spermacoce* species associated with glyphosate herbicide in Scopus, Web of Science, and Scielo databases.

Com base nas métricas bibliométricas de Fator de Impacto (FI) do Journal Citation Reports e CiteScore (CS) da base de indexação Scopus mais recentes publicados em 2023, a revista Journal of Ethnopharmacology constitui-se como a com maior relevância, por apresentar maior FI (4.8) e maior CS (10.3) em relação às demais. Esta revista tem abrangência internacional e apresenta publicações voltadas

principalmente para o estudo de plantas medicinais, como as suas propriedades farmacológicas para a saúde humana.

A segunda revista com maior número de publicações é a Phytotaxa com FI de 3.0 e CS de 4.7. Este periódico também é considerado uma revista internacional, porém com publicações concentradas em pesquisas sobre botânica, incluindo a taxonomia de plantas, descrição de novas espécies e classificação sistemática. A revista Taxon, com FI de 3.0 e CS de 4.7, apresenta foco semelhante ao da Phytotaxa, sendo voltada para estudos taxonômicos, sistemáticos e nomenclaturais de plantas, com ênfase na diversidade vegetal e sua classificação científica. Já a Plant Ecology and Evolution tem CS de 2.2 e FI de 1.1, sendo voltada para estudos de ecologia vegetal, evolução e biogeografia, incluindo abordagens que relacionam plantas e seus habitats em contextos evolutivos. A revista Systematic Botany apresenta um CiteScore de 1.8 e FI de 0.9, publicando artigos sobre sistemática vegetal, filogenia e evolução das plantas assim como a Plant Ecology and Evolution. Por fim, a revista Planta Daninha apresenta FI de 0.8 e não possui CiteScore disponível. Apesar disso, destaca-se como a revista com maior número de artigos publicados dentre os artigos analisados e seu foco está voltado principalmente para pesquisas relacionadas à ciência das plantas daninhas, manejo de herbicidas, ecologia de espécies invasoras e tecnologias de controle.

Dentre o conjunto de artigos publicados, identificou-se que 16 artigos (14,5%) apresentaram citação normalizada igual ou superior a 2 artigos anuais, 78 artigos (70,9%) inferior a 2 e 16 publicações (14,5%) não apresentaram citações (Tabela 1).

204

Tabela 1. Artigos com mais de 2 citações normalizadas sobre espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* vinculadas ao herbicida glifosato nas bases de indexação Scopus, Web of Science e Scielo. *CN: citações normalizadas.

Table 1. Articles with more than two normalized citations on *Borreria* and *Spermacoce* species associated with glyphosate herbicide in Scopus, Web of Science, and Scielo databases. CN: normalized citations.

Nº	ID	CN*	DOI	Revista Científica	Autores	Ano de Publicação	Citações
1	4,7	10.1186/s12906-023-04026-4		BMC Complementary Medicine and Therapies	SEKANDI, P. et al.	2023	7
2	3,2	10.1016/j.jddst.2019.101207		Journal of Drug Delivery Science and Technology	KRISHNAN, V. et al.	2019	22
3	3	10.11646/phytotaxa.206.1.4		Phytotaxa	SALAS, R. et al.	2015	43
4	3	10.1186/s41182-021-00342-y		Tropical Medicine and Health	NAMUKOBE, J. et al.	2021	13
5	2,9	10.1080/21691401.2018.1543192		Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology	KRISHNAN, V. et al.	2019	20
6	2,9	10.1590/0102-33062019abb0286		Acta Botanica Brasilica	ESTEVES, V. et al.	2020	9
7	2,8	10.1016/j.diamond.2021.108742		Diamond and Related Materials	ZHONG, G. et al.	2022	9
8	2,7	10.1590/0001-3765202320211601		Annals of the Brazilian Academy of Sciences	FLORENTIN, M. et al.	2023	4
9	2,6	10.1007/s00436-010-1880-4		Parasitol Res	OLIVEIRA, P. et al.	2010	42
10	2,6	10.1016/j.scientia.2016.05.010		Scientia Horticulturae	THANKAMANI, C. et al.	2016	27
11	2,5	10.1002/tax.12643		Taxon	CARMO, J. et al.	2022	8
12	2,5	10.1016/j.jep.2004.03.007		Journal of Ethnopharmacology	SAHA, K. et al.	2004	134
13	2,3	10.1111/wre.12329		Weed Research	FADIN, D. et al.	2018	14
14	2,3	10.1080/09593330.2017.1329355		Environmental Technology	JOHNSON, P. et al.	2018	14
15	2,2	10.1016/j.envpol.2005.12.039		Environmental Pollution	ROTKITTIKHUN, P. et al.	2006	85
16	2	10.1016/j.jep.2019.111962		Journal of Ethnopharmacology	SUNDARAM, R. et al.	2019	14

Os artigos de maior relevância dentro dos temas estudados, foram desenvolvidos principalmente no continente asiático (China, Índia, Tailândia e Malásia), entretanto com 6 publicações no Brasil e 2 em Uganda.

No Brasil os estudos foram voltados a diferentes abordagens sobre à tribo Spermacoeeae, porém com foco principalmente em descobertas taxonômicas de gêneros e espécies.

O primeiro artigo voltado a esta temática foi publicado em 2010, onde os autores analisaram a influência do extrato de 94 espécies de plantas da tribo Spermacoeeae sobre o controle de larvas de *Aedes aegypti*, sendo identificado que a espécie *S. verticillata* proporcionou maior controle com mortalidade superior a 75% de larvas de 4º instar (OLIVEIRA et al., 2010). Em 2015 outro estudo, porém voltado para análise botânica, designou a criação do novo gênero *Carajasia*, endêmico da Serra dos Carajás no Pará, discutindo a posição filogenética do gênero e algumas características morfológicas (SALAS et al., 2015). Em 2020, pesquisadores caracterizaram morfologicamente 22 espécies de *Spermacoee*, sugerindo que o pólen pode ser útil para distinguir as espécies, mas não para separar os gêneros dentro da tribo Spermacoeeae (GONCALVES-ESTEVES, et al., 2020). Em 2022, um estudo discutiu as dificuldades em classificar algumas espécies, como *Borreria* e *Spermacoee*, e propôs a criação do novo gênero *Diadormia* para a espécie *Psyllocarpus densifolius*, cujas características morfológicas são distintas. Esse estudo também apresentou uma chave para identificar gêneros heterostílicos na tribo nas Américas (CARMO et al., 2022). Em 2023 um estudo trouxe um avanço taxonômico sobre um novo gênero, denominado *Januaria*, que foi identificado na região do norte do estado de Minas Gerais (FLORENTIN M, et al., 2023).

Ao tomar a espécie *S. verticillata* como planta invasora, dentro dos sistemas de cultivo agrícola brasileiros e considerando a relevância de citações normalizadas das publicações, foi observado que apenas um estudo foi desenvolvido visando o controle da espécie, sendo identificado que o herbicida glifosato não foi eficaz no controle nos mais diferentes estádios de desenvolvimento, sendo recomendada a aplicação em combinação com outros herbicidas, como flumioxazina ou cloransulam, para maior eficiência no controle dessa espécie (FADIN et al., 2018).

Em Uganda os estudos foram voltados para o potencial da espécie *Spermacoee princeae* para combater infecções bacterianas da pele, onde os estudos abordaram sobre o isolamento e identificação de onze compostos bioativos da espécie, evidenciando as propriedades antimicrobianas, antioxidantes e de proteção solar (SEKANDI et al., 2023).

No continente asiático os estudos foram voltados principalmente sobre o potencial biológico e ecológico das plantas do gênero *Spermacoee*.

Estudos na Índia e China configuraram diferentes abordagens sobre a espécie *Spermacoee latifolia*. Na Índia, um estudo revelou que folhas secas de coco suprimiram o crescimento da espécie como planta invasora no cultivo de gengibre (THANKAMANI et al., 2016). Já na China, a espécie foi investigada como uma alternativa ecológica e de baixo custo para criar catalisadores de carbono dopado com nitrogênio, eficazes na redução de oxigênio essencial para tecnologias de energia, como células a combustível e baterias (ZHONG et al., 2022).

Além disso, na Índia, um estudo demonstrou que nanopartículas de selênio conjugadas com S-alil glutationa (SAG), derivadas de *Spermacoee hispida*, induziram apoptose e interromperam o ciclo celular, apresentando um promissor potencial no tratamento do câncer (KRISHNAN et al., 2019^a). Em outro trabalho, essas nanopartículas mostraram eficácia na redução de lesões hepáticas e renais em ratos (KRISHNAN et al., 2019^b). Além disso, *S. hispida* foi estudada por seus compostos antioxidantes, como a dalspinina-7-0-β-D-galactopiranósideo (DBG), que reduziu o estresse oxidativo na morte celular cardíaca (SUNDARAM et al., 2019).

