



ENTENDENDO AS PLANTAS DANINHAS: ESPÉCIES DE DIFÍCIL CONTROLE

PEDROSO · FREITAS · MORAES · CAPELLETO · SANTOS · LUDWIG · FROLLINI · TEODORO · LUCAS · CAMPOS
SANTOS · ROCHA · BORSARI · SALVADOR · VICENTE · BORDIGNON · FUJITA · STRAPAZZON · VON UHLENDORFF



ESALQ

USP



AGÊNCIA DE BIBLIOTECAS E COLEÇÕES DIGITAIS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



ENTENDENDO AS PLANTAS DANINHAS: ESPÉCIES DE DIFÍCIL CONTROLE

ISBN: 978-85-86481-76-5

DOI: 10.11606/9788586481765

**Rafael M. Pedroso¹, Davi R. M. de Freitas¹, Kauê A. M. Moraes¹,
Marco A. Capelletto¹, Thiago A. Santos¹, Laura F. C. Lucas¹,
Ranieri Borsari¹, Matheus A. Salvador¹, Ana Júlia P. Vicente¹,
Willian K. Fujita¹, Erik Strapazzon¹, Sthefhanny Z. Bordignon¹,
Thomas Von Uhlendorff¹, Rodrigo V. S. Rocha¹, Lucas E.
Santos¹, Thiago D. Ludwig², Isabella B. Frollini³, Jéssica T. F.
Teodoro⁴ e Lucas A. P. Campos⁵**

¹Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil;

²Departamento de Genética – LGN/ ESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil;

³Departamento de Ciências Biológicas – LCB/ ESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil;

⁴Especialista de desenvolvimento de produtos – Envu, Paulínia, Brasil;

⁵Representante comercial de vendas – ICL América do Sul, Luziânia, Brasil.

Autor para correspondência: Rafael M. Pedroso
(rmpedroso@usp.br)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor - Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Junior

Vice-Reitora - Profa. Dra. Maria Arminda do Nascimento Arruda

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"

Diretora - Profa. Dra. Thais Maria Ferreira de Souza Vieira

Vice-Diretor - Prof. Dr. Marcos Milan

Coordenação editorial R.M. Pedroso

Layout da capa R.M. Pedroso, M.A. Salvador e A.J.P. Vicente

Editoração eletrônica R.M. Pedroso 1ª edição

Distribuição Gratuita • Proibida a comercialização

Catálogo na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Entendendo as plantas daninhas: espécies de difícil controle [recurso eletrônico] / Rafael Munhoz Pedroso ... [et al.]. -- Piracicaba : ESALQ, 2025.
213 p. : il.

ISBN: 978-85-86481-76-5

DOI: 10.11606/9788586481765

1. Herbicidas 2. Plantas daninhas - Manejo I. Pedroso, R. M. II. Vicente, A. J. P. III. Fujita, W. K. IV. Strapazzon, E. V. Moraes, K. A. M. VI. Capelelletto, M. A. VII. Santos, T. A. dos VIII. Bordignon, S. Z. IX. Uhlendorff, T. V. X. Frollini, I. B. XI. Teodoro, J. T. F. XII. Lucas L. F. C. XIII. Ludwig, T. D. XIV. Campos, L. A. P. XV. Rocha, R. V. S. da XVI. Santos, L. E. dos XVII. Freitas, D. R. M. de XVIII. Salvador, M. de A. XIX. Borsari, R. XX. Título

CDD 632.58

Elaborada por Maria Angela de Toledo Leme - CRB-8/3359

Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons.



Mensagem do Editor

Plantas daninhas são aquelas que crescem e se desenvolvem em locais indesejados, interferindo assim com a atividade humana de alguma forma. Sua origem remonta a própria descoberta da agricultura, há mais de 10 mil anos. Como ocorre com outros agentes causadores de estresses bióticos em plantas cultivadas – como insetos-pragas e patógenos, o limitado conhecimento acerca da biologia de algumas das principais espécies de plantas daninhas no Brasil pode ser visto como o elo fraco responsável pelo seu manejo incorreto ou ineficaz. Assim, um programa de manejo de plantas daninhas com baixo nível de diversificação e baixa adoção de ferramentas de manejo integrado pode elevar a pressão de seleção de populações resistentes a herbicidas sob intensa pressão de seleção pelo uso recorrente e repetitivo de um mesmo ingrediente ativo ou mecanismo de ação.

Populações resistentes a herbicidas ameaçam a produção agrícola sustentável no país e no mundo, elevando a complexidade do sistema de manejo de plantas daninhas e demandando grande conhecimento técnico – como, por exemplo, para o correto emprego de misturas de tanque. Esta obra aborda espécies de difícil controle, apresentando dados atualizados e pertinentes ao seu manejo nos mais diversos sistemas de produção agrícola.

Como será amplamente discutido nesta obra, é crucial entender as espécies infestantes para melhor manejá-las, seja através do seu ciclo de vida, formas de dispersão, prolificidade e vias de reprodução, identificação, longevidade no banco de sementes, ocorrência de dormência em seus diásporos e importância da luz para sua germinação, dentre diversos outros aspectos da sua biologia os quais impactam diretamente a escolha das estratégias mais eficazes para seu manejo. Como exemplo temos a tiririca (*Cyperus rotundus* L.), cujos propágulos vegetativos (tubérculos e bulbos) podem ser

disseminados através do revolvimento frequente do solo, justificando, assim, sua presença como uma das principais infestantes em culturas olerícolas nas quais o preparo de solo e encanteiramento são práticas comuns.

Para fins didáticos, as espécies infestantes serão aqui divididas em duas seções, sendo a Seção 1 constituída por espécies de plantas angiospermas pertencentes à classe Liliopsida, a qual inclui as monocotiledôneas (embriões com um único cotilédone); e a Seção 2 constituída por espécies da classe Magnoliopsida ou eudicotiledôneas. Em nome de todos os autores e autoras desta obra, desejo uma boa leitura e que este material lhe seja útil e auxilie em seu melhor entendimento, dando-lhe as boas-vindas ao complexo mundo das plantas daninhas!

Rafael M. Pedroso – Prof. Dr. – LPV/ESALQ/USP

*“À ti, que sob a égide do trabalho construístes a grandeza da
ESALQ, a homenagem e gratidão dos que dela se orgulham”*



Sumário

Mensagem do Editor	3
SEÇÃO 1: LILIOPSIDAS (Monocotiledôneas).....	6
Capítulo 1. <i>Commelina benghalensis</i> L. (Commelinaceae)	6
Capítulo 2. <i>Commelina erecta</i> L. (Commelinaceae)	48
Capítulo 3. <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde (Poaceae)	64
Capítulo 4. <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. (Poaceae)	83
SEÇÃO 2: MAGNOLIOPSIDAS (Dicotiledôneas).105	
Capítulo 5. <i>Amaranthus hybridus</i> L. (Amaranthaceae)	105
Capítulo 6. <i>Bidens pilosa</i> L. e <i>Bidens</i> <i>subalternans</i> DC. (Asteraceae)	130
Capítulo 7. <i>Borreria</i> spp. (sin. <i>Spermacoce</i> spp.; Rubiaceae)	149
Capítulo 8. <i>Euphorbia hirta</i> L. (sin. <i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.; Euphorbiaceae)	175
Capítulo 9. <i>Solanum americanum</i> Mill. (Solanaceae)	200

SEÇÃO 1: LILIOPSIDAS (Monocotiledôneas)

Capítulo 1. *Commelina benghalensis* L. (Commelinaceae)

Ana Júlia P. Vicente, Willian K. Fujita, Erik Strapazzon, Rafael M. Pedroso

Resumo

Commelina benghalensis L. é uma espécie de planta na família Commelinaceae a qual é considerada nativa de partes tropicais da Ásia e África. Em território nacional, tal espécie conta com diversos nomes comuns, como trapoeraba ou rabo-de-cachorro, dentre diversos outros. A trapoeraba está atualmente entre as principais espécies de plantas daninhas no Brasil, com destaque para sua ocorrência em áreas de culturas anuais como a soja, milho e algodão, mas também em lavouras perenes como na cultura do cafeeiro. Neste capítulo, serão abordados aspectos da biologia e ecofisiologia da trapoeraba que justificam sua ampla disseminação e capacidade adaptativa aos mais diversos sistemas de produção agrícola, como a sua propagação por vias sexuais e assexuais (sementes apomíticas localizadas na porção terminal de curtos rizomas), sua tolerância à fragmentação das plantas e habilidade para enraizamento dos colmos, e principalmente sua tolerância ao glyphosate, o herbicida mais utilizado no mundo atualmente. Por fim, são também apresentadas também formas alternativas de controle para esta infestante.

Palavras-chave

Planta daninha • Trapoeraba • Herbicidas • Rizoma

A. J. P. Vicente

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil

e-mail: ana.jpvicente@usp.br

W. K. Fujita

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil

e-mail:

E. Strapazzon

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil

e-mail: erikstrapazzon@usp.br

R. M. Pedroso

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil

e-mail: rmpedroso@usp.br

1.1 Introdução

A curva de crescimento populacional mundial se acentua conforme o avanço do tempo e exige um acompanhamento paralelo do incremento da produção de alimentos e energia, o que pode ser conferido principalmente pelo aumento da produtividade de modo sustentável (FAO, 2025). Um dos meios para produzir mais sem necessitar da exploração de novas áreas é mitigando as perdas ocasionadas pelas plantas daninhas sobre as espécies cultivadas, as quais reduzem a produtividade das culturas em valores de aproximadamente 10% ao ano mundialmente (Oerke, 2006).

Plantas daninhas são aquelas que ocorrem onde não são desejadas (Oliveira Jr. et al., 2011), ou ainda, é considerada daninha quando prejudica, direta ou indiretamente, alguma atividade humana (Silva et al., 2007). No contexto agrônomo, tais plantas competem com a cultura por recursos limitantes do meio (como água, luz, nutrientes, gases como o oxigênio e o gás carbônico, e espaço), além da existência de espécies que são capazes de produzir e liberar compostos alelopáticos que afetam o correto crescimento e desenvolvimento das plantas de interesse econômico, ou ainda, serem hospedeiras de pragas e doenças prejudiciais às plantas cultivadas (Carvalho, 2013), dentre outras formas relevantes de interferência.

Considerando as espécies de plantas daninhas que incidem nas regiões de produção agrícola do país, a *Commelina benghalensis* L., mais conhecida por trapoeraba, é uma das que mais se destacam por sua taxa de ocorrência e dificuldade de ser adequadamente controlada (Kissmann & Groth, 1997). A espécie é popularmente chamada de trapoeraba, flor-de-são-joão, beijinho, rabo-de-cachorro, mata-brasil e maria-mole. Há diversos outros nomes referenciados, porém o mais relevante é haver consenso em torno do nome científico (AONA,

2013), tema o qual é apresentado em maior detalhamento nas próximas seções.

Das diferentes espécies no gênero *Commelina* L. (família botânica Commelinaceae), *C. benghalensis* pode ser considerada a mais relevante dada sua grande capacidade de causar danos econômicos às lavouras em diversos países (Holm et al., 1977), como perdas de produtividade da soja variando de até 90%, variando com os níveis de infestação. Faz-se necessário, portanto, abordar com mais detalhamento aspectos desta importante espécie infestante, no sentido de elevar em algum nível seu entendimento na tentativa de reduzir possíveis prejuízos econômicos advindos da mesma.

1.2 Origem e dispersão

Uma rápida análise indica que *C. benghalensis* é uma das espécies de plantas que vieram a se tornar infestantes devido ao impacto das atividades humanas, auxiliando na dispersão das mesmas. No caso da trapoeraba, isso é demonstrado pelo fato de que, originalmente, a planta era uma espécie paleotropical. Isso pode ser visto através de busca em estudos e registros contidos na plataforma *Plants of the World Online* (2025), no qual há informações de que *C. benghalensis* está presente em 93 países sendo, porém, nativa de somente 67 destes (Figura 1.1).

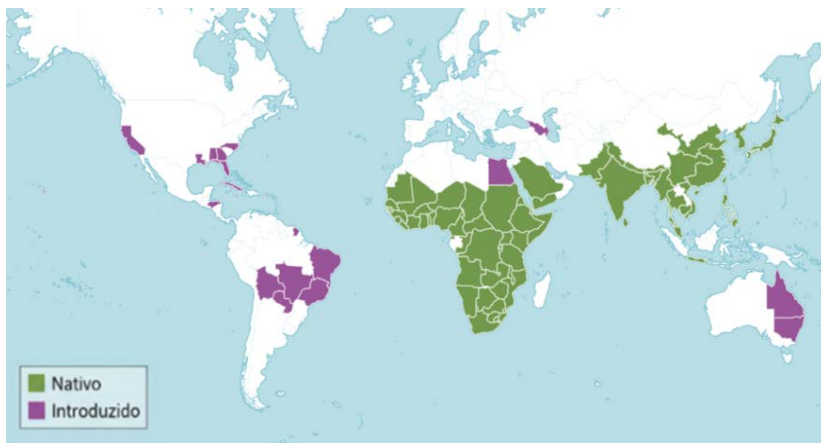


Figura 1.1. Distribuição geográfica da *Commelina benghalensis* L. Fonte: Adaptado de *Plants of the World Online* (2025).

Em sua obra *A Geographical Atlas of Worlds Weeds*, o renomado botânico Leroy G. Holm já citava a alta distribuição global da espécie. Esta vasta área global incluía a África subsaariana, estendendo-se pela Ásia Ocidental (da Península Arábica ao Paquistão), os Himalaias, o subcontinente indiano, o Sudeste Asiático e chegando até a China, Japão e Coreia. E a partir destes centros de origem, a espécie foi introduzida em todo o mundo, estabelecendo-se como uma planta daninha de caráter pantropical. O termo *Commelina* vem da Holanda, homenageando os botânicos Jan e Caspar Commelin, já *benghalensis* é o termo do Latim, em referência a região da Bengala da Índia.

Sua expansão global é extensa, com populações naturalizadas documentadas nos neotrópicos, incluindo a América do Sul (Brasil, Bolívia, Paraguai), América Central e o Caribe (Cuba, Jamaica, Porto Rico). Ela foi introduzida aos Estados Unidos da América em 1928 e, desde então, expandiu-se significativamente, sendo que já há diversas

décadas foi considerada um problema no sudeste do país e na Califórnia (Faden, 1983).

No Brasil, *C. benghalensis* encontrou condições extremamente favoráveis para seu estabelecimento e hoje possui uma distribuição geográfica vasta, estando presente em praticamente todo o território nacional (AONA, 2025). Essa ampla infestação é evidência de sua agressividade e dificuldade de controle e, consequentemente, aumentando a sua relevância no cenário nacional. Assim, levantamentos fitossociológicos realizados em importantes polos agrícolas, como os estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Tocantins, frequentemente a posicionam entre as espécies de maior índice de valor de importância, densidade e frequência (Carvalho & Pitelli, 1992; Correia, 2015) .

No entanto, *C. benghalensis* não foi a única espécie a ter se proliferada no território nacional. Algumas outras representantes da família Commelinaceae como *C. diffusa*, *C. erecta* e *C. villosa* possuem também relevância no ambiente de estudo de plantas daninhas por sua ampla distribuição (Constantin, 2011; Kissmann, 1999; Rocha, 2010). Além delas, outras da mesma família, como espécies no gênero *Tradescantia* se proliferam devido ao seu uso como plantas ornamentais. Observa-se que a maioria das espécies citadas possuem o mesmo nome comum (trapoeraba), fazendo-se, portanto, necessário apresentar a taxonomia e nomenclatura atuais da espécie de trapoeraba-alvo deste material – tema abordado na próxima seção deste capítulo.

1.3 Taxonomia e nomenclatura

A correta identificação de uma planta daninha é o pilar fundamental para o desenvolvimento de qualquer estratégia de manejo eficaz. No caso de *C. benghalensis*, a sua complexa taxonomia e a semelhança com outras espécies do mesmo gênero representam um desafio extra significativo, com implicações diretas na prática agrícola. Sua similaridade com outras espécies do mesmo gênero é descrita com mais detalhes na seção 1.4.

A espécie *C. benghalensis* foi originalmente descrita e classificada pelo botânico Carl Linnaeus em 1753 em sua obra seminal *Species Plantarum*, volume 1, página 41. De forma notável, o nome é frequentemente acompanhado da abreviação "nom. cons.", que significa *nomen conservandum*. Este é um status formal sob o Código Internacional de Nomenclatura para algas, fungos e plantas, que protege um nome de uso generalizado em favor de nomes mais antigos que, de outra forma, teriam prioridade, garantindo assim a estabilidade nomenclatural.

Com base nessa classificação do botânico, a posição de *C. benghalensis* no sistema de classificação biológica se estabeleceu na literatura, com pequenas variações terminológicas entre diferentes sistemas taxonômicos, especialmente nos níveis de Filo e Classe, as quais têm sido atualizadas conforme novos sistemas de classificação são lançados ou atualizados. A classificação hierárquica consolidada a partir de múltiplas fontes é apresentada na Tabela 1.1. A espécie é uma monocotiledônea da família Commelinaceae, conhecida como a família da trapoeraba.

Tabela 1.1. Classificação taxonômica de *Commelina benghalensis* L. Fonte: *International Plant Names Index* (2025).

Nível Taxonômico	Nome do Táxon
Reino	Plantae
Filo / Subfilo	Tracheophyta / Angiospermae
Classe	Liliopsida (Monocotiledôneas)
Ordem	Commelinales
Família	Commelinaceae
Gênero	<i>Commelina</i> Plum. ex L.
Espécie	<i>Commelina benghalensis</i> L.

Apesar de *C. benghalensis* ser o nome mais aceito, alguns outros autores também descreveram esta espécie vegetal, atribuindo-a nomes científicos diferentes deste. Tal fato se justifica pela ampla distribuição geográfica e variabilidade morfológica inerentes à espécie, resultando em múltiplas descrições independentes por botânicos ao longo dos séculos e uma lista extensa de sinônimos heterotípicos taxonômicos. Estes, por outro lado, são nomes científicos diferentes, porém que se referem a um mesmo táxon. O conhecimento desses sinônimos é crucial para a interpretação correta de dados históricos, registros de herbários e literatura científica mais antiga. Uma compilação dos sinônimos mais frequentemente citados é apresentada na Tabela 1.2.

Tabela 1.2. Compilação de sinônimos heterotípicos da *Commelina benghalensis*.

Nome científico	Autor	Obra	Ano
<i>Commelina nervosa</i>	Burm.f.	<i>Fl. Indica</i> : 18	1768
<i>Commelina cucullata</i>	L.	<i>Mant. Pl.</i> 2: 176	1771
<i>Commelina mollis</i>	Jacq.	<i>Collectanea</i> 3: 235	1791
<i>Commelina canescens</i>	Vahl	<i>Enum. Pl. Obs.</i> 2: 173	1805
<i>Commelina turbinata</i>	Vahl	<i>Enum. Pl. Obs.</i> 2: 171	1805
<i>Commelina acuminata</i>	R.Br.	H.Salt, <i>Voy. Abyss.</i> , App. 4: 62	1814
<i>Commelina hirsuta</i>	R.Br.	H.Salt, <i>Voy. Abyss.</i> , App. 4: 62	1814
<i>Commelina saltiana</i>	Steud.	<i>Nomencl. Bot.</i> , ed. 2, 1: 402	1840
<i>Commelina senegalensis</i>	Ten.	<i>Cat. Ort. Bot. Napoli</i> : 22	1845
<i>Commelina delicatula</i>	Schltl.	<i>Gartenflora</i> 3: 349	1854
<i>Commelina procurrens</i>	Schltl.	<i>Linnaea</i> 25: 183	1852
<i>Commelina pyrrhoblepharis</i>	Hassk.	G.Schweinfurth, <i>Beitr. Fl. Aethiop.</i> : 209	1867
<i>Commelina prostrata</i>	Regel	<i>Gartenflora</i> 17: 289	1868

<i>Commelina kilimandscharica</i>	K.Schum.	H.G.A.Engler, <i>Pflanzenw. Ost-Afrikas</i> , C: 134	1895
<i>Commelina obscura</i>	K.Schum.	H.G.A.Engler, <i>Pflanzenw. Ost-Afrikas</i> , C: 135	1895
<i>Commelina poligama</i>	Fern.-Vill.	F.M.Blanco, <i>Fl. Filip.</i> , ed. 3. 4(13A): Ic. s.n.	1880
<i>Commelina benghalensis</i> var. <i>hirsuta</i>	C.B.Clarke	A.L.P.P.de Candolle & A.C.P.de Candolle, <i>Monogr. Phan.</i> 3: 160	1881
<i>Commelina radiculiflora</i>	R.Br. ex C.B.Clarke	A.L.P.P.de Candolle & A.C.P.de Candolle, <i>Monogr. Phan.</i> 3: 159	1881
<i>Commelina rhizocarpa</i>	Afzel. ex C.B.Clarke	A.L.P.P.de Candolle & A.C.P.de Candolle, <i>Monogr. Phan.</i> 3: 159	1881
<i>Commelina uncata</i>	C.B.Clarke	A.L.P.P.de Candolle & A.C.P.de Candolle, <i>Monogr. Phan.</i> 3: 169	1881
<i>Commelina villosiuscula</i>	Sol. ex C.B.Clarke	A.L.P.P.de Candolle & A.C.P.de Candolle, <i>Monogr. Phan.</i> 3: 159	1881
<i>Commelina cavaleriei</i>	H.Lév.	<i>Mém. Soc. Sci. Nat. Math. Cherbourg</i> 35: 387	1906
<i>Commelina rufociliata</i>	C.B.Clarke	D.Oliver & auct. suc. (eds.), <i>Fl. Trop. Afr.</i> 8: 54	1901
<i>Commelina benghalensis</i> f.	Hochr.	<i>Candollea</i> 2: 320	1925

variegata

<i>Commelina</i> <i>pyrrhoblepharis</i> var. glabra	Pic.Serm.	<i>Miss. Stud. Lago Tana</i> 7(1): 172	1951
<i>Commelina</i> <i>benghalensis</i> subsp. hirsuta	(C.B.Clarke) J.K.Morton	<i>J. Linn. Soc., Bot.</i> 60: 215	1967

Uma outra forma pela qual plantas daninhas podem ser identificadas é através do chamado código Bayer ou, mais corretamente, pelo código indicado pela *European and Mediterranean Plant Protection Organization* (EPPO), chamado, por este motivo, de código EPPO. Esse código é constituído por cinco letras, sendo que as três primeiras letras do gênero compõem as duas primeiras do código; já as duas últimas letras do código remetem às duas primeiras letras do epíteto específico. Dado isso, o código EPPO de ***Commelina benghalensis*** é COMBE. Por fim, é importante relatar que, em 2017, as siglas que identificam as plantas daninhas passaram a não mais serem chamadas de código Bayer, e sim de código da EPPO.

1.4 Morfologia e identificação

A trapoeraba continua a se expandir demarcando novos territórios agrícolas de forma agressiva, com desafios crescentes em seu manejo safra após safra, exigindo proatividade na definição das melhores ferramentas de controle para esta espécie infestante. Como será visto adiante nesta e na próxima seção, atualmente, *Commelina benghalensis*, *C. erecta*, *C. diffusa* e *C. villosa* figuram entre as

principais espécies chamadas comumente atualmente de trapoeraba no país.

A família Commelinaceae constitui vasto grupo da botânica, sendo contabilizadas cerca de 620 espécies distribuídas em ambientes tropicais e subtropicais ao redor do globo (Barreto, 2005). No Brasil, são encontradas cerca de 61 espécies em 13 gêneros; destas, 21 espécies distribuídas em oito gêneros são consideradas nativas de alguns estados como São Paulo - não sendo, portanto, classificadas como invasoras nestas localidades. Representando as marcas dessa família, temos a ornamentação marcante destas plantas mas também a infestação em lavouras de importância agrônômica e lucrativa.

As espécies de plantas da família Commelinaceae podem possuir ciclo de vida anual ou perene, com membros apresentando colmos por vezes suculentos e estruturas de propagação vegetativa como rizomas ou até mesmo espécies estoloníferas. Há também a característica marcante do caule dividido em pequenos nós ou entrenós em membros desta família, através das suas ramificações, além da fibrosidade presente na raiz. As folhas são geralmente simples, i.e. quando o limbo foliar não se apresenta subdividido, e dispostas de forma alternada dística ou, em algumas plantas, podemos perceber a presença da distribuição em espiral das folhas. Sua bainha membranácea costuma permanecer fechada em torno do caule, característica tal que impede ou torna dificultoso o contato do herbicida com as gemas laterais (Barroso, 2024).

A espécie é herbácea com caules crassulentos que se desenvolvem até 50 cm, sendo mais prostrados, as lâminas das folhas são alternadas divididas pelas nervuras que se encontram paralelamente à folha ovalada. Sua inflorescência vem de forma final nas axilas ou basalmente, sendo que seu composto herborizado é mencionado

como um empecilho à plena compreensão de estudiosos sobre o assunto (Faden, 1998). Suas flores (Figura 1.2) induzem a reprodução, a fim da perpetuação da espécie, as pétalas se destacam por serem azuis primordialmente, mas em alguns casos ela pode se apresentar como branca, e os frutos são cápsulas loculicidas que produzem sementes arredondadas marrom-claras ou de cor preta. A polinização das flores acontece de forma cruzada por polinizadores e pode ter forma zigomorfa ou actinomorfas, bissexuadas ou unissexuadas, as masculinas são cleistogâmicas, seus filetes são livres e pilosos, com anteras basifixas e raramente versátil, ovário súpero e deiscência rimosa, seus estigmas são apicais com estiletes simples (Barreto,2005).



Figura 1.2. Detalhe das folhas e flor de *Commelina benghalensis* L.. **Fonte:** AONA (2016).

C. benghalensis possui folha e caule pilosos (Figura 1.3), plantas decumbentes, sem aurícula, antera sagitada e estame central, folha elíptica, corola com uma pétala atrofiada e o restante expandida, filetes roxos com pólen branco. Suas folhas têm uma face inferior mais

densa, com um comprimento médio da folha é de 4,2 cm, com 3,1 flores por inflorescência com tamanho médio da sépala de 0,4 cm. Além disso, e como característica marcante de *C. benghalensis*, as plantas podem apresentar tanto sementes subterrâneas quanto aéreas (Figura 1.3), com hilo linear punctado, com embriostega circular (Maheshwari & Maheshwar, 1955). Sementes de *C. benghalensis* formadas a partir dos rizomas são capazes de germinar desde uma profundidade de 12 cm, enquanto que sementes produzidas na parte aérea não germinam em profundidades maiores que 2 cm (Kissmann, 1997). Crucialmente ao manejo desta infestante está a germinação dessincronizada de suas sementes, gerando potencialmente diversos fluxos de emergência e elevando a chance de que indivíduos da espécie escapem do efeito fitotóxico de herbicidas aplicados em pós-emergência sem efeito residual no solo.



Figura 1.3. Flores, planta jovem, sementes e rizomas curtos de *Commelina benghalensis*. Fonte: weedid.missouri; florida.plantatlas; eddmaps.

Entre as quatro espécies mais conhecidas e problemáticas no setor do agronegócio, como foi citado anteriormente, temos espécies chamadas comumente de trapoeraba como a *C. benghalensis*, *C. diffusa*, *C. erecta* e *C. villosa*. E entre elas existem diferenças marcantes para a identificação e consequentemente controle nas lavouras, ademais todas essas quatro espécies têm gerado prejuízos econômicos nas culturas agrícolas como soja, milho, citros, café e em outras culturas cultivadas (Kissmann, 1997; Rocha et al., 2000). Como diferenças podemos citar o caule e folhas pouco pilosos de *C. diffusa* (Figura 1.4), folhas elíptica-estreitas, com as pétalas da corola todas expandidas, filetes translúcidos e pólen amarelo. Além disso, o comprimento da folha é em média de 3,2 cm, com média de 3,9 flores por inflorescência.



Figura 1.4. *Commelina diffusa*. Fontes: Plataformas southeasternflora; weedid.cals; gobotany; nativeplanttrust.

C. erecta (Figura 1.5) é representada pela estrutura em si mais ereta, filetes translúcidos, caule e folha pouco pilosa, folha peciolada, aurícula no limbo, corola com uma pétala atrofiada e duas expandidas, pólen branco. O comprimento médio da folha é de 6,2 cm, com o comprimento da sépala maior que 0,4 cm e com largura média de 1,2 cm da pétala. Por fim, *C. villosa* apresenta caule e folha extremamente pilosas, estas inseridas de forma sésil e oblonga-estreitas, sem aurículas no limbo, e seu pólen é amarelo. O comprimento da sua folha é de 8 cm e dá mais de oito flores por inflorescência.



Figura 1.5. *Commelina erecta*. Fontes: Pellegrini (2014); Aona (2016).

1.5 Ecofisiologia e biologia

A ecofisiologia da planta trata do comportamento vital da mesma, representando os hábitos de vida em correspondência com o

ambiente envolvendo todo o sistema, desde as propriedades edafoclimáticas, para as químicas, físicas e biológicas do solo. Englobando também os quesitos agrometeorológicos da atmosfera (Dias, 2013) .

A trapoeraba pode se adaptar a locais com sombra e mudanças climáticas, envolvendo até sua habilidade de produção de sementes aéreas e subterrâneas – estas últimas sendo apomíticas, constituindo assim clones da planta-mãe. Trapoerabas também enraízam com facilidade através das estruturas localizadas nos nós, os quais podem originar novas plantas se fragmentados pela ação de implementos para preparo de solo, por exemplo devido a sua tolerância a dessecação atribuída, por sua vez, à suculência das hastes (Maheshwari & Maheshwar, 1955). Assim, sua propagação se dá tanto pelas sementes aéreas quanto pelas sementes subterrâneas, de forma rizomatosa pelas rupturas do seu caule, devido ao elevado conteúdo de água e armazenamento de energia.

As trapoerabas possuem mecanismo de assimilação de carbono do tipo C3, havendo uma estreita relação entre a temperatura no mesófilo foliar – onde se encontram as enzimas rubisco – e a eficiência fotossintética, no sentido de que temperaturas elevadas favorecem a ocorrência de fotorrespiração. Apesar disso, a trapoeraba constitui espécie de planta daninha bastante prejudicial às lavouras, sendo que controle é dificultado pela sua tolerância ao herbicida glyphosate ou glifosato (nome IUPAC: N-(phosphonomethyl)glycine). Ao longo desta obra, ambas as denominações glyphosate quanto glifosato serão utilizadas, de acordo com o desejo dos autores e autoras envolvidos no capítulo em questão.

O glifosato é o herbicida mais utilizado no mundo e o defensivo mais comercializado no Brasil. Tradicionalmente correlacionado a um bom

custo-benefício e ao seu amplo uso em culturas transgênicas RR (Roundup Ready®), moléculas de glifosato atuam através da inibição da enzima EPSPS, 5-enol-piruvil-shikimato-3-fosfato sintase, responsável pela fase da síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano (Kruse et al., 2000; Trezzi et al., 2011). Aminoácidos são os blocos de construção de proteínas, e os aromáticos são fatores essenciais para a composição fenólica e também a ação na composição estrutural da planta como a lignina.