Na Malásia, um estudo identificou a potencial ação antioxidante do extrato de *Spermacoee articulare* enquanto *Spermacoee exilis* apresentou atividade moderada na eliminação de radicais livres DPPH, com um efeito protetor contra danos celulares comparável a compostos como queracetina, BHT e vitamina C (SAHA et al., 2004). Além disso, foi também desenvolvido um estudo com a espécie *S. hispida*, porém sobre na área de tratamento de efluentes. Esse estudo identificou que a espécie *S. hispida* foi incapaz de reduzir o teor de cromo no efluente de curtume, não sendo uma alternativa viável para o tratamento de águas residuais (JOHNSON et al., 2017). Na Tailândia, a espécie *Spermacoee mauritiana* se destacou como uma planta promissora para a fitoremedeiação de solos contaminados com altos teores de chumbo (ROTKITT KHUN et al., 2006).

Dentre os artigos com mais de 2 citações normalizadas por ano, notou-se que a maioria foi publicada após 2016, entretanto, 3 artigos mais antigos apresentam maior relevância com maior número de citações por ano (ID9, ID12 e ID15) o que indica que mesmo após evolução da pesquisa científica, se mantiveram como referências nas suas linhas de estudo (Tabela 2).

O artigo ID9, intitulado Larvicidal Activity of 94 Extracts From Ten Plant Species Of Northeastern Of Brazil Against *Aedes Aegypti* L. (Diptera: Culicidae) constitui um estudo sobre a eficiência de extratos de plantas da tribo Spermacoeeae para o controle de larvas de *Aedes aegypti*, apresenta alta relevância no contexto global, diante da importância de controle do inseto que pode ser vetor de uma doença muitas vezes fatal.

O artigo ID12 denominado Evaluation Of Antioxidant And Nitric Oxide Inhibitory Activities Of Selected Malaysian Medicinal Plants, se constitui como um artigo de alto impacto devido a identificação dos pesquisadores da capacidade das espécies *Spermacoee articulare* e *Spermacoee exilis* de combater danos celulares devido a atividade antioxidante dos extratos, e de reduzir inflamações no corpo.

O artigo ID15 nomeado Uptake and Accumulation of Lead by Plants from the Bo Ngam Lead Mine Area in Thailand, aborda a capacidade de plantas da espécie *Spermacoee mauritiana* de absorver e acumular chumbo de solos contaminados. Este estudo tem grande relevância, devido a importância de desenvolver estratégias sustentáveis para a descontaminação do solo, contribuindo para a proteção do meio ambiente e a saúde humana.

As pesquisas realizadas foram publicadas por 431 autores e coautores, sendo que 85,7% desses pesquisadores publicaram apenas 1 artigo sobre o tema abordado, 13,1% de 2 a 4 artigos, e apenas 1,2% dos autores publicaram 5 artigos ou mais, com ênfase no autor Salas R. que participou da publicação de 18 artigos na área estudada. Outros autores

Tolerância de espécies dos gêneros Spermacoce e Borreria ao herbicida glifosato

como Dessein S., Florentin J., Florentin M., Cabral E., Carmo J., Sobrado S., Simoes A. e Janssens S também demonstram ser importantes pesquisadores da área (Figura 4). Os pesquisadores Sobrado S., Cabral E., Florentin M., Florentin J. e Salas R. estão associados ao Instituto de Botânica

do Nordeste na Argentina. No Brasil os autores Simoes A. e Carmo J. são vinculados à Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Da Bélgica, destacam-se Janssens S., vinculado ao Jardim Botânico de Meise, e Dessein S., da Universidade Católica de Leuven.

Tabela 2. Taxa de citação anual de artigos com mais de 2 citações normalizadas por ano de estudos sobre espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* vinculadas ao herbicida glifosato nas bases de indexação Scopus, Web of Science e Scielo.

Table 2. Annual citation rate of articles with over two normalized citations per year related to studies on *Borreria* and *Spermacoce* species associated with glyphosate herbicide, based on Scopus, Web of Science, and Scielo databases.

Citações por Ano	Identificação															
	ID1	ID 2	ID 3	ID 4	ID 5	ID 6	ID 7	ID 8	ID 9	ID 10	ID 11	ID 12	ID 13	ID 14	ID 15	ID 16
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	9	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	3	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5	-	-	5	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	16	-	-	3	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	16	-	-	6	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	14	-	-	10	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	8	-	-	5	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	8	-	-	6	-
2016	-	-	7	-	-	-	-	-	2	-	-	3	-	-	11	-
2017	-	-	8	-	-	-	-	-	1	-	-	6	-	-	2	-
2018	-	-	4	-	-	-	-	-	0	4	-	7	-	-	1	-
2019	-	-	4	-	1	-	-	-	4	4	-	7	-	2	5	2
2020	-	2	3	-	3	1	-	-	8	4	-	3	2	3	5	3
2021	-	4	2	1	2	0	-	-	5	9	-	5	3	2	3	5
2022	-	6	7	3	3	2	-	-	2	2	2	6	5	3	3	2
2023	2	8	4	7	7	2	6	-	1	1	2	5	2	3	3	0
2024	5	2	4	2	4	4	3	4	1	3	4	6	2	1	5	2
Total	7	22	43	13	20	9	9	4	42	27	8	134	14	14	85	14

0 artigos  20 artigos

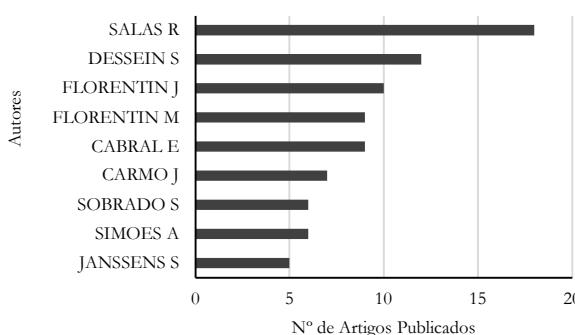


Figura 4. Quantidade de artigos publicados por autores e coautores com ao menos 5 artigos publicados nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo entre os anos de 2004 e 2024 sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* vinculadas ao herbicida glifosato. Figure 4. Number of articles published by authors and co-authors with at least five publications on *Spermacoce* and *Borreria* species associated with glyphosate herbicide, in Scopus, Web of Science, and Scielo databases between 2004 and 2024.

A análise da rede de colaboração entre autores com mais de 5 artigos publicados sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria*, revela uma forte conexão entre alguns pesquisadores. O autor com maior número de vínculos entre outros pesquisadores é Salas R., que se destaca pela

colaboração frequente principalmente com os autores Florentin J., Florentin J., Janssens S., Dessein S. e Cabral E. Esses estudos concentram-se principalmente em aspectos filogenéticos da tribo Spermacoceae, refletindo o interesse em entender as relações evolutivas e taxonômicas dentro deste grupo (Figura 5).

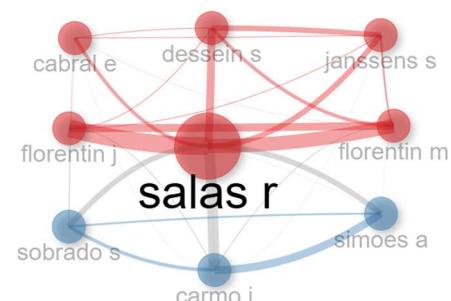


Figura 5. Rede de colaboração entre autores com mais de 5 artigos publicados sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* vinculadas ao herbicida glifosato nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo entre os anos de 2004 e 2024.

Figure 5. Collaboration network among authors with over five publications on *Spermacoce* and *Borreria* species associated with glyphosate herbicide, in Scopus, Web of Science, and Scielo databases from 2004 to 2024.

Os artigos publicados foram vinculados a cerca de 148 instituições de pesquisa, sendo que 50,0% dessas organizações apresentaram apenas 1 artigo publicado, 28,4% de 2 a 4 artigos, 16,9% de 5 a 10 artigos e apenas 4,7% mais que 10 artigos. A instituição com maior representatividade é o Instituto de Botânica del Nordeste, localizado na Argentina que apresenta autores desta instituição em cerca de 53 artigos publicados sobre a área analisada (Figura 6).

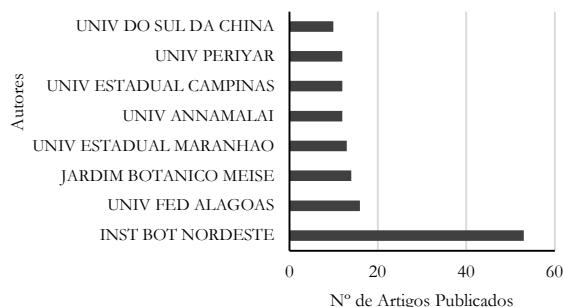


Figura 6. Quantidade de artigos publicados por instituições com ao menos 10 artigos publicados nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo entre os anos de 2004 e 2024 sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* vinculadas ao herbicida glifosato. Figure 6. Number of articles published by institutions with at least five publications on *Spermacoce* and *Borreria* species associated with glyphosate herbicide, in Scopus, Web of Science, and Scielo databases between 2004 and 2024.

As instituições Universidade Federal do Alagoas, Universidade Estadual de Campinas e Universidade Estadual do Maranhão apresentaram maior número de publicações sobre a temática dentre as universidades federais do Brasil. Além disso, outras entidades internacionais como a Universidade Annamalai (Índia), Universidade Periyar (Índia), Universidade do Sul da China e o Jardim Botânico Meise (Bélgica) também se destacaram no número de publicações sobre os gêneros *Spermacoce* e *Borreria*.