Tolerância e resistência são dois termos com conceitos diferentes e que devem ser elucidados por conveniência. Tolerância é a capacidade inata da espécie de sobreviver e se reproduzir após a exposição ao herbicida, mesmo que venha a sofrer algum tipo de injúria, enquanto a resistência é a ocorrência natural da capacidade adquirida de biótipos de uma espécie sobreviverem e se reproduzirem após o tratamento herbicida, o qual normalmente controlaria outros indivíduos da espécie. A falta da prática de rotação de mecanismos de ação em uma mesma área induz a seleção de indivíduos que se sobressaem aos herbicidas utilizados, fazendo com que haja seu predomínio e maior dificuldade de controle. (Oliveira Jr & Inoue, 2011; Christoffoleti et al., 2008). Aplicações frequentes e recorrentes de glifosato ao longo das safras aliadas à um sistema com baixa adoção de outros mecanismos de ação herbicida têm ocasionado a seleção de populações de plantas daninhas resistentes a este. Contudo, espécies de trapoeraba não são classificadas como resistentes e sim tolerantes ao glifosato, algo que ocorre de forma inata na grande maioria de indivíduos da espécie. Isso diferi de um processo de seleção no qual, inicialmente, indivíduos capazes de sobreviver a aplicação de determinado herbicida em dose cheia são raros e presentes em baixa frequência na população, como é o caso da resistência. No caso da espécie em questão, esta característica tem sido atribuída ao

metabolismo de moléculas do herbicida pelas plantas, e pela menor absorção destas, como será revisto adiante (Monquero et al., 2004).

O glifosato é de amplo espectro de ação e não-seletivo; a introdução das culturas geneticamente modificadas alavancou seu uso pelo custo e facilidade de utilização (Rodrigues & Almeida, 2011). A eficácia do glifosato para controle da trapoeraba é estritamente dependente do estágio fenológico das plantas da espécie. Nota-se, assim, que a aplicação mais tardia possível para controle eficiente se situa em torno de 60 dias após a emergência das plantas – variando, contudo, com as condições edafoclimáticas. Algumas espécies são capazes de metabolizar moléculas do glifosato, como na síntese do metabólito ácido aminometilfosfônico (AMPA), capacidade a qual pode se elevar conforme o crescimento e desenvolvimento das plantas. Além da sua translocação até os meristemas sendo mais lenta - facilitando a diluição da molécula na massa da planta, e da presença de bainha membranácea que envolve todo o caule dificulta a entrada de herbicidas em suas gemas laterais (Christoffoleti et al., 2005; Ribeiro, 2008).

Em um agroecossistema tem-se a importância de todas as espécies, cada uma com sua função e nicho ecológico. As plantas daninhas também podem ocasionar alterações em sistemas florestais. Por exemplo, no caso do eucalipto, a infestação pode ser severa principalmente no início do desenvolvimento de plantas da cultura – i.e. entre o transplante e um ano após este, caracterizando-se como a fase mais crítica do cultivo, durante a qual a mato-interferência resulta em severos danos à produtividade futura (Costa, 2004).

Deve-se notar, no entanto, que as flores da trapoeraba também pode atrair polinizadores para determinada cultura, consequentemente melhorando a taxa de polinização e os rendimentos agrícolas, em

alguns casos. Contudo, a trapoeraba se comporta também como abrigo para insetos, podendo ocorrer de forma maléfica ou benéfica, visto que esse efeito pode servir como ponte verde e hospedar insetos-praga durante a entressafra. Um dos casos citados na literatura relaciona-se a sua grande capacidade em hospedar o complexo de percevejos durante a entressafra (Oliveira, 2020), apresentando também a questão de poder hospedar joaninhas e alguns inimigos naturais (como predadores e vespas parasitoides) para o combate de pragas, criando assim nessa situação um equilíbrio ecológico.

Em vista do apresentado nesta seção, a trapoeraba destaca-se como uma ameaça para as lavouras pelo seu complexo desenvolvimento, diversidade reprodutiva e tolerância ao principal herbicida utilizado no mundo tendo, porém, a possibilidade também da atração de polinizadores e relação com alguns inimigos naturais, como supracitado. Assim, deve-se conhecer a trapoeraba e saber como manuseá-la para o melhor manejo envolvendo a ecofisiologia e a eficiência dos métodos, como será comentado posteriormente neste capítulo.

1.6 Interferência de *C. benghalensis* sobre plantas cultivadas

A trapoeraba como planta daninha nas áreas agrícolas existentes é há tempos um notável empecilho aos aspectos econômicos de produção, visto que acomete prejuízos de diversos modos, sejam eles diretos, pela concomitância de sua existência com a cultura numa mesma área cujos recursos são limitados, ou indiretos, ao hospedar pragas e

patógenos nocivos às plantas cultivadas (Souza et al., 2004), conforme já citado na seção anterior.

Os principais prejuízos econômicos residem no fato de sua persistência em regiões de cultivo, expressiva competitividade com a cultura e sua dificuldade de controle, tendo como característica marcante a tolerância ao herbicida glifosato (Culpepper et al., 2004; Lacerda & Victoria Filho, 2004; Monquero et al., 2005; March, 2013). Holm (1977) e Souza et al. (2004) categorizam *C. benghalensis* como uma das piores plantas daninhas existentes, estando presente em 25 culturas em 29 países quando da publicação dos trabalhos – dados mais recentes sobre a disseminação da espécie foram apresentados na seção 1.2. Oliveira et al. (2021) listaram a espécie entre as cinco plantas daninhas mais problemáticas nos sistemas de cultivo do país, já Culpepper et al. (2004) citaram tal espécie como a mais problemática planta infestante das lavouras de algodoeiro na Geórgia, Estados Unidos.

Existem registros da ocorrência de *C. benghalensis* em todas as unidades federativas do país (AONA, 2025). Castro et al. (2021) efetuaram pesquisas sobre a fitossociologia de plantas daninhas em três diferentes sistemas de cultivo nas regiões do Chapadões e os resultados obtidos apontaram a espécie entre as monocotiledôneas com os mais altos índices fitossociológicos. Correia et al. (2021) identificaram e quantificaram por meio de levantamentos fitossociológicos as plantas daninhas presentes em duas áreas de milho primeira safra, sendo uma área o milho consorciado com BRS Zuri (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs, sinônimo *Panicum maximum* Jacq.) e a outra, milho não-consorciado (i.e. solteiro ou como monocultura). Em ambas as áreas, houve amostragens de 12 pontos, onde a espécie *C. benghalensis* se fez presente em 75% deles. Para o milho consorciado, a espécie apresentou os maiores índices de importância dentre as 11 avaliadas.

Karam et al. (2014) realizaram levantamentos de plantas daninhas em regiões produtoras de milho e soja nos Estados de Goiás e Minas Gerais, amostrando ao todo 917 pontos entre ambos. Segundo os dados, *C. benghalensis* apresentou a segunda maior incidência no estado de Goiás à época, devendo ser considerada no manejo de plantas infestantes nestas determinadas áreas de produção.

Webster et al. (2005) avaliaram diferentes períodos de convivência de *C. benghalensis* com a cultura do algodoeiro cv. DeltaPine 555 - semeado nas safras de 2003 e 2004, e cv. DeltaPine 424, de ciclo mais precoce, semeado somente na safra 2004. No algodão semeado em 2003, a cultura com oito ou mais semanas de competição com a trapoeira apresentou redução de até 45% de produtividade. As seis primeiras semanas livres da interferência da infestante apresentaram perdas menores de 10%. Perdas de produtividade menores que 5% foram observadas quando houve controle de *C. benghalensis* da terceira até a sexta semana após a semeadura, ou seja, período em que a cultura permaneceu isenta de competição com a planta daninha. No ano de 2004, a maior perda produtiva ocasionada pela trapoeira ocorreu para o algodoeiro semeado em junho, o qual apresentou valores entre 40 e 60% nos tratamentos que a cultura competia com a planta daninha, além de marcantes seis semanas de controle (período entre 2 e 8 semanas após a semeadura) necessários para que se evitasse perdas maiores que 5%.

Costa et al. (2021) realizaram experimentos com *Eucalyptus grandis* em crescimento inicial sob interferência de *C. benghalensis* em diferentes densidades nos períodos de inverno e verão. Para ambas as épocas, a partir de 4 plantas de trapoeira/m² houve redução de 49,3% da massa seca da parte aérea das plantas de eucalipto, diferindo-se ainda das densidades de 28 plantas/m² ou mais, com uma média de redução de 71,4%. Ainda, na época de verão, a infestante

demonstrou maior agressividade de competição, destacando a necessidade de adequação das ferramentas de manejo de acordo com a época de cultivo.

Mehrotra & Singh (1973) demonstraram que houve um atraso de uma a duas semanas na produção de flores e redução de nódulos de plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em convivência com diferentes densidades de plantas de *C. benghalensis*. Na Índia, a cultura do amendoim livre da presença da infestante em questão apresentou uma produtividade 27% maior.

Estudos clássicos conduzidos por Palmer (1972) na região do Texas, Estados Unidos, mostraram que o preço do arroz comercializado foi reduzido quando contaminado com a presença de 20 sementes de *C. benghalensis* por quilograma colhido. Souza et al. (2004) apontam a classificação da trapoeraba como espécie de importância quarentenária por diferentes países importadores de sementes de forrageiras, em que lotes contaminados com sementes da espécie são interceptados e impedidos de serem comercializados.

Por fim, Dias et al. (2005) conduziram uma pesquisa que avaliou o período de interferência de *C. benghalensis* sobre o crescimento inicial de mudas de *Coffea arabica* nas condições de inverno e verão. No cenário de inverno, a densidade de 12 plantas de trapoeraba/m² reduziu o número de folhas (-18,9%), área foliar (-53,4 %) e a matéria seca do caule (-44,8%) e folhas (-51,1%) do cafeeiro em valores estatisticamente significativos, quando comparados com o cafeeiro livre das infestantes, totalizando um PCPI (Período Crítico de Prevenção à Interferência - intervalo de tempo em que a cultura deve permanecer livre da presença de uma determinada planta daninha para que não haja redução significativa de sua produtividade (Pitelli & Durigan, 1984)) de 73 dias, ou seja, dos 15 aos 88 dias após o plantio

das mudas. Sob condições de verão, na densidade de 8 plantas/m² de *C. benghalensis*, houve reduções de 56% da área foliar e de 59% da matéria seca de folhas da cultura em relação ao tratamento-controle, apresentando um PCPI de 17 dias, período entre 21 e 38 dias após o plantio das mudas.

1.7 Ferramentas de manejo para *C. benghalensis*

Existem diferentes métodos de controle de plantas daninhas, contudo, não serão explorados nesta seção, com exceção do controle químico. O controle químico de plantas daninhas se diz respeito ao uso de produtos químicos denominados de herbicidas, que interferem nas atividades bioquímicas e fisiológicas da planta, com o potencial de matá-las ou prejudicar seu crescimento e desenvolvimento (Oliveira Júnior et al., 2011). Tal prática iniciou-se ainda no século passado e inegavelmente é recurso fundamental no manejo integrado de plantas daninhas.

Apesar da trapoeraba ser classificada como uma liliopsida (monocotiledônea, chamadas comumente de folhas estreitas ou folhas finas) com nervuras paralelas em suas folhas, o efeito esperado de herbicidas sobre esta se assemelha mais a espécies dicotiledôneas (chamadas comumente de folhas largas). O glifosato é o herbicida mais utilizado no mundo para o controle de plantas infestantes, não apenas em áreas agrícolas. Sua exímia capacidade de translocação nas plantas, alta eficácia, amplo espectro de controle, baixo custo relativo e a existência de culturas geneticamente modificadas resistentes à molécula (RR - RoundUp Ready Technology®) são algumas das principais características que sustentam a primeira sentença do parágrafo (Baylis, 2000; Duke & Powles, 2008). Segundo Duke &

Powles (2008), cerca de 90% de todas as culturas transgênicas cultivadas no mundo eram tolerantes ao herbicida glifosato à época. Com a expressiva participação das culturas RR no mercado, a dinâmica do controle químico das plantas daninhas se alterou substancialmente (Gazziero, 2006).

Sucessivas aplicações de glifosato na ausência da utilização de herbicidas de outros mecanismos de ação ao longo do tempo, em uma mesma área e com baixa adoção de ferramentas de manejo integrado, podem selecionar populações resistentes em uma espécie suscetível a este princípio ativo, ao mesmo tempo em que espécies tolerantes são também favorecidas pela repetição do ativo; o último caso sendo característico de plantas da espécie *C. benghalensis*, tornando-a dominante na comunidade infestante (Monquero & Christoffoleti, 2003; Marchi, 2013). Procópio et al. (2007) notaram a seleção de *C. benghalensis* em áreas do Cerrado com histórico de aplicações consecutivas do herbicida glifosato, assim como Santos et al. (2001), que relataram aumento de populações de *C. benghalensis* e *C. diffusa* em áreas de uso contínuo de glifosato devido à tolerância inata dessas espécies ao herbicida.

A habilidade inata de *C. benghalensis* em tolerar aplicações de glifosato – principalmente em estágios de maior desenvolvimento, como plantas adultas em florescimento, foi demonstrada por Lacerda & Victoria Filho (2004). Os autores analisaram os níveis basais de sensibilidade ao glifosato através do estudo das curvas de dose-resposta obtidas em *Bidens pilosa* L. (picão-preto), *Tridax procumbens* L. (erva-de-touro), *Digitaria insularis* (L.) Fedde (capim-amargoso), *Borreria latifolia* (Aubl.) K.Schum. (sinônimo *Spermacoce latifolia* Aubl.; erva-quente), *Ipomoea triloba* L. (sinônimo *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donnell; corda-de-viola) e *C. benghalensis* nas doses de 0; 11,3; 22,5; 45; 90; 180; 360; 720 e 1.440 g ha⁻¹ de equivalente ácido de

glyphosate, e constataram que *C. benghalensis* foi a espécie na qual o herbicida teve a menor eficácia de controle dentre as espécies estudadas (Figura 1.6).

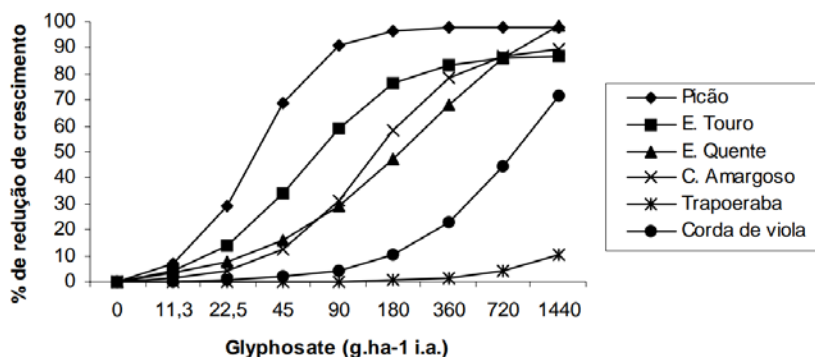


Figura 1.6. Curvas de dose-resposta nas espécies *I. triloba* (corda-de-viola), *B. pilosa* (picão-preto), *T. procumbens* (erva-de-touro), *B. latifolia* (erva-quente), *C. benghalensis* (trapoeraba) e *D. insularis* (capim-amargoso) tratadas com glyphosate nas doses 0,0; 11,3; 22,5; 45; 90; 180; 360; 720 e 1.440 g e.a. ha⁻¹. Fonte: Lacerda e Filho (2004).

O resultado demonstra elevada variação nas doses RC₅₀ (quantidade do herbicida necessária para inibição do crescimento de espécie-alvo em 50%) das espécies avaliadas, com valores de 31,86; 58,40; 128,50; 250,44; 615,49; e >1.440,00 g.ha⁻¹ e.a. de glifosato, respectivamente. A relação entre o maior e o menor valor de RC₅₀ foi de >359,56 vezes (Tabela 1.3), possibilitando uma noção clara dos valores extremos observados entre essas espécies.

Tabela 1.3. Classificação das espécies de plantas daninhas sensíveis ao glifosato pelo parâmetro RC_{50} ajustado pela curva de dose-resposta, e relação do RC_{50} das espécies mais resistentes com a mais suscetível. Fonte: Adaptado de Lacerda e Victoria Filho (2004).

Espécies	RC_{50} ¹	Relação RC_{50}
<i>Bidens pilosa</i>	31,9	1
<i>Tridax procumbens</i>	58,4	1,8
<i>Digitaria insularis</i>	128,5	4,0
<i>Borreria latifolia</i>	250,4	7,9
<i>Ipomoea triloba</i>	615,4	19,3
<i>Commelina benghalensis</i>	>1.440,00	>359,6

¹ RC_{50} indica a quantidade, em g, de um herbicida necessária para inibição do crescimento de espécie-alvo em 50%.

Como já citado ao longo deste capítulo, *C. benghalensis* é tolerante ao glifosato, logo, plantas desta espécie serão mais exigentes em serem controladas independente da região que estiverem infestando. Portanto, estão aptas a serem selecionadas e se difundirem em regiões com histórico extenso de uso do glifosato, o que se tentou evidenciar nas referências supracitadas. Não existem casos de resistência registrados para esta espécie, havendo apenas um caso de resistência documentado do gênero *Commelina*, sendo esta resistência ao 2,4-D (herbicida mimetizador de auxina) em *C. diffusa*, em canaviais localizados no Havaí (Estados Unidos) no ano de 1957, um dos primeiros da história da ciência de plantas daninhas (HEAP, 2025).

Ateh & Harvey (1999) atestam a dificuldade que algumas espécies apresentam para serem controladas com o herbicida glifosato em

cultivares de soja RR, exigindo maiores doses, aplicações sequenciais ou associações com outros ingredientes ativos. São evidentes as características da trapoeraba que a inserem neste cenário, como apontam estudos feitos por Correia et al. (2008), em que associações de glifosato com clorimurrom-etílico, flumioxazina, fomesafem, imazetapir e lactofem, assim como aplicações sequenciais de glifosato, não admitiram eficácia no controle de *C. benghalensis*. Similarmente, Marchi et al. (2013) demonstraram ineficácia do controle de trapoeraba em soja RR em aplicação única de 960 g e.a. ha⁻¹ de glifosato e sua associação com subdoses de cloransulam-metílico (10 g ha⁻¹) e clorimurrom-etílico (2,5 g ha⁻¹).

Gazziero et al. (1999) avaliaram a eficiência e seletividade do herbicida glifosato em um cultivar de soja RR sob infestações de diferentes plantas daninhas, dentre elas *C. benghalensis*, com densidade média de 24 plantas/m² e estádios fenológicos variados conforme o tratamento. Foram sete aplicações únicas em doses crescentes do herbicida e duas doses diferentes de pulverização sequencial. Os resultados de controle somente se mostraram satisfatórios quando do uso de aplicações sequenciais. Além disso, *C. benghalensis* apresentou maior exigência no controle por glifosato comparado com as duas outras infestantes do experimento, *Euphorbia heterophylla* L. (amendoim-bravo ou leiteiro) e *Urochloa plantaginea* (Link) R.D.Webster (sin. *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.; capim-marmelada ou papuã).

Monquero et al. (2004) elucidaram as razões pelas quais as plantas da espécie *C. benghalensis* demonstram tolerância ao glifosato, sendo por sua absorção diferencial e a capacidade de metabolizar as moléculas do herbicida em compostos não-tóxicos à planta. Contudo, o estádio de desenvolvimento das plantas afeta diretamente a quantidade de ativo necessária para controle e o grau de tolerância ao

herbicida. Dias (2008) e Dias et al. (2013) demonstraram variação no controle de *C. benghalensis* por glifosato em diferentes estádios fenológicos, sendo o período de desenvolvimento inicial da planta mais suscetível ao controle, detalhe que deve ser levado em consideração nas oportunidades de manejo da planta daninha.

Em paralelo, são instigantes os resultados trazidos pelo experimento feito por Krolkowski et al. (2017), que consistia na avaliação da eficácia de sete herbicidas aplicados em diferentes estádios fenológicos de plantas de COMBE. Para os herbicidas atrazina (2500 g i.a. ha⁻¹), carfentrazone (20 g i.a. ha⁻¹), MSMA (2370 g i.a. ha⁻¹) e paraquate (400 g i.a. ha⁻¹ - ativo com uso atualmente banido no país), houve interação significativa entre controle e os diferentes estádios, em que as plantas mais jovens foram completamente controladas, o que não pôde ser observado para os herbicidas flumioxazina (25 g i.a. ha⁻¹), nicossulfurom (40 g i.a. ha⁻¹) e glifosato (1920 g e.a. ha⁻¹), no qual houve baixa eficácia de controle em todos os diferentes estádios fenológicos estudados.

Somando-se a tais problemas aqui apresentados da presença da trapoeraba nas áreas agrícolas, existem evidências de plantas de *C. benghalensis* serem hospedeiras do fungo *Piricularia grisea*, do vírus do mosaico do pepino e roseta do amendoim, além dos nematoides *Meloydogyne incognita* e *Pratylenchus pratensis* (Brandão et al. apud Oliveira Jr & Inoue, 2011). Ainda, Alencar et al. (2022) avaliaram o possível efeito alelopático do extrato aquoso de duas plantas daninhas, uma delas *C. benghalensis*, em diferentes concentrações sobre a germinação de sementes de tomateiro. Os resultados indicaram interferência alelopática das soluções, as quais influenciaram negativamente a germinação das sementes da cultura. Em vista de todas as informações que dizem respeito às diferentes interações de plantas de COMBE no contexto agrícola e seu potencial

maléfico para com as plantas cultivadas, é mais do que evidente a necessidade de maiores conhecimentos acerca de como controlá-las quando necessário.

A Tabela 1.4 lista publicações nas quais há a demonstração de resultados conclusivos sobre o controle efetivo de trapoeraba (*C. benghalensis*) em diferentes cenários, dados os autores e seu respectivo ano de publicação. Uma análise conjunta desses resultados revela alguns possíveis caminhos a serem seguidos visando melhorias no controle químico da espécie. De forma evidente, o controle se baseia em significativa parte no uso de herbicidas mimetizadores de auxina, como o 2,4-D, ainda mais ao serem associados com o glifosato, mesmo que foi apresentada sua tolerância pela espécie. Do compilado de informações, é visto que o glifosato ainda é um recurso importante, seja no auxílio que proporciona nas associações com outros herbicidas, seja por si, quando nas aplicações sequenciais e/ou em estádios fenológicos mais iniciais da planta. É notável o uso de herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox ou PPO), como a carfentrazona, isolado ou em mistura a outros ativos, como o glifosato, propriamente. Também se vê o uso de herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS ou AHAS), como o clorimurom-etílico, associados ao herbicida glifosato.

Tabela 1.4. Compilação de trabalhos disponíveis na literatura abordando a espécie *C. benghalensis*, e principais conclusões. A análise destes trabalhos corrobora a importância de um programa de manejo que empregue herbicidas de diferentes mecanismos de ação.

Artigo	Principais conclusões	Autores	Ano de publicação
--------	-----------------------	---------	-------------------

Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de <i>Commelina benghalensis</i> com herbicidas aplicados isolados e em misturas	Clorimurom, lactofem, fomesafem, flumioxazina, imazetapir e misturas de PROTOX e ALS, PROTOX e glifosato e ALS e PROTOX foram eficientes no controle da espécie	Correia, N. M; Durigan, J. C; e Leite, G. J.	2008
Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de <i>Ipomoea</i> spp. e <i>Commelina benghalensis</i> na cultura da cana-de-açúcar	Em curva dose-resposta de carfentrazone, <i>C. benghalensis</i> é controlada a partir da dose de 5 g/ha.	Christoffoleti et al.	2006
Controle de <i>Commelina benghalensis</i> , <i>C. erecta</i> e <i>Tripogandra diuretica</i> na cultura do café	Atrazina + s-metolaclo, 2,4-D + picloram, diurom, metribuzim, glifosato e acetocloro foram eficientes no controle de <i>C. benghalensis</i>	Oliveira, A.R; Freitas, S.P; Vieira, H.D.	2009
Eficiência do 2,4-D aplicado isoladamente e em	Em <i>C. benghalensis</i> , 2,4-D proporcionou controle excelente	Santos et al.	2002

mistura com glifosato (>91%) aos 33 DAT (dias após tratamento) a partir de 167,5 g/ha na presença de glifosato e a partir de 335 g/ha na ausência de glifosato

Misturas em tanque com glifosato para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR®

Misturas em tanque de glifosato com chlorimuron-ethyl, cloransulam-methyl, lactofen e imazethapyr favoreceram o controle de espécies de plantas daninhas tolerantes ao glifosato como *C. benghalensis*

Maciel et al. 2011

Efeitos dos herbicidas diclosulam e flumetsulam, na redução das doses de 2,4-D, no controle de plantas daninhas em semeadura direta da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

Excelente controle de *Commelina benghalensis* nas associações de diclosulam e/ou flumetsulam com glifosato 720g i.a./ha + 2,4-D amina 670g e.a./ha. Moderado controle quando diminuição da dose de 2,4-D

Vicente, D. 1999
Fogaça
Júnior, M. S.

amina para 335g
e.a./ha.
Inexpressivo
controle quando
não adicionado 2,4-
D

Efficacy of florpyrauxifen-benzyl and other herbicides in the control of <i>Commelina benghalensis</i>	Florpirauxifeno- benzílico associado com glifosato controlou eficientemente <i>C. benghalensis</i> no manejo da entressafra antes da semeadura da soja	Zambrini et al.	2025
Combinação de diclosulam e glifosato + 2,4-d-amina na dessecação de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato	Dessecação pré- plantio da soja RR foi mais eficiente ao controle de <i>C. benghalensis</i> quando associados os herbicidas glifosato e 2,4-D. Somando-se efeito residual, o melhor tratamento foi quando associado diclosulam junto à dessecação pré- plantio	Bueno et al.	2006

Carfentrazone-ethyl, isolado e associado a duas formulações de glifosato no controle de duas espécies de trapoeraba	As diferentes formulações de glifosato demonstraram baixa eficiência no controle de <i>C. benghalensis</i> e <i>C. diffusa</i> , porém, com a associação de carfentrazone, houve uma melhora substancial	Ronchi et al.	2002
Eficácia dos herbicidas sulfentrazone, carfentrazone e flumioxazina associados ao glifosato para controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro	Glifosato associado ao sulfentrazone, carfentrazone e/ou flumioxazina demonstraram eficiência no controle de <i>C. benghalensis</i> em aplicações dirigidas nas entrelinhas da cultura do cafeeiro, sendo a associação com sulfentrazone a de efeito mais prolongado	Alves & Guimarães	2002

1.8 Conclusões

C. benghalensis (trapoeraba) é uma das principais espécies infestantes no Brasil e no mundo, e apresenta desafios crescentes para seu correto manejo em cultivos agrícolas, com ampla disseminação a qual é explicado por características de sua biologia e dificuldade inerente de controle com uso de glifosato. As estratégias de controle desta espécie devem ser proativas, dificultando seu crescimento na entressafra e adição de novas sementes ao banco de diásporos no solo. Precisam ainda incorporar o uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação além de uma atenção maior ao estágio de desenvolvimento das plantas, como demonstrado em muitos trabalhos existentes na literatura.

Referências

ALENCAR, Daniele Galvão; SOUSA, Ana Paula Martins de; LOPES, Robson Willian Nunes; FONTES, Larissa de Oliveira; COSTA FILHO, José Hamilton da. EFEITO ALELOPÁTICO DE *Senna obtusifolia* E *Commelina benghalensis* L. SOBRE A GERMINAÇÃO E CARACTERES MORFOLÓGICOS DE RAIZ E CAULE DE PLÂNTULAS DE TOMATEIRO. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.19 n.39; p. 124, 2022. Publicado em: 30/03/2022 DOI: 10.18677/EnciBio_2022A50.

ALVES, L.W.R. & GUIMARÃES, R.C., Eficácia dos herbicidas sulfentrazone, carfentrazone e flumioxazina associados ao glyphosate para controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro. In: Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 471.

AONA, L.Y.S.; Amaral, M.C.E. Commelina in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB16910>. Acesso em: 24 ago. 2025.

ATEH, C. A.; HARVEY, R. G. Annual weed control by glyphosate in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). Weed Technology, Champaign, v.13, n.2, p.394-398, 1999.

BARRETO, R.C. 2005. Commelinaceae In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S., Martins, S.E., Kirizawa, M., Giulietti, A.M. (eds.) Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 4, pp: 195-210.

BARROSO, Arthur Arrobas Martins... [et al.]. Plantas daninhas resistentes: biologia, identificação, ocorrência e controle. Curitiba: SENAR AR/PR, 2024.

BAYLIS AD. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. Pest Manag. Sci. (2000).

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J.P.; MASCARENHAS, M.H.T.; CUNHA, L.H.S. & GAVILANES, M.L., Plantas daninhas de controle problemático. Inf Agropec, 11:52-63, 1985.

BUENO, A.F.; CARVALHO, J.C.; NONINO, H.L.; CAMILLO, M.F. & GUIMARÃES, J.R., Combinação de diclosulam e glyphosate + 2,4-d-amina na dessecação de plantas daninhas em soja resistente ao glyphosate. In: Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 392

CARVALHO, Leonardo Bianco de. Plantas Daninhas. Editado pelo autor, Lages, SC, 2013.

CASTRO, M.A., et al. Crop management and its effects on weed occurrence. Bioscience Journal. 2021, 37, e37012. <https://doi.org/10.14393/BJ-v37n0a2021-48271>

CHRISTOFFOLETI, P.J., BORGES, A., NICOLAI, M., CARVALHO, S.J.P., LÓPEZ-OVEJERO, R.F. e MONQUERO, P.A. CARFENTRAZONE-ETHYL APLICADO EM PÓS-EMERGÊNCIA PARA O CONTROLE DE *Ipomea* spp. E *Commelina benghalensis* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2006.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-EVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; VARGAS, L.; CARVALHO, S. J. P.; CATANEO, A. C.; CARVALHO, J. C.; MOREIRA, M. S. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 3. ed. HRAC-BR: Piracicaba, 2008. 120 p.

CORREIA, N. M.; MARCHAO, R. L.; VILELA, L. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de milho com e sem consórcio com BRS Zuri. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1141833>.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. Bragantia, v. 67, n. 3, p. 663–671, 2008.

COSTA, A. G. F. et al. Interferência de *Commelina benghalensis* no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* no inverno e no verão. Ciência Florestal, v. 31, n. 2, p. 590–606, abr. 2021.

CULPEPPER AS, FLANDERS JT, YORK AC, WEBSTER TM. Tropical Spiderwort (*Commelina benghalensis*) Control in Glyphosate-Resistant

Cotton. Weed Technology. 2004;18(2):432-436. doi:10.1614/WT-03-175R.

DIAS, Ana Carolina Ribeiro. Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2008. 78 p.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Fenologia da trapoeraba como indicador para tolerância ao herbicida glyphosate. Planta Daninha, v. 31, n. 1, p. 185–191, jan. 2013.

DIAS, T. C. S.; ALVES, P. L. C. A.; LEMES, L. N. Períodos de interferência de *Commelina benghalensis* na cultura do café recém-plantada. Planta Daninha, v. 23, n. 3, p. 398–404, jul. 2005.

DUKE SO, POWLES SB. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. Pest Manag Sci. 2008 Apr;64(4):319-25. doi: 10.1002/ps.1518. PMID: 18273882.

FAO, 2025. Plant Production and Protection Division: Weeds. NSP - Weeds. 23 de agosto de 2025.

GAZZIERO D. L. P.; KIIHL R. A. S.; ALMEIDA L. A. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E SELETIVIDADE DO HERBICIDA GLYPHOSATE APLICADO NA CULTIVAR TRANSGÊNICA BR-16 RR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 1999.

GAZZIERO, D.L.P. et al. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. Planta Daninha, v.24, n.1, p.173-181, 2006.

HEAP, I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Friday, August 29, 2025 . Available www.weedscience.org

HOLM, L. G. et al. The world's worst weeds distribution and biology. Honolulu: University Press, 1977.