A análise da rede de colaboração entre instituições de pesquisa com mais de cinco artigos publicados sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* revela uma forte conexão entre algumas delas.

O Instituto de Botânica do Nordeste se destaca não apenas pelo número de publicações, mas também pela maior interação com outras instituições, especialmente com a Universidade Estadual de Campinas e o Jardim Botânico Meise, na Bélgica. Essas conexões são representadas pelas linhas mais grossas na imagem, indicando uma forte cooperação científica (Figura 7).

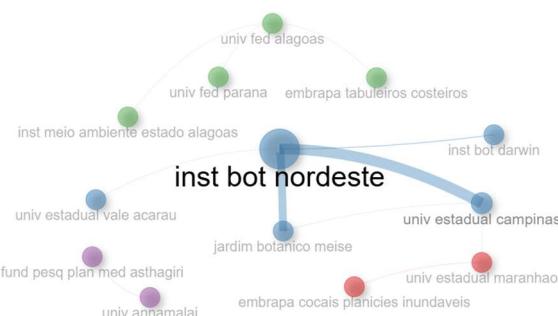


Figura 7. Rede de colaboração entre instituições de pesquisa com mais de 4 artigos publicados sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* vinculadas ao herbicida glifosato nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo entre os anos de 2004 e 2024.

Figure 7. Collaboration network among research institutions with over four publications on *Spermacoce* and *Borreria* species associated with glyphosate herbicide, in Scopus, Web of Science, and Scielo databases from 2004 to 2024.

Outras instituições, como o Instituto Botânico Darwin e a Universidade Estadual Vale do Acaraú no estado do Ceará, mantêm parcerias com o núcleo central, mas de forma mais discreta. Já instituições como a Universidade Federal de Alagoas, a Universidade Estadual do Maranhão e a Embrapa Tabuleiros Costeiros formam grupos mais isolados, com colaborações entre si e conexões limitadas com os principais centros de publicação. As instituições indianas Universidade Annamalai e a Fundação de Pesquisa de Plantas Medicinais Asthagiri também apresentam contribuições relevantes, porém de forma mais reclusa entre as instituições.

O diagrama de Sankey permite visualizar as conexões entre autores, instituições e países envolvidos nas publicações sobre o tema abordado. Esse tipo de gráfico utiliza retângulos para representar as categorias e as linhas para evidenciar as correlações entre as categorias. Nesse sentido observou-se que os autores Salas R, Dessein S e Florentin J constituíram-se como os principais autores nos estudos, e que suas publicações estão vinculadas principalmente com a instituição brasileira da Universidade Federal de Campinas e a instituição argentina Instituto de Botânica del Nordeste. Além disso, os autores também tiveram participação em publicações na Universidade Católica de Leuven da Bélgica, porém, de maneira sutil (Figura 8).

Dentre as palavras chave mais utilizadas, identificou-se que o termo “phylogeny”, foi o mais utilizado, seguido de “genus” e “pollen”, e o que indica que grande parte dos estudos atua basicamente no estudo de identificação de novos gêneros e espécies da tribo Spermacoceae. Outras palavras também muito empregadas foram “constituents”, “antioxidant” e “morphology” o que reflete que os estudos também tem se direcionado para o uso farmacológico dos extratos das espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* (Figura 9).

4. DISCUSSÃO

O estudo filogenético de espécies no Brasil trouxe avanços na identificação de novos gêneros, subgêneros e espécies nas mais variadas regiões do país. A caracterização das espécies é realizada por análises morfológicas e moleculares das plantas, e principalmente pela morfologia polínica.

Muitas vezes à similaridade morfológica entre espécies de vassourinha-de-botão, pode atrapalhar o manejo correto da planta daninha quando não realizada a sua correta identificação. Nesse sentido, muitos gêneros podem ser facilmente confundidos, principalmente pela morfologia floral e frutífera como é o caso do gênero *Galianthe* que historicamente foi considerado como próximo dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria*. No entanto, análises recentes têm esclarecido suas diferenças. Florentin J. et al. (2018, 2019) analisaram quatro espécies do gênero *Galianthe* que já haviam sido descritas, porém sendo revisadas com base em dados morfológicos detalhados e distribuição geográfica na América do sul. As espécies *G. gertii* e *G. reitzii* foram identificadas na região sudeste do Brasil, a espécie *G. guaranitica* no centro-oeste do Brasil e também no Paraguai e *G. boliviiana* nas encostas mais baixas da cordilheira dos Andes. Sendo assim, as espécies *G. gertii*, *G. reitzii* e *G. guaranitica* podem ser

Tolerância de espécies dos gêneros Spermacoce e Borreria ao herbicida glifosato

encontradas e confundidas com outras espécies de vassourinha de botão no Brasil. Em 2024, Florentin J. et al. identificaram a expansão da distribuição de *G. thalictroides* no estado de Mato Grosso do Sul, além do incremento na

descrição morfológica de *G. longifolia*, contribuindo para a compreensão dos avanços filogenéticos das espécies no Brasil.

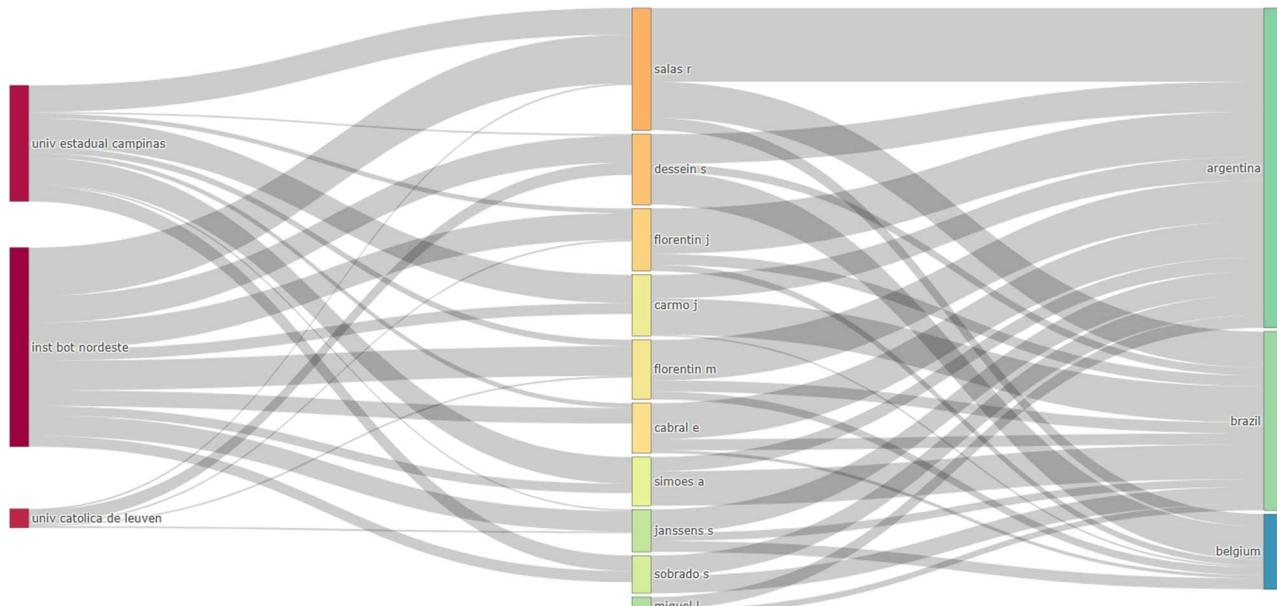


Figura 8. Diagrama de Sankey para as 10 principais instituições (à esquerda), 10 principais autores (ao centro) e 10 principais países (à direita), vinculados a artigos publicados sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* vinculadas ao herbicida glifosato nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo entre os anos de 2004 e 2024.

Figure 8. Sankey diagram illustrating the top 15 institutions (left), authors (center), and countries (right) contributing to publications on *Spermatocyst* and *Borreria* species associated with glyphosate herbicide, based on data from Scopus, Web of Science, and Scielo between 2004 and 2024.

208



Figura 9. Palavras-chave de artigos publicados sobre espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* vinculadas ao herbicida glifosato nas bases de dados Scopus, Web of Science e Scielo entre os anos de 2004 e 2024.

Figure 9. Keywords from articles on *Spermatoce* and *Borreria* species associated with glyphosate herbicide, published between 2004 and 2024 in the Scopus, Web of Science, and Scielo databases.

Florentin M. et al. (2021, 2023) também contribuíram na distinção de outros gêneros com os gêneros *Spermacoce* e *Borreria*. Os autores forneceram revisões sobre os gêneros *Micrasepalum* e *Januaria* apresentando chaves de identificação para ajudar a diferenciar dos gêneros citados anteriormente. Além disso, os autores descreveram o gênero *Januaria* como endêmico do norte de Minas Gerais no limite do Sul da Caatinga.