IPNI (2025). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. [Retrieved 25 August 2025].

KARAM, D.; SILVA, W. T. da; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P. Levantamento de plantas daninhas em regiões produtoras de milho e soja nos Estados de Goiás e Minas Gerais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1012132>.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. Tomo I.

KROLIKOWSKI, Valquiria; CARVALHO, Fernando Tadeu de; TEODORO, Paulo Eduardo. Morpho-physiological behavior of *Commelina benghalensis* in response to herbicides applied in post-emergency . Bioscience Journal, Uberlândia, MG, v. 33, n. 2, p. 268–275, 2017. DOI: 10.14393/BJ-v33n2-32845. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/32845>. Acesso em: 29 aug. 2025.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. R. Bras. Herbic., v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

LACERDA, A. L. DE S.; VICTORIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate(1). *Bragantia*, v. 63, n. 1, p. 73–79, 2004.

MACIEL, C. D. DE G. et al. Misturas em tanque com glyphosate para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR®. *Revista Ceres*, v. 58, n. 1, p. 35–42, fev. 2011.

MAHESHWARI, P.; MAHESHWARI, J. K. Floral dimorphism in *Commelina forskalaei* Vahl and *C. benghalensis* L. *Phytomorphology*, v. 5, n. 4, p. 413-422, 1955.

MARCHI, Sidnei Roberto de; BOGORNÍ, Daniel; BIAZZI, Leandro; BELLÉ, José Ricardo. Associações entre glifosato e herbicidas pós-emergentes para o controle de trapoeraba em soja RR®. *Rev. Bras. Herb.*, v.12, n.1, p.23-30, jan./abr. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v12i1.173>.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. Livro Vermelho Da Flora do Brasil. CNCFLOA: Brasil, 2013.

MEHROTRA, O.N., SINGH, I., 1973. Chemical control of weeds in groundnut. *Allahabad Farmer*, 47(1):51-54.

MONQUERO, P. A. et al. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. *Planta Daninha*, v. 22, n. 3, p. 445–451, jul. 2004.

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

OERKE EC. 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144:31–43.

OLIVEIRA, E.; FIALHO, R. C. Avaliação de percevejo barriga-verde e marrom na cultura do trigo. Repositório UPC Paraná. Pitanga-Paraná. p. 4-13, 2020. Disponível em: Vista do AVALIAÇÃO DE PERCEVEJO BARRIGA-VERDE E MARROM NA CULTURA DO TRIGO. Acesso em: 29 de ago de 2025.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, 2011.

OLIVEIRA, M. C.; LENCINA, A.; ULGUIM, A. R.; WERLE, R. Assessment of crop and weed management strategies prior to introduction of auxin-resistant crops in Brazil. Weed Science. 2021. DOI: 10.1017/wet.2020.96.

PALMER, R.D., 1972. Dayflower and spangle top survey in the Texas rice belt. In: Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Southern Weed Science Society. 473-477.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: SBHED, 1984.

PROCÓPIO SO, MENEZES CCE, BETTA L & BETTA M (2007) Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready®. Planta Daninha, 25:365-373.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS D. Ocorrência de *Commelina villosa* como planta daninha em áreas agrícolas no Estado do Paraná-PR, Brasil. Planta Daninha, v. 18, n. 2, p. 161-167, 2000.

RONCHI, C.P.; A., S.A.; FERREIRA, L.R.; MIRANDA, G.V. & Terra, A.A., Carfentrazone-ethyl, isolado e associado a duas formulações de

glyphosate no controle de duas espécies de trapoeraba. *Planta Daninha*, 20:103-113, 2002.

SANTOS, I. C. et al.. Eficiência do 2,4-D aplicado isoladamente e em mistura com glyphosate no controle da trapoeraba. *Planta Daninha*, v. 20, n. 2, p. 299–309, ago. 2002.

SANTOS IC, SILVA AA, FERREIRA FA, MIRANDA GV & PINHEIRO RAN (2001) Eficiência do herbicida glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. *Planta Daninha*, 19:135-143.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. UFV: Viçosa, 2007.

SILVA, R. V. da et al. Caracterização morfológica de espécies de *Commelina* e de *Tradescantia* e uso de chave de identificação. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 37, e019183611, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/YnghJm98x73sgtfwP5BXmkv/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 24 ago. 2025.

SOUZA, Francisco H. Dübbern. ALVES, Elza. FUSHITA, Angela Terumi. Trapoeraba: problema para produção e comercialização de sementes de capim. Comunicado técnico 48 EMBRAPA ISSN 1517-1116 São Carlos, SP Fevereiro, 2004.

WEBSTER, T.M., CULPEPPER, A.S., FLANDERS, J.T., GREY, T.L. Planting date affects critical tropical spiderwort (*Commelina benghalensis*)-free interval in cotton [abstract]. In: Proceedings of the 2005 Beltwide Cotton Conferences, January 4-7, 2005, New Orleans, Louisiana, p. 2842-2843.

ZAMBRINI, C. I. et al.. Efficacy of florpiauxifen-benzyl and other herbicides in the control of *Commelina benghalensis* . *Revista Ceres*, v. 72, p. e72012, 2025.

Capítulo 2. *Commelina erecta* L. (Commelinaceae)

Kauê A. M. Moraes, Marco A. Capelletto, Thiago A. Santos

Resumo

C. erecta (trapoeraba) é uma espécie infestante que tem ganhado destaque em regiões tropicais e subtropicais, com crescente ocorrência em áreas agrícolas devido, em parte, à dificuldade para realização assertiva de controle químico através de aplicações do herbicida glifosato. Esse capítulo foi preparado objetivando-se reunir informações da biologia, manejo e controle químico desta espécie, visando facilitar o acesso a informações que possam auxiliar no controle desta planta daninha de crescente importância no Brasil. O controle em pré-emergência desta espécie ainda é pouco conhecido, no entanto alguns autores relatam que a utilização de imazaquin, uma molécula com ação fitotóxica que atua através da inibição da enzima acetolactato sintase (ALS ou AHAS), pode resultar em controle satisfatório (>80%). Já em pós-emergência o controle deve ser feito em plantas jovens, pois plantas adultas apresentam uma cera epicuticular mais espessa, a qual dificulta a absorção de herbicidas. Por fim, destaca-se a importância de novos estudos visando o manejo e controle de *C. erecta*, visto que se trata de uma planta daninha tolerante a glifosato e que está infestando cada vez mais áreas agrícolas.

Palavras-chave

Planta daninha • Trapoeraba • Herbicida

K. A. M. Moraes

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: kauwmonteiro@usp.br

M. A. Capelletto

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: marcocapelletto01@usp.br

T. A. Santos

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: thiagosac@usp.br

2.1 Introdução

Espécie popularmente conhecida como trapoeraba ou trapoeraba-azul, a *Commelina erecta* L. é uma planta daninha herbácea, pertencente à família botânica que deriva seu nome científico (Commelinaceae), sendo o complexo trapoeraba as plantas mais comuns e representativas desta família. Possuem alta umidade, impactando até na qualidade de grãos caso se façam presentes nas lavouras, aumentando a umidade do produto colhido (Costa et al., 2011).

Possuindo alto poder competitivo, densidades elevadas apresentam forte poder redutor produtivo. À exemplo, 58 plantas/m² reduziram em 15% a produtividade da soja, enquanto 230 plantas/m² reduzem esta em até 49% (Costa et al., 2011). Pode vir ainda a ser hospedeira de pragas como o percevejo-marrom (*Euchistus heros*) e de fitonematoides como o das galhas (gênero *Meloidogyne*), causando danos não apenas com competição (Costa et al., 2011).

A espécie vem se destacando no território nacional pela sua dificuldade de controle. Segundo Santos et al. (2001), espécies da família Commelinaceae como *C. benghalensis* e *C. diffusa* apresentaram tolerância ao glifosato em cafezais da Zona da Mata Mineira. Embora não se trate da mesma espécie, pelo alto grau de similaridade, a tolerância a este herbicida pode indicar uma característica deste importante gênero de plantas. Como alternativas de controle químico destacam-se os herbicidas mimetizadores da auxina (grupo 4 ou O), como o 2,4-D e o dicamba, sendo o último com maior potencial de controle de *C. erecta*, especialmente em estádios mais juvenis (Badia, 2019).

2.2 Biologia e fisiologia

Uma boa compreensão da biologia e da fisiologia detalhada de *C. erecta* é necessária para o desenvolvimento efetivo das formas estratégicas de manejo, já que a espécie possui determinadas características adaptativas que condicionam dificuldades de manejo em sistemas agrícolas.

Comparação entre as diferentes espécies de plantas daninhas no gênero *Commelina* já foi realizada no capítulo 1, e desta forma este capítulo abordará somente as principais diferenças morfológicas entre estas. *C. erecta* se diferencia de outras espécies do gênero por características florais e foliares. *C. benghalensis* possui folhas mais largas, pubescentes e evidentes nervuras secundárias, enquanto *C. erecta* apresenta folhas mais estreitas, glabras, com flores trimeras de cor azul-violácea, e **inflorescência ereta**, característica que deu origem ao nome da espécie (Rocha et al., 2007; Costa et al., 2011). Já *C. diffusa* possui hábito de crescimento mais rasteiro e nervuras menos destacadas nas folhas, com flores menores em relação à *C. erecta* (Rocha et al., 2007).

No aspecto fisiológico, *C. erecta* é uma planta com metabolismo C3, assimilando CO₂ inicialmente em molécula de 3 carbonos (Monqueiro et al., 2004). Este metabolismo indica plantas de ambientes com condições moderadas de temperatura e irradiância solar, embora a espécie possua alta plasticidade para se adaptar a diferentes condições ambientais, sendo esta adaptação um grande contribuinte para sua distribuição geográfica ampla no Brasil e na América do Sul (Vieira et al., 2007). Embora seja uma espécie C3, possui mecanismo eficientes de tolerância ao estresse hídrico, como redução da transpiração e alterações anatômicas, como diminuição de área foliar;

características que favorecem a sobrevivência em condições hidricamente desafiadoras (Webster et al., 2008).

Por ser uma espécie de difícil controle, o sucesso é alcançado quando as aplicações de herbicidas consideram o estágio fenológico das plantas, visto que seu desenvolvimento afeta atividades enzimáticas, absorção e translocação de herbicidas (Dias et al., 2013). A espécie também possui capacidade de rebrota após danos mecânicos, bastante similar às demais da família, característica que aumenta a resiliência dos indivíduos em caso de manejo convencional (Badia, 2019).

2.3 Problemas em áreas agrícolas e tolerância ao glifosato

C. erecta é uma planta daninha amplamente distribuída em regiões tropicais e temperadas. É uma espécie que tem ganhado cada vez mais destaque por infestar áreas agrícolas (Dilkin et al., 2022; Quintero-Pertuz et al., 2020,2021). Trata-se de uma planta daninha muito agressiva devido ao seu longo período reprodutivo e sua capacidade de se reproduzir tanto por rizoma quanto por sementes polimórficas (Panigo & Nisensohn, 2018).

Na Argentina, essa planta daninha tem ocorrido com frequência nos últimos anos, segundo REM - AAPRESID (2025), com elevação em torno de 30%. É de suma importância atentar-se à identificação e manejo desta espécie no campo, para isso torna-se imprescindível acompanhar o seu fluxo de emergência. Na Argentina, a emergência ocorre entre os meses de outubro e fevereiro (Figura 2.1).



Figura 2.1. Fluxo de emergência de *Commelina erecta* na Argentina. Fonte: Zavalla (2000; 2001).

A ocorrência de *C. erecta* tem aumentado nos últimos anos (Figura 2.2), sobretudo em áreas onde é constantemente utilizado glifosato, visto que se trata de uma espécie considerada tolerante a este ativo. Tolerância e resistência são termos distintos, no entanto, são comumente confundidos. A tolerância é uma característica natural da espécie, que devido a mecanismos fisiológicos que tornam a espécie menos sensível ao herbicida. A resistência, por outro lado, é uma característica adquirida e hereditária, resultante da pressão de seleção causada pelo uso contínuo de um herbicida, levando à sobrevivência e reprodução de indivíduos com mutações genéticas que os tornam insensíveis ao produto. Desta maneira, torna-se ainda difícil o manejo desta espécie, tornando esta uma competidora agressiva.

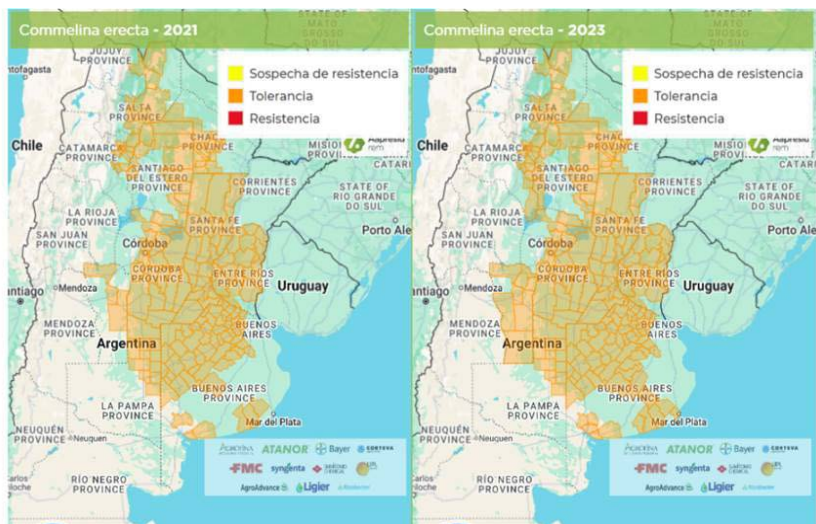


Figura 2.2. Ocorrência de *Comelina erecta* tolerante ao glifosato - anos 2021 (esquerda) e 2023. Fonte: REM - AAPRESID (2025).

Em relação à tolerância ao herbicida glifosato em *C. erecta*, dois fatores principais foram identificados: a presença de meristemas axilares basais não afetados pelo herbicida (Panigo et al., 2019) e a presença e tamanho dos rizomas (Panigo et al., 2012).

C. erecta apresenta ainda elevada variação na deposição de cera epicuticular entre seus estádios de desenvolvimento (Panigo et al., 2022). Uma vez que essa cera tem influência negativa significativa na absorção e penetração de herbicidas como glifosato por via foliar (Gaba et al., 2017; Schreiber 2010), a tolerância a este herbicida pode ser também atribuída a uma menor quantidade de herbicida atingindo seu sítio de ação, no caso a enzima EPSPs, cuja atividade é significativa nos meristemas.

As plantas daninhas podem competir diretamente ou indiretamente com culturas agrícolas e desta forma reduzir a produção das mesmas e elevar o custo de produção. A competição direta acontece quando as plantas daninhas disputam diretamente recursos limitados, como água, luz, nutrientes e CO₂, que são fatores de crescimento disponíveis no ambiente ou através da liberação de compostos aleloquímicos. A competição indireta acontece quando as plantas daninhas hospedam pragas, doenças e nematoides, e dificultam os tratos culturais e a colheita.

Em um estudo realizado na Argentina, Ustarroz & Raniero (2008) comprovaram redução de 45% no rendimento da soja quando a biomassa de *C. erecta* era de 348 kg ha⁻¹ de matéria seca. Vale ressaltar que o acúmulo de biomassa é um dos fatores determinantes que aumenta a capacidade competitiva de *C. erecta* (Nisensohn et al., 2011). A espécie também pode ser inóculo de agentes do gênero *Colletotrichum* (Pioli et al., 2003). Em suma, *C. erecta* é uma espécie de planta infestante a qual tem ganhado destaque nos últimos anos, afetando diversas culturas anuais e perenes, logo, torna-se de fundamental importância identificá-la e manejá-la para evitar prejuízos em áreas agrícolas.

2.4 Controle químico e manejo

C. erecta é uma espécie nativa das Américas, e sua ocorrência tem sido cada vez mais preocupante em lavouras. Essa espécie já se tornou problemática em diversas áreas da Argentina, especialmente nas estações primavera e verão (Panigo & Nisensohn, 2018). No Brasil, *C. erecta* é amplamente distribuída, com registro em praticamente todos os estados, sendo que o complexo de espécies em que esta se insere

representa grande importância ecológica e econômica na agricultura nacional (Albuquerque et al., 2025; Aona & Amaral, 2025).

Devido à sua tolerância inata ao herbicida glifosato, o manejo de *C. erecta* envolve maior grau de complexidade, requerendo maior conhecimento sobre a biologia da espécie, sobre o posicionamento e sobre as formulações de herbicidas, para que seja possível reduzir os danos causados por esta infestante às culturas de importância comercial de forma ecologicamente responsável (Panigo et al., 2022).

2.4.1 Controle químico em pré-emergência. Há escassos trabalhos na literatura relatando o controle de *C. erecta* em pré-emergência nas culturas. Arregui et al. (2006) estudaram herbicidas aplicados em pré e pós-emergência da soja. Na pré-emergência, foram utilizados imazaquin ($200 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), imazethapir ($100 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e metribuzin ($684 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), além de imazethapir e glifosato ($1.440 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) em pós-emergência (estádio fenológico V4) da soja, correspondendo a três trifólios totalmente expandidos. O imazaquin proporcionou controle de 84% de *C. erecta*, enquanto o glifosato atingiu um nível de controle de 73% para a espécie. Já os herbicidas imazethapir e metribuzin apresentaram controle de 66% e 73%, respectivamente.

Pretto & Ustarroz (2015) avaliaram a aplicação de paraquat ($500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) + diuron ($250 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) em pré-semeadura da soja, porém este tratamento não apresentou resultados expressivos na redução da massa de *C. erecta*. No mesmo estudo, os autores realizaram aplicação de glifosato ($1.800 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) em pós-emergência, com a soja em estágio V4, a qual resultou em significativa redução na biomassa da planta daninha. No entanto, nenhuma das aplicações avaliadas resultou em aumento de produtividade de grãos na cultura da soja.

2.4.2 Controle químico em pós-emergência. Panigo et al. (2012) aplicaram duas doses de glifosato (900 e 1.800 g e.a. ha⁻¹) em plantas com 6 a 7 folhas, sendo realizadas avaliações diárias até os 15 dias após a aplicação (DAA), além de coletas aos 30 e 45 DAA. A menor sensibilidade de *C. erecta* ao glifosato foi atribuída à formação de rizomas e produção de ramos, características presentes em plantas com mais de 5 folhas. As plantas apresentaram diferentes respostas à aplicação do herbicida. Observou-se que algumas utilizaram o amido disponível para a produção de frutos, contribuindo para a manutenção do banco de sementes em curto prazo, enquanto outras direcionaram esse recurso para a formação de galhos e folhas, o que favoreceu tanto a recuperação de amido quanto a germinação dos rizomas. Assim, o uso do glifosato nas doses avaliadas não foi efetivo no controle de plantas da espécie.

Em outro estudo, Panigo et al. (2022) utilizaram plantas com 5 a 8 folhas, sendo aplicado glifosato na dose de 1.800 g e.a. ha⁻¹. Foram mensuradas altura e número de folhas aos 7, 14 e 21 DAA, além da estimativa da área foliar aos 21 DAA. Duas formulações foram testadas: sal de diamônio e sal de isopropilamina. Apesar de ambas reduzirem área foliar, biomassa e teor de clorofila já no primeiro dia após a aplicação (1 DAA), os resultados demonstraram que não houve controle efetivo de *C. erecta*. Em plantas adultas, a presença de maior espessura de cera epicuticular, maior acúmulo de amido na base do caule e sua redistribuição eficiente são estratégias morfofisiológicas que conferem tolerância à espécie. Assim, destaca-se a elevada quantidade de cera nas folhas, espessura da cutícula e capacidade metabolizadora como características intrínsecas de *C. erecta*.

Ferreira et al. (2017) avaliaram o efeito da aplicação de dessecantes isolados e em misturas no controle de *C. benghalensis* e *C. erecta*. As aplicações foram realizadas em plantas com ramos de

aproximadamente 30 cm. As combinações de carfentrazone-etil + glufosinato de amônio (60 + 400 g ha⁻¹) e carfentrazone-etil + glifosato (60 g i.a. + 960 g e.a. ha⁻¹) promoveram as maiores reduções de biomassa aos 35 DAA, independentemente da espécie. Para os herbicidas isolados, observou-se que a dose teve maior influência do que a distribuição das gotículas na superfície foliar. No caso de *C. erecta*, os melhores controles foram observados com misturas contendo glufosinato de amônio (200 e 400 g i.a. ha⁻¹), carfentrazone-etil (30 e 60 g i.a. ha⁻¹) e glifosato (960 g e.a. ha⁻¹), apresentando média de 96,6% de controle. O estudo também avaliou o espalhamento das gotículas nas faces adaxial e abaxial das folhas. A melhor dispersão adaxial foi observada nos tratamentos com glufosinato de amônio, carfentrazone-etil + glufosinato de amônio e carfentrazone-etil + glifosato, com média 38,8% superior ao grupo controle e aos herbicidas isolados. Por outro lado, o espalhamento abaxial das gotículas foi 22,71% inferior nos tratamentos com glifosato isolado e no controle, resultado atribuído à quantidade e qualidade da cera epicuticular e à densidade de pelos foliares da espécie.

Vega et al. (2000) testaram a aplicação de diferentes herbicidas em pós-emergência na cultura da soja transgênica. As plantas de *C. erecta* estavam em média no estágio de seis folhas verdadeiras e 15 cm de altura no momento da aplicação. Os herbicidas glifosato (1.494 g e.a. ha⁻¹) e imazethapir (80 g i.a. ha⁻¹) foram os mais eficazes, promovendo redução da matéria seca superior a 95% e mortalidade de 100% e 66%, respectivamente. Tifensulfuron-metil (6 g i.a. ha⁻¹) e bentazon (480 g i.a. ha⁻¹), embora tenham reduzido a massa seca em mais de 70%, resultaram em apenas 17% de mortalidade das plantas.

Oliveira et al. (2009) investigaram a eficiência de diferentes herbicidas e misturas no controle de *C. erecta*, bem como a tolerância de plantas jovens de café (com cerca de 12 folhas definitivas). Os herbicidas

metribuzin, diuron e acetochlor demonstraram-se mais fitotóxicos à cultura do café em formação, afetando o diâmetro do caule e a estatura, com destaque para os efeitos de metribuzin e 2,4-D. A espécie *C. erecta* foi controlada pelos herbicidas diuron (2.400 g i.a. ha⁻¹), 2,4-D + picloram (480 g e.a. + 130 g i.a. ha⁻¹), atrazine + metolachlor (1.400 + 2.100 g i.a. ha⁻¹), glifosato (1.170 g e.a. ha⁻¹) e acetochlor (2.700 g i.a. ha⁻¹), todos aplicados em pós-emergência.

Conforme apresentado, alguns estudos evidenciam a eficácia do glifosato no controle de *C. erecta*, entretanto, uma parte da literatura demonstra resultados contrários. Fato é que essa espécie apresenta potencial intrínseco de tolerância a determinados herbicidas, devido às suas características morfoanatômicas e epidérmicas (Wahua & Peter, 2024). Além disso, os distintos resultados observados entre os estudos podem ser atribuídos às diferentes populações de *C. erecta* empregadas em cada ensaio e às condições de cultivo e estágio fenológico específicas de cada experimento. Assim, a recomendação para o manejo químico de *C. erecta* deve considerar o estágio de desenvolvimento da planta daninha, as condições ambientais, a cultura de interesse, a formulação e a tecnologia de aplicação do herbicida.

2.5 Conclusões

C. erecta (trapoeraba) tem se mostrado uma planta daninha agressiva que está infestando cada vez mais áreas agrícolas, levando problemas aos agricultores. É de suma importância entender e estudar esta espécie de trapoeraba cuja infestação cresce a cada ano em lavouras de grãos no Brasil, visando manejá-la de forma correta. Vale ressaltar que se trata de uma planta daninha considerada tolerante ao glifosato,

exigindo a utilização de outras moléculas para seu manejo assertivo. Sugere-se a realização constante de novos estudos para um melhor posicionamento de herbicidas pré e pós-emergentes para controle de *C. erecta*.

Referências

ALBUQUERQUE, I. M. C. D., MONTEIRO, F. K. D. S., & MELO, J. I. M. D. (2025). Flora of Paraíba, Brazil: Commelinaceae Mirb. Biota Neotropica, 25(1), e20241706.

AONA, L.Y.S.; AMARAL, M.C.E. Commelina in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB16912>>. consulta publica.uc.citacao.acesso.em20 mai. 2025

BADIA, A. V. Potencial de controle dos herbicidas 2,4-D e dicamba sobre espécies daninhas tolerantes na cultura da soja. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

COSTA, N. V. et al. Eficácia do glyphosate e 2,4-D no controle de espécies de trapoerabas (*Commelina* spp.). Bioscience Journal, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 718–728, 2011.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Fenologia da trapoeraba como indicador para tolerância ao herbicida glyphosate. Planta Daninha, v. 31, n. 1, p. 185–191, jan. 2013.

DILKIN, E. R. DA S. et al. Potencial de uso de plantas daninhas de áreas agrícolas e de pastagens do cerrado em Mato Grosso do Sul / Potential for use of weeds in agricultural areas and pastures of the cerrado in

Mato Grosso do Sul. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 4, p. 31534–31539, 27 abr. 2022.

FERREIRA, S. D., SALVALAGGIO, A. C., MORATELLI, G., VASCONCELOS, E. D., & COSTA, N. V. (2017). Commelina species control with desiccants alone and in mixtures. Planta Daninha, 35, e017165664.

GABA, S. et al. Response and effect traits of arable weeds in agroecosystems: a review of current knowledge. Weed Research, v. 57, n. 3, p. 123–147, 2017.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. Planta Daninha, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 445–451, 2004.

NISENSOHN, L. et al. Factores biológicos que determinan la competencia de Commelina erecta con otras malezas en sistemas de cultivo. Planta Daninha, v. 29, p. 97–106, mar. 2011.

OLIVEIRA, A. R., FREITAS, S. P., & VIEIRA, H. D. (2009). Controle de Commelina benghalensis, C. erecta e Tripogandra diuretica na cultura do café. Planta Daninha, 27, 823-830.

PANIGO, E.; NISENSOHN, L. Commelina erecta L. Em: Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo III: historia y biología. Buenos Aires: Universidad Nacional del Sur, 2018. p. 810.

PANIGO, E. S. et al. Glyphosate-induced structural variations in Commelina erecta L. (Commelinaceae). Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 76, n. 2, p. 135–142, fev. 2012.

PANIGO, E. S. et al. The role of bud bank in glyphosate tolerance of two herbaceous species. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, v. 54, n. 4, p. 553–565, 27 nov. 2019.

PANIGO, E. S. et al. Response of *Commelina erecta* L. to glyphosate formulations, and role of starch and waxes in glyphosate sensitivity. *Ecología austral*, v. 032, n. 03, dez. 2022.

PIOLI, R. N.; NISENSOHN, L.; LUQUE, A. First report of *Colletotrichum* associated to *Commelina erecta* L. *Biocell*, v. 27, n. 2, p. 255, 2003.

PRETTO, M., & USTARROZ, D. (2015). Manejo de *Commelina Erecta* L.(flor de Santa Lucía) en el cultivo de soja. Trabajo Final (Especialización en Producción de Cultivos Extensivos)--UNC- Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2015.

QUINTERO-PERTÚZ, I.; CARBONÓ-DELAHOZ, E.; JARMA-OROZCO, A. Weeds Associated with Banana Crops in Magdalena Department, Colombia. *Planta Daninha*, v. 38, p. e020217466, 10 fev. 2020.

QUINTERO-PERTUZ, I. et al. Fitosociología de malezas en plantaciones bananeras en el departamento del Magdalena, Colombia. *Caldasia*, v. 43, n. 1, p. 80–93, jun. 2021.

REM - AAPRESID. (2025). Red de conocimiento en malezas resistentes. Disponible en: <<https://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/mapa-malezas/>>. Accedido el: 04 sep. 2025.

ROCHA, D. C. et al. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada. *Planta Daninha, Viçosa*, v. 25, 2007.

ROCHA, D. C. et al. Efeito de herbicidas sobre quatro espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.). *Planta Daninha*, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 301–309, 2007.

SANTOS, I. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; MIRANDA, G. V.; PINHEIRO, R. A. N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. *Planta Daninha*, v. 19, n. 1, p. 135–143, 2001.

Ustarroz, D. y Rainero, H. Interferencia de *Commelina erecta* en el cultivo de soja (*Glycine max*). *Cartilla Digital N.º 3*, INTA- EEA Manfredi, 1851-7994, 2008.

VEGA, M. H., LEMIR, A. H., GARCÍA, A. E., PACE, R., & ACEÑOLAZA, M. (2000). Control de *Commelina erecta* L. con herbicidas postemergentes con el objetivo de su uso en cultivos de soja transgénica. *Planta Daninha*, 18, 51-56.

VIEIRA, V. C. et al. Variabilidade genética em acessos de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 74, n. 4, p. 315–320, out. 2007.

WAHUA, C., & PETER, R. B. (2024). Investigation of the Morpho-Anatomical and Epidermal Properties of *Commelina erecta* L. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 28(2), 419-423.

WEBSTER, T. M.; GREY, T. L. Growth and Reproduction of Benghal Dayflower (*Commelina benghalensis*) in Response to Drought Stress. *Weed Science*, 56, 561–566, 2008.

Capítulo 3. *Digitaria insularis* (L.) Fedde (Poaceae)

Sthefhanny Z. Bordignon, Thomas Von Uhlendorff, Rafael M. Pedroso

Resumo

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma das principais espécies infestantes no Brasil, com ampla disseminação ao longo do território nacional e apresentando grande capacidade competitiva e potencial de redução produtiva nos mais diferentes sistemas de produção. Este capítulo objetiva trazer luz à aspectos da biologia da espécie os quais justificam seu papel central como planta daninha, como seu ciclo de vida; tolerância a estresses; aspectos de seu desenvolvimento radicular e crescimento acelerado da parte aérea; sua elevada eficiência no uso da água – típica de espécies que assimilam carbono atmosférico através da via C4; sua elevada prolificidade, e sua capacidade de produção de propágulos vegetativos. Por fim, são também abordados aspectos relacionados à resistência a diferentes herbicidas comumente empregados para seu manejo, e formas de controle com diferentes ferramentas visando o correto controle de *D. insularis* em grandes culturas.

Palavras-chave

Capim-amargoso • Planta daninha • Rizoma • Gramínea • Soja

S. Z. Bordinon

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: stzbordinon@usp.br

T. Von Uhlendorff

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: thomasuhlendorff@gmail.com

R. M. Pedroso

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: rmpedroso@usp.br

3.1 Introdução

Digitaria insularis (L.) Fedde (capim-amargoso) é uma planta daninha de características infestantes abrangentes e agressivas, demandando manejo proativo a qual, quando presente em elevadas infestações, eleva drasticamente a complexidade do sistema de produção de grandes culturas como soja, milho, sorgo e algodão. Tal fato se deve, principalmente, ao uso obrigatório de herbicidas em diferentes mecanismos de ação, e a antecipação necessária em etapas essenciais do seu controle (como é o caso da dessecação em pré-semeadura), visando assim evitar sua rebrota em meio a plantas da cultura.

A importância do correto controle de plantas daninhas como *D. insularis* está atrelada aos impactos e a interferência que ocasionam sobre o correto crescimento e desenvolvimento das mais diversas culturas, entre anuais e perenes. Plantas daninhas, em geral, competem pelos recursos escassos e limitados do meio, os quais também são exigidos pela cultura durante todo seu desenvolvimento, sendo eles água, luz e nutrientes, dentre outros. Por conta disso, para que sua lavoura alcance o seu teto produtivo, é necessário que se entenda mais sobre o papel e funcionamento dessa planta daninha para que seja possível controlar sua população, ofertando as melhores condições de desenvolvimento a sua lavoura.