O gênero *Paganuccia* foi recentemente descrito por Florentini M. et al. (2022) a partir de coletas realizadas na bacia do rio São Francisco, no município de Barra, Bahia, e se diferencia morfológicamente e geneticamente das demais

espécies do clado *Spermacoce*, justificando sua elevação a um novo gênero dentro da tribo Spermacoceae (Rubiaceae). Ao contrário das espécies do gênero *Spermacoce*, *Paganuccia* apresenta um conjunto único de características estruturais, além de uma posição filogenética isolada, confirmada por dados moleculares.

O estudo taxonômico realizado por Cabral et al. (2010) resultou na descrição da espécie *Spermacoce paganucii*, nova espécie endêmica da Serra do Orobó, na Bahia, sendo imprescindível sua correta identificação, diante da representatividade dos cultivos agrícolas na região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), podendo ser uma futura espécie de planta daninha nas lavouras dessa região. A espécie *Borreria catolensis* também foi identificada no estado da Bahia por Carmo et al. (2023). Entretanto, os autores trouxeram uma nova perspectiva para a espécie, tratando no trabalho como *Psyllocarpus intermedius* pela análise micromorfológica que permitiu a correta definição da espécie pela comparação com um parátipo, além de descreverem uma chave para a identificação.

A complexa história da tribo Spermacoceae também instigou estudos sobre o gênero *Denscantia*, gênero endêmico da Mata Atlântica brasileira, principalmente na região costeira do país. Florentin M et al. (2024) demonstraram que a espécie *Denscantia calcicola* é uma linhagem distinta das outras espécies de *Denscantia*, sendo pelos autores sugerido a designação taxonômica para um novo gênero, denominado *Leonoria*.

No bioma amazônico, no estado do Pará, outras espécies foram constatadas por Cabral et al. (2012). As duas novas espécies do gênero *Borreria* denominadas *B. carajasensis* e *B. elaiosulcata* foram identificadas na região da Serra dos Carajás,

sendo este trabalho o primeiro relato dessas espécies no estado. Já no bioma Caatinga, no estado do Ceará, outra espécie foi constatada por Souza et al. (2022). A nova espécie do gênero *Borreria*, denominada *B. savannicola*, foi identificada em vegetação de savana na região noroeste do estado, sendo este trabalho o primeiro relato da espécie para o local.

No estado do Pará, Sobrado; Cabral (2015) descreveram e ilustraram a espécie *Borreria heterantha* como uma nova espécie, e relatou *B. semiamplexicaule* pela primeira vez no estado de Mato Grosso; além disso, foi designado o lectótipo de *B. hispida*.

Outro avanço filogenético foi descrito por Florentin J. et al. (2016), onde duas variedades antes atribuídas a *Spermacoce eryngioides* foram elevadas ao nível de espécie, resultando em *S. hassleri* e *S. ostentii*. Além disso, a seção *Pseudodiodia* de *Borreria* foi considerada sinônimo de *Spermacoce*, com a transferência de 16 espécies para este gênero.

No estado do Amazonas, mais precisamente no município de Benjamin Constant, Miléo et al. (2016) desenvolveram um estudo fitossociológico durante dois anos agrícolas em áreas de cultivo de variedades de mandioca, e verificaram que a espécie *S. verticillata* foi uma das mais frequentes. Este estudo já indica que mesmo em áreas de baixa ocorrência de aplicação de glifosato ou mesmo a ausência do uso do mesmo, a planta daninha pode ocorrer e causar problemas nos sistemas de cultivo.

Dante dos trabalhos consultados pode-se compreender que diferentes espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* são descritas nos mais variados biomas do Brasil, em regiões de cultivo agrícola ou de área nativa. Além disso, os trabalhos reforçam a similaridade entre as espécies e que a dificuldade de identificação a nível de campo pelos produtores, assistentes de campo e agrônomos é comprehensível diante da complexidade de chaves dicotômicas necessárias e até mesmo análises moleculares para a correta identificação.

Além dos estudos filogenéticos, outras temáticas também foram discutidas e contribuem para a compressão das espécies nos sistemas de cultivo. Ferreira Júnior et al. (2012) analisaram a composição química da espécie *S. verticillata* e apresentaram o primeiro relato da ocorrência de antraquinona em espécies dos gêneros *Spermacoce* ou *Borreria* permitindo que o composto químico possa ser utilizado como marcador quimiotaxonômico da tribo Spermacoceae.

No bioma amazônico, no cerrado do estado de Roraima, Menezes et al. (2019) investigaram a infestação natural de plantas daninhas em diferentes áreas preparadas para o cultivo de soja. Neste estudo os autores identificaram que uma das espécies foi a *Spermacoce capitata* em diferentes níveis de pressão em função das áreas de preparo do solo. Além desta, outras espécies de gêneros das famílias Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae também foram identificadas, indicando que os manejos de preparo do solo contribuíram para o surgimento de novas plantas daninhas nos cultivos.

Uma das alternativas no controle de espécies de plantas daninhas consiste no controle cultural por meio do uso de plantas de cobertura. Dessa forma, no estudo realizado por Vargas et al. (2018) no bioma amazônico, no município de Porto Velho-RO, os pesquisadores identificaram que a palha das plantas de cobertura *Cajanus cajan*, *Urochloa brizanha* e *Mucuna cinereum* mostraram-se eficientes na inibição da germinação e crescimento inicial da *S. verticillata*, podendo serem utilizadas em associação com o método químico para reduzir o impacto da ação dessa planta daninha nos sistemas de cultivo.

Já no Cerrado Piauiense, os pesquisadores Pacheco et al. (2016) desenvolveram outro estudo para analisar a supressão de diferentes plantas daninhas, entre elas a vassourinha de botão (*S. latifolia*) pela ação da palhada de plantas de cobertura. Os autores verificaram que o milheto (*Pennisetum glaucum*) e a brachiaria (*Urochloa ruziziensis*) conferiram redução na emergência e acúmulo de biomassa das espécies *Spermacoce latifolia*, *Chamesyce hirta*, *Amaranthus viridis*, *Digitaria sanguinalis* e *Cenchrus echinatus*. Assim, o milheto e a brachiaria ruziziensis podem ser integrados aos sistemas de cultivo, visando contribuir para o manejo cultural dessas plantas daninhas.

Outro aspecto importante consiste na compreensão do potencial germinativo de sementes das plantas daninhas, a fim de compreender quais as condições ideais para o estabelecimento inicial das plantas no sistema. Castilho et al. (2022) analisou a germinação de sementes das espécies *S. densiflora* e *S. verticillata* diante do aumento da ocorrência dessas espécies nas lavouras do nordeste brasileiro. Neste estudo os pesquisadores constataram que ambas as espécies reduziram seu potencial de emergência conforme o avanço da profundidade de semeio, indicando que em casos extremos onde não se faz possível o uso de herbicidas pré-emergentes, o uso da grade ou niveladora pode ser uma alternativa para seu controle. Além disso, as duas espécies também apresentaram maior potencial germinativo quando submetidas a temperaturas alternadas entre 20-30°C, em comparação as temperaturas constantes 15, 20, 25, 30 e 35 °C. As plantas daninhas também apresentaram redução de germinação em função de extratos aquosos das espécies *Crotalaria juncea*, *Pennisetum glaucum*, *Sorghum bicolor*, *Dolichos lablab* e *Cajanus cajan*, indicando potencial efeito alelopático e até mesmo a ausência de germinação em condição de diferentes níveis de palhadas das mesmas plantas de cobertura.

Considerando a ocorrência de diversas espécies de vassourinha-de-botão no Brasil e de casos de níveis de tolerância e resistência ao herbicida glifosato, torna-se relevante a análise de estudos que abordam o controle dessas plantas, pertencentes principalmente aos gêneros *Borreria*, *Spermacoce* e *Richardia*. Pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas têm contribuído para o entendimento da biologia, ecologia e manejo dessas espécies, com ênfase em estratégias de controle químico, cultural e mecânico.

Dentro das estratégias de manejo químico, os pesquisadores Lacerda e Victoria Filho (2004) avaliaram a sensibilidade das espécies *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* ao herbicida glifosato, e constataram que a espécie *C. benghalensis* foi classificada como a mais tolerante por apresentar redução de 50% da sua biomassa com cerca de 1.440,0 g i.a. ha^{-1} , e que a espécie *S. latifolia* necessitou de cerca de 250,4 g ha^{-1} i.a para tal redução. Considerando que o experimento foi conduzido a cerca de 20 anos atrás, as espécies podem ter passado por processos de seleção natural, o que fez com que a espécie *S. latifolia* apresentasse persistência nos sistemas de cultivo. Além disso, a liberação da tecnologia Roundup Ready® (RR) no Brasil em 2003, contribuiu no processo de seleção de plantas tolerantes e resistentes. Assim, a aplicação isolada do herbicida glifosato, hoje apresenta certa limitação de controle dessas e de outras espécies, diante da aplicação do herbicida que ocorreu muitas vezes fora das recomendações ideais desde o ano da liberação da tecnologia no país.

No cenário de possível tolerância de espécies de vassourinha de botão ao herbicida glifosato, Galon et al. (2013) desenvolveram um experimento com objetivo de compreender a translocação do glifosato nas espécies *Ipomoea nil*, *Tridax procumbens*, *S. latifolia* e *Bidens pilosa*. Na espécie *S. latifolia*, aproximadamente 88% do glifosato aplicado permaneceu na folha de aplicação, e pequena quantidade translocou para as raízes, indicando que o baixo controle pela ação do herbicida pode ser mais pela dificuldade de penetração do tecido foliar, do que efetivamente a sua translocação e metabolização no interior da planta.

Em 2007, no estado do Mato Grosso, no cerrado brasileiro, Petter et al. (2007) avaliaram o desempenho de diferentes manejos químicos para o controle das espécies *Chamaesyce hirta*, *Alternanthera tenella*, *Euphorbia heterophylla*, *S. latifolia* e *T. procumbens*, considerando aplicações em pré e pós emergência da cultura da soja RR. A aplicação de glifosato associado ao 2,4-D que foi realizada 14 dias antes do semeio em todos os tratamentos, padronizou as condições iniciais de fluxo de plantas daninhas na área, e a partir do dia do semeio foi que os pesquisadores trabalharam diferentes manejos de herbicida. Nesse sentido, o tratamento que recebeu aplicação do herbicida glifosato apenas aos 35 dias após o semeio apresentou menor eficiência no controle das espécies *S. latifolia*, *T. procumbens* e *C. hirta*, em uma das cultivares testadas. Isso pode estar correlacionado a ausência de herbicida de ação pré-emergente e do comportamento da cultivar que não conferiu fechamento adequado do dossel para suprimir o desenvolvimento das plantas daninhas. Entretanto, quando adotado a aplicação de paraquat + diuron no dia do semeio com aplicação do glifosato aos 17 ou 35 dias após o semeio, ou ainda sem aplicação de paraquat+diuron mas com aplicação antecipada do glifosato aos 17 dias após, o controle das espécies ocorreu de forma satisfatória.

As espécies *Borreria latifolia* e *Richardia brasiliensis* foram alvo de análise no sudoeste do estado do Paraná e norte de Santa Catarina, devido os problemas que estas espécies vem causando nas lavouras de soja. Diesel et al. (2018) analisaram a sensibilidade de diferentes biótipos dessas espécies ao herbicida glifosato, e identificaram que os biótipos apresentaram níveis de susceptibilidade distintas, e que os biótipos de áreas de cultivo com mais de seis anos de plantio de materiais com tecnologia RR, apresentaram menor controle pela ação da molécula.

Em Mogi Mirim-SP dois estudos apresentaram resultados significativos para compreender a ação do herbicida glifosato em espécies de vassourinha de botão. Estudos fisiológicos com *S. verticillata* indicam que as falhas de controle com glifosato isolado estão associadas a limitações na absorção e translocação do herbicida, especialmente em plantas em estágios mais avançados de desenvolvimento. Fadin et al. (2018) constataram que plantas dessa espécie com 4 a 6 folhas apresentaram menor absorção foliar e translocação do glifosato para raízes e folhas, enquanto plantas em plena floração mostraram translocação ainda mais reduzida. Nesse sentido, a aplicação tardia do glifosato resultou em um baixo controle, reforçando que a aplicação em plantas de menor estágio de desenvolvimento poderiam refletir em maior potencial de controle.

O uso de misturas de herbicidas, embora não recomendado oficialmente no Brasil, continua sendo uma prática importante para ampliar o espectro de controle de plantas daninhas, reduzindo a seleção de plantas resistentes a diferentes herbicidas. Como alternativa, assim como descrito

anteriormente neste artigo os autores identificaram que o herbicida glifosato associado aos herbicidas flumioxazina e cloransulam foram eficientes no controle da espécie, assim como a aplicação isolada de flumioxazina e paraquat. Entretanto, reforça-se que a aplicação do herbicida paraquat no Brasil foi interrompida através da Resolução nº 177, de 21 de setembro de 2017, da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (BRASIL, 2017) que conferiu a proibição da aplicação a partir de setembro de 2020, não sendo mais uma alternativa viável no cenário brasileiro.

O estudo desenvolvido por Ramires et al. (2010) avaliou a eficácia de misturas de glifosato com herbicidas latifolicidas no controle de *Commelina benghalensis* e *Spermacoce latifolia* em dois estádios de desenvolvimento. Os resultados indicaram que as misturas potencializam o controle, especialmente com glifosato a 480 g e.a. ha⁻¹ em plantas jovens, e que *S. latifolia* é eficientemente controlada mesmo com glifosato isolado em estádios mais avançados (4-6 folhas), o que confronta os resultados obtidos para a espécie *S. verticillata* obtida por Fadin et al. (2018) e Ponte et al. (2024).

Kalsing et al. (2020) também avaliaram estratégias de manejo químico para as espécies tolerantes ao glifosato *Spermacoce latifolia*, *S. verticillata* e *R. brasiliensis*. Os autores identificaram que aplicações sequenciais de herbicidas foram mais eficientes em relação as aplicações únicas, e que o controle de *S. latifolia* e *R. brasiliensis* ultrapassou 90% quando utilizado glifosato em associação com 2,4-D, diclosulam ou halauxifeno, seguidos de glufosinato ou paraquat. No entanto, *S. verticillata* apresentou menor sensibilidade, com controle inferior a 80% mesmo nas melhores combinações, indicando maior dificuldade de manejo para essa espécie.

Gallon et al. (2019) avaliaram diferentes herbicidas para o controle de *B. latifolia* e *R. brasiliensis* em área de soja RR, diante da crescente seleção de espécies tolerantes e resistentes ao glifosato.

Em condições de pré-emergência, os herbicidas sulfentrazone, s-metolacloro e saflufenacil demonstraram eficácia em suprimir a emergência de ambas as espécies, entretanto a ação dos herbicidas clorimurom e diclosulam foram eficientes apenas sobre *R. brasiliensis*. Já considerando aplicações em pós-emergência inicial, os herbicidas fomesafen, lactofen e flumioxazina conferiram controle eficiente das duas espécies.

Ao analisar plantas mais desenvolvidas em aplicação em pós-emergência tardia, os autores identificaram que assim como Ponte et al. (2024) a associação de glifosato com os herbicidas inibidores de protox saflufenacil, flumioxazina, flumicloraque e carfentrazone, e o inibidor de glutamina sintase, o glufosinato de amônio resultaram em controle superiores a 95% para ambas as espécies. Além disso, os autores também verificaram que o herbicida clorimurom, que é inibidor de acetolactato sintase (ALS) também proporcionou controle satisfatório de *B. latifolia* e *R. brasiliensis*, assim como aplicações sequenciais de glifosato com paraquat/diuron ou 2,4-D.

No município de Gurupi, no estado do Tocantins Cerqueira et al. (2013) analisaram o comportamento da cultura do arroz de sequeiro em condições de estresse hídrico concomitantemente a convivência com a espécie *S. verticillata*. De maneira geral os autores constataram que o estresse hídrico interferiu tanto na cultura principal como na planta daninha, quanto ao acúmulo de massa seca e redução de área foliar, e que independente da condição hídrica a competição com a planta daninha interferiu na redução de componentes

vegetativos na cultura do arroz. Tal fato indica que mesmo em condições de estresse hídrico, a planta daninha foi capaz de interferir negativamente na cultura, agravando ainda mais os problemas causados pela escassez de água. E diante da sua complexidade de controle, indiferente da condição hídrica a planta daninha pode impactar a cultura, sendo necessário o seu controle para minimizar maiores danos.

Uma das tecnologias que vem ganhando representatividade consiste no uso de drones na agricultura. Essas ferramentas vêm auxiliando na aplicação de defensivos e monitoramento das lavouras como o caso da análise por NDVI. Buscando compreender a efetividade dessa ferramenta, Ponte et al. (2024) desenvolveram um experimento no estado do Maranhão onde analisaram a identificação de espécies de ocorrência e a ação dos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio em associação com herbicidas inibidores da enzima protox e ALS por meio de imagens coletadas por VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) e pela análise convencional. Uma das espécies identificadas foi a espécie *S. verticillata* e que apresentou controle satisfatório pela ação associada de glifosato com glufosinato e os herbicidas protox fomesafem, saflufenacil, flumioxazina e carfentrazona, e inibidores da ALS diclosulam e imazetapir. Além disso, a agricultura de precisão demonstrou ser eficaz no levantamento de dados e os autores não recomendaram a aplicação isolada do herbicida glifosato no controle das espécies resistentes e tolerantes ao glifosato *Cenchrus echinatus*, *S. verticillata* e *Turnera subulata* diante do controle insatisfatório das espécies.

Em um estudo realizado por Carbonari et al. (2020), foi avaliada a dinâmica dos herbicidas flumioxazina, sulfentrazona e isoxafutol, aplicados em diferentes quantidades e composições de resíduos de colheita de eucalipto, e os resultados indicaram que *S. latifolia* foi controlada de forma eficiente por todos os herbicidas nas diversas condições de resíduo avaliadas, indicando a possibilidade de controle dessa planta daninha em um sistema de cultivo perene.

No contexto atual da tolerância ao glifosato, o uso de herbicidas pré-emergentes tem se tornado uma alternativa importante a ser integrada aos programas de manejo de plantas daninhas.