3.2 Taxonomia

Para máxima eficiência e retorno econômico – e visando garantir elevados tetos produtivos, o controle de plantas daninhas deve incluir análises que englobam todos os aspectos que ditam as características fisiológicas, botânicas, ecológicas e comportamentais das espécies

infestantes (Velini, 2007). Portanto, as características abordadas durante este capítulo devem ser analisadas como forma de se entender mais profundamente a participação de *D. insularis* dentro das dinâmicas agroecológicas dos ambientes onde a espécie pode vir a ser encontrada.

Tabela 3.1. Classificação taxonômica da *Digitaria Insularis*. Fonte: Plants of the World Online (2025).

Categoria Taxonômica	Nome Científico
Reino	Plantae
Filo / Subfilo	Tracheophyta / Angiospermae
Classe	Liliopsida (Monocotiledôneas)
Ordem	Poales
Família	Poaceae
Gênero	<i>Digitaria</i>
Espécie	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde

Para contextualizar os assuntos cobertos nos próximos tópicos é importante a compreensão da distribuição geográfica dessa espécie globalmente (Figura 3.1). Por conta de sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas e intensa agressividade de propagação e perenização em ambientes produtivos - em partes por conta da

globalização dos sistemas agroindustriais, *D. insularis* apresenta uma ampla área de distribuição, tanto como espécie nativa (macrorregiões em cor verde) quanto como espécie introduzida, como indicado pela cor roxa (HRAC, 2025).



Figura 3.1. Distribuição geográfica de *Digitaria insularis*. Fonte: Plants of the World Online (2025).

Além das classificações taxonômicas listadas acima, deve-se considerar o fato de que há, na literatura acadêmica, outros nomes científicos para essa mesma espécie, atribuídos por diferentes pesquisadores ao longo do tempo – as chamadas denominações homotípicas. Isso porque, como comentado anteriormente, essa espécie está amplamente difundida por diversos territórios. Com isso, conclui-se que nomes homotípicos são apenas sinônimos, nomenclaturas diferentes as quais foram desenvolvidas em diferentes momentos e local mas que se referem à mesma espécie de planta superior - *Digitaria insularis* (L) Fedde. A compreensão destes sinônimos é essencial para que seja possível sua caracterização em

todas as suas citações históricas; abaixo, estão listados os sinônimos homotípicos.

Tabela 3.2. Sinônimos homotípicos da *Digitaria insularis*.

Nome científico	Autor	Obra	Ano
<i>Andropogon insularis</i>	L.	Syst. Nat., ed. 10. 2: 1304	1759
<i>Digitaria leucophaea</i>	(Kunth) Stapf	in W.H.Harvey & auct. suc. (eds.), Fl. Cap. 7: 382, nom. superfl.	1898
<i>Milium villosum</i>	Sw.	in Prodr. Veg. Ind. Occ.: 24, nom. superfl.	1788
<i>Panicum insulare</i>	(L.) G.Mey.	in Prim. Fl. Esseq.: 60	1818
<i>Panicum insulare</i> var. <i>leucophaeum</i>	Kuntze	in Revis. Gen. Pl. 3(3): 361, not validly publ.	1898
<i>Panicum insulare</i> var. <i>typicum</i>	Hack.	in Anales Mus. Nac. Buenos Aires, ser. 3, 4: 70, not validly publ.	1904
<i>Panicum lanatum</i>	Rottb.	in Descr. Rar. Pl. Surin.: 1, nom. superfl.	1776
<i>Panicum leucophaeum</i>	Kunth	in F.W.H.von Humboldt, A.J.A.Bonpland & C.S.Kunth,	1816

		Nov. Gen. Sp. 1: 97, nom. superfl.	
<i>Syntherisma insularis</i>	(L.) Millsp.	in Publ. Field Columb. Mus., Bot. Ser. 1: 473	1902
<i>Trichachne insularis</i>	(L.) Nees	in C.F.P.von Martius, Fl. Bras. Enum. Pl. 2: 86	1829
<i>Tricholaena insularis</i>	(L.) Griseb.	in Fl. Brit. W. I.: 557	1864
<i>Valota insularis</i>	(L.) Chase	in Proc. Biol. Soc. Washington 19: 188	1906

Ademais, temos sinônimos heterotípicos, que se diferenciam dos homotípicos por serem baseados em espécimes-tipo diferentes. O exemplo a seguir pode auxiliar no entendimento desta diferença. Considere uma espécie X, que foi identificada e registrada no Brasil, enquanto que uma espécie Y foi identificada e registrada na Argentina de maneira totalmente independente. Contudo, se mais tarde há contestação por parte de especialistas em relação a essas duas espécies (X e Y) e suas identificações, e caso seja concluído que se trata, na realidade, da mesma espécie, estes nomes científicos que as espécies receberam no Brasil e na Argentina se tornam sinônimos heterotípicos. *D. insularis* contempla diversas nomenclaturas como a citada no exemplo acima, as quais serão listadas abaixo.

Tabela 3.3. Sinônimos heterotípicos da *Digitaria insularis*.

Nome científico	Autor	Obra	Ano
<i>Rhynchospora fabri</i>	(Rottb.) Steud.	in Syn. Pl. Glumac. 2: 147	1855
<i>Schoenus fabri</i>	Rottb.	in Descr. Icon. Rar. Pl.: 62	1773
<i>Agrostis villosa</i>	Steud.	in Nomencl. Bot., ed. 2, 1: 43, pro syn.	1840
<i>Andropogon fabricii</i>	Henrard	in Meded. Rijks-Herb. 40: 44	1921
<i>Milium hirsutum</i>	P.Beauv.	in Ess. Agrostogr.: 13	1812
<i>Monachne unilateralis</i>	Roem. & Schult.	in Syst. Veg., ed. 15[bis]. 2: 468, nom. illeg.	1817
<i>Nardus dactyloides</i>	Roll.-Germ. ex Rottb.	in Acta Lit. Univ. Hafn. 1: 269	1778
<i>Panicum duchaissingii</i>	Steud.	in Syn. Pl. Glumac. 1: 93	1854
<i>Panicum falsum</i>	Steud.	in Syn. Pl. Glumac. 1: 67	1853
<i>Panicum gavanianum</i>	Steud. ex Döll	in C.F.P.von Martius & auct. suc. (eds.), Fl. Bras. 2(1): 137, pro syn.	1877

<i>Panicum saccharoides</i>	A.Rich.	in R.de la Sagra, Hist. Fis. Cuba, Bot. 11: 306, nom. illeg.	1850
<i>Saccharum polystachyum</i>	Siebold ex Kunth	in Enum. Pl. 1: 124, pro syn.	1833
<i>Tricholaena saccharoides</i>	Griseb.	in Fl. Brit. W. I.: 557	1864

3.3 Morfologia

O capim-amargoso é uma planta perene, herbácea e entouceirada, a qual se reproduz tanto por sementes quanto por curtos rizomas (Figura 3.2), sendo assim, de difícil controle em estádios mais avançados de crescimento pela energia que se acumula nestes propágulos vegetativos (Machado et al., 2008). Seus caules são eretos ou semieretos, finos e ramificados e suas folhas são estreitas, longas e ásperas, com bordas serrilhadas. São constituídas por bainhas pilosas e possuem lígula lanceolada (em formato de lança; Figura 3.2), característica marcante desta espécie e de outras no gênero *Digitaria*.

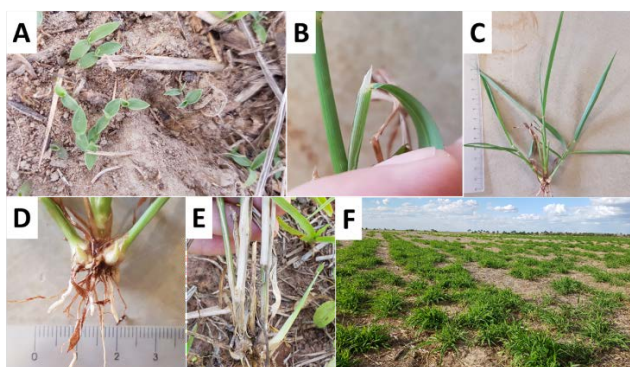


Figura 3.2. (A) Plântulas de *D. insularis*; (B) Detalhe da lígula presente em planta jovem da espécie; (C) planta jovem; (D) Rizoma em desenvolvimento e (E) Rizoma desenvolvido típico da espécie; e (F) Campo de produção de soja com elevada infestação de plantas de *D. insularis* perenizadas. Fontes: Rafael M. Pedroso.

Seu sistema radicular é profundo e fibroso, conferindo-lhe uma alta capacidade de absorção de água e nutrientes, garantindo sua sobrevivência em competição com outras plantas. Por fim, *D. insularis* apresenta inflorescências do tipo panícula do tipo digitiformes (em formato de dedos), com racemos finos e compridos e suas sementes são pequenas, numerosas e fusiformes, com uma coloração que varia do marrom escuro ao claro, sendo que uma única planta de capim-amargoso pode produzir mais de 100 mil sementes, as quais são capazes de emergir de profundidades de até 7,6 cm no solo (Zambão et al., 2020).

3.4 Aspectos da biologia e do ciclo de vida de *D. insularis*

O ciclo de vida do capim-amargoso inicia-se com a germinação das sementes, processo que ocorre de forma rápida quando as condições ambientais são adequadas, principalmente em temperaturas variando entre 20° e 35° (Oreja et al., 2017). Após a emergência, a planta possui um lento considerado crescimento até os 45 dias; após essa fase, ocorre o desenvolvimento de seus rizomas, marcado pelo crescimento intenso do sistema radicular e pela emissão contínua de folhas. Logo, a fase ideal para controle seria antes dos 45 dias, já que seus rizomas ainda estão sendo desenvolvidos (Pinho, 2022).

Por possuir metabolismo fotossintético do tipo C4, a espécie é capaz de reduzir a perda de água por vias estomáticas sob condições de déficit hídrico moderado, apresentando, assim, elevada eficiência no uso da água por transpiração. Essa característica confere vantagem adaptativa em regiões tropicais e subtropicais, onde o clima é quente e a radiação solar é elevada (Machado et. al, 2008).

A reprodução ocorre, em sua maioria, por via sexuada, com a formação de grande quantidade de sementes. Uma única planta pode produzir até 75 mil unidades – havendo, na literatura, relatos de mais de 100 mil sementes produzidas em uma única planta, as quais se dispersam facilmente pelo vento, pela água ou pela movimentação de animais (Albrecht, 2019; Zambão et al., 2020).

Em situações desfavoráveis, o capim-amargoso também consegue se propagar vegetativamente. Em locais úmidos, fragmentos de colmos podem enraizar e dar origem a novos indivíduos. Essa elevada capacidade reprodutiva, somada à multiplicação vegetativa, garante a sobrevivência e expansão da espécie mesmo em ambientes pouco favoráveis.

3.5 Interferência sobre culturas agrícolas

A presença de plantas dessa espécie em lavouras por todo o Brasil e países vizinhos tem sido relacionada a perdas significativa na produtividade das mais variadas culturas agrícolas, o que por consequência diminui a rentabilidade total da operação agrícola estabelecida (Oliveira, 2021). Para a cultura do milho, uma infestação de *D. insularis* de apenas duas plantas/m² trouxe perdas produtivas da ordem de 15,6% em comparação ao tratamento capinado (Figura 3.3), em que não houve interferência da planta daninha sobre plantas da

cultura (Oliveira, 2021). Ademais, conforme esperado, há uma correlação negativa entre infestação da planta daninha e produtividade da cultura. Mais especificamente, conforme a densidade *D. insularis* se eleva, a produtividade decai devido a competição mais intensa por recursos escassos do meio, caracterizando variáveis inversamente proporcionais.

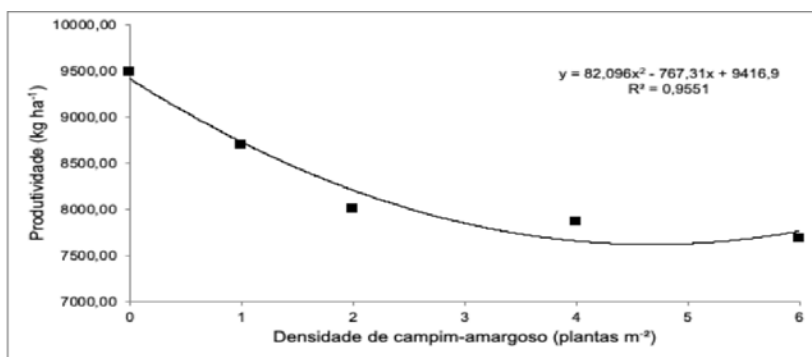


Figura 3.3. Produtividade do milho (kg ha⁻¹) em função da densidade de plantas de *D. insularis* (capim-amargoso; plantas m⁻²). Fonte: Oliveira (2021).

Na cultura da soja, que possui atualmente enorme importância para o mercado agrícola brasileiro e a balança comercial do país, com 47,61 milhões de hectares cultivados no Brasil (CONAB, 2025), o impacto da presença dessa espécie infestante também configura grandes perdas ao sistema produtivo. Gazziero (2012) relatou perdas de produtividade em infestações de 1-3 plantas/m² trouxeram perdas de até 23% na produtividade desta oleaginosa (Figura 3.4), enquanto infestações de 4-8 plantas/m² podem resultar em perdas de até 44%.

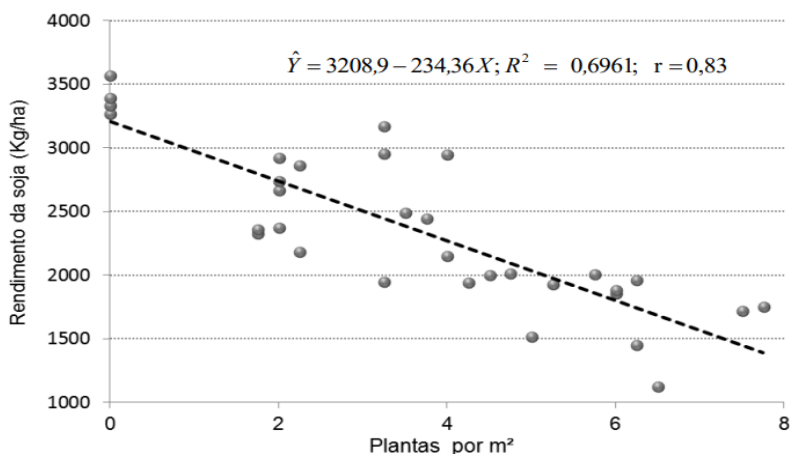


Figura 3.4. Produtividade da soja (kg ha^{-1}) em função da densidade de plantas de *D. insularis* (capim-amargoso; plantas/ m^2). Fonte: GAZZIERO (2012).

3.6 Casos de resistência

Uma dificuldade relacionada ao controle de capim-amargoso são as múltiplas resistências confirmadas em algumas populações, capazes de sobreviverem a herbicidas de diferentes mecanismos de ação, selecionadas ao longo de anos de controle considerado inadequado e pouco diversificado em termos de mecanismos de ação herbicida empregados e do uso de outras ferramentas de manejo. A ocorrência de biótipos de *D. insularis* resistentes vem crescendo de forma expressiva em função do uso repetitivo de herbicidas, principalmente o glifosato. Oficialmente, o primeiro caso de resistência a herbicidas em *D. insularis* ocorreu em 2005 no Paraguai, em que população resistente ao glifosato foi encontrada em lavouras utilizadas para o cultivo de milho, algodão, soja e girassol (Heap, 2025).

Tabela 3.4. Casos confirmados de resistência a herbicidas em *Digitaria insularis*.

País	Ano	Cultura	Ingredientes ativos	Local de ação
Paraguai	2005	Milho, algodão, soja e girassol	Glifosato	Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo HRAC 9
Brasil	2008	Milho e Soja	Glifosato	Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo HRAC 9
Argentina	2014	Soja	Glifosato	Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo HRAC 9
Bolívia	2015	Soja	Clodinafop-propargil e glifosato	Inibição da Acetil coA Carboxilase HRAC grupo 1; Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase HRAC grupo 9
Brasil	2016	Soja	Fenoxaprop-etil e haloxifop-metil	Inibição da Acetil coA Carboxilase HRAC grupo 1

Brasil	2020	Soja	Fenoxaprop-etil, glifosato e haloxifop-metil	Inibição da Acetil coA Carboxilase HRAC grupo 1; Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo HRAC 9
Paraguai	2020	Soja	Cletodim, glifosato e haloxifop-metil	Inibição da Acetil coA Carboxilase HRAC grupo 1; Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo HRAC 9

Já no Brasil, o primeiro caso confirmado foi no estado do Paraná em 2008, em uma lavoura de cultivo de soja (Heap, 2025; HRAC, 2025), também envolvendo o herbicida glifosato. Desde então, populações resistentes se disseminaram para diferentes regiões do país, incluindo o Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste. Dos casos de resistência, o mais preocupante é de resistência múltipla, quando inclui herbicidas de diferentes mecanismos de ação, mais especificamente a resistência ao glifosato e aos graminicidas (Heap 2025), herbicidas estes que atuam inibindo a enzima ACCase (acetil-coenzima A carboxilase – grupo A ou 1; EC 6.4.1.2) localizada nos plastídeos (Christoffoleti et al. 2008). Estes herbicidas possuem excelente mobilidade e translocação nas plantas e controlam exclusivamente gramíneas (i.e. plantas na família botânica Poaceae), sendo altamente seletivos às culturas dicotiledôneas (chamadas comumente de folhas largas) como a soja,

o algodoeiro, o feijoeiro e o amendoim. A resistência aos inibidores da ACCase em *D. insularis* adiciona grande nível de complexidade ao seu manejo e representa uma grande ameaça ao seu controle e à sustentabilidade da produção agrícola no país, e vem somar-se a casos de resistência a este mecanismo de ação em *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha) e em *Lolium multiflorum* Lam. (azevém).

Por fim, é importante frisar que, para minimizar os riscos e atrasar a seleção de populações resistentes a outros mecanismos de ação, é fundamental adotar de forma proativa a rotação de herbicidas com distintos mecanismos de ação, reduzindo a pressão seletiva e, consequentemente, a frequência de biótipos resistentes nas lavouras, além do cuidado com a limpeza do maquinário e de implementos, os quais sabidamente podem disseminar sementes de biótipos resistentes entre diferentes regiões produtoras.

3.7 Conclusões

O correto manejo de *D. insularis* é complexo e demanda enorme conhecimento técnico, sendo prejudicado pela larga ocorrência de lavouras deixadas em pousio (sem cultivo ou cobertura) durante a entressafra, permitindo assim a reprodução de plantas da espécie. As repetidas pulverizações de herbicidas em um mesmo mecanismo de ação – inicialmente o glifosato (grupo 9) e, mais recentemente, de graminicidas (grupo 1) permitiu a seleção de populações apresentando resistência múltipla a herbicidas. Recomenda-se a ampla adoção de técnicas do manejo integrado de plantas daninhas – como o controle cultural através do uso de consórcios e sistemas integrados – como forma de diminuição da infestação por *D. insularis*, além da utilização

de herbicidas com ação sobre gramíneas em fase jovem, como inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox ou PPO).

Referências

CANEDO, I. F. et al. Susceptibilidade diferencial ao herbicida glyphosate e capacidade de rebrota de populações de capim-amargoso. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 66, n. 4, p. 259-266, jul./ago. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/BBNS9mHq7fjXFZGFGZwvTzx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2025.

CLAYTON, W. D. et al. GrassBase - The Online World Grass Flora. 2006. Disponível em: <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>. Acesso em: 25 ago. 2025.

GAZZIERO, D. L. P. Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. Anais... Londrina: SBCPD, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/934948/1/733X XVIIIICBCPD.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2025.

HEAP, I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Weedsience, 2025. Disponível em: <https://www.weedsience.org/Pages/Species.aspx>. Acesso em: 25 ago. 2025.

HRAC-BR. COMITÊ DE AÇÃO À RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS. Casos de resistência de capim amargoso no Brasil. Disponível em: <https://www.hrac-br.org/post/casos-de-resistencia-de-capim-amargoso-no-brasil>. Acesso em: 30 ago. 2025.

KARAM, D.; VELINI, E. D. Importância do ensino da disciplina de plantas daninhas na formação dos profissionais da área agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. Disponível em: <https://www.sbcpd.org/uploads/trabalhos/importancia-do-ensino-da-disciplina-de-plantas-daninhas-na-formacao-dos-profissionais-da-area-agricola-696.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2025.

MACHADO, A. F. L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. Planta Daninha, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 641-647, out./dez. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/bHx37yjt3XPPdTc9X8p6xBs/?lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2025.

OLIVEIRA, R. S. J. et al. Manejo da planta daninha capim amargoso. Revista Cultivar, ed. 251, p. 1-4, ago. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/manejo-da-plantadaninha-capim-amargoso>. Acesso em: 25 ago. 2025.

PINHO, C. Capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Elevagro, 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/capim-amargoso-digitaria-insularis/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

PLANTS OF THE WORLD ONLINE. *Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman. Kew Science. Disponível em: https://powo.science.kew.org/taxon/398888-1?_gl=1. Acesso em: 30 ago. 2025.

RENAN, H.; DE, O.; BAZANELLA. Perdas de produtividade na cultura do milho (*Zea mays*) pela competição de diferentes densidades de capim amargoso (*Digitaria Insularis*). 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do

Paraná, Campus Dois Vizinhos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29255/3/perdaprodutividadeemilhocapimamargoso.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2025.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Capim amargoso. [S. l.]: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Capim-amargoso>. Acesso em: 25 ago. 2025.

Capítulo 4. *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (Poaceae)

Isabella B. Frollini, Jéssica T. F. Teodoro, Laura F. C. Lucas

4

Resumo

Este capítulo aborda aspectos da importante espécie infestante *Eleusine indica*, popularmente conhecida como capim-pé-de-galinha. Trata-se de uma planta daninha de ampla distribuição geográfica e elevada adaptabilidade às adversidades ambientais. A espécie se destaca como uma das principais ameaças à produção agrícola, devido a sua rápida propagação, que ocorre a partir da produção numerosa de sementes. Sua presença compromete a produtividade de culturas como milho, soja, morango, tomate e café, principalmente devido à competição por recursos. O uso intensivo e repetitivo de herbicidas tem levado à seleção de biótipos resistentes, tendo sido registradas ocorrências no Brasil e no mundo. Diante disso, é fundamental compreender mais sobre a biologia da espécie e as possibilidades de manejo integrado, para que metodologias de controle sustentáveis e duradouras possam ser desenvolvidas no futuro.

Palavras-chave

Capim-pé-de-galinha • Planta daninha • Propagação • Controle • Resistência

I. B. Frollini

Departamento de Ciências Biológicas – LCB/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: isabela.frollini@usp.br

J. T. F. Teodoro

Especialista de desenvolvimento de produtos – Envu, Paulínia, Brasil
e-mail: jessicafaria.agro@gmail.com

L. F. C. Lucas

Departamento de Produção Vegetal – LPV/ESALQ/USP –
Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: laurafrancocarvalho@usp.br

4.1 Introdução

Plantas daninhas são aquelas que interferem, de maneira direta ou indireta, nos objetivos humanos ou no equilíbrio do meio ambiente, em diferentes contextos e situações (Fisher, 1973). Qualquer espécie vegetal que ocorra em local indesejado e que cause prejuízos à produtividade, qualidade de uma cultura, dificulte a colheita, intoxique animais em pastagens, parasite outras plantas ou sirva de hospedeira a parasitas pode ser considerada uma planta daninha (Silva et al., 2007).

Essas plantas podem ser classificadas em dois grandes grupos: as comuns e as verdadeiras. As plantas daninhas comuns não apresentam adaptações específicas para sobreviver em condições ambientais adversas, enquanto que as verdadeiras possuem características adaptativas que conferem certa plasticidade à espécie, como dormência e germinação irregular; multiplicação por diferentes estruturas (sementes, rizomas, bulbos, tubérculos e etc.); produção de grande quantidade de sementes diminutas por indivíduo; e resistência ao ataque de pragas (Silva et al., 2007). Dentre as famílias botânicas com elevado número de espécies daninhas, cita-se Poaceae.

Poaceae conta com 1.486 espécies no Brasil, agrupadas em 225 gêneros, além de 16 subespécies e 82 variedades (Filgueiras et al., 2015). São, em sua maioria, espécies herbáceas rizomatosas, porém ocorrem também árvores no caso dos bambus tropicais (Judd et al., 2009).

A monofilia de Poaceae é sustentada por caracteres morfológicos e moleculares. Estudos realizados pelo Grass Phylogeny Working Group (GPWG, 2001) sustentam o reconhecimento de 12 subfamílias. Destas, cita-se Chloridoideae, que é bastante diversa em regiões áridas ou

semiáridas. As duas principais características que agrupam os gêneros da subfamília são a presença de tricomas bicelulares na epiderme da folha e a fotossíntese C4 (Judd et al., 2009).

O gênero *Eleusine* é representado por três espécies no Brasil, nenhuma delas endêmica (i.e. organismo que só ocorre naturalmente em uma área geográfica específica): *E. coracana*, *E. indica* e *tristachya*. Enquanto *E. coracana* predomina no Centro-Oeste e *tristachya* ocorre principalmente no Nordeste, Sudeste e Sul, *E. indica* está presente em todas as regiões do Brasil (Filgueiras, 2010).

Eleusine indica, popularmente conhecida como capim-pé-de-galinha no Brasil, é amplamente distribuída na Ásia, África e América do Sul, além de regiões ao sul da América do Norte (Kole, 2011). O centro de diversidade do gênero é a África Oriental, onde ocorrem onze espécies (Phillips, 1972). Trabalhos clássicos já apontavam o capim-pé-de-galinha como uma das Poaceae mais danosas do mundo, sendo um problema para pelo menos 50 culturas diferentes, em mais de 60 países (Holm et al., 1977).

4.2 Biologia

E. indica apresenta hábito de crescimento cespitoso, formando touceiras. A luz é fundamental em seu desenvolvimento: em ambientes muito iluminados, os indivíduos tendem a apresentar colmos com crescimento prostrado, ramificados, e com coloração mais clara na base, enquanto que em áreas sombreadas, desenvolvem-se mais eretos (Kissmann & Groth, 1997). Os indivíduos podem atingir até meio metro de altura. As folhas possuem bainha longa, aberta em fenda e ocorre a presença de lígulas de aspecto membranáceo, com tricomas reduzidos. Enquanto as folhas basais possuem lâmina em

formato lanceolado, as folhas dos colmos possuem formato mais linear (Figura 4.1). Ambas possuem ápice agudo (Moreira & Bragança, 2011).

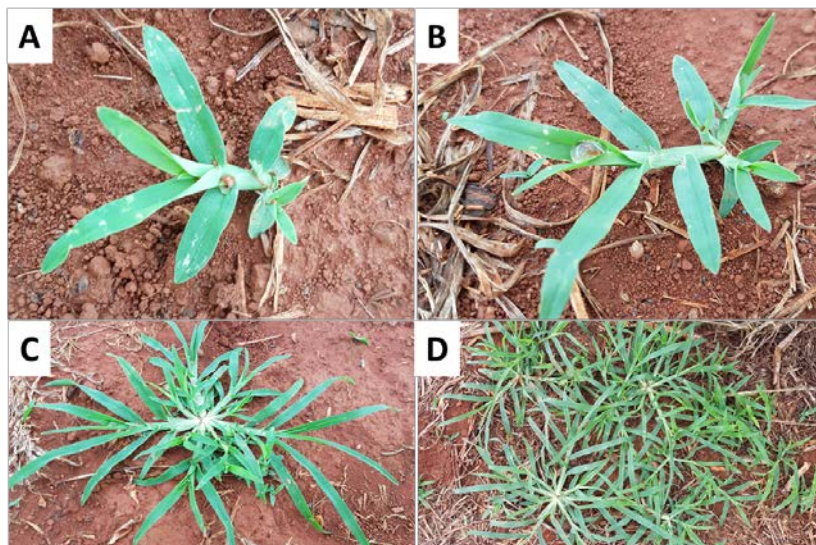


Figura 4.1. (A) e (B) Plântulas de *E. indica* em início de perfilhamento; (C) planta perfilhada e próxima ao início do estágio reprodutivo; e (D) exemplo de área com elevada infestação por plantas da espécie. Fonte: Rafael M. Pedroso.

As inflorescências de *E. indica* se organizam em um verticilo de até 7 espigas, geralmente ocorrendo uma espiga inserida mais abaixo, conferindo a morfologia que justifica o nome popular “capim-pé-de-galinha”. As espigas portam diminutas espiguetas que se inserem em uma face da raque apenas, voltadas para fora. O fruto é do tipo

cariopse, seco e indeiscente (Moreira & Bragança, 2011). Secas e temperaturas baixas podem atrasar a floração. A duração fotoperíodo não aparenta ser determinante ao início do florescimento, sendo que a floração pode acontecer em períodos de sol de 6 a 16 horas (Nakatani & Kusanagi, 1991).

Um único indivíduo de *E. indica* pode produzir até 120.000 sementes entre 38 e 108 dias após a emergência (DAE). O crescimento inicial, até os 38 DAE, é mais lento, mas se acelera significativamente a partir desse período (Takano et al., 2016). As sementes são dispersas principalmente pelo vento, no entanto, a propagação também pode ocorrer através de solo contaminado, ou aderência a animais e equipamentos agrícolas (Waterhouse, 1993).

As sementes podem permanecer viáveis na camada superior do solo por um período de 2 a 5 anos (Standifer et al., 1984). A espécie é capaz de se desenvolver em solos compactos e pouco férteis (Kissmann & Groth, 1997). A germinação acontece principalmente a uma profundidade de 5 cm, sendo que as plântulas apresentam emergência dificultada se as sementes estiverem posicionadas em profundidades maiores que 8 cm (Hawton & Drennan, 1980). Sementes recém-dispersas podem apresentar dormência, sendo necessário escarificação e incidência luminosa para indução da germinação (Kanzler & Staden, 1984). Por fim, a espécie *E. indica* é diploide ($2n=2x=18$). Análises transcriptômicas comparativas de genes dos cloroplastos de espécies de *Eleusine* sugerem que existe uma relação ancestral maternal entre *E. indica* e *tristachya* (Zhang et al. 2019).

4.3 Resistência a herbicidas

O surgimento de biótipos resistentes sob intensa pressão de seleção por aplicações recorrentes de herbicidas em um mesmo mecanismo

de ação para o controle do capim-pé-de-galinha vem se tornando um problema crescente ao redor do mundo (Rojas-Sandoval & Acevedo-Rodríguez, 2014). Sabe-se que o principal mecanismo responsável pela resistência em *E. indica* são mutações que provocam alterações no sítio de ação dos herbicidas, ocorrendo substituição de aminoácidos nas enzimas específicas (Correia & Araújo, 2019).

A resistência à trifluralina, herbicida inibidor da formação de microtúbulos, foi identificada inicialmente nos EUA e documentada por Vaughn et al. (1990). Posteriormente, Anthony & Hussey (1999) identificaram os caracteres moleculares responsáveis pela resistência de *E. indica* a herbicidas do grupo químico das dinitroanilinas – no qual se inclui a trifluralina - no sul dos EUA, tendo caracterizado dois biótipos: um com resistência alta (R) e outro com resistência intermediária (I).

Na Malásia, estudos identificaram biótipos resistentes a herbicidas inibidores de Acetil-CoA carboxilase (ACCase), como o fluazifop (Leach et al., 1995; Cha et al., 2014), ariloxifenoxipropionatos e oximas ciclohexanodionas (Rojas-Sandoval & Acevedo-Rodríguez, 2014). Além disso, Jalaludin et al. (2010) relataram biótipos resistentes a glufosinato de amônio, molécula que atua através da inibição da enzima glutamina sintetase (GS).

Em relação a outros herbicidas, a resistência ao imazapyr, que inibe a enzima acetolactato sintase (ALS), também foi registrada, incluindo resistência cruzada com herbicidas dos grupos químicos imidazolinona e sulfonilureia (Valverde et al., 1993). No que diz respeito a herbicidas não seletivos, como o glifosato, a resistência foi amplamente estudada, com populações confirmadas no Tennessee, EUA (Mueller et al., 2011). No Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, foram observados biótipos com resistência de nível baixo (Vargas et al.,

2013). A resistência de *E. indica* ao Paraquat também foi investigada por An et al. (2014) sob o aspecto molecular.

Especificamente para o Brasil, o primeiro caso registrado de resistência foi aos herbicidas inibidores da Acetil-CoA carboxilase, que são utilizados em diversas culturas como feijão, soja e algodão, por exemplo, para o controle de gramíneas em pós-emergência. Em 2016, foi registrada a resistência a glifosato em culturas de milho, soja e trigo; a figura 4.2 ilustra planta da espécie apresentando rebrota em torno de oito dias após a aplicação de glifosato em dose similar à máxima encontrada na bula do produto. O primeiro registro brasileiro de resistência múltipla ocorreu em 2017, com glifosato e herbicidas inibidores da ACCase (fenoxaprope-p-etílico e haloxifope-p-metílico), em lavouras cultivadas tradicionalmente com as culturas do milho, algodão, soja e feijão (Heap, 2025).



Figura 4.2. (esquerda e direita) Plantas entouceiradas de *E. indica* apresentando rebrota após a aplicação de glifosato em dose recomendada pela bula do produto. Fonte: Rafael M. Pedroso.

4.4 Competição com culturas

A redução na produtividade de culturas agrícolas devido à competição com plantas daninhas está relacionada a diversos fatores, que podem agravar ou não o problema, como a severidade da infestação, o período de competição, as espécies envolvidas e o sistema de manejo utilizado (Rizzardi & Wandscheer, 2014).

Em estudos realizados na Flórida, *E. indica* apresentou capacidade de competir com culturas como morango, tomate e cucurbitáceas (Boyd & Reuss, 2022; Buzanini & Boyd, 2024). Segundo Boyd & Reuss (2022), entre as cinco espécies de plantas daninhas mais comuns em campos comerciais de morango, *E. indica* foi a mais recorrente, ocorrendo em 83% das áreas avaliadas.

O milho é um dos principais cereais básicos do mundo, cultivado em aproximadamente 200 milhões de hectares (Erenstein et al., 2022). Entre os principais desafios enfrentados por essa cultura estão as plantas daninhas, que competem por recursos e comprometem seu desenvolvimento, como é o caso do capim-pé-de-galinha. O controle é dificultado pelo fato de ambas as espécies serem de metabolismo C4 e pertencentes à família Poaceae, além de existirem dados sobre biótipos resistentes ao glifosato (Takano et al., 2017), uma das principais ferramentas de controle químico disponíveis nesta cultura.

Em um estudo sobre a interferência de *E. indica* na cultura do milho, Souza et al. (2022) observaram que, em condições de estufa, essa espécie apresentou maior interferência do que *Digitaria insularis* (L.) Fedde (capim-amargoso). Em condições de campo, a análise de componentes principais (PCA) revelou que a altura das plantas e o diâmetro do colmo foram menores quando em competição com o capim-pé-de-galinha. Rizzardi & Wandscheer (2014) também

avaliaram a competição entre *E. indica* e *Sorghum sudanense* (capim-sudão) na presença de plantas de milho e soja, analisando variáveis como massa seca da parte aérea, raízes, massa seca total e altura das plantas. Os resultados indicaram que o capim-pé-de-galinha apresentou maior competitividade em comparação ao capim-sudão, principalmente na cultura do milho.

No caso da soja, a competição com plantas daninhas pode causar perdas de produtividade de até 82% (Silva et al., 2008). Essa competição envolve diversos recursos essenciais para o desenvolvimento, como água, nutrientes e luz solar, além de estar relacionada à interação com microrganismos (Massenssini et al., 2014). A interação entre plantas daninhas e microrganismos pode influenciar a absorção de nutrientes, favorecendo ou não a competição. O contato das raízes da soja com *E. indica* promoveu um aumento de 31% na solubilização de fosfato inorgânico (Pi). Além disso, a atividade de fosfatases ácidas e a atividade microbiana também foram alteradas pela presença do capim-pé-de-galinha, especialmente em situações de contato das raízes (Fialho et al., 2020).

Por fim, a presença do capim-pé-de-galinha representa um problema em lavouras de café no Brasil (Lemes et al., 2010). A produtividade e a qualidade do café podem ser comprometidas pela presença de plantas daninhas, além da elevação de custos de produção advindo da necessidade de manejo dessas espécies (Silva & Silva, 2007). Embora haja escassez de dados científicos sobre os efeitos da densidade de *E. indica* no desenvolvimento do cafeeiro, sabe-se que o período de maior competição ocorre entre os meses de outubro e abril, fase crítica de floração e maturação dos frutos (Vilela et al., 2019).

4.5 Opções de controle químico

O controle químico de plantas daninhas por meio do uso de herbicidas é considerado o método mais eficiente e é amplamente adotado em áreas agrícolas no Brasil e no exterior. No término da década passada, os herbicidas representavam cerca de 60% dos defensivos agrícolas utilizados mundialmente (Dayan, 2019). Essa estratégia de manejo é muito utilizada devido à sua alta eficácia, bom custo-benefício, facilidade de aplicação e por reduzir a demanda por mão de obra (Perotti et al., 2020). No entanto, muitos produtores dependem exclusivamente dessa abordagem, utilizando poucos mecanismos de ação e negligenciando a integração com outras estratégias de manejo. Essa prática reduz a eficácia a longo prazo e favorece a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a um ou mais mecanismos de ação, o que poderia ser evitado com a adoção de métodos complementares de controle.

Os herbicidas podem ser aplicados em diferentes momentos, classificados como: pré-plantio, quando aplicados antes da semeadura ou para dessecar a área para o plantio direto; pré-emergência, quando aplicado após a semeadura e antes da emergência; ou pós-emergência, realizado com os herbicidas seletivos para a cultura e aplicados após a emergência da cultura e das plantas daninhas (Lacerda, 2021).

Normalmente, o controle de *E. indica* com herbicidas pós-emergentes é mais eficiente na presença de até um perfilho (Takano et al., 2018), devido à menor espessura da cutícula foliar e à maior quantidade de tecidos meristemáticos em plantas jovens (Oliveira & Inoue, 2011). Devido ao seu crescimento rápido, com emissão de perfilhos aos 9 DAE e elevado acúmulo de massa seca a partir de 38 DAE, o intervalo entre a emergência da planta daninha e o momento ideal para aplicação de

herbicidas com ação pós-emergente é reduzido, o que resulta em controle inadequado (Takano et al., 2016).

Atualmente, o capim-pé-de-galinha tem se tornado uma planta daninha de difícil controle nas mais diversas áreas agrícolas do país, com grande potencial de se tornar uma das principais plantas daninhas das culturas anuais. Essa espécie é particularmente difícil de manejar com herbicidas pós-emergentes, especialmente em estágios mais avançados de desenvolvimento (Ulguim et al., 2013). No Brasil, conforme já citado, foram relatados biótipos com resistência múltipla aos herbicidas inibidores das enzimas ACCase e EPSPS (Heap, 2025), que são os principais mecanismos de ação utilizados no seu controle. Ainda assim, herbicidas como os inibidores da ACCase (clethodim e haloxifope), glifosato e glufosinato continuam sendo amplamente utilizados (Chen et al., 2017).

Para o controle do capim-pé-de-galinha, podem ser utilizados diferentes ingredientes ativos com distintos mecanismos de ação. Entre os principais estão os inibidores da acetolactato sintase (ALS), inibidores da fotossíntese nos fotossistemas I (FSI) e II (FSII), inibidores da protoporfirinogênio oxidase (Protox ou PPO), inibidores da biossíntese de carotenoides via 4-hidroxifenil-piruvato dioxigenase (4-HPPD), inibidores da 1-deoxi-D-xilulose 5-fosfato sintase (DOXP; figura 4.3), da 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase (EPSPS), da dihidropteroato sintase (DHP), além dos que atuam na formação de microtúbulos, na divisão celular (VLCFA), mimetizadores da auxina, inibidores da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) e da glutamina sintetase (GS) (Kraehmer et al., 2014).



Figura 4.3. Planta jovem de *E. indica* apresentando branqueamento foliar, um sintoma típico da ação de herbicidas inibidores da biossíntese de carotenoides - neste caso específico, sintomas relacionados à aplicação em pré-emergência de clomazona, molécula que atua através da inibição da enzima 1-deoxi-D-xilulose 5-fosfato sintase (DOXP). Fonte: Rafael M. Pedroso.

Diante dos casos de resistência, há uma tendência crescente no uso de herbicidas pré-emergentes, por sua atividade residual no solo e diminuição da infestação para o controle posterior em pós-emergência. Esses produtos têm a capacidade de reduzir o banco de sementes, o qual constitui a base ecológica da perpetuação das plantas daninhas resistentes em uma área. Quanto menor o período de dormência das sementes, mais rápida tende a ser a seleção e o desenvolvimento de biótipos resistentes (Christoffoleti et al., 2008). Os herbicidas pré-emergentes apresentam comportamentos distintos, dependendo das condições edafoclimáticas, das propriedades físico-

químicas da molécula ou da interação entre esses fatores, o que pode influenciar na eficácia do controle, na seletividade à cultura e na persistência de resíduos no ambiente.

Assim, recomenda-se o controle do capim-pé-de-galinha com a utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência como forma de diversificação dos mecanismos de ação empregados e menor pressão de seleção de biótipos resistentes. Essas moléculas permitem o controle eficaz de plantas daninhas de difícil manejo apenas com pós-emergentes e proporcionam maior flexibilidade na escolha dos herbicidas a serem aplicados posteriormente, reduzindo a dependência dos produtos pós-emergentes (Walsh & Powles, 2007; Norsworthy et al., 2012; Lopes-Ovejero et al., 2013).

4.6 Conclusões

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) destaca-se como uma das principais plantas daninhas em áreas agrícolas devido à sua ampla adaptação ambiental, alta capacidade de reprodução e casos recentes de resistência a diferentes mecanismos de ação de herbicidas. O manejo dessa espécie exige estratégias integradas, que combinem diferentes mecanismos de ação, visando não apenas o controle eficiente e diminuição do banco de sementes, mas também sendo ponto chave para evitar a resistência de plantas daninhas a outros herbicidas. A dependência excessiva de poucos herbicidas, especialmente do grupo dos inibidores da EPSPs (como o glifosato), tem acelerado a seleção de biótipos resistentes, tornando urgente a diversificação das práticas de manejo. Nesse sentido, o aprofundamento em estudos sobre a biologia da planta, seu comportamento em diferentes ambientes e a eficácia de combinações

de métodos de controle é essencial para o desenvolvimento de programas de manejo eficazes e duradouros.

Referências

Adoho, A. C. C.; Zinsou, F. T. A.; Olounlade, P. A.; Azando, E. V. B.; Hounzangbe-Adote, M. S. & Gbangboche, A. B. (2021) Review of the literature of *Eleusine indica*: phytochemical, toxicity, pharmacological and zootechnical studies. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(3), 29-33.

Ampong-Nyarko, K. & De Datta, S. K. (1992) Physiological response of rice and weeds to low light intensity at different growth stages. *Weed Research*, 32, 465-472.

An, J.; Shen, X.; Ma, Q.; Yang, C.; Liu, S. & Chen, Y. (2014) Transcriptome profiling to discover putative genes associated with paraquat resistance in goosegrass (*Eleusine indica* L.). *PLoS ONE*, 9(6), e99940.

Anthony, R. G. & Hussey, P. J. (1999) Dinitroaniline herbicide resistance and the microtubule cytoskeleton. *Trends in Plant Science*, 4(3), 112–116.

Boyd, N.S. & Reuss, L. (2022) Survey of weed flora and weed management practices in Florida strawberry fields. *Weed Science*, 70, 353–360.

Buzanini, A. C., & Boyd, N. S. (2024). Effects of goosegrass (*Eleusine indica*) competition on strawberry growth and yield. *Weed Science*, 72(6), 748–753.

Cha, T.S., Najihah, M.G.; Sahid, I.B. & Chuah, T.S. (2014) Molecular basis for resistance to ACCase-inhibiting fluazifop in *Eleusine indica* from Malaysia. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 111, 7–13.

Chen, J.; Huang, Z.; Huang, H.; Wei, S.; Liu, Y.; Jiang, C.; Zhang, J. & Zhang, C. (2017) Selection of relatively exact reference genes for gene expression studies in goosegrass (*Eleusine indica*) under herbicide stress. *Scientific Reports*, 7, 46494.

Christoffoleti, P. J.; Lopes-Ovejero, R. F.; Damin, V.; Carvalho, S. J. P. de; Nicolai, M. (2008) Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar. Piracicaba, 85 p.

Correia, N. M. & Araújo, L. da S. (2019) *Eleusine indica*: biologia, resistência e manejo. Paulínia: HRAC-BR, 3 p.

Dayan, F. E. (2019) Current Status and Future Prospects in Herbicide Discovery. *Plants*, 8(9), 341.

Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Mottaleb, K., & Prasanna, B. M. (2022). Global maize production, consumption and trade: Trends and R&D implications. *Food Security*, 14(3), 665–687.

Fialho, C. M. T.; Silva A. A.; Melo, C.A.D.; Costa, M. D.; Souza, M. W. R. & Reis, L. A. C. (2020). Weed interference in soybean crop affects soil microbial activity and biomass. *Planta Daninha*, 38, e020221853.

Filgueiras, T.S. (2010) *Eleusine*. in: Forzza, R. C. et al. (Org) Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Vol. 2. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1481p.

Filgueiras, T.S.; Canto-Dorow, T.S.; Carvalho, M.L.S.; Dórea, M.C.; Ferreira, F.M.; Mota, A.C.; Oliveira, R.C. De; Oliveira, R.P.; Reis, P.A.;

Rodrigues, R.S.; Santos-Gonçalves, A.P.; Shirasuna, R.T.; Silva, A.S.; Silva, C.; Valls, J.F.M.; Viana, P.L.; Welker, C.A.D.; Zanin, A. & Longhi-Wagner, H.M. (2015) Poaceae. in: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB193>.

Acesso em: 30 mar. 2025.

Fisher, H. H. (1973) Conceito de erva daninha. In: Rodrigues, J. J. do V.; William, R. D. (Coord.). Controle de ervas daninhas. Viçosa: UFV, 5-10.

Heap, I. The international survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 30 mar. 2025.

Hawton, D. & Drennan, D. S. H. (1980) Studies on the longevity and germination of seed of *Eleusine indica* and *Crotalaria goreensis*. Weed Research, 20(4), 217-223.

Holm, L.G.; Plucknett, D.L.; Pancho, J.V. & Herberger, J.P. (1977) The world's worst weeds: Distribution and Biology. Honolulu: University Press of Hawaii.

Jalaludin, A.; Ngim, J.; Bakar, B. H. J. & Zazali Alias. (2010) Preliminary findings of potentially resistant goosegrass (*Eleusine indica*) to glufosinate-ammonium in Malaysia. Weed Biology and Management, 10(4), 256-260.

Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. (2009) Poaceae. in: Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 296-301.

Kanzler, A. & Staden, J. Van. (1984) Seed germination in goose grass (*Eleusine indica*). South African Journal of Botany, 3(2), 108-110.

Kissmann, K.G. & Groth, D. (1997) Plantas infestantes e nocivas. 2ª Ed., São Paulo: BASF Brasileira, 824p.

Kole, C. (Ed.). (2011) Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Millets and Grasses. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Kraehmer, H.; Laber, B.; Rosinger, C. & Schulz, A. (2014) Herbicides as weed control agents: state of the art: I. Weed control research and safener technology: the path to modern agriculture. *Plant physiology*, 166(3), 1119-1131.

Lacerda, M. C. (2021) Plantas daninhas - Controle químico. Brasília: EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/plantas-daninhas/controle-quimico>. Acesso em: 1 Maio 2025.

Leach, G. E.; Devine, M. D.; Kirkwood, R. C. & Marshall, G. (1995) Target enzyme-based resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in *Eleusine indica*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 51(2), 129-136.

Lemes, L. N., Carvalho, L. B., Souza, M. C., & Alves, P. L. C. A. (2010). Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. *African Journal of Agricultural Research*, 5(10), 1138-1143.

Lopes-Ovejero, R.F.; Soares, D.J.; Oliveira, W.S.; Fonseca, L.B.; Berger, G.U.; Soteres, J.K. & Christoffoleti, P.J. (2013) Residual herbicides in weed management for glyphosate resistant Soybean in Brazil. *Planta Daninha*, 31(4), 947-959.

Luchian, V.; Georgescu M. I.; Săvulescu, E. & Popa, V. (2019) Some aspects of morpho-anatomical features of the invasive species

Eleusine indica (L.) Gaertn. Scientific Papers. Series A. Agronomy, 62(1).

Massenssini, A. M.; Bonduki, V. H. A.; Melo, C. A. D.; Tótola, M. R.; Ferreira, F. A. & Costa, M. D. (2014). Soil microorganisms and their role in the interactions between weeds and crops. *Planta Daninha*, 32 (4), 873-884.

Moreira, H. J. Da C. & Bragança, H. B. N. (2011) Manual de identificação de plantas infestantes: cultivos de verão. São Paulo: FMC Agricultural Products.

Mueller, T. C.; Barnett, K. A.; Brosnan, J. T. & Steckel, L. E. (2011) Glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) confirmed in Tennessee. *Weed Science*, 59(4), 562-566.

Nakatani, K. & Kusanagi, T. (1991) Effect of photoperiod and temperature on growth characteristics, especially heading or flower bud appearance of upland weeds. *Weed Research* (Tokyo), 36(1), 74-81.

Norsworthy, J. K.; Ward, S. M.; Shaw, D. R. & Llewellyn, R. S. (2012) Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science*, 60, 31-62.

Oliveira, R.S.; Inoue, M.H. (2011). Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: Oliveira, R.S.; Constantin, J.; Inoue, M.H. (eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 243-261.

Perotti, V. E.; Larran, A. S.; Palmieri, V. E.; Martinatto, A. K. Permingeat, H. R. (2020) Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, molecular biology knowledge and new technologies. *Plant Science*, 29.

Phillips, S. M. (1972) A survey of the genus *Eleusine* Gaertn. (Gramineae) in Africa. Kew Bulletin, 27(2), 251–270.

Rizzardi, M. A., & Wandscheer, A. C. D. (2014). Interferência de *Sorghum sudanense* e *Eleusine indica* na cultura da soja e do milho. Planta Daninha, 32(1), 31–38.

Rojas-Sandoval, J. & Acevedo-Rodríguez, P. (2014) *Eleusine indica* (goose grass). CABI Compendium, 20675. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.20675>. Acesso em: 30 mar. 2025.

Silva, A. A.; Ferreira, F. A.; Ferreira, L. R. & Santos, J. B. (2007) Biologia de plantas daninhas. In: Silva, A. A.; Silva, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Universidade Federal de Viçosa, 367 p.

Silva, A. A., & Silva, J. F. (Eds.). (2007). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa: UF, 17-61.

Silva, A. S.; Ferreira, E. A.; Concenço, G.; Ferreira, F. A.; Aspiazu, I.; Galon, L.; Sediyaama, T. & Silva, A. A. (2008). Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. Planta Daninha, 26(1), 65-81.

Souza, M. F., Henckes, J. R., Zobiole, L. H. S., Oliveira Jr., R. S., Braz, G. B. P., Constantin, J., Machado, F. G., Amarante, A. A. do, & Ferreira, C. J. B. (2022). Competitive response of maize against glyphosate-resistant *Digitaria insularis* and *Eleusine indica*. Crop Protection, 158, 105990.

Standifer, L. C.; Wilson, P. W.; Porche-Sorbet, R. (1984) Effects of solarization on soil weed seed populations. Weed Science, 32(5), 569-573.

Takano, H.K.; Oliveira Jr., R.S.; Constantin, J.; Braz, G.B.P. & Padovese, J.C. (2016) Growth, development and seed production of goosegrass. *Planta daninha*, 34(2), 249-257.

Takano, H.K., Oliveira, R.S., Constantin, J., Braz, G.B.P. & Gheno, E.A. (2017) Goosegrass resistant to glyphosate in Brazil. *Planta Daninha*, 35, e017163071.

Takano, H.K.; Oliveira Jr., R.S.; Constantin, J.; Silva, V.F.V. & Mendes, R.R. (2018) Chemical control of glyphosate-resistant goosegrass. *Planta Daninha*, 36, 112-119.

Ulgum, A. R.; Vargas, L.; Agostinetto, D.; Magro, T. D.; Westendorff, N. R. & Holz, M. T. (2013) Manejo de capim pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 48(1), 17-24.

Valverde, B. E.; Chaves, L.; Gonzales, J. & Garita, I. Field Evolved Imazapyr Resistance In *Ixophorus unisetus* And *Eleusine indica* In Costa Rica. (1993) In: Brighton Crop Protection Conference, Weeds, 1993, Brighton, Uk. Proceedings of an International Conference, 3, 1189-1194. Farnham: British Crop Protection Council (BCPC).

Vargas, L.; Ulgum, A. R.; Agostinetto, D.; Magro, T. D. & Thürmer, L. (2013) Low level resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to glyphosate in Rio Grande do Sul-Brazil. *Planta Daninha*, 31(3), 677-686.

Vaughn, K. C.; Vaughan, M. A. & Gossett, B. J. (1990) A biotype of goosegrass (*Eleusine indica*) with an intermediate level of dinitroaniline herbicide resistance. *Weed Technology*, 4(1), 157-162.

Vilela, X. M. de S., Medeiros, F. C. L. de, Gonçalves, A. H., & Silva, L. C. da. (2019). Quizalofop-P-ethyl controlling sourgrass (*Digitaria*

insularis) and goosegrass (*Eleusine indica*) in infested coffee areas. *Coffee Science*, 14(4), 530 - 537.

Walsh, M. J. & Powles, S. B. (2007) Management strategies for herbicide-resistant weed populations in Australian dryland crop production systems. *Weed Technology*, 21(2), 332–338.

Waterhouse, D. The Major Arthropod Pests and Weeds of Agriculture in Southeast Asia: Distribution, Importance and Origin. (1993) Monografia n. 21. Australia: Australian Centre for International Agricultural Research.

Zhang, H.; Hall, N.; Goertzen, L. R.; Chen, C. Y.; Peatman, E.; Patel, J. & Mcelroy, J. S. (2019) Transcriptome analysis reveals unique relationships among *Eleusine* species and heritage of *Eleusine coracana*. *G3: Genes, genomes, genetics*, 9(6), 2029-2036.

SEÇÃO 2: MAGNOLIOPSIDAS (Dicotiledôneas)

Capítulo 5. *Amaranthus hybridus* L. (Amaranthaceae)

Thiago D. Ludwig

Resumo

O gênero *Amaranthus*, incluindo a espécie *Amaranthus hybridus*, tem grande importância agrônômica e adaptou-se a uma ampla gama de condições edafoclimáticas, tornando-se uma ameaça para a agricultura em várias regiões do mundo. *A. hybridus* possui grande capacidade de crescimento em diferentes tipos de solo, desde que haja disponibilidade de água e nutrientes, e pode tolerar variações de temperatura e luminosidade, além de apresentar alta resistência ao estresse hídrico. Sua via fotossintética C4 confere maior eficiência no uso de água e nutrientes, o que aumenta sua resistência a estresses abióticos. Essa espécie de planta daninha causa prejuízos significativos em culturas agrícolas, competindo diretamente por recursos com as plantas cultivadas e interferindo com efeitos alelopáticos e como hospedeira de patógenos. A resistência a herbicidas dificulta seu controle e pode levar a queda do potencial produtivo e aumento do custo de controle de plantas daninhas em determinada cultura. Neste capítulo, são abordados aspectos de *A. hybridus* considerados essenciais ao seu manejo, como sua origem, biologia, identificação, ecofisiologia e resistência. Com base nessas informações, é possível desenvolver estratégias de manejo integrado que visem reduzir os

impactos dessa espécie na agricultura e a adoção de práticas de manejo mais sustentáveis.

Palavras-chave

Caruru • Caruru-roxo • Caruru-branco • Glyphosate • Planta daninha

T. D. Ludwig

Departamento de Genética – LGN/ESALQ/USP – Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil
e-mail: t.ludwig@usp.br

5.1 Introdução

O gênero *Amaranthus* L. (Amaranthaceae) contém muitas espécies que tem importância agrônômica, incluindo *Amaranthus hybridus* L., a espécie se adaptou a uma ampla variedade de condições ambientais e se espalhou rapidamente pelo mundo, tornando-se uma grande ameaça para a agricultura de muitas regiões (Gonçalves Netto et al., 2016; Larran et al., 2018).

Com uma capacidade de crescimento em diversos tipos de solo, desde que tenha disponibilidade de água e nutrientes, *A. hybridus* pode tolerar grandes variações de temperatura, desenvolvendo-se sob grande radiação solar e baixa disponibilidade hídrica (BrunettO, 2022). A ecofisiologia da planta daninha também é um aspecto importante a ser considerado no seu controle. A planta apresenta a chamada via fotossintética C4, uma característica que confere a planta maior eficiência no uso da água e nutrientes, o que pode aumentar a sua resistência a estresse abióticos, garantindo elevada produção de sementes mesmo em condições de estresse hídrico (Taiz & Zeiger, 2017)

Em diversas culturas agrícolas, *A. hybridus* pode causar prejuízos significativos ao competir diretamente por água, luz, nutrientes e espaço com a planta cultivada (Vazin, 2012). Além disso, danos indiretos são ocasionados quando se encontra a planta daninha interferindo com a cultura por vias da produção e liberação de compostos alelopáticos e atuando como espécies que hospedam patógenos, dentre várias outras maneiras relevantes. A resistência a herbicidas é uma das maiores preocupações de produtores e pesquisadores, uma vez que essa característica é passada a progênie e dificulta o correto controle de plantas de determinada espécie vegetal,

podendo levar a populações ainda mais resistentes (Schütte et al., 2017).

Faz-se, portanto, necessário abordar tópicos relacionados a biologia, identificação, ecofisiologia e resistência de *A. hybridus* para melhor compreensão acerca das condições que favorecem seu desenvolvimento. Com base nessas informações, é possível desenvolver estratégias de manejo integrado de plantas daninhas que visam a redução dos impactos dessa planta na agricultura. Este capítulo objetiva reunir e analisar as informações disponíveis na literatura científica sobre *A. hybridus*, com o intuito de contribuir para o avanço no conhecimento sobre essa planta daninha e a adoção de um programa de manejo mais sustentável.

5.2 Origem

O gênero *Amaranthus* compõe cerca de 70 espécies, das quais cerca de 40 são nativas das Américas, enquanto as demais possuem distribuição na Austrália, África, Ásia e Europa (Mihai Costea et al., 2001). Considera-se como centro de origem de *A. hybridus* o leste da América do Norte, além de América Central e regiões tropicais e temperadas da América do Sul (Mosyakin & Robertson, 2003).

Conhecido popularmente em português como caruru-roxo, caruru, ou ainda caruru-branco, *A. hybridus* é considerada uma das espécies mais comuns e amplamente distribuídas do gênero. Atualmente pode ser encontrada em diversas localidades ao redor do globo, frequentemente infestando áreas de cultivos, pastagens e margens de estradas (Li et al., 2018).

A. hybridus foi utilizado como planta ornamental – assim como diversas outras espécies de planta que vieram a se tornar infestantes, com destaque para aquelas no gênero *Ipomoea* L. (Convolvulaceae), chamadas comumente de corda-de-viola - além de uso para produção de grãos em países como Estados Unidos, América do Sul, Zaire, Serra Leoa, Etiópia, Índia e Oriente Médio, sendo cultivado como cereal. Atualmente, em algumas regiões do mundo, ainda é utilizado como planta cultivada, ainda sendo avaliado experimentalmente para este fim (Ngoroyemoto et al., 2019; Joshi et al., 2018; Ehinmore & Kareem, 2010).

No Brasil, *A. hybridus* é considerada como planta daninha, infestando diversas culturas e sendo encontrado em quatro dos seis domínios fitogeográficos (Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa). Presente de Norte a Sul do país, esta planta daninha vem causando danos principalmente na região Sul, afetando de forma quantitativa e qualitativa as zonas agrícolas (Bianchi et al., 2006).

Assim que estabelecida, *A. hybridus* demonstrou uma alta capacidade de adaptação às condições climáticas e aos diferentes tipos de solo encontrados no Brasil. Sua rápida propagação e habilidade competitiva o tornaram um problema para a agricultura, principalmente em cultivos de grãos, hortaliças e frutas (Berry et al., 2006; Manyatsi et al., 2012).

5.3 Biologia e ecofisiologia

Essa espécie pode ser encontrada em hortas, áreas de pousio, ao longo de estradas e rios, e frequentemente ocorre em assentamentos em campos irrigados. Sua distribuição geográfica abrange desde áreas de baixa altitude até regiões de altitude média, podendo ser encontrada

em altitudes de até 2200 m (Bussmann et al., 2021). Possui ciclo de vida anual, geralmente de cor verde-pálida, às vezes levemente avermelhada, com altura entre 20 e 80 cm. Tem caule ereto, podendo ser simples ou ramificado, e apresenta uma coloração acinzentada devido à presença de pelos curtos e densos.

As folhas de *A. hybridus* são relativamente grandes, com formato ovado-rômbico, possuindo ápice obtuso ou levemente entalhado. A parte superior das folhas é lisa, enquanto a parte inferior e a margem e o pecíolo são cobertos por pelos curtos. O pecíolo tem aproximadamente o mesmo comprimento ou é um pouco mais longo que a lâmina foliar.

As flores estão agrupadas em glomérulos, formando uma inflorescência paniculada densa e compacta de coloração verde ou com pigmentação arroxeada (purpúrea; Figura 5.1), de acordo com a variedade botânica. Essa inflorescência está principalmente localizada na parte superior do caule e apresenta ramificações na parte inferior. As flores têm formato oblongo-cilíndrico ou ovoide-piramidal.

Possui brácteas lanceoladas, apresentando uma ponta fina e alongada, as quais são cerca de duas vezes mais longas que o perianto – este composto por cinco tépalas, que são estruturas que se sobrepõem e envolvem a flor. Nas flores masculinas, as tépalas são lanceoladas, enquanto nas flores femininas, elas são oblongo-lineares e se alargam em direção ao ápice em formato de espátula. As tépalas têm coloração branca, são membranosas e apresentam uma nervura central pálida e cinza que, geralmente, não alcança o ápice da flor (Bussmann et al., 2021).



Figura 5.1. (esquerda) lavoura de milho (*Zea mays* L.) infestada por *A. hybridus* (caruru-roxo); e (direita) planta da espécie iniciando a emissão de sua inflorescência (conjunto de flores) paniculada, na qual são encontradas ambas as estruturas masculinas e femininas na mesma planta, características de espécie monoica. Fonte: Rafael M. Pedroso.