A espécie *Borreria densiflora* também é considerada uma planta daninha que apresenta dificuldade controle e nesse sentido os pesquisadores Martins; Christoffoleti (2014) analisaram a eficiência de herbicidas na modalidade de pré e pós emergência na cultura da cana de açúcar. Neste estudo, os autores verificaram que os herbicidas diclosulam, s-metolacloro, sulfentrazone, imazaquin e pendimetalina foram eficientes no controle da espécie em pré-emergência, e que apenas o herbicida clomazone não apresentou eficiência satisfatória.

Já em pós emergência, os autores também constataram que a aplicação de glifosato isolado e associado aos herbicidas 2,4-D ou carfentrazone paraquat, lactofen, fomesafen, clorimurom, imazetapir isolado e em combinação com lactofen ou clorimurom, e os três juntos proporcionaram controle igual ou superior a 87,5%. Já o herbicida MSMA apresentou apenas 76,5% de controle aos 21 dias após a aplicação. Além disso, ressalta-se que a aplicação ocorreu em plantas com até 3 pares de folhas, o que corrobora com os resultados obtidos por Fadin et al. (2018) sobre a maior translocação de glifosato em plantas menores e da ação de

diferentes herbicidas em ação isolada ou em mistura por Kalsing et al. (2020).

Apenas um dos trabalhos dentre os 110 artigos consultados, demonstrou efeito satisfatório do controle de uma das espécies dos gêneros estudados. Na Indonésia, Umiyati et al. (2023) verificaram que o herbicida glifosato foi eficiente no controle da espécie *Borreria alata*, entre as doses de 1.320,0 e 1.980,0 g i.a. ha⁻¹ da formulação potássica. Apesar da resposta positiva observada, trata-se de um resultado isolado frente ao número de publicações analisadas, o que reforça a escassez de dados específicos sobre a eficácia de herbicidas no manejo de espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* em diferentes sistemas de cultivo.

Além da capacidade de atuar como planta invasora nos sistemas de cultivo, no estado de alagoas, Melo et al. (2021) relataram pela primeira vez a associação de um besouro do gênero *Pachybrachis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae: Cryptocephalinae) com *S. verticillata*, indicando que a espécie pode atuar como planta hospedeira.

Outra problemática para espécie *S. verticillata* consistiu no primeiro relato de associação dessa planta daninha com o nematoide *Scutellonema bradyi* em áreas de cultivo de inhame no estado do Alagoas. Este relato foi obtido por meio de um levantamento realizado em 11 municípios do estado pelos pesquisadores Almeida et al. (2019).

Alguns dos artigos selecionados, apresentavam descrição de espécies do clado Spermacoce, e não dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria*. Nesse sentido, tais estudos não foram apresentados neste artigo.

Com base nas evidências reunidas dos trabalhos analisados, verificou-se que os principais avanços sobre o entendimento das espécies dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* estão focados principalmente em estudos filogenéticos, por meio de análises morfológicas, moleculares e químicas. Embora haja avanços na filogenia e taxonomia, ainda faltam estudos sistemáticos que integrem tais análises em diferentes regiões do Brasil especialmente no bioma Cerrado e nas áreas agrícolas do Matopiba.

A complexidade morfológica, aliada à ampla distribuição dessas espécies em diferentes biomas e sistemas agrícolas, torna a identificação em campo um desafio real para profissionais da área. A dificuldade de distinção entre espécies por produtores e agrônomos mostra que ainda são escassos os guias práticos de identificação, chaves simplificadas e ferramentas de apoio à decisão agronômica baseadas em taxonomia aplicada.

Os estudos de manejo demonstram que o controle dessas espécies requer estratégias integradas e atualizadas, especialmente diante da crescente tolerância e resistência ao glifosato. Além disso, há escassez de pesquisas recentes que acompanhem linhagens resistentes ao glifosato ao longo do tempo, com foco genético/molecular. Isso dificulta a compreensão da dinâmica evolutiva da resistência em espécies da tribo Spermacoceae e espécies associadas.

Apesar do uso recorrente de misturas e aplicações sequenciais, muitos herbicidas usados ainda não são oficialmente recomendados para algumas dessas espécies, exigindo estudos para registro e recomendação técnica segura. O potencial germinativo e comportamento das espécies frente a diferentes condições de preparo do solo, temperatura, palhada e interação com culturas ainda é pouco estudado. Isso limita o desenvolvimento de manejos integrados baseados em ecologia de plantas daninhas.

5. CONCLUSÕES

Embora o interesse por pesquisas sobre os gêneros *Spermacoce* e *Borreria* seja crescente, a maior parte dos estudos foca em aspectos filogenéticos e em outras temáticas, como propriedades farmacológicas e fitorremediação, ao invés de investigar o controle dessas espécies como plantas daninhas nos sistemas de cultivo.

Apesar de ser um problema crescente no Brasil, principalmente devido à alta tolerância dessas espécies ao glifosato, a escassez de estudos sobre métodos eficazes de controle agrava ainda mais o desafio enfrentado pelos produtores. Diante disso, a escassez de informações e a concentração dos estudos em áreas não diretamente relacionadas ao controle de espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria*, esta análise cromotométrica indica a necessidade de desenvolvimento de pesquisas específicas sobre o controle dessas espécies nos sistemas de cultivo agrícola.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA A. A. V. D. L.; MUNIZ M. F. S.; NORONHA M. A.; SOUZA R. C.; MOURA FILHO G.; FARIA S.P. *Scutellonema bradyi* and *Pratylenchus* spp. associated with weeds in yam fields. *Nematology*, v. 21, n. 8, p. 1-7, 2019. <https://doi.org/10.1163/15685411-000003255>
- ARCANJO-SILVA, S.; CAMPOS, N. V.; BECARI-VIANA, I.; SILVA, L. C. d.; RIBEIRO, C.; AZEVEDO, A. A. Arsenic detoxification in two populations of *Borreria verticillata* (Rubiaceae) with differential tolerance to the metalloid. *Australian Journal of Botany*, v. 64, n. 6, p. 467-475, 2016. <https://doi.org/10.1071/BT16031>
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 177, de 21 de setembro de 2017.** Dispõe sobre a proibição do ingrediente ativo paraquat em produtos agrotóxicos no Brasil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 183, p. 55, 2017.
- CABRAL E. L.; CABANA F. A. A.; BACIGALUPO N. M. A new species of *Spermacoce* s. str. (Spermacoceae, Rubiaceae) from Eastern Brazil. *Plant Ecology and Evolution*, v. 143, n. 2, p. 233-238, 2010. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2010.390>
- CABRAL, E. L.; MIGUEL, L. M.; SALAS, R. M. Dos especies nuevas de *Borreria* (Rubiaceae), sinopsis y clave de las especies para Bahía, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 2, p. 255-276, 2011. <https://doi.org/10.5735/085.049.0310>
- CABRAL, E. L.; MIGUEL, L. M.; VIANA, P. L. Two new species of *Borreria* (Rubiaceae) from Brazil, with new distributional records for Pará State and a key to species with transversally sulcate seeds. *Annales Botanici Fennici*, v. 49, n. 3, p. 209-215, 2012. <https://doi.org/10.5735/085.049.0310>
- CAMPOS, A. F. D.; GOSLING, M. S. A Ótica Bibliométrica: análise da produção científica e estrutura conceitual da construção de mercados. *Brazilian Journal of Information Science: research trends*, v. 19, e025007, 2025. <https://doi.org/10.36311/1981-1640.2025.v19.e025007>
- CARBONARI, C. A.; GOMES, G. L. G. C.; KRENCHINSKI, F. H.; SIMOES, P. S.; CASTRO, E. B.; VELINI, E. D. Dynamics and efficacy of sulfentrazone, flumioxazin, and isoxaflutole herbicides applied on eucalyptus harvest residues. *New Forests*, v. 51, p. 723-737, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09756-3>
- CARMO, J. A. M.; REGINATO, M.; FLORENTÍN, J. E.; FLORENTIN, M. N.; SALAS, R. M.; SIMÓES, A. O. One more piece to the puzzle: *Diadorimia*, a new monotypic genus in the Spermacoceae (Rubiaceae), endemic to the campo rupestre of Minas Gerais, southeastern Brazil. *TAXON*, v. 71, n. 2, p. 396-419, 2022. <https://doi.org/10.1002/tax.12643>
- CARMO, J. A. M.; SOBRADO, S. V.; FLORENTIN, J. E.; SALAS, R. M.; MIGUEL, L. M. Revisiting *Psyllocarpus intermedius* (Rubiaceae, Spermacoceae): an updated description with a new synonym. *Nordic Journal of Botany*, v. 2023, n. 9, e04040, 2023. <https://doi.org/10.1111/njb.04040>
- CASTAGNA, D.; BARBOSA, L. S.; MARTIM, C. C.; PAULISTA, R. S. D.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S.; SOUZA, A. P. Evapotranspiration assessment by remote sensing in Brazil with a focus on the Amazon Biome: scientometric analysis and perspectives for applications in agro-environmental studies. *Hydrology*, v. 11, n. 3, e39, 2024. <https://doi.org/10.3390/hydrology11030039>
- CASTILHO, J.; FORTI, V. A.; MONQUERO, P. A. Biology and non-chemical management of *Spermacoce verticillata* and *Spermacoce densiflora*. *Renewable Agriculture and Food Systems*, v. 37, n. 2, p. 103-112, 2022. <https://doi.org/10.1017/S1742170521000375>
- CERQUEIRA, F. B.; ERASMO, E. A. L.; SILVA, J. I. C.; NUNES, T. V.; CARVALHO, G. P.; SILVA, A. A. Competition between drought-tolerant upland rice cultivars and weeds under water stress conditions. *Planta Daninha*, v. 31, n. 2, p. 291-302, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000200006>
- CONTI, R.; CUNHA, I. G. B.; SIQUEIRA, V. M.; SOUZA-MOTTA, C. M.; AMORIM, E. L. C.; ARAÚJO, J. M. Endophytic microorganisms from leaves of *Spermacoce verticillata* (L.): Diversity and antimicrobial activity. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, v. 2, n. 12, p. 17-22, 2012. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2012.21204>
- DESSEIN, S.; HUYSMANS, S.; ROBBRECHT, E.; SMETS, E. Pollen of African Spermacoce species (Rubiaceae) morphology and evolutionary aspects. *Grana*, v. 41, n. 2, p. 69-89, 2002. <https://doi.org/10.1080/001731302760156882>
- DIESEL, F.; TREZZI, M.M.; GALLON, M.; BALBINOT JR., A.A.; PAGNONCELLI, F.B. Tolerância ao Glyphosate em Biótipos de Erva-Quente e Poaia-Branca. *Planta Daninha*, v. 36, e018175310 2018. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100137>
- FADIN, D. A.; MONQUERO, P. A. Leaf characterization of *Spermacoce verticillata* at three stages of development. *Australian Journal of Crop Science*, v. 13, n. 5, p. 792-797, 2019. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.19.13.05.p1663>
- FADIN, D. A.; TORNISIELO, V. L.; BARROSO, A. A. M.; RAMOS, S.; DOS REIS, F. C.; MONQUERO, P. A. Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. *Weed Research*, v. 58, n. 5, p. 389-396, 2018. <https://doi.org/10.1111/wre.12329>
- FERREIRA JÚNIOR, J. C.; LEMOS, R. P. L.; CONSERVÁ, L. M. Chemical constituents from