As flores masculinas possuem cinco estames, enquanto as flores femininas apresentam uma cápsula contendo uma única semente. A cápsula é circuncisa, ou seja, abre-se ao redor de sua circunferência para liberar a semente, e é menor que o perianto. As sementes têm aproximadamente 1 mm de comprimento, são de cor preta ou marrom-escuro e possuem uma superfície brilhante e bordas afiadas (Bussmann et al., 2021).

A semente de *Amaranthus* é caracterizada por ter um embrião periférico curvado em torno de um perisperma central amiláceo, que é um tecido morto de reserva (Baskin & Baskin, 2019). A maioria das espécies de *Amaranthus*, incluindo as plantas daninhas *A. hybridus*, *A. retroflexus* e *A. palmeri*, bem como as culturas alimentares *A. caudatus* e *A. cruentus*, dispersam suas sementes a partir de frutos deiscentes que se abrem quando estão maduros (Fernández Farnocchia et al., 2021; Ninfali et al., 2020).

A camada interna do tegumento da semente é composta por um parênquima esclerificado com osteosclereídeos em ambos os lados. Por sua vez, a camada externa do tegumento é formada por esclereídeos em forma de palizada, cuja espessura pode variar consideravelmente (Fernández Farnocchia et al., 2021). As propriedades morfológicas e físico-químicas do tegumento da semente são também de extrema importância, pois desempenham um papel crucial na mediação das interações entre o embrião e o ambiente circundante. Estas propriedades podem influenciar a germinação das sementes, a proteção contra danos mecânicos, a permeabilidade a gases e umidade, além de fornecer nutrientes e suporte estrutural durante o desenvolvimento inicial da planta (Nakabayashi & Leubner-Metzger, 2021). A morfologia do tegumento da semente e a profundidade da dormência fisiológica em *A. hybridus* são diretamente afetadas pelo ambiente em que as sementes se desenvolvem na planta-mãe. Essas características têm um impacto significativo na capacidade de germinação e na sobrevivência das sementes em diferentes condições ambientais.

Nesse contexto, entender como o ambiente materno influencia a dormência das sementes é fundamental para compreender a ecologia e a dinâmica populacional dessa espécie de *A. hybridus*. Segundo Fernández Farnocchia et al. (2021), o ambiente materno afeta diretamente na modulação da dormência das sementes de *A. hybridus* e o timing da emergência da próxima geração da espécie. A dormência das sementes desempenha um papel crucial na regulação da germinação e quando as plantas emergem do solo. Ao manipularem o ambiente materno durante a maturação das sementes de *A. hybridus*, os autores observaram que o ambiente em que as sementes se desenvolvem na planta-mãe tem um impacto significativo na dormência das sementes. Em outras palavras, as condições ambientais

durante o período de maturação das sementes afetam sua capacidade de germinação e o tempo necessário para a próxima geração emergir. Mais especificamente, o estudo demonstrou que certos estímulos ambientais, como temperatura, umidade e luz, podem influenciar a dormência das sementes de *A. hybridus*. Esses fatores ambientais modificam as características morfológicas e fisiológicas das sementes, afetando a taxa e a sincronização da germinação. Crucialmente, um ambiente materno mais favorável, com condições ótimas de temperatura e umidade, resultou em sementes com menor dormência e, conseqüentemente, em uma germinação mais rápida e sincronizada.

A compreensão dessas interações entre o ambiente materno e a dormência das sementes é de grande importância para o manejo e controle de espécies invasoras, como o *A. hybridus*. Ao entender como os fatores ambientais influenciam a dormência das sementes e a emergência das plantas, os pesquisadores e os profissionais da agricultura e conservação podem desenvolver estratégias mais eficientes para o manejo e controle dessa espécie indesejada.

A dormência de sementes é uma característica comum em muitas plantas, e ela desempenha um papel crucial na regulação do momento em que as sementes germinam (Benech-Arnold et al., 2000). Em algumas espécies vegetais, as sementes dispersadas pela planta-mãe podem apresentar um estado de dormência, em que estas não estão aptas a germinar imediatamente, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis. A dormência pode ser gradualmente superada por meio de um processo que é influenciado principalmente pela temperatura e outros fatores ambientais (Fernández Farnocchia et al., 2021).

Os efeitos mencionados são em parte influenciados pelo controle materno sobre as propriedades do revestimento das sementes (Kendall et al., 2011; Macgregor et al., 2015). Um exemplo disso é observado no gênero *Chenopodium* (família botânica Amaranthaceae), em que foram encontradas variações na espessura do revestimento (Ceccato et al., 2015). Em *Arabidopsis*, também é evidenciado que o ambiente materno afeta a fisiologia do embrião, alterando os níveis de giberelinas (GAs) e ácido abscísico (ABA) nas sementes maduras (Kendall et al., 2011). Esses mecanismos demonstram como as influências maternas desempenham um papel significativo na dormência das sementes e na regulação de seus processos fisiológicos.

As características físico-químicas das cascas das sementes e frutos desempenham um papel crucial no controle da germinação das sementes, pois proporcionam permeabilidade e/ou restrições mecânicas nos processos de germinação (Steinbrecher & Leubner-Metzger, 2017). As coberturas externas das sementes são compostas principalmente por tecidos mortos e representam a interface das sementes com o ambiente externo. Além de fornecer restrição mecânica, os mecanismos associados às cascas controlam ou até mesmo impedem a absorção de água, a lixiviação de inibidores para o alongamento do embrião, como o ácido abscísico (ABA), ou a troca gasosa, que pode causar deficiência de oxigênio dentro do embrião (Nakabayashi & Leubner-Metzger, 2021).

Mutantes "testa transparente" (tt) de *Arabidopsis thaliana* apresentam coloração mais clara na testa (casca da semente) devido a defeitos no metabolismo dos flavonoides e, conseqüentemente, redução da biossíntese de proantocianidinas. Durante o desenvolvimento da casca de sementes da espécie, as proantocianidinas se acumulam no endotélio, a camada celular mais

interna do tegumento interno, enquanto a camada celular mais externa do tegumento externo se diferencia em células produtoras de mucilagem. Na maturidade da semente, a testa consiste inteiramente de tecido morto com proantocianidinas oxidadas como pigmentos castanhos (Debeaujon et al., 2000). Em muitos mutantes, a redução da pigmentação geralmente resulta em uma testa mais fina e maior permeabilidade a hormônios ou outras substâncias, o que está associado a fenótipos de dormência reduzida nos mutantes tt. Foi demonstrado que a biossíntese de flavonoides durante o desenvolvimento da casca da semente é maior quando as sementes são amadurecidas em condições frias, o que está associado a uma testa menos permeável e aumento da dormência primária (Macgregor et al., 2015).

Além disso, a casca da semente de muitos mutantes tt permanece permeável mesmo quando amadurecida em baixa temperatura. Esses resultados indicam claramente que a regulação da temperatura para aumentar a dormência primária envolve a alteração das propriedades da casca por meio do acúmulo de flavonoides. A maior permeabilidade não apenas permite maior absorção de água e oxigênio, mas também permite a lixiviação de compostos endógenos que são inibitórios para a germinação ou crescimento do embrião (Nakabayashi & Leubner-Metzger, 2021).

Assim como em *Arabidopsis*, em que a temperatura tem sido demonstrada como um fator importante, a sinalização ambiental materna e o controle da dormência em *Amaranthus* parecem ser uma interação entre o embrião e a casca da semente, com o fotoperíodo durante a reprodução como o principal fator regulador (Fernández Farnocchia et al., 2021). Existem na literatura relatos conflitantes em relação ao fotoblastismo em *A. hybridus*, ou seja, em relação à necessidade ou não de luz para germinação das sementes. Niño

Hernandez et al. (2020) caracterizaram a espécie como fotoblástica negativa, ou seja, sua germinação é estimulada pela ausência de luz, já resultados obtidos por Tronquini (2024) indicam que as sementes apresentaram comportamento neutro ou indiferente em relação a fotoblastismo e necessidade de luz para sua germinação (i.e. fotoblástica neutra). No entanto, observa-se que a germinação diminui à medida que aumenta a profundidade de enterramento das sementes, o que pode ser explicado pela baixa quantidade de reservas nas sementes. Além disso, as sementes podem apresentar dormência fisiológica (Niño Hernandez et al., 2020).

Outros autores relataram germinação na presença de fotoperíodos com 8 horas de luz e 16 de escuro, com variação de temperatura de 20 a 30 °C. Quando comparada as outras espécies do gênero, como *A. deflexus*, *A. retroflexus* e *A. spinosus*, a espécie *A. hybridus* obteve maiores taxas de germinação mesmo em condições desfavoráveis (Carvalho et al., 2008).

A espécie *A. hybridus* destaca-se pelo seu rápido desenvolvimento e crescimento, apresentando estruturas reprodutivas bem desenvolvidas em apenas 40 dias. Seu sistema radicular atinge 50% de seu desenvolvimento nesse mesmo período. Em comparação com outras espécies do gênero, *A. hybridus* exibe o maior acúmulo de massa seca de raízes, seguido por *A. retroflexus*, *A. spinosus* e *A. viridis*. Além disso, *A. hybridus* e *A. retroflexus* apresentam um notável crescimento na parte aérea, demonstrando um maior acúmulo de massa seca em relação às demais espécies (Carvalho et al., 2008).

A. hybridus também se destaca das demais espécies quanto ao crescimento de área foliar, visto que em pesquisa conduzida por Carvalho et al. (2008), *A. hybridus* e *A. retroflexus* obtiveram maiores valores para essa variável. A grande capacidade das plantas em

acumular massa e área foliar também se expressa sobre a capacidade de produção de sementes. Embora *A. hybridus* tenha um ciclo vegetativo mais longo em relação a outras espécies do gênero *Amaranthus*, também completa o seu ciclo em 90 dias, porém com maior acúmulo de massa de parte aérea e raiz (Hess et al., 1997).

As espécies do gênero *Amaranthus* são conhecidas pela sua grande capacidade de reprodução, podendo chegar a 1 milhão de sementes por planta (Keeley et al., 1987). Estudos indicam que *A. hybridus* pode chegar a produzir mais de 250 mil sementes por planta (Sellers et al., 2003). O único método de reprodução dessa espécie é a via sexuada, através da produção de sementes. Devido a características como grande produção de sementes com alto grau de dormência, *A. hybridus* tem grande capacidade de deixar muitos descendentes no banco de semente do solo, garantindo a longevidade na germinação e apresentando rápido crescimento e desenvolvimento - principalmente nos estádios iniciais, onde é mais difícil a sua identificação com outras espécies do gênero. Além disso, em condições de estresse hídrico a planta tem capacidade de reduzir a taxa de expansão foliar, massa seca e condutância estomática, evitando a desidratação de tecidos foliares (Lu & Stü Tzel, 2002).

Os estudos que investigam o desenvolvimento e crescimento de plantas daninhas desempenham um papel crucial ao fornecer informações sobre os diferentes estágios fenológicos e os padrões de crescimento vegetal. Esses resultados são essenciais para analisar o comportamento dessas plantas diante dos fatores ecológicos e compreender seu impacto no ambiente, especialmente quando se trata de sua interferência em outras plantas. Essas pesquisas contribuem significativamente para o desenvolvimento de estratégias de manejo integrado de plantas daninhas. Esta notável prolificidade reprodutiva está intimamente relacionada à sua estratégia de

sobrevivência e de adaptação. Inflorescências densas compostas por minúsculas flores, e seu ciclo de vida curto, em torno de 90 dias, permite uma grande capacidade de gerar seus descendentes em um curto período (Carvalho et al., 2008).

Torna-se fundamental, portanto, desenvolver e adotar medidas de controle eficazes para evitar a disseminação de *A. hybridus* e minimizar seus impactos negativos. A compreensão da sua alta produção de sementes é crucial para o desenvolvimento de estratégias de manejo adequadas, incluindo a prevenção da formação e disseminação das sementes, o controle mecânico ou químico em estágios iniciais de crescimento e a adoção de práticas agrícolas que promovam a competição com essa espécie invasora. Por fim, é importante ressaltar que as plantas pertencentes ao gênero *Amaranthus* podem apresentar variações fenotípicas individuais e entre populações, influenciadas por diversos fatores ambientais. Características como a cor, o tamanho e outras características morfológicas podem variar entre diferentes espécies, variedades e até mesmo em plantas da mesma espécie cultivadas em diferentes ambientes (Costea et al., 2004). Essa variabilidade é uma característica comum em muitas espécies de plantas e reflete a capacidade de adaptação dessas plantas às condições do ambiente em que crescem.

5.4 Resistência e manejo de *A. hybridus*

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é uma preocupação significativa na agricultura moderna. Essa situação é agravada pela ampla adoção de tecnologias baseadas em herbicidas, combinada com o uso excessivo de alguns ingredientes ativos para controlar as plantas daninhas em extensas áreas, ano após ano. Além disso, vários fatores

antropológicos, biológicos e ambientais têm contribuído para uma taxa crescente de evolução da resistência a herbicidas em várias espécies ao redor do globo (Perotti et al., 2020).

O gênero *Amaranthus* inclui espécies que são consideradas plantas daninhas (Resende et al., 2022). Nesse contexto, *A. hybridus* se torna uma planta importante no sistema de produção por sua elevada competitividade e grande capacidade de infestação das lavouras, além de seu rápido crescimento e desenvolvimento, longa viabilidade das sementes no solo e alta taxa de produção de sementes viáveis (Barroso et al., 2012). Além dessas características, a ocorrência de biótipos resistentes a herbicidas torna essa espécie uma das plantas daninhas mais importantes da atualidade (Resende et al., 2022). Ainda, devido às alterações climáticas e ao aumento das estações mais secas, é esperado que haja um aumento na abundância das espécies do gênero *Amaranthus* no futuro. Isso torna essencial realizar um monitoramento contínuo, especialmente quando se consideram os genótipos resistentes a herbicidas (Brankov et al., 2022).

O primeiro relato de resistência a herbicidas em *A. hybridus* deu-se em 1972, com biótipos resistentes ao mecanismo de ação dos inibidores do Fotossistema II (FSII; Grupo 5). Já foram reportados 32 casos de resistência em todo o mundo, incluindo Argentina, Bolívia, Canadá, França, Israel, Itália, África, Suíça, Uruguai e nos Estados Unidos com resistência a cinco mecanismos de ação, como inibidores das enzimas ALS, PPO e EPSPs, além de inibidores do FSII e às auxinas sintéticas. No Brasil, há somente um caso reportado, em que se confirmou a ocorrência de resistência múltipla a inibidores das enzimas ALS e EPSPs em populações encontradas em lavouras de soja (Heap, 2025), porém a resistência a outros mecanismos de ação já relatadas no mundo indicam haver variabilidade genética na espécie para tal, acendendo sinal de alerta de que as mesmas podem ser selecionadas no país.

A resistência de *A. hybridus* ao glyphosate foi associada à mutação tripla TAP-IVS (T102I + A103V + P106S) no gene EPSPS, que confere níveis extremamente elevados de resistência ao herbicida. Esse mecanismo, descrito em populações da Argentina, impediu o acúmulo de ácido chiquímico mesmo sob altas concentrações de glyphosate e esteve presente em todos os indivíduos analisados, reforçando seu papel como principal causa da resistência. Além disso, populações com resistência múltipla ao glyphosate e a inibidores da ALS também já foram relatadas, embora não haja evidências de que o metabolismo de herbicidas esteja envolvido nesse processo (Perotti et al., 2019; Nalin et al., 2023).

A mutação tripla TAP-IVS (T102I + A103V + P106S) no gene EPSPS de *A. hybridus*, além de conferir elevada resistência ao glyphosate, também está associada a custos adaptativos importantes (Perotti et al., 2025). Estudos demonstraram que esse alelo impõe uma penalidade de adaptação tanto no nível enzimático quanto no nível da planta, especialmente em ambientes competitivos. Plantas com a mutação TAP-IVS apresentaram redução significativa no desempenho quando cultivadas em conjunto com biótipos suscetíveis, caracterizando um custo de adaptação de base ecológica. Por outro lado, em condições sem competição, esse custo foi ausente ou apenas moderado. Do ponto de vista bioquímico, a EPSPS transformada em *E. coli* com a mutação TAP-IVS exibiu uma queda de 0,3 vezes na eficiência catalítica em comparação ao tipo selvagem, evidenciando um custo de base molecular. Esses resultados reforçam a necessidade de considerar custos adaptativos ao avaliar a evolução e a persistência de mutações que conferem resistência a herbicidas, uma vez que eles influenciam diretamente a dinâmica populacional e o potencial de disseminação desses alelos em sistemas agrícolas.

A resistência ao glyphosate em uma população de *A. palmeri* foi relacionada à amplificação em várias vezes do gene EPSPS em múltiplos cromossomos (Gaines et al., 2010). Esse mecanismo de resistência poderia ser transferido para outras espécies infestantes de *Amaranthus* por meio de hibridização interespecífica. Essa transferência de genes de resistência via pólen pode ser doada para outras espécies como *A. hybridus*, *A. tuberculatus* e *A. spinosus* (Gaines et al., 2012).

A hibridização entre *A. palmeri* e *A. spinosus* foi observada com frequências que variaram de menos de 0,01% a 0,4% nos estudos de campo, e 1,4% nos cruzamentos realizados em estufa. A maioria dos híbridos resultantes entre *A. spinosus* e *A. palmeri* eram indivíduos monoicos (diferindo, assim, da espécie *A. palmeri*), e produziram sementes viáveis. Além disso, também foi observada hibridização no estudo de campo entre *A. palmeri* e *A. tuberculatus*, com frequência inferior a 0,2%, e entre *A. palmeri* e *A. hybridus*, com frequência inferior a 0,01% (Gaines et al., 2012).

A adoção de culturas geneticamente modificadas no início dos anos 2000 permitiu aos agricultores o uso seletivo de herbicidas de amplo espectro, como o glyphosate e o ammonium-glufosinate, em pós-emergência de culturas importantes como soja, milho e algodão. Como resultado, muitos agricultores deixaram de utilizar herbicidas pré-emergentes, uma vez que o glyphosate se mostrava altamente eficaz em pós-emergência (Braz & Takano, 2022). No entanto, essa mudança de paradigma acarretou problemas, como perdas de produtividade devido à interferência das plantas daninhas nas fases iniciais do desenvolvimento das culturas, aumento da densidade de plantas daninhas no momento do tratamento em pós-emergência e, consequentemente, maior pressão de seleção sobre as populações de plantas daninhas. Portanto, a reintrodução de herbicidas pré-

emergentes no programa de controle de plantas daninhas é essencial para o manejo eficaz e sustentável do *Amaranthus* (Braz & Takano, 2022).

Além disso, herbicidas aplicados em pré-emergência desempenham um papel crucial no manejo da resistência, especialmente nos casos que envolvem resistência a mais de um mecanismo de ação (Tranel, 2021). Os herbicidas pré-emergentes são altamente eficazes devido à sua ação nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas, quando estas são mais suscetíveis aos efeitos do herbicida. Além disso, devido ao tamanho reduzido das sementes de *Amaranthus*, os herbicidas pré-emergentes têm uma maior capacidade de controlar essas plantas daninhas, diminuindo sua capacidade de sobrevivência após a aplicação (Braz & Takano, 2022).

Mecanismos de ação como os inibidores das enzimas ALS, 4-HPPD e PPO, além de inibidores do FSII, da síntese de ácidos graxos de cadeia longa (VLCFA) e da polimerização de microtúbulos podem ser utilizados para controle das espécies de *Amaranthus*. Os herbicidas oxyfluorfen, trifluralin, diuron, pendimethalin e s-metolachlor exercem controle acima de 80% mesmo após 30 dias (Raimondi et al., 2010), além de misturas como flumioxazin + pyroxasulfone com doses variadas de (35 + 45 a 211 + 268 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor + metribuzin (1.600 + 653 g i.a ha⁻¹) flumioxazin + imazethapyr + metribuzin (71 + 75 + 425 g i.a ha⁻¹) e S-metolachlor + metribuzin + chlorimuron (1.600 + 653 + 9 g i.a ha⁻¹) (Mahoney et al. 2014) .

Por fim, uma consulta à literatura indica que o controle de plantas suscetíveis de *A. hybridus* até a chamada pós-emergência tardia (i.e. até 6 folhas verdadeiras expandidas) pode ser realizada através da aplicação de herbicidas inibidores da enzimas ALS, como chlorimuron, cloransulam, imazetapyr, metsulfuron, nicosulfuron, pyritiobac e

tryfloxysulfuron, e também diquat, ammonium-glufosinate, mesotrione, glyphosate e as auxinas sintéticas (Grichar, 1997; Gonçalves Netto et al., 2019; Kumar et al., 2020).

5.5 Conclusões

O caruru (*Amaranthus hybridus*) destaca-se pelo seu rápido desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. A espécie alcança o desenvolvimento de suas estruturas reprodutivas em apenas 40 dias, sendo que, nesse mesmo período, o sistema radicular atinge 50% de seu desenvolvimento. A espécie possui alta capacidade de acúmulo de massa na parte aérea e em sua raiz, o que reflete na produção de sementes. Seu ciclo vegetativo é mais longo em comparação com outras espécies do gênero *Amaranthus*, levando cerca de 90 dias para completar-se. A presença do *A. hybridus* nas lavouras é especialmente problemática devido sua alta competitividade, capacidade de infestação, rápido crescimento, longa viabilidade de suas sementes no solo, alta taxa de produção de sementes e ocorrência de biotipos resistentes a herbicidas.

Referências

BARROSO, A. A. M. et al. EFEITO DA DENSIDADE E DA DISTÂNCIA DE CARURU-DE-MANCHA E AMENDOIM-BRAVO NA CULTURA DO FEIJOEIRO. Planta Daninha, v. 30, n. 1, p. 47–53, 2012.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Martin's peripheral embryo - Unique but not a phylogenetic "orphan" at the base of his family tree: A tribute to the insight of a pioneer seed biologist. Seed Science Research, 2019.

BENECH-ARNOLD, R. L. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, v. 67, p. 105–122, 2000.

BERRY, A. D. et al. Smooth Pigweed (*Amaranthus hybridus* L.) and Livid Amaranth (*Amaranthus lividus*) Interference with Cucumber (*Cucumis sativus*). *Technology*. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/4495667>>. Acesso em: 14 maio 2023.

BIANCHI MÁRIO ANTÔNIO; FLECK NILSON GILBERTO; LAMEGO FABIANE PINTO. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. *Ciência rural*, v. 36, n. 5, p. 1380–1387, 2006.

BRANKOV, M. et al. Weed management practices for redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and smooth pigweed (*A. hybridus* L.) control in maize. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v. 82, n. 4, p. 611–618, 1 dez. 2022.

BRAZ, G. B. P.; TAKANO, H. K. Chemical control of multiple herbicide-resistant *Amaranthus*: A review. *Advances in Weed Science*. [S.l.: Sociedade Brasileira da Ciencia das Plantas Daninha. , 2022

BRUNETTO, L. UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL CAMPUS ERECHIM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL. . ERECHIM: [s.n.], 2022.

BUSSMANN, R. W.; PANIAGUA-ZAMBRANA, N. Y.; NJOROGÉ, G. N. *Amaranthus hybridus* L. *Amaranthus spinosus* L. *Amaranthaceae*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 153–160.

CARVALHO, J. P. S.; LÓPEZ-OVEJERO, F. R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. . [S.l.: s.n.], 2008.

CECCATO, D. et al. Structural aspects of dormancy in quinoa (*Chenopodium quinoa*): Importance and possible action mechanisms of the seed coat. *Seed Science Research*, v. 25, n. 3, p. 267–275, 27 set. 2015.

COSTEA, M.; WEAVER, S. E.; TARDIF, F. J. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S.Watson and *A. hybridus* L. *CANADIAN JOURNAL OF PLANT SCIENCE*, p. 631–668, 1 out. 2004.

DEBEAUJON, I.; LÉON-KLOOSTERZIEL, K. M.; KOORNNEEF, M. Influence of the Testa on Seed Dormancy, Germination, and Longevity in *Arabidopsis* 1. . [S.l: s.n.], 2000. Disponível em: <www.plantphysiol.org>.

FERNÁNDEZ FARNOCCIA, R. B. et al. Optimization of timing of next-generation emergence in *Amaranthus hybridus* is determined via modulation of seed dormancy by the maternal environment. *Journal of Experimental Botany*, v. 72, n. 12, p. 4283–4297, 5 abr. 2021.

GAINES, T. A. et al. Gene amplification confers glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 107, n. 3, p. 1029–1034, 2010.

GAINES, T. A. et al. Interspecific hybridization transfers a previously unknown glyphosate resistance mechanism in *Amaranthus* species. *Evolutionary Applications*, v. 5, n. 1, p. 29–38, jan. 2012.

GONÇALVES NETTO, A. et al. Resistência Múltipla de *amaranthus palmeri* aos herbicidas inibidores da ALS e EPSPS no estado do Mato Grosso, Brasil. *Planta Daninha*, v. 34, n. 3, p. 581–587, 1 jul. 2016.

HESS, M. et al. Use of the extended BBCH scale - General for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. *Weed Research*, v. 37, n. 6, p. 433–441, 1997.

JORGE PINTO CARVALHO, S. DE; FERNANDO LÓPEZ-OVEJERO, R.; JACOB CHRISTOFFOLETI, P. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de *Amaranthus*. 2008. 317–326 f. 2008.

JOSHI, D. C. et al. From zero to hero: the past, present and future of grain amaranth breeding. *Theoretical and Applied Genetics*. [S.l.]: Springer Verlag, 1 set. 2018

KEELEY, P. E.; CARTER, C. H.; THULLEN, R. J. Influence of Planting Date on Growth of Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*). Source: *Weed Science*, v. 35, n. 2, p. 199–204, 1987. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/4044391>>.

KENDALL, S. L. et al. Induction of dormancy in *Arabidopsis* summer annuals requires parallel regulation of DOG1 and hormone metabolism by low temperature and CBF transcription factors. *Plant Cell*, v. 23, n. 7, p. 2568–2580, 2011.

LARRAN, A. S. et al. Molecular Mechanisms Endowing Cross-resistance to ALS-Inhibiting Herbicides in *Amaranthus hybridus* from Argentina. *Plant Molecular Biology Reporter*, v. 36, n. 5–6, p. 907–912, 1 dez. 2018.

LI, Z.; ZHANG, R.; ZHANG, H. Effects of plant growth regulators (DA-6 and 6-BA) and EDDS chelator on phytoextraction and detoxification of cadmium by *Amaranthus hybridus* Linn. *International Journal of Phytoremediation*, v. 20, n. 11, p. 1121–1128, 19 set. 2018.

LIU, F.; STÜTZEL, H. Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to soil drying. *European Journal of*

Agronomy. [S.l: s.n.], 2002. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/eja>.

MACGREGOR, D. R. et al. Seed production temperature regulation of primary dormancy occurs through control of seed coat phenylpropanoid metabolism. *New Phytologist*, v. 205, n. 2, p. 642–652, 1 jan. 2015.

MAHONEY, K. J.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Weed Management in Conventional- and No-Till Soybean Using Flumioxazin/Pyroxasulfone. *Weed Technology*, v. 28, n. 2, p. 298–306, jun. 2014.

MANYATSI, M. T. et al. Soil Water Requirements of Amaranth (*Amaranthus hybridus*) Grown in a Greenhouse in a Semi-Arid, Sub-Tropical Environment. *American-Eurasian J. Agric. & Environmental Science*, p. 932–936, 2012. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/266485794>>.

MIHAI COSTEA; ANDREW SANDERS; GILES WAINES. PRELIMINARY RESULTS TOWARD A REVISION OF THE AMARANTHUS HYBRIDUS SPECIES COMPLEX (AMARANTHACEAE). . [S.l: s.n.], 28 dez. 2001.

NAKABAYASHI, K.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and weed emergence: from simulating environmental change to understanding trait plasticity, adaptive evolution, and population fitness. *Journal of Experimental Botany*, v. 72, n. 12, p. 4181–4185, 2021.

NALIN, D. et al. Absorption, Translocation, and Metabolism of Glyphosate and Imazethapyr in Smooth Pigweed with Multiple Resistance. *Agronomy*, v. 13, n. 7, p. 1720, 27 jun. 2023.

NGOROYEMOTO, N. et al. Effect of organic biostimulants on the growth and biochemical composition of *Amaranthus hybridus* L. South African Journal of Botany, v. 124, p. 87–93, 1 ago. 2019.

NINFALI, P. et al. Morphological analysis of the seeds of three pseudocereals by using light microscopy and ESEM-EDS. European Journal of Histochemistry. [S.l: s.n.], 2020.

NIÑO HERNANDEZ, J. C. et al. Luz, giberelinas y profundidad de siembra inciden sobre la germinación de semillas de *Amaranthus hybridus* L. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 14 set. 2020. Disponible em: <<https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/1545>>.

PEROTTI, V. E. et al. Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, molecular biology knowledge and new technologies. Plant Science, v. 290, p. 110255, 1 jan. 2020.

PEROTTI, V. E.; PALMIERI, V. E.; GRAVES, A.; MENÉNDEZ, A. I.; CASAS, C.; PERMINGEAT, H. R.; VILA-AIUB, M. M. The TAP-IVS-EPSPS glyphosate resistance mutation evolved in *Amaranthus hybridus* exhibits an adaptation cost in a glyphosate free environment, Plant Science, Volume 360, 2025, ISSN 0168-9452, 10.1016/j.plantsci.2025.112731.

RAIMONDI, M. A. et al. ATIVIDADE RESIDUAL DE HERBICIDAS APLICADOS AO SOLO EM RELAÇÃO AO CONTROLE DE QUATRO ESPÉCIES DE *Amaranthus*. Planta Daninha, v. 28, p. 1073–1085, 2010.

RESENDE, L. S. et al. Glyphosate-resistant smooth-pigweed (*Amaranthus hybridus*) in Brazil. Advances in Weed Science, v. 40, n. Spe2, 2022.

SCHÜTTE, G. et al. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. Environmental Sciences Europe. [S.l.]: Springer Verlag. , 1 dez. 2017

SELLERS, B. A. et al. Comparative Growth of Six Amaranthus Species in Missouri. Weed Science, v. 51, n. 3, p. 329–333, 2003. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/4046666?seq=1&cid=pdf->>.

STEINBRECHER, T.; LEUBNER-METZGER, G. The biomechanics of seed germination. Journal of Experimental Botany. [S.l.]: Oxford University Press. , 1 fev. 2017

TAIZ, L.; ZEIGER IAN. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal - 6a Edição. 6. ed. [S.l: s.n.], 2017.

TRANEL, P. J. Herbicide resistance in Amaranthus tuberculatus. Pest Management Science. [S.l.]: John Wiley and Sons Ltd. , 1 jan. 2021

TRONQUINI, S. M. Requerimentos ambientais para germinação de sementes de Amaranthus hybridus L. resistente e suscetível a herbicidas. Dissertação. Disponível em <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/31488>, 2024.

VAZIN, F. THE EFFECTS OF PIGWEED REDROOT (Amaranthus retroflexus) WEED COMPETITION AND ITS ECONOMIC THRESHOLDS IN CORN (Zea mays). v. 30, n. 3, p. 477–485, 2012.