- Spermacoce verticillata* (Rubiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 44, p. 208-211, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2012.05.011>
- FLORENTIN J. E.; SALAS R. M.; MIGUEL L. M.; CABRAL E. L. Taxonomía de Spermacoce eryngioides (Rubiaceae) y transferencia de Borreria secc. Pseudodiodia a Spermacoce. **Boletín De La Sociedad Argentina De Botánica**, v. 51, n. 3, p. 551-64, 2016. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n.3.15393>
- FLORENTIN, J. E.; ARANA, M. A.; PRADO, D. E.; MORRONE, J. J.; SALAS, R. M. Diversification of *Galianthe* species (Rubiaceae) in the Neotropical seasonally dry forests: a case study of a mainly subshrubby genus. **Plant Ecology and Evolution**, v. 151, n. 2, p. 161-174, 2018. <https://doi.org/10.5091/plecevo.201.8.1419>
- FLORENTIN, J. E.; FLORENTIN, M. N.; PASTORES, J. F. B. Four highland species of *Galianthe* (Rubiaceae: Spermacoeeae) with restricted distribution in South America: conservation assessment and complete descriptions. **Phytotaxa**, v. 402, n. 6, 2019. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.402.6.1>
- FLORENTIN, J. E.; FLORENTIN, M. N.; SALAS, R. M. Advancements in Galianthe (Spermacoeeae-Rubiaceae) knowledge: complete description of *G. longifolia* and new records for *G. thalictroides* in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Phytotaxa**, v. 655, n. 1, e7, 2024. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.655.1.7>
- FLORENTIN, M. N.; SALAS, R. M.; JANSENS, S. B.; DESSEIN, S.; CARDOSO, D. Molecular-based phylogenetic placement and revision of *Micrasepalum* (Spermacoeeae-Rubiaceae). **TAXON**, v. 70, n. 6, p. 1300-1316, 2021. <https://doi.org/10.1002/tax.12593>
- FLORENTIN, M. N.; SALAS, R. M.; CARMO, J. A. M.; CABRAL, E. L.; DESSEIN, S.; JANSENS, S. B. *Paganuccia icatuensis* (Rubiaceae), a new genus and species from Bahia, Brazil, with a key to all the genera of the tribe Spermacoeeae in the Americas. **TAXON**, v. 71, n. 3, p. 630-649, 2022. <https://doi.org/10.1002/tax.12651>
- FLORENTIN, M. N.; FLORENTIN, J. E.; SALAS, R. M.; DESSEIN, S.; JANSENS, S. B. Multi-loci phylogeny and morphological evidence support the recognition of *Januaria* (Spermacoeeae, Rubiaceae), a new monospecific genus endemic to the North of Minas Gerais (Brazil). **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 1, e20211601, 2023. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320211601>
- FLORENTIN, M. N.; GONZALEZ, V. V.; FLORENTIN, J. E.; SALAS, R. M.; DESSEIN, S.; JANSENS, S. B. Multiple sources of evidence unravel a complex taxonomic history: the new genus *Leonoria* of the Spermacoee clade (Spermacoeeae-Rubiaceae). **Systematics and Biodiversity**, v. 22, n. 1, e2330367, 2024. <https://doi.org/10.1080/14772000.2024.2330367>
- GALON, L.; FERREIRA, E.A.; ASPIAZÚ, I.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 193-201, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100021>
- GALLON, M.; TREZZI, M. M.; PAGNONCELLI JR, F. B.; PASINI, R.; VIECELLI, M.; CAVALHEIRO, B. M. Chemical Management of Broadleaf Buttonweed and Brazilian Pusley in Different Application Methods. **Planta Daninha**, v. 37, e019185625, 2019. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100098>
- GONÇALVES-ESTEVES, V.; VIEIRA, G. R. M.; CARVALHO, R. J. P.; CRESPO, S. R. M.; MENDONÇA, C. B. F. Pollen morphology of some species of Spermacoeeae s.s. (Rubiaceae) of the Atlantic Forest, Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 34, n. 2, p. 243-255, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0286>
- JOHNSON, P.; LOGANATHAN, C.; KRISHNAN, V.; SAKAYANATHAN, P.; RAJI, V.; VIJAYAN, S.; ... PALVANNAN, T.; PALANIVEL SATHISHKUMAR, P.; MURUGESAN, K. Plant extract as environmental-friendly green catalyst for the reduction of hexavalent chromium in tannery effluent. **Environmental Technology**, v. 39, n. 11, p. 1376-1383, 2017. <https://doi.org/10.1080/09593330.2017.1329355>
- KALSING, A.; ROSSI, C. V. S.; LUCIO, F. R.; MINOZZI, G. B.; GONÇALVES, F. P.; VALERIANO, R. Efficacy of control of glyphosate-tolerant species of the Rubiaceae family through double knockdown applications. **Planta Daninha**, v. 38, e020190700, 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100023>
- KRISHNAN, V.; LOGANATHAN, C.; THAYUMANAVAN, P. Green Synthesized Selenium Nanoparticle as Carrier and Potent Delivering Agent Of S-Allyl Glutathione: Anticancer Effect Against Hepatocarcinoma Cell Line (Hepg2) Through Induction of Cell Cycle Arrest and Apoptosis. **Journal Of Drug Delivery Science and Technology**, v. 53, e010207, 2019a. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2019.101207>
- KRISHNAN, V.; LOGANATHAN, C.; THAYUMANAVAN, P. Green synthesized selenium nanoparticles using *Spermacoce hispida* as a carrier of s-allyl glutathione: to accomplish hepatoprotective and nephroprotective activity against acetaminophen toxicity. **Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology**, v. 47, n. 1, p. 56-63, 2019b. <https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1543192>
- LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 73-79, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052004000100008>
- MARTINS, B.A.B.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Herbicide efficacy on Borreria densiflora control in pre- and post-emergence conditions. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 817-825, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000400017>
- MELO, J. D.; CAJÉ, S.; LIMA, I. M. M. First record of *Pachybrachis Chevrolat, 1836* (Coleoptera: Chrysomelidae: Cryptocephalinae) on *Spermacoce verticillata* L. (Rubiaceae) and synthesis of its plant associations in Brazil. **Revista Peruana de Biología**, v. 28, n. 3, e20133, 2021. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v28i3.20133>
- MENEZES, P. H. S.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SMIDERLE, J. O.; MEDEIROS, R. D.; ALVES, J. M. A.; GIANLUSSI, D. Occurrence of Weeds in Areas Submitted to tillage managements for soybean cultivation in the Cerrado of Roraima. **Planta Daninha**, v. 37, e019193014, 2019. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100079>