Capítulo 6. *Bidens pilosa* L. e *Bidens subalternans* DC. (Asteraceae)

6

Lucas A. P. Campos, Rafael M. Pedroso

Resumo

Bidens pilosa L. e *Bidens subalternans* DC. são espécies de plantas chamadas comumente de picão-preto que têm despertado interesse no campo das Ciências Agrárias devido a sua grande capacidade reprodutiva e dificuldade de diferenciação, além de se caracterizarem como espécies de difícil controle nas quais há populações apresentando resistência a herbicidas no país. Este capítulo aborda aspectos que auxiliam na identificação destas espécies através de uma análise comparativa, apresentando ainda seus aspectos agrônômicos e de manejo em sistemas de produção agrícola. Aspectos como a morfologia das plantas, incluindo altura, forma das folhas, características das flores e padrões de crescimento são discutidos, visando fornecer uma compreensão abrangente das diferenças entre *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*. Além disso, abordamos aspectos relacionados ao ciclo de vida, preferências de habitat e adaptação a diferentes condições ambientais. Outro ponto de análise é a interação dessas plantas com as culturas agrícolas, incluindo a competição por recursos, a capacidade de adaptação em sistemas de cultivo e a suscetibilidade a herbicidas. Esses aspectos são de grande importância para a compreensão do impacto das espécies sobre práticas agrícolas e sustentabilidade dos cultivos, fornecendo insumos essenciais para a tomada de decisões no manejo de plantas daninhas, seleção de

culturas e estratégias de controle, contribuindo para uma agricultura mais eficiente e sustentável.

Palavras-chave

Planta daninha • Picão-preto • Herbicida • Soja • Resistência

L. A. P. Campos

Representante comercial de vendas – ICL América do Sul, Luziânia, Brasil

e-mail: laportocampos@gmail.com

R. M. Pedroso

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: rmpedroso@usp.br

6.1 Introdução

Bidens pilosa e *B. subalternans* são espécies pertencentes à família Asteraceae, comumente chamada de picão-preto (Figura 6.1). O picão-preto caracteriza-se por ser uma planta de distribuição cosmopolita, ocorrendo amplamente em regiões tropicais, subtropicais e temperadas ao redor do globo. É frequentemente encontrada em ambientes antropizados, como áreas urbanas, terrenos baldios, margens de rodovias e pastagens, além de sua recorrente presença em áreas agrícolas e ecossistemas naturais, onde assume caráter invasivo (Bringel et al., 2025). Essas espécies possuem elevada capacidade adaptativa e mecanismos eficientes de dispersão, principalmente por meio de seus aquênios providos de aristas com ganchos retróscos, que aderem facilmente a roupas, pelos de animais e equipamentos agrícolas, favorecendo sua disseminação em diversos ambientes.



Figura 6.1. Plântula de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) apresentando o fenômeno da gutação, caracterizado pela eliminação de água por estruturas

especializadas localizadas nas folhas chamadas de hidatódios. Fonte: Rafael M. Pedroso.

No contexto agrícola, o picão-preto é classificado como uma planta daninha devido à sua habilidade competitiva por recursos essenciais como água, luz e nutrientes, comprometendo significativamente o desenvolvimento das culturas e, conseqüentemente, a produtividade e qualidade das lavouras (Ferreira et al., 2017). Sua presença também pode dificultar operações de manejo e colheita, além de representar risco à saúde animal em áreas de pastagem, uma vez que seus frutos podem causar lesões em regiões sensíveis, como olhos e cavidade oral de bovinos.

O controle eficiente dessas espécies demanda a adoção de estratégias integradas de manejo, incluindo o uso de herbicidas seletivos, controle mecânico, rotação de culturas e práticas culturais adequadas (Ferreira et al., 2015). Para a eficácia dessas medidas, é fundamental a correta identificação das espécies, uma vez que *B. pilosa* e *B. subalternans* apresentam diferenças morfológicas e fisiológicas — especialmente no formato e tamanho das folhas, capítulos florais e frutos — que podem influenciar diretamente na escolha do método de controle mais apropriado. Por exemplo, *B. subalternans*, frequentemente referida como “picão-preto-do-brejo”, apresenta maior adaptabilidade a ambientes úmidos e solos encharcados, sendo comum em áreas de várzea e regiões alagadiças. Em contraste, *B. pilosa* exibe maior tolerância a condições edáficas secas, predominando em áreas urbanas, pastagens e lavouras em regiões de clima mais seco.

Adicionalmente, diferentes espécies podem manifestar níveis distintos de sensibilidade a princípios ativos herbicidas, o que reforça a

importância da correta taxonomia para o delineamento de ações de controle mais assertivas e sustentáveis. Dessa forma, este capítulo objetivou revisar aspectos relacionados a diferenciação morfológica entre *B. pilosa* e *B. subalternans*, espécies que, apesar de pertencerem ao mesmo gênero, podem apresentar características botânicas distintas. A elucidação dessas diferenças é fundamental para subsidiar programas de manejo e controle eficaz de plantas daninhas, visando à mitigação de impactos negativos sobre a produção agropecuária.

6.2 Distribuição geográfica

Bidens pilosa e *B. subalternans* são espécies altamente adaptáveis, com ampla distribuição edafoclimática, podendo ocorrer sob diferentes condições de solo e clima (Bringel et al., 2025). Contudo, cada espécie apresenta preferências ecológicas distintas, o que influencia sua distribuição predominante em determinadas regiões do território brasileiro. *B. pilosa* desenvolve-se preferencialmente em solos bem drenados, com textura variando de argilosa a arenosa, tolerando uma ampla faixa de pH, desde solos ácidos até alcalinos, desde que não sejam excessivamente ácidos ou salinos. Essa espécie ocorre sob diversas condições climáticas, incluindo climas tropicais úmidos e semiáridos (Melo et al., 2014). É frequentemente associada a ambientes sujeitos a perturbações antrópicas, como margens de rodovias, terrenos baldios e pastagens em processo de degradação.

Por sua vez, *B. subalternans* apresenta maior frequência em solos arenosos, também bem drenados, mas pode ocorrer em solos de textura argilosa. A espécie é encontrada em uma ampla gama de condições climáticas – comportando-se, assim de maneira similar à *B. pilosa*, desde regiões de clima tropical úmido até semiárido (Bringel et

al., 2025; Lima et al., 2016; Melo et al., 2014). No entanto, apresenta preferência por ambientes abertos e ensolarados, como campos naturais, campos rupestres e áreas antropicamente alteradas, incluindo margens de estradas e cursos d'água.

No Brasil, ambas as espécies ocorrem em todas as regiões geográficas — Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul —, apresentando ampla distribuição nos principais biomas, incluindo Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Pampa. *B. pilosa* é mais prevalente em áreas urbanas ou agrícolas com alto grau de perturbação, enquanto *B. subalternans* apresenta maior frequência em áreas abertas e em estágios iniciais de sucessão ecológica, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, embora também esteja presente no Sudeste e Sul (Bringel et al., 2025; Lima et al., 2016; Melo et al., 2014).

6.3 Morfologia e anatomia das plantas

Como seus nomes científicos indicam, *B. pilosa* e *B. subalternans* são espécies diferentes de plantas no mesmo gênero *Bidens*, as quais pertencem à família Asteraceae. A morfologia geral destas espécies apresenta considerável similaridade, o que pode dificultar a diferenciação entre as espécies com base apenas em características externas (Bringel et al., 2025; Lima et al., 2016; Melo et al., 2014). Ambas apresentam caule ereto e ramificado e alturas finais relativamente semelhantes, a depender das condições edafoclimáticas a que foram submetidas. As folhas são dispostas de forma oposta e podem ser simples ou compostas, dependendo da variedade botânica e do estágio de desenvolvimento. As

inflorescências ocorrem na forma de capítulos terminais, com flores pequenas, de coloração amarela.

Contudo, características foliares específicas constituem importantes elementos diagnósticos na distinção entre as duas espécies (Ferreira et al., 2006). As folhas de *B. subalternans* tendem a ser mais estreitas e apresentam menor número de dentes marginais em relação às folhas de *B. pilosa* (Bringel et al., 2025). Além disso, observa-se que em *B. subalternans* há predominância do parênquima paliçádico sobre o parênquima lacunoso, enquanto em *B. pilosa* ocorre o inverso, caracterizando-se por uma proporção maior de tecido lacunoso. Outra característica morfológica relevante refere-se à inflorescência das espécies e disposição dos capítulos florais: em *B. subalternans*, as inflorescências são frequentemente compostas por grupos reduzidos de 2 a 3 capítulos, ao passo que em *B. pilosa* os capítulos são agrupados em maior número.

A morfologia dos aquênios — frutos do tipo seco indeiscente, responsáveis pela dispersão das sementes — representa outro critério taxonômico relevante. Os aquênios de *B. subalternans* são geralmente menores, mais estreitos e apresentam maior número de aristas (estruturas rígidas semelhantes a espinhos), com predominância de quatro aristas por fruto (Bringel et al., 2025; Lima et al., 2016; Melo et al., 2014). Em contraste, *B. pilosa* costuma apresentar aquênios com 2 a 3 aristas. **Apesar disso, há variação intraespecífica significativa quanto ao número de aristas, razão pela qual esta característica não deve ser utilizada isoladamente para identificação taxonômica.** Ainda, observa-se que os aquênios de *B. subalternans* tendem a apresentar curvatura, enquanto os de *B. pilosa* são predominantemente retilíneos (Figura 6.2).



Figura 6.2. Plantas de picão-preto apresentando sementes maduras. O círculo vermelho, na foto à esquerda, indica as aristas, projeções pontiagudas existentes nos aquênios da espécie. As aristas são responsáveis pela fixação das sementes à roupa, lã e outras superfícies, auxiliando na disseminação das sementes e frutos da espécie através de animais – a chamada dispersão por zoocoria. Fonte: Rafael M. Pedroso.

Plantas da espécie *B. pilosa* possuem ciclo de vida anual e podem atingir até 1,5 metro de altura, com relatos de até 2,0 metros. Estas apresentam caule ereto e ramificado, folhas opostas compostas geralmente por 3-5 folíolos denteados e com pelos glandulares, e flores amarelas agrupadas em capítulos. Os frutos são aquênios com cerdas que auxiliam na dispersão da planta pelo vento ou por animais, como supracitado. Já *B. subalternans* é uma espécie com ciclo de vida anual, ou ainda raramente ultrapassando 365 dias, cujas plantas adultas podem atingir até 1,8 metros de altura. Ela apresenta um caule ereto e ramificado, folhas opostas compostas por 3 a 5 folíolos serrilhados e sem pelos glandulares, e flores amarelas agrupadas em capítulos semelhantes aos de *B. pilosa* (Bringel et al., 2025). Os frutos

também são aquênios com estruturas que auxiliam na dispersão da planta.

Tabela 6.1. Diferenças morfológicas entre espécies *Bidens pilosa* e *B. subalternans*. Deve-se destacar, contudo, a grande plasticidade morfológica existente nas espécies – uma breve consulta à plataforma “Flora e Funga do Brasil” indica haver nove variedades botânicas somente em *B. pilosa*, com características que podem distinguir daquelas indicadas abaixo. Produzida a partir de dados públicos disponíveis na plataforma Flora e Funga do Brasil (Bringel et al., 2025). Fotos: Rafael M. Pedroso.

Característica morfológica	Espécie	
	<i>Bidens pilosa</i> L.	<i>Bidens subalternans</i> DC.
Aspecto geral de plântulas		
Segundo par de folhas	Difere do 1º par de folhas verdadeiras	Similar ao 1º par de folhas verdadeiras
Filotaxia	Folhas opostas	Folhas opostas
Folhas	Maiores e mais alongadas	Menores e mais estreitas

Lâmina foliar	Simple (inteira) ou compostas (tripartida ou pinatífidas)	Compostas (pinatífidas ou bipinatídfas)
Pecíolo	Presente	Presente
Pápus (número médio de aristas nos aquênios)	2-3, porém podendo chegar a 5	4, mas podendo variar de 2-4
Altura final	Até 150 cm	Até 180 cm
Pelos glandulares	Presentes	Ausentes
Cor das flores do disco	Amarelas	Amarelas
Cor das flores do raio	Branças	Ausentes
Anel de pétalas	Dois anéis, um externo de pétalas maiores, e um interno	Somente um anel de pétalas

Abaixo, algumas das diferenças apresentadas anteriormente (Tabela 6.1) são descritas em maior nível de detalhamento:

- Tamanho e formato das folhas: as folhas da espécie *B. subalternans* são geralmente menores e apresentam uma forma mais ovalada, enquanto as folhas de *B. pilosa* têm um formato mais alongado e estreito;

- Tamanho dos capítulos: os capítulos da *B. subalternans* são menores, apresentando diâmetro entre 0,8-1,5 cm, em comparação a 1,5-2,5 em *B. pilosa*;
- Comprimento dos aquênios: os aquênios da *B. subalternans* são geralmente mais curtos do que os da *B. pilosa*, com cerca de 1,5 a 2 centímetros de comprimento, enquanto os de *B. pilosa* podem chegar a 2,5 centímetros (Bringel et al., 2025).

As inflorescências são do tipo capítulo, típicas da família Asteraceae. Os capítulos são compostos por flores liguladas amarelas, que são as flores femininas externas, e flores tubulosas do disco, que são as flores masculinas internas (Bringel et al., 2025). *B. subalternans* tem capítulos menores e com menos flores, e suas brácteas externas são mais largas e mais curtas. Além disso, as flores de *B. pilosa* tendem a ser mais densamente agrupadas do que as de *B. subalternans*. As duas espécies possuem características morfológicas em comum, como a presença de caules eretos e ramificados, folhas opostas (Figura 6.3) e raízes profundas.

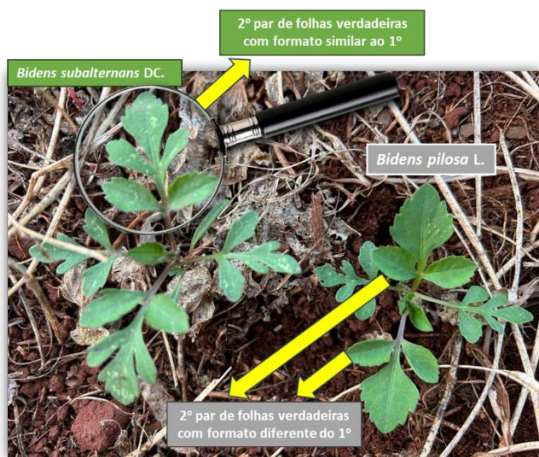


Figura 6.3. Plântulas de *Bidens subalternans* (a esquerda) e de *B. pilosa* (à direita), identificadas assim devido ao formato similar das lâminas foliares entre primeiro e segundo pares de folhas verdadeiras em *B. subalternans*. Foto: Ana Júlia F. Dressano.

Em resumo, *B. pilosa* e *B. subalternans* constituem espécies bem adaptadas a diferentes ambientes e condições edafoclimáticas, apresentando geralmente diferenças anatômicas e fisiológicas. Estas podem auxiliar em sua correta identificação e ser utilizadas para a identificação precoce das espécies, visando o correto manejo destas em áreas agrícolas, uma vez que a correta identificação das espécies é etapa fundamental para a escolha do herbicida mais eficaz e para o desenvolvimento de estratégias de manejo integrado de plantas daninhas. Contudo, um aspecto importante a ser considerado na identificação das espécies é a variação que pode ocorrer dentro de cada espécie. Por exemplo, *B. pilosa* pode apresentar variações em relação ao tamanho das folhas e dos capítulos, bem como na forma e tamanho dos aquênios. Embora essas diferenças morfológicas possam ser úteis para distinguir as duas espécies, a identificação precisa requer uma análise mais cuidadosa de outras características. Além disso, a morfologia pode ser influenciada pelo ambiente em que as plantas crescem o que pode tornar a distinção entre as espécies mais difícil. A análise conjunta de múltiplas características é, portanto, necessária para uma identificação assertivos das espécies no gênero *Bidens* L.

6.4 Biologia e ecofisiologia

B. pilosa e *B. subalternans* são espécies nativas da América do Sul e América Central (Bringel et al., 2025), que, devido à sua elevada

plasticidade ecológica e estratégias reprodutivas altamente eficientes, foram introduzidas e naturalizadas em diversas regiões do mundo, incluindo África, Ásia, Europa e América do Norte. Nessas regiões, ambas as espécies são frequentemente classificadas como plantas invasoras, dada a sua capacidade de dispersão acelerada e competição agressiva com a vegetação nativa.

Essas espécies apresentam um sistema reprodutivo altamente eficiente (Silva et al., 2016), caracterizado pela produção abundante de diásporos (aquênios) providos de aristas retrorsas que se aderem facilmente a animais, vestimentas humanas e implementos agrícolas, favorecendo a dispersão zoocórica e anemocórica (Bringel et al., 2025). Do ponto de vista ecológico, a biologia dessas espécies está fortemente associada à sua capacidade de adaptação a uma ampla variedade de condições edafoclimáticas. São capazes de se desenvolver em solos com baixa fertilidade e em ambientes com limitada disponibilidade hídrica, o que lhes confere vantagem competitiva em áreas degradadas ou marginalizadas. Apresentam também elevada tolerância a estresses abióticos, como déficit hídrico e temperaturas extremas, além de demonstrar resistência a diversos princípios ativos herbicidas, dificultando seu manejo em sistemas agrícolas.

As inflorescências dessas espécies são compostas por múltiplas flores bissexuais (hermafroditas), facilitando o processo de polinização entomófila (Bringel et al., 2025). Polinizadores como abelhas, moscas e lepidópteros são os principais agentes responsáveis pela transferência de pólen, promovendo variabilidade genética entre populações e aumentando a adaptabilidade das espécies. Além de seu caráter invasivo, essas espécies possuem uso tradicional na medicina popular (Conceição et al., 2013), sendo empregadas no tratamento de inflamações, cefaleias, distúrbios respiratórios e gastrointestinais,

como diarreias. Estudos farmacológicos têm demonstrado atividades biológicas relevantes nessas espécies, incluindo propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes.

Apesar de seus potenciais usos medicinais (Conceição et al., 2013), o comportamento invasivo de *B. pilosa* e *B. subalternans* representa um desafio significativo para a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade de sistemas agrícolas, pois essas espécies competem por recursos com espécies nativas e cultivadas, afetando diretamente a produtividade agrícola. O manejo dessas plantas pode ser realizado por meio de práticas mecânicas, como roçadas e capinas, ou pela aplicação de herbicidas seletivos, sendo recomendada a adoção de estratégias de manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) para controle eficaz e sustentável.

Em síntese, ambas as espécies no gênero *Bidens* são espécies infestantes com ampla capacidade de adaptação ecológica, dotadas de mecanismos reprodutivos eficientes e potenciais propriedades medicinais. No entanto, sua presença em ambientes agrícolas e naturais pode resultar em impactos negativos sobre a diversidade biológica e a produção agropecuária, exigindo estratégias de controle baseadas em conhecimento técnico e científico.

6.5 Interferência sobre cultivos agrícolas e impacto econômico

Plantas daninhas, incluindo espécies do gênero *Bidens*, exercem impacto significativo sobre a produtividade das culturas agrícolas, elevando os custos operacionais de produção. A presença dessas espécies em áreas cultivadas tem sido associada a reduções

expressivas no rendimento de diferentes culturas (Silva et al., 2016). Estudos realizados em distintas regiões do Brasil evidenciam que a ocorrência de *B. pilosa* na densidade de 1 planta/m² pode ocasionar diminuição de aproximadamente 14% na produtividade da soja. De modo semelhante, a infestação por *B. subalternans* na densidade de 16 plantas/m² pode resultar em redução de cerca de 11% na produtividade do milho (Vargas et al., 2015).

É fundamental destacar que esses valores são influenciados por variáveis locais, tais como as condições edafoclimáticas, o tipo de cultura, e as práticas de manejo adotadas, o que pode ocasionar variações consideráveis nos impactos observados. Todavia, tais estudos fornecem evidências robustas do potencial competitivo das espécies de *Bidens* frente às culturas agrícolas, atuando na disputa por recursos essenciais como água, nutrientes e luz, e afetando negativamente o desempenho produtivo. Diante disso, o manejo eficaz das plantas daninhas, incluindo as espécies de *Bidens*, torna-se imprescindível para a manutenção da produtividade agrícola e da viabilidade econômica dos sistemas produtivos, demandando a implementação de estratégias integradas e sustentáveis de controle.

6.6 Panorama de resistência e opções de manejo

Oficialmente, o primeiro caso de resistência a herbicidas ocorreu em *B. pilosa* em 1991 no Quênia, em que população resistente ao paraquat foi encontrada em lavoura de café (Heap, 2025). A Tabela 6.2 apresenta uma síntese dos casos já confirmados de resistência a herbicidas nestas espécies ao redor do globo. É importante notar que podem haver diferenças nos níveis basais de sensibilidade a herbicidas

entre estas espécies de picão-preto (Berti et. al., 2011), fato que pode ser explorado como forma de melhorar seu controle químico.

Tabela 3.4. Casos confirmados de resistência a herbicidas em *Bidens pilosa* e *B. subalternans*, em escala cronológica. Fonte: Heap (2025).

País	Ano	Cultura	Espécie	Local de ação
Quênia	1991	Café	<i>Bidens pilosa</i>	Desvio de elétrons a nível do FSI Grupo HRAC 22
Brasil	1993	Soja	<i>Bidens pilosa</i>	Inibição da Acetolactato sintase Grupo HRAC 2
Brasil	1996	Soja	<i>Bidens subalternans</i>	Inibição da Acetolactato sintase Grupo HRAC 2
Brasil	2006	Milho	<i>Bidens subalternans</i>	Inibição da Acetolactato sintase Grupo HRAC 2 Inibidores o Fotossistema II Grupo 5
México	2014	Citrus	<i>Bidens pilosa</i>	Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo

HRAC 9				
Brasil	2016	Milho e soja	<i>Bidens pilosa</i>	Inibição da Acetolactato sintase Grupo HRAC 2 Inibidores o Fotossistema II Grupo 5
Paraguai	2018	Soja	<i>Bidens subalternans</i>	Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo HRAC 9
Brasil	2022	Soja	<i>Bidens pilosa</i>	Inibição da Protoporfirinogênio oxidase Grupo 14
Brasil	2023	Soja e milho	<i>Bidens subalternans</i>	Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase Grupo HRAC 9

Já no Brasil, o primeiro caso confirmado deu-se em 1993 e foi um dos primeiros cases de resistência a herbicidas no país (Heap, 2025), sendo relacionado a seleção de populações de *B. pilosa* apresentando resistência a herbicidas inibidores da enzima ALS como ao imazetapir e o nicossulfuron, as quais foram selecionadas sob intensa pressão de seleção por aplicações recorrentes destes herbicidas em lavouras de soja.

6.7 Conclusões

Diferenciar as espécies de *B. pilosa* e *B. subalternans* é crucial por diversas razões. Primeiramente, essas espécies têm características distintas em termos de morfologia, preferências de habitat e resistência a herbicidas, o que pode influenciar a eficácia das estratégias de controle de plantas daninhas. As diferenças na morfologia, como o tamanho e a forma das folhas, das flores e dos frutos, podem ajudar na identificação correta das espécies e, consequentemente, na escolha das melhores técnicas de controle. Além disso, as espécies de *Bidens* podem ter distribuição geográfica variada e preferências específicas de habitat, como discutido. Compreender essas diferenças pode ser útil para direcionar os esforços de controle e priorizar áreas mais propensas à infestação.

Referências

BERTI, M. T. et al. Differential tolerance of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*) and common beggarticks (*Bidens subalternans*) to mesotrione. *Weed Technology*, 2011. v. 25, n. 3, p. 439-444.

BRINGEL JR., J.B.A.; REIS-SILVA, G. A.; BARBOSA, M.L. *Bidens* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB103749>>. Acesso em: 09 set. 2025

FERREIRA, E. A. et al. Sensitivity of *Bidens pilosa* and *B. subalternans* to herbicides commonly used in soybean crops. *Planta Daninha*, 2015. v. 33, n. 2, p. 221-230.

FERREIRA, J. N. M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Germination and emergence of *Bidens pilosa* L. and *B. subalternans* DC. under different

conditions. *Planta Daninha*, 2006. n. 4, p. 633-642, doi: 10.1590/S0100-83582006000400006.

FERREIRA, L. R. et al. First report of sulfonylurea-resistant *Bidens subalternans* in Brazil. *Planta Daninha*, 2017. v. 35, n. spe, e017164063,

HEAP, I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Disponível em: <http://www.weedscience.org>. Acesso em: 2 setembro 2025.

LIMA, D. M. M. et al. A distribuição geográfica de *Bidens pilosa* L. na Bahia, Brasil. *Biota Neotropica*, 2016. v. 16, n. 1, e20150298, doi: 10.1590/1676-0611-BN-2015-0298.

MELO, J. I. M. et al. Ocorrência de *Bidens subalternans* DC. (Asteraceae) no estado do Piauí, Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 2014. v. 9, n. 2, p. 127-132,

SILVA, F. A. et al. Interferência de diferentes densidades populacionais de *Bidens pilosa* sobre a cultura da soja. *Planta Daninha*, 2016. v. 34, n. 4, p. 617-625,

SOUZA, M. L. R. et al. Distribuição espacial de *Bidens pilosa* L. em áreas de Cerrado no Estado de Goiás, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências*.

Capítulo 7. *Borreria* spp. (sin. *Spermacoce* spp.; Rubiaceae)

Rodrigo V. S. Rocha, Lucas E. Santos, Rafael M. Pedroso

Resumo

Vassourinha-de-botão é nome comum dado a espécies de planta no gênero *Borreria* G.Mey (sinonímia *Spermacoce* L.), as quais tem se tornado um problema crescente devido sua alta capacidade competitiva e níveis de infestação em cultivos agrícolas, sendo considerada de difícil controle. Em diversos estados brasileiros, tem-se verificado falhas no controle de vassourinha-de-botão em regiões produtoras de soja e algodão após aplicações de glyphosate, frequentemente usado para o controle químico em pré-semeadura destas culturas. Dentre as diferentes espécies, a infestante *Borreria spinosa* (sin. *B. densiflora*) tem chamado a atenção entre produtores rurais e a comunidade científica do Brasil, principalmente nas regiões Norte, Nordeste e porção norte do Centro-Oeste. Essa espécie, assim como outras espécies-chave que compõem o complexo das vassourinhas-de-botão, é tolerante ao herbicida glyphosate, tornando o controle químico mais complexo e custoso. Neste capítulo, são discutidos aspectos da fisiologia e biologia das espécies que são relevantes ao seu manejo, além da taxonomia de importantes espécies chamadas de vassourinha-de-botão no país. Como será visto, espécies como *B. spinosa* são capazes de ocasionar reduções significativas nos rendimentos de grandes culturas, e seu manejo demanda proatividade e uso correto e rotacionado de herbicidas de diferentes mecanismos de ação, com destaque para moléculas que atuam através da inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox ou PPO).

Palavras-chave

Vassourinha-de-botão • Glyphosate • Herbicida • Soja • Tolerância • Algodoeiro

R. V. S. Rocha

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: rodrigo.venancio.rocha@usp.br

L. E. Santos

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: lucasantos.agro@usp.br

R. M. Pedroso

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: rmpedroso@usp.br

7.1 Introdução

As espécies de vassourinha-de-botão pertencem à família Rubiaceae, possuindo entre 250 e 300 espécies nas regiões tropicais e subtropicais, sendo uma das mais importantes no contexto de plantas infestantes no Brasil. Pertencem aos gêneros *Borreria* (sin. *Spermacoce*) e *Mitracarpus* (Lima Jr. et al., 2019; Correia, 2023; Pedroso et al., 2022), havendo diferenças em relação a sua classificação taxonômica entre diversos autores, como será demonstrado à frente.

A elevada dificuldade de controle em função da tolerância ao principal herbicida usado mundial – o glyphosate – tem atraído a atenção de produtores rurais no Brasil (Pacheco et al., 2016; Lima Jr. et al., 2017; Pedroso et al., 2022). Existem diversos relatos de infestações de *Borreria spinosa* (sinonímia *B. densiflora*) em propriedades com adoção de plantio direto em sistemas de soja e cana-de-açúcar no Norte e Nordeste do país (Martins & Christoffoleti, 2014).

Correia (2023), assim como os autores citados anteriormente, classificam a vassourinha-de-botão como tolerante ao glyphosate. Ou seja, plantas desta infestante possuem aptidão inata em sobreviver a aplicações deste herbicida em doses geralmente letais a outras espécies de plantas daninhas, de maneira a não interferir drasticamente no seu metabolismo e desenvolvimento (Lima Jr. et al., 2019). Quanto mais desenvolvidas as plantas no momento da aplicação, principalmente a partir de 4 folhas totalmente expandidas, menor é o controle em decorrência da menor absorção e translocação da molécula nos tecidos vegetais (Fadin et al., 2018).

7.2 O gênero *Borreria* (sinônimo *Spermacoce*)

O gênero *Borreria* G.Mey (sinonímia *Spermacoce* L.) é oriundo da América Tropical com difusão em outras regiões do mundo, como a Europa, Estados Unidos e África (Akobundu & Ekeleme, 2002; Chiquieri et al., 2004). Compreende cerca de 100 espécies com ocorrência na zona tropical do globo, tendo maior diversidade na América do Sul. No Brasil, existem 70 espécies registradas ao longo de todos os estados e nos mais diversos biomas (Nepomuceno et al., 2018). Essas espécies são conhecidas popularmente por vassourinha-de-botão, cordão-de-frade, erva-botão, falsa-poaia, vassourinha, entre outras possíveis denominações (Albrecht, et al., 2021).

No gênero *Borreria*, a vassourinha-de-botão tem sido relatada como infestante de grandes culturas como soja, milho e algodão. Existem outros nomes científicos sinônimos para o gênero ao redor do mundo, e em trabalhos mais recentes também é possível identificar outra espécie sendo citada: *Mitracarpus hirtus* (L.). DC., também conhecida como poaia-da-praia (Minozzi, 2022). Lourenço (2018) cita trabalhos onde há o reconhecimento dos gêneros *Borreria* e *Spermacoce* como similares, revelando oscilação na identificação e classificação de espécies destes gêneros. Martins (2008) caracterizou, a nível de espécie, plantas de vassourinha-de-botão como *Borreria densiflora* DC. (sinonímia *Borreria spinosa*), em contraste com a classificação anteriormente considerada errônea (segundo a autora), como *Spermacoce capitata*. A tabela 7.1 (abaixo) apresenta a classificação atual da espécie-focal abordada neste capítulo.

Tabela 7.1. Classificação taxonômica da *Borreria spinosa*. Fonte: Flora e Funga do Brasil (2025).

Categoria Taxonômica	Nome Científico
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordem	Rubiales
Família	Rubiaceae
Gênero	<i>Borreria</i> G.Mey.
Espécie	<i>Borreria spinosa</i> Cham. & Schltdl. (nome heterotípico <i>Borreria densiflora</i> DC.)

Existe ainda grande dificuldade de identificação entre espécies chamadas comumente de vassourinhas-de-botão e as espécies *Borreria latifolia* (Aubl.) K.Schum. (erva-quente) e *Richardia brasiliensis* Gomes (poaia-branca), as quais por serem da mesma família botânica possuem características morfológicas semelhantes. *Borreria verticillata*, *B. spinosa* (sin. *B. densiflora*; Figura 7.1), *B. remota* e *M. hirtus* já foram identificadas em propriedades do Brasil. Porém, todas são frequentemente consideradas e tratadas como *B. verticillata*, demonstrando a dificuldade na classificação também a nível de gênero e espécie (Correia, 2023).



Figura 7.1. Plantas de *Borreria spinosa* em diferentes estádios fenológicos, 45 dias após o plantio. Fonte: R.V.S. Rocha (2024).