Tolerância de espécies dos gêneros Spermacoce e Borreria ao herbicida glifosato

- MILÉO, L.J.; SILVA, J. F.; ALBERTINO, S. M. F.; LEITE, B. N.; MENEZES, D. S.; SANTOS, A. F. Fitossociologia de Plantas Daninhas em Cultivo de Duas Variedades de Mandioca. *Planta Daninha*, v. 34, n. 2, p. 267-276, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340200008>
- MORI, S.; MORISHIMA, S.; TAKASAKI, M.; OKADA, Y. Impaired activity of volume-sensitive anion channel during lactacidosis-induced swelling in neuronally differentiated NG108-15 cells. *Brain Research*, v. 957, n. 1, p. 1-11, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(02\)03574-6](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(02)03574-6)
- NAMUKOBE, J.; SEKANDI, P.; BYAMUKAMA R.; MURUNGI, M.; NAMBOOZE, J.; EKYIBETENGA, Y.; NAGAWA, C. B.; ASIIMWE, S. Antibacterial, antioxidant, and sun protection potential of selected ethno medicinal plants used for skin infections in Uganda. *Trop Med Health*, v. 49, e49, 2021. <https://doi.org/10.1186/s41182-021-00342-y>
- OGUNWANDE, I. A.; WALKER, T. M.; BANSAL, A.; SETZER, W. N.; ESSIEN, E. E. Essential Oil Constituents and Biological Activities of *Peristrophe bicalyculata* and *Borreria verticillata*. *Natural Product Communications*, v. 5, v. 11, p. 1815-1818, 2010. <https://doi.org/10.1177/1934578X1000501125>
- OLIVEIRA, P. V.; FERREIRA, J. C.; MOURA, F. S.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, F. M.; OLIVEIRA, P. E. S.; CONSERVA, L. M.; GIULIETTI, A. M.; LEMOS, R. P. L. Larvicidal activity of 94 extracts from ten plant species of northeastern of Brazil against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, v. 107, p. 403-407, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1880-4>
- PACHECO, L. P.; PETTER, F. A.; SOARES, L. S.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. B. S. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 3, p. 500-508, 2016.
- PETTER, F. A.; PROCÓPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A. L. L.; PACHECO, L. P. Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, v. 25, n. 3, p. 557-566, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000300015>
- PONTE, I. S.; ALMEIDA, E. I. B.; SOUZA, A. M.; RIBEIRO, B. S. B.; SOUZA, D. L.; SILVA, M. P. P.; SOUZA, W. S.; OLIVEIRA, L. B. T.; LESSA, B. F.T.; SOUZA, J. B. C. Aerial survey and glyphosate-resistant weeds control before soybean seeding. *Australian Journal of Crop Science*, v. 18, n. 1, p. 29-36, 2024. <https://doi.org/10.21475/ajcs.24.18.01.p4019>
- RAMIRES, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; GUERRA, N.; ALONSO, D. G.; RAIMONDI, M. A. Glyphosate associado a outros herbicidas no controle de *Commelina benghalensis* and *Spermacoce latifolia*. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p.883-896, 2010. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p883>
- ROTKITTikhun, P.; KRUATRACHUE, M.; CHAIYARAT, R.; NGERNSANSARUAY, C.; POKETHITIYOOK, P.; PAIJITPRAPAPORN, A.; BAKER, A. J. M. Uptake and accumulation of lead by plants from the Bo Ngam lead mine area in Thailand. *Environmental Pollution*, v. 144, n. 2, p. 681-688, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.12.039>
- SAHA, K.; LAJIS, N. H.; ISRAF, D. A.; HAMZAH, A. S.; KHOZIRAH, S.; KHAMIS, S.; SYAHIDA, A. Evaluation of antioxidant and nitric oxide inhibitory activities of selected Malaysian medicinal plants. *Journal of ethnopharmacology*, v. 92, n. 2-3, p. 263-267, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.03.007>
- SALAS, R. M.; VIANA, P. L.; CABRAL, E. L.; DESSEIN, S.; JANSENS, S. Carajasia (Rubiaceae), a new and endangered genus from the Carajás mountain range, Pará, Brazil. *Phytotaxa*, v. 206, n. 1, e4, 2015. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.206.1.4>
- SEKANDI, P.; NAMUKOBE, J.; BYAMUKAMA, R.; NAGAWA, C. B.; BARBINI, S.; BACHER, M.; BOEHMDORFER, S.; ROSENAU, T. Antimicrobial, antioxidant, and sun protection potential of the isolated compounds from *Spermacoce Princeae* (K. Schum). *BMC Complementary Medicine and Therapies*, v. 23, e201, 2023. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-04026-4>
- SOBRADO, S. V.; CABRAL, E. L. Intraspecific variation of insertion/length of stamens in homostylous flowers of a new species and three other species of *Borreria*: an unusual case in Rubiaceae. *Phytotaxa*, v. 206, n. 1, e9, 2015. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.206.1.9>
- SOUZA, A. P.; MELO, R. R.; CASTAGNA, D.; STANGERLIN, D. M. Nativa: consolidação e contribuições para a divulgação científica (2013-2023). *Nativa*, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2024. <https://doi.org/10.31413/nat.v12i1.17169>
- SOUZA, E. B.; NEPOMUCENO, A.; RIBEIRO, M. L. C.; MIGUEL, L. M. *Borreria savannicola* (Spermacoeeae, Rubiaceae), a new species from savanna patches within the Caatinga, Ceará State, Brazil. *Phytotaxa*, v. 576, n. 3, e4, 2022. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.576.3.4>
- SUNDARAM, R. L; VASANTHI, H. R. Dalspinin isolated from *Spermacoce hispida* (Linn.) protects H9c2 cardiomyocytes from hypoxic injury by modulating oxidative stress and apoptosis. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 241, e11962, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.111962>
- THANKAMANI, C. K.; KANDIANNAN, K.; HAMZA, S.; SAJI, K. V. Effect of mulches on weed suppression and yield of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Scientia Horticulturae*, v. 207, n. 5, p. 125-130, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.05.010>
- UMIYATI, U.; KURNIADIE, D.; ISWARI, F. Herbicide potassium glyphosate 660 g/L as weed control in hybrid corn (*Zea mays* L.) cultivation under no-tillage system. *Research on Crops*, v. 24, n. 4, p. 684-689, 2025. <http://dx.doi.org/10.31830/2348-7542.2023.ROC-1025>
- VARGAS, L. A.; PASSOS, A. M. A.; KARAM, D. Allelopathic potential of Cover Crops in Control of Shrubby False Buttonweed (*Spermacoce verticillata*). *Planta Daninha*, v. 36, e018173359, 2018. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100052>
- ZHONG, G.; MENG, Z.; XU, M.; XIE, H.; XU, S.; FU, X.; LIAO, W.; ZHENG, S.; XU, Y. Self-nitrogen-doped porous carbon prepared via pyrolysis of grass-blade without additive for oxygen reduction reaction. *Diamond and Related Materials*, v. 121, e108742, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2021.108742>

ANEXOS

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) campus Sinop, Comitê Editorial da revista Nativá, juntamente com os seus colaboradores, e a todos os leitores, autores, revisores e editores de seção.

Contribuições dos autores: S.E.O.G.: conceituação, metodologia, investigação, coleta de dados, redação (esboço original); N.D.S.: metodologia, investigação, coleta de dados; A.C.S.: conceitualização, metodologia, redação (revisão e edição); F.A.P.: conceitualização, redação (revisão e edição). Todos os autores leram o artigo na sua versão final e aprovaram a sua publicação.

Disponibilidade de dados: Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declararam não haver conflito de interesses.



Copyright: © 2024 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons [Attribution-NonCommercial \(CC BY-NC\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Roteiro para análise dos dados pelo software RStudio, utilizado para mesclar os resultados das bases indexadoras e remover duplicidades, adaptado de Castagna et al. (2024).

#Os pacotes deverão ser utilizados no destino salvo o conjunto de informações das bases de dados como exemplo: "C:/Metadados".

```
if(!require(pacman)) install.packages("pacman")
library(pacman)
pacman::p_load(bibliometrix, readr, lubridate, dplyr, writexl,
xlsx, readxl,stringr)
setwd ("C:/Metadados")
```

```
# carregar arquivo scopus
scopus <- convert2df("C:/Metadados/scopus.bib",
dbsource = "scopus", format = "bibtex")
```

```
# carregar arquivo web of science
web <- convert2df("C:/Metadados/wos.bib", dbsource =
"wos",format ="bibtex")
```

```
# carregar arquivo web of science
scielo <- convert2df("C:/Metadados/scielo.txt", dbsource =
"wos",format ="plaintext")
```

```
# união das bases de dados, retirando os artigos duplicados
uniao <- mergeDbSources(scopus, web, scielo,
remove.duplicated = TRUE)
```

```
# dados filtrados para apenas os artigos
Parcial <- filter(unir, DT=="ARTICLE")
```

```
#dados exportados para formato xlsx
write.xlsx(Parcial,file="C:/Metadados/Compilado.xlsx")
```

#Após a exportação é necessário verificar se as filiações e sobrenomes dos autores dos trabalhos estão lançados de forma correta, visando evitar possíveis interpretações equivocadas. Após a revisão manual das informações, esses devem ser carregados na plataforma Biblioshiny através do comando descrito a seguir:

```
#Análise dos dados pela biblioteca Bibliometrix
biblioshiny()
```