Pedroso et al. (2022) destacam os gêneros *Borreria* e *Mitracarpus* entre as espécies chamadas de vassourinha-de-botão e emergentes em lavouras de soja do Brasil, ressaltando a dificuldade na identificação e distinção entre as espécies. Correia (2023) corrobora com a afirmação de Pedroso et al. (2022), classificando os gêneros das espécies destas infestantes como *Borreria* e *Mitracarpus* e destacando seu pertencimento à tribo *Spermacoce*.

As espécies de vassourinha-de-botão são nativas do Brasil (Correia, 2023), ocorrendo também em outros países da América do Sul.

Martins (2008) relata diversas espécies de *Borreria*, entre elas *B. capitata*, *B. reflexa*, *B. tenuis*, *B. gracilima*, *B. ocymoides*, *B. incognita*, *B. ryngioides*, *B. verticillata*, *B. hispida*, *B. stricta*, *B. alata*, entre outras, ratificando a possibilidade de erros de identificação.

7.3 Caracterização das espécies de vassourinha-de-botão

Quanto as características de hábito de desenvolvimento e propagação, a vassourinha-de-botão é classificada como uma planta perene, com desenvolvimento inicial lento. As plantas são de habitat terrestre, apresentam estrutura subarbusciva e hábito semiprostrado ou ereto, podendo apresentar entre 30 e 100 cm de altura. Sua morfologia pode ser caracterizada por folhas simples pseudoverticiladas, sem pecíolo, com vários nós, flores com lobos do cálice linear-espatulados, apresentando de 1 a 3 glomérulos por ramos, raiz pivotante, elevada ramificação, caule cilíndrico e de aparência cespitosa, pilosidade curta e abundante (Minozzi, 2022). A reprodução se dá exclusivamente por sementes e pode sobreviver durante os meses de menor índice pluviométrico, podendo rebrotar quando há o retorno das chuvas (Fontes et al., 2016).

7.4 Biologia e ecofisiologia de *Borreria spinosa*

As espécies de vassourinha-de-botão são caracterizadas pela rusticidade e adaptação a diversos ambientes como beiras de estradas, pastagens e cultivos agrícolas. Isso se justifica pela capacidade de se desenvolver em solos pobres em nutrientes, com acidez e alcalinidade acentuada, competindo com os cultivos agrícolas

por água, nutrientes, espaço físico e radiação (Lima Jr. et al., 2019). Martins e Christoffoleti (2014) afirmam que fatores ambientais influenciam a dinâmica das populações de vassourinha, como a amplitude térmica, temperaturas acima de 25 °C, presença de luz e rebrota após o corte.

Martins et al. (2010) estudaram a germinação de *Borreria densiflora* var. *latifolia* sob influência de cinco temperaturas – 20, 25, 30 e 35 °C em regime constante, e 20-30 °C em regime alternado – e sob condições de ausência ou presença de luz. O resultado demonstrou fotoblastismo positivo da espécie, portanto, há necessidade de luz para germinação de sementes da espécie. Quanto às condições de temperatura, constatou-se variabilidade em relação à amplitude térmica e temperatura, sendo que o tratamento onde houve alternância registrou maior percentual de plantas germinadas, seguido das temperaturas de 35, 30 e 25 °C – demonstrando maior índice de germinação de acordo com o aumento de temperatura. Estas condições refletem a realidade das regiões Norte e Nordeste do Brasil, justificando assim sua predominância nestas regiões.

Martins (2008) realizou estudo similar com *Borreria densiflora* DC., obtendo resultados semelhantes (Figura 7.2). Além disso, a autora constatou que quanto maior a profundidade da semente no solo, assim como a quantidade de palhada na superfície, menor a capacidade de germinação das sementes.

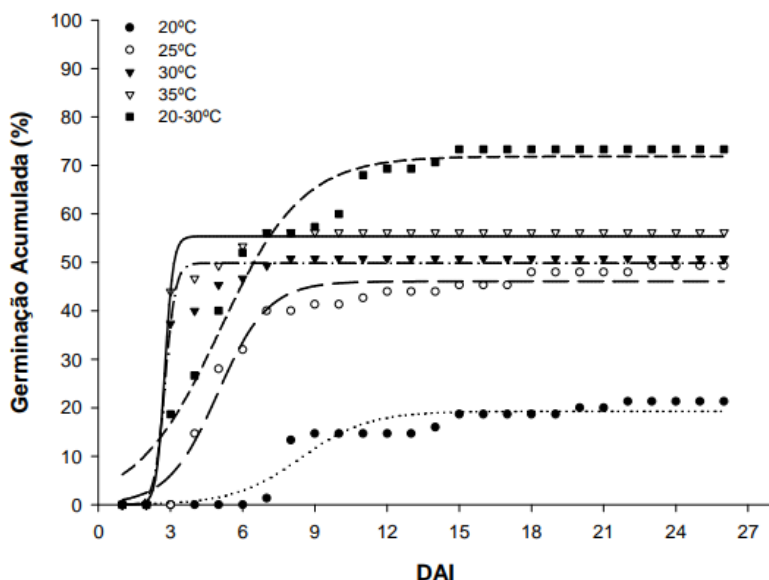


Figura 7.2. Germinação acumulada (%) de *Borreria densiflora* DC. sob diferentes temperaturas com fotoperíodo constante de 12 horas. Fonte: Martins (2008).

Fontes & Tonato (2016) estudaram o acúmulo de nutrientes por vassourinha-de-botão (*B. verticillata*) em pastagem de *Urochloa* spp. no Amazonas para quantificar a extração de nutrientes por estas plantas infestantes, visto que a competição por recursos é um dos fatores mais limitantes para as pastagens (Tabela 7.2). Os baixos teores de fósforo, cálcio, magnésio e potássio caracterizam o local como pastagens degradadas ou em processo de degradação, ambiente favorável para alta infestação de vassourinha-de-botão. Como resultado, foi obtida a seguinte ordem (decrescente) de acúmulo de

nutrientes na parte aérea: Nitrogênio > Cálcio > Potássio > Magnésio > Enxofre > Fósforo > Ferro > Manganês > Zinco > Boro > Cobre.

Tabela 7.1. Quantidade de nutrientes acumuladas na parte aérea de plantas de vassourinha-de-botão coletadas em pastagem de *Urochloa* spp. Fonte: Fontes & Tonato (2016).

Piquete	Massa seca	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		----- kg ha ⁻¹ -----						----- g ha ⁻¹ -----				
1	3.363	75,2	5,0	10,9	33,5	10,4	9,4	92,9	45,7	417,0	255,7	170,9
2	3.925	85,3	3,8	23,3	38,1	11,6	11,0	106,0	55,6	519,9	532,9	270,4
3	4.070	97,1	4,6	29,9	41,1	10,3	8,7	108,5	69,4	582,2	489,6	284,2
Média	3.877	85,9	4,5	21,4	37,6	10,8	9,7	102,5	56,9	506,4	426,0	241,8

N – Nitrogênio; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; S – Enxofre; B – Boro; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Mn – Manganês; Zn – Zinco

7.5 Dificuldades e opções para o controle de vassourinha-de-botão

A dificuldade no controle da vassourinha-de-botão em operações de dessecação vem sendo relatada em diversas áreas de produção últimos anos (Fadin, 2017). No Brasil, plantas de vassourinha-de-botão são frequentemente observadas, especialmente, na região de fronteira agrícola do MATOPIBA, abrangendo os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Entretanto, nos últimos anos outras regiões como o Mato Grosso e Goiás começaram a relatar um aumento na infestação em áreas agrícolas (Minozzi, 2022). Isso evidencia a expansão e disseminação dessa espécie, que anteriormente estava mais restrita à região do MATOPIBA.

Além deste trabalho, outros pesquisadores também buscaram avaliar diferentes métodos de controle para a planta em estudo, buscando alternar ingredientes ativos e testando misturas de tanque, a fim de reduzir a pressão de seleção sobre as plantas dessa espécie. Diante disso, o controle eficiente e eficaz de plantas daninhas na pós-colheita envolve o conhecimento da espécie que se deseja controlar, assim como a utilização de diferentes ferramentas para suprimir o crescimento e a proliferação desses indivíduos na entressafra.

A vassourinha-de-botão tem se tornado um problema crescente em cultivos de soja e algodão pelo país, por se tratar de uma planta de difícil controle. No Brasil, tem se destacado como uma planta de grande importância econômica, devido aos problemas com altas infestações em todo o território brasileiro em pastagens e cultivos agrícolas (Brighenti et al., 2005; Gazziero et al., 2015).

O manejo desta planta daninha é ainda mais desafiador devido à sua habilidade de rebrota, sua raiz pivotante longa, que possui uma

significativa capacidade de armazenamento de reservas, e sua tolerância contribui para essa dificuldade (Pier, 2016). Em áreas de ocorrência de vassourinha-de-botão na região do MATOPIBA, geralmente, são encontradas plantas em diferentes estádios de desenvolvimento, perenizadas rebrotadas e novos fluxos de plântulas resultantes do banco de sementes. Diante disso, o manejo eficiente em altas infestações de vassourinha-de-botão se torna complexo e demanda diferentes métodos de controle, em decorrência dos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas (Minozzi, 2022).

Dificuldades no controle de vassourinha-de-botão são observados em lavouras de soja no Brasil principalmente nos estados de Goiás, Piauí, Maranhão e Bahia, devido às perdas causadas e seu alto custo para o controle (Lourenço, 2018; Pacheco et al., 2016). Não há, até o momento, casos reportados de resistência a herbicidas envolvendo a espécie (Heap, 2025).

Produtores rurais vêm enfrentando desafios no manejo de vassourinha-de-botão, principalmente no cerrado brasileiro, em função da alta incidência de plantas no campo (Campos, 2022; Pacheco et al., 2016). A principal dificuldade relatada por produtores no controle químico das plantas dessa espécie é no posicionamento dos herbicidas em operação de dessecação, principalmente, em estádios fenológicos avançados da planta. De acordo com Lopes (2023), a dificuldade no controle da vassourinha-de-botão pode ser explicada pelo número limitado de herbicidas registrados para o controle da espécie.

A importância de estudos sobre o manejo de plantas daninhas da família Rubiaceae na cultura da soja tem aumentado. Espécies de vassourinha-de-botão como *B. spinosa* são consideradas tolerantes ao glyphosate, dificultando as operações de dessecação com este

herbicida em áreas de produção de culturas anuais (Gazziero et al., 2015; Fadin, 2017), dado que se trata do principal herbicida utilizado nas operações de dessecação de plantas infestantes (Lourenço, 2018). Seu uso tem aumentado nos últimos anos devido à crescente adoção de cultivares RR e sua facilidade no manejo de plantas daninhas, devido suas características: baixa toxicidade, baixo custo, amplo espectro e rápida adsorção no solo (Velini et al., 2009).

O herbicida glyphosate está entre um dos produtos mais aplicados no controle de plantas daninhas, porém, o seu uso exclusivo pode ter limitações, quanto requerer doses elevadas, aplicações sequenciais ou combinação com outros herbicidas para um controle satisfatório (Correia & Durigan, 2010). Diante das dificuldades no controle de vassourinha-de-botão, como alternativa produtores têm buscado aumentar a dose de equivalente ácido de glyphosate aplicada, buscando intensificar o efeito do produto (Santana et al., 2017).

Para Martins et al. (2010), o controle de vassourinha-de-botão em áreas produtoras de soja é dificultado em decorrência do controle não seletivo das plantas, potencialmente gerando riscos à cultura. Uma alternativa para o controle químico de vassourinha-de-botão é a utilização de produtos registrados para o controle de eudicotiledôneas, destacando-se os mecanismos de ação: inibidores da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS) – em plântulas e plantas jovens; inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX); mimetizadores de auxina (AIA); inibidores do fotossistema I e II (FSI e FSII); e inibidores da acetolactato sintase (ALS) (Lourenço, 2018). Os herbicidas flumioxazin e saflufenacil funcionam como inibidores da PROTOX, agindo na planta ao inibir a atividade da enzima protoporfirinogênio oxidase. Essa enzima desempenha um papel na oxidação do protoporfirinogênio para a formação de protoporfirina IX, um precursor da clorofila. Dessa forma, ocorre o acúmulo de

protoporfirinogênio, levando a uma oxidação não enzimática da enzima. Esse processo resulta na oxidação de lipídeos e proteínas, ocasionando a perda de clorofila e carotenoides, além do rompimento das membranas (JUNIOR, 2020). Os herbicidas inibidores da ALS, interferem na síntese de leucina, valina e isoleucina, aminoácidos de cadeia ramificada. Nas plantas suscetíveis, há uma interrupção no crescimento e desenvolvimento, manifestando-se por clorose internerval e/ou arroxamento foliar em um período de sete a dez dias após a aplicação do herbicida. Subsequentemente, ocorre a morte das plantas suscetíveis (Andrade Jr., 2020).

Diferentes estudos foram realizados até o presente momento abrangendo o controle de vassourinha-de-botão como um problema nas principais culturas agrícolas. Martins (2008) testou a eficiência no controle de *B. verticillata* em pré e pós-emergência na cultura de cana-de-açúcar. Como principais resultados obtidos, teve-se que a aplicação dos pré-emergentes: diclosulam, imazaquin, pendimethalin e s-metolachlor foram significativos no controle da espécie. Já na aplicação dos pós-emergentes: lactofen assim como combinações de glyphosate + 2,4-D; imazetapir + lactofen; carfentrazone + glyphosate; e imazetapir + chlorimuron + lactofen demonstraram-se eficientes no controle de *B. verticillata*, salientando-se que o controle de plantas da espécie seja realizado ainda em seus estágios iniciais de desenvolvimento, garantindo maior eficiência no controle final.

Em estudo realizado por Fadin et al. (2018), foi avaliada a eficiência no controle químico de *B. verticillata*. A utilização dos herbicidas: paraquat, 2,4-D, glyphosate, flumioxazin, cloransulam e saflufenacil, e as misturas de glyphosate + 2,4-D; glyphosate + saflufenacil; e glyphosate + flumioxazin foram eficientes no controle das plantas de da espécie quando estas apresentavam até seis nós. Os autores recomendam, ainda, que o manejo de dessecação de *B. verticillata*

seja feito em plantas no estágio vegetativo inicial, que é quando apresentam menos ramificadas e brotações.

Em outro estudo realizado, foi observado que em estádios mais avançados de desenvolvimento, entre 4-6 folhas e na floração, as superfícies das folhas adaxiais de *B. verticillata* apresentam menos estômatos e mais tricomas, o que pode resultar em uma menor absorção de herbicidas, o que explica as dificuldades de controle dessa espécie em estádios avançados (Albrecht et al., 2021; Fadin & Monquero, 2019). Para Fadin et al. (2018), esse fato pode ser explicado pois os autores identificaram nas folhas de *B. verticillata* estruturas que podem influenciar na deposição, retenção, absorção e translocação dos herbicidas aplicadas sobre as folhas, funcionando como uma barreira e assim associando-se a maior ou menor suscetibilidade das plantas aos herbicidas.

O herbicida glyphosate é classificado como sistêmico, dependendo da retenção da molécula na superfície foliar, da penetração foliar, da translocação na planta até o local de ação e da inibição da enzima-alvo, a EPSPs, para atingir eficácia ótima (Kirkwood & Mckay, 1994). Embora ainda não haja estudos aprofundados sobre os processos fisiológicos da vassourinha-de-botão, supõe-se que a retenção, penetração e, principalmente, a translocação do glyphosate nessa planta são comprometidas em estágios mais avançados de desenvolvimento (Andrade Jr., 2020)

Além do glyphosate, o herbicida 2,4-D também apresenta dificuldades no controle da vassourinha-de-botão (LOPES, 2023). Em seu trabalho, Minozzi (2022) relata que a aplicação de 2,4-D isoladamente na dose de 1340 g i.a ha⁻¹ apresentou apenas 65% de controle aos 21 DAA. Já Fadin et al. (2018) reportou um controle máximo de 72,5% para 2,4-D

isolado nas doses de 670 e 1000 g e.a ha⁻¹, sugerindo assim a tolerância da espécie ao 2,4-D.

O glufosinato-sal de amônio foi introduzido no Brasil como uma alternativa para áreas com espécies de plantas daninhas resistentes ou tolerantes ao glyphosate (Brunharo et al., 2014). Em relação à vassourinha-de-botão, demonstrou uma eficácia superior em todos os estágios de desenvolvimento estudados em comparação ao glyphosate. Esses resultados corroboram Lima et al. (2019), que também indicaram que o glufosinato-sal de amônio resultou em melhores índices de controle de vassourinha-de-botão em todos os estágios de desenvolvimento da espécie, comparativamente ao glyphosate (Andrade Jr., 2020).

Devido a presença de tolerância de alguns herbicidas no controle da vassourinha-de-botão, há uma grande demanda de outros herbicidas no mercado que garantam o controle desta planta daninha, principalmente em pós-emergência. Por fim, deve-se sempre buscar diversificar os mecanismos de ação dos herbicidas prevenindo a seleção de indivíduos resistentes (Lopes, 2023) como forma de boas práticas agrônômicas no campo.

7.6 Conclusões

Espécies infestantes no complexo denominado “vassourinha-de-botão” são altamente competitivas e capazes de ocasionar perdas produtivas significativas em culturas como a soja e o algodoeiro. Estas espécies estão entre as que mais rapidamente tem se disseminado entre campos de produção no país, demandando máxima atenção por parte de profissionais das Ciências Agrárias. Seu manejo demanda o uso de diferentes mecanismos de ação em adição ao glyphosate –

principalmente após a colheita da cultura visto a elevada tolerância inata ao glyphosate apresentada por plantas das espécies citadas neste capítulo, como *Borreria spinosa* e *B. verticillata*.

Referências

AGOSTINETO, M. C.; CARVALHO, L. B.; ANSOLIN, H. H., ANDRADE, T. C. G. R. SCHMIT, R. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de corda de viola. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 15, n. 1, p. 8-15. 2016.

AKOBUNDU O., EKELEME F. Weed seedbank characteristics of arable fields under different fallow management systems in the humid tropical zone of southeastern Nigeria. Agroforestry Systems. 2002; 54:161-170.

ALBRECHT, A. J. P.; LORENZETTI, J. B.; ALBRECHT, L. P.; DANILUSSI, M. T. Y.; BARROSO, A. A. M.; SILVA, A. F. M. Eficácia de herbicidas no controle *Spermacoce verticillata* e seletividade para as plantas de milho. Weed Control J. 2022; 21:202200769. Disponível em: <<https://doi.org/10.7824/wcj.2022;21:00769>>. Acesso em: 07/06/2023.

ALTMANN, N. Manejo de plantas daninhas em pós-colheita da soja. Revista Plantio Direto, v.? p. 23-26, 2012.

ASSOCIATION LATINO AMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas. Bogotá, ALAM, 1974. v. 1, p. 35-38.

BRIGHENTI, A. M., FONTES, J. R. A., MARTINS, C. E., SOBRINHO, F. S., ROCHA, W. S. D., STROPPIA, G.M. Controle da Vassourinha-de-botão na Cultura da Seringueira. Londrina-PR, 2005.

BRIGHENTI, A. M. et al. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1241-1246, out. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/RHtzTK3y9XqFxV4yc6TDnqF/>>. Acesso em: 27 jun.2024.

BRUNHARO, C. A. C. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. Revista Brasileira de Herbicidas. v. 13, n. 2., p. 163-177. 2014.

CAMPOS, D. A. Matocompetição e controle químico da vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) na cultura do sorgo. TCC (Graduação em Bacharel em Agronomia). Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.

CARVALHO, F. T.; PEREIRA, F. A. R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R. R. B. Manejo Químico das Plantas Daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em Sistema de Plantio Direto da Cultura da Soja. Planta Daninha, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 145-150, 2002.

CHIQUEIRI, A.; MAIO, F. R. Di; PEIXOTO, A. L. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasiliensis de Martius. Rodriguésia, v. 55, n. 84, p. 47-57, 2004.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 2016. 4ª ed. Piracicaba, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002776200>>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CLIMATE DATA. Dados climáticos para cidades mundiais. Climate-Data Org, © 2021. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 02 dez. 2024.

COBUCCI, T.; DI STEFANO, J.G.; KLUTHCOUSKI, J. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 35). Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circ_35ID-Dy3HYAsVoR.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONTIERO, R. L. 2009. Manejo antecipado é estratégia para inibir plantas daninhas. Visão Agrícola, Piracicaba, v. 50, n. 9, p. 119-122.

CORREIA, N. M. Desafios no manejo de vassourinha-de-botão em ambiente de Cerrado. Informações Agronômicas, Planaltina-DF, ed. 3, p. 5-19, 27 nov. 2023. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1158737/1/Nubia-Desafios-no-manejo-da-vassourinha.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Controle de plantas daninhas da cultura de soja resistente ao glyphosate. Bragantia, Campinas, v. 69, n. 2, p. 319-327, 2010.

FADIN, D. A. et al. Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. Weed research, v. 58, n. 5, p. 389-396, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/wre.12329>>. Acesso em: 03 dez. 2024.

FADIN D. A. Aspectos da biologia e do controle químico de *Spermacoce verticillata* L. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia/ Ambiente da UFSCar-CCA). Campus Araras, Universidade de São Carlos, Araras, 68 p., 2017.

FONTES, J. R. A.; TONATO, F. Acúmulo de nutrientes por vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), planta daninha de pastagens na Amazônia. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, Circular técnica, n. 54. 2016. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1045493>>. Acesso em: 03 dez. 2024.

GAZZIERO, D. L. P.; LOLLATO, R. P.; BRIGHENTI, A. M.; PITELLI, R. A.; VOLL, E. 2015. Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja 2ª edição. Londrina-PR, p 101-107.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F.S.; VOLL, E. A importância do manejo de entressafra no controle de buva e capim-amargoso. Embrapa Soja. Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, Londrina-PR, p. 174-175, 2013.

ANDRADE JUNIOR, E. Controle químico de *Spermacoce verticillata* em pré-semeadura de soja. Dissertação (Mestrado em Mestrado profissional em bioenergia e grãos). Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 29 p., 2020.

KIRKWOOD, R.C., MCKAY, I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. Pesticide science. 1994; n. 42, p. 241-249.

KISSMANN, K. G. D, GROTH. Plantas infestantes e nocivas. Tomo III 2ª edição. Ed. São Paulo: BASF, 722 p.. 2000.

KURIHARA, C. H. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo. Viçosa-MG: Revista Ceres, v. 60, n.5, p. 690-698, 2013. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1045493>>. Acesso em: 03 dez. 2024.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. Bragantia, Campinas, v. 63, n. 1, p. 73-79, jun. 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/rNR7zRMXqczcsWK6xDx33bv/?lang=pt>>. Acesso em: 27 jun. 2024.

LIMA JÚNIOR F.M. et al. Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) com aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência. In: ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AGROSSUSTENTÁVEIS; JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 6., 2017, Sinop, MT. Resumos... Sinop, MT: Embrapa Agrossilvipastoril, 2017. p. 87-90. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1088734/1/2017-cpamt-fsi-controle-vassourinha-botao-aplicacoes-herbicida-pre-pos-emergencial-p-87-90.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2024.

LIMA, C. C.; SILVA, R. P.; JERONIMO, A. V.; HIRATA, A. C. S.; MONQUERO, P. A. Estágios fenológicos associados ao controle químico no manejo de *Spermacoceae* densiflora originada de sementes e rebrota. Londrina, PR: Revista Brasileira de Herbicidas, v. 18, n. 3. 2019. Disponível em: <https://www.weedcontroljournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/2236-1065-rbh-S2236-10652019000180030047700450/2236-1065-rbh-S2236-10652019000180030047700450.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2024.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7. ed. Nova Odessa: Ipsis, 2014. 383 p. Acesso em: 27 jun. 2025.

LOURENÇO, M. F. C. et al. Efeito de doses de glyphosate e de misturas de herbicidas no controle de vassourinha-de-botão em pré-semeadura da cultura da soja. *Agronomia brasileira*, Jaboticabal/SP, v. 5, p. 1-13, 10 dez. 2021. DOI 10.29372/rab202108. Disponível em: <<https://www.fcav.unesp.br/#!/ensino/departamentos/ciencias-da-producao-agricola/laboratorios/labmato/rab/volume-5-2021/rab202108/>>. Acesso em: 3 dez. 2024.

LOURENÇO, M. F. C. Manejo químico de vassourinha-de-botão (*spermacoce* sp.) na cultura da soja. 2018. 57 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano, Urutaí/GO, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/304/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Prote%C3%A7%C3%A3o%20de%20plantas_Marcos%20Felipe%20de%20Castro%20Louren%C3%A7o.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2024

MARTINS B.A.B., CHRISTOFFOLETI P.J. Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions. *Planta Daninha*. 2014. n. 32. p. 817-825.

MARTINS, B.A.B. et al. Germinação de *Borreria densiflora* var. *latifolia* sob condições controladas de luz e temperatura. Viçosa-MG: *Planta Daninha*, v. 28, n. 2, p. 301-307, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pd/a/yLp4GthwNqHP49vWkqJjXjg/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 03 dez. 2024.

MARTINS, B. A. B. Biologia e manejo de planta daninha *Borreria densiflora* DC. 2008. 110 p. Dissertação (Mestrado em

Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MINOZZI, G. B. Eficácia, absorção e translocação de glifosato e 2,4-D em *Spermacoce veticillata* (L.). Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2022. 80 p.

NEPOMUCENO, F. A. A. et al. O gênero *Borreria* (Spermacoceae, Rubiaceae) no estado do Ceará, Brasil. *Rodriguésia*, v. 69, p. 715-731, 2018.

NICOLAI, M. et al. Monitoramento de infestações de populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suspeitas de resistência ao glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto, 2010. p. 943-946.

OLIVEIRA JR., R. S. de; CONSTANTIN, J. C.; INOUE, M. H. (ed.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. 348 p. Disponível em: <https://www2.ufpel.edu.br/prg/sisbi/bibct/acervo/biologia_e_manejo_de_plantas_daninhas.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2024.

Pacheco L.P. et al. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. Fortaleza-CE: *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 3, p. 500-508, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/wGs5bJNwYxKPY7qjGNg8Pyg/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 03 dez. 2024.

PASSO, D. P.; MARTINS, E. de S.; GOMES, M. P.; BRAGA, A. R. dos S.; CASTRO, K. B.; LIMA, L. A. de S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. Caracterização geomorfológica do Município de Barreiras, Oeste

Baiano, Escala 1:100.00. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

PEDROSO, F. de A. et al. Características morfológicas e identificação de plantas de vassourinha-de-botão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 32, 2022, Rio Verde. Anais... [...], Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2022. p.46.

SANTANA, I. J.; DUTRA, L. M.; SILVA, L. G. B.; GONÇALVES, D. J.; ARAÚJO, L. S.; CUNHA, P. C. R. Glifosato isolado e com adjuvante potencializador no controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce densiflora*). IV Congresso Brasileiro de Fitossanidade – IV Conbraf. Uberaba-MG, 2017.

SHANER, D.; BRIDGES, D. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glifosato). In: Shaner, D.; Bridges, D. Herbicide action course. West Lafayette: Purdue University, 2003. p. 514-529, 2003.

SHAW, W.C. Integrated weed management systems technology for pest management. *Weed science*, 30(supl. 1): 2-12, 1956.

SILVA, W. T. dada; SILVA, A. F. da. Avaliação de dose resposta em biótipos de buva resistentes ao glifosato. Seminário de Iniciação Científica PIBIC/BIC Júnior, Embrapa Milho e Sorgo, v. 12, ago. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163072/1/A_valiacaodose.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SILVA, A. F. M.; GIOVANELLI, B. F.; ALBRECHT, A. J. P.; LORENZETTI, J. B.; PLACIDO, H. F.; MARCO, L. R.; VICTORIA FILHO, R. Controle químico de *Lepidium virginicum* e *Blainvillea dichotoma*. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, v.6, n.2, p.39-48, 2017.

TEIXEIRA, A. G. T. Controle de vassourinha-de-botão em diferentes estágios de desenvolvimento no Amazonas. TCC de Graduação (Agronomia). Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara-AM, 30 p., 2020.

VELINI, E. D. et al. Modo de ação do glyphosate. In Glyphosate, E. D. VELINI. et al. Fundação de Estudos e Pesquisas Florestais. Botucatu-SP, Brasil. p. 113-133, 2009.

VILELA, R. G. Comportamento fitossociológico de plantas daninhas em dois sistemas de cultivo e controle químico. Universidade Federal de Mato grosso do Sul. p. 99. 2013.

WELLER, S. C.; THILL, D.; BRIDGES, D. C.; VAN SCOYOC, G. E.; GRAVEEL, J. G.; TURCO JÚNIOR, R. F.; GOLDSBROUGH, P.; RUHL, G. E.; HOLT, H. A.; REICHER, Z. J.; WHITFORD, F. (Eds.) Herbicide action course. West Lafayette, Purdue University, 2003. p. 267-291.

ZIMDAHL, R. 2013. Fundamentals of weed science. New York: Academic Press, 666 p.

Capítulo 8. *Euphorbia hirta* L. (sin. *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.; Euphorbiaceae)

Davi R. M. de Freitas, Matheus A. Salvador, Rafael M. Pedroso

Resumo

Este capítulo objetiva trazer informações relevantes e atualizadas acerca da biologia e manejo da espécie de planta *Euphorbia hirta* L. (sinonímia *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.; erva-de-santa-Luzia). Esta espécie tem ganhado crescente importância no cenário agrícola brasileiro, motivado em parte pelos frequentes relatos de escapes ou rebrotas de plantas após aplicações de glifosato, o principal herbicida utilizada no Brasil e no mundo atualmente. Como será visto adiante, a espécie é capaz de produzir uma grande quantidade de sementes em curto espaço de tempo, além de apresentar, atipicamente, mecanismo de assimilação de carbono pela via C4, dando a esta vantagens sobre espécies C3 quanto a eficiência no uso da água e tolerância a elevadas temperaturas. Seu hábito de crescimento prostrado também dificulta seu correto controle com uso de herbicidas, e sua sobrevivência durante a entressafra permite o enriquecimento do banco de sementes no solo. Por fim, são apresentadas opções de controle químico para a espécie, que se bem realizado pode auxiliar na diminuição gradativa do extenso banco de sementes que a espécie pode formar.

Palavras-chave

Planta daninha • Erva-de-Santa-Luzia • Glifosato • Soja • Resistência

D. R. M. Freitas

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: davi.rmdf@usp.br

M. A. Salvador

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: matheussalvador@usp.br

R. M. Pedroso

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: rmpedroso@usp.br

8.1 Introdução

Euphorbia hirta L. é uma espécie de planta na família Euphorbiaceae, com usos medicinais e diversos nomes comuns, entre os quais destaca-se erva-de-santa-Luzia. Esta espécie é comum tanto em ambientes urbanos quanto rurais, além de terrenos baldios e margens de estradas, e sua relevância como planta daninha tem crescido rapidamente nos últimos anos, fato atribuído a uma menor eficácia do herbicida glifosato para controle de plantas em estágios mais avançados de desenvolvimento.

De forma surpreendente, *E. hirta* possui mecanismo de assimilação de carbono do tipo C4 e grande prolificidade, as quais aliada e seu baixo porte tornam a espécie uma competidora agressiva em sistemas de produção de culturas tolerantes ao glifosato.

Outrora uma espécie dificilmente observada nos campos de produção de grandes culturas, a erva-de-santa-Luzia hoje figura como uma das principais espécies em levantamentos junto a produtores e demais profissionais das Ciências Agrárias, Contudo, a disseminação de informações sobre sua biologia e manejo – relevantes ao seu manejo - ainda está aquém se comparada a espécies como a buva (*Conyza* spp.), o capim-amargoso (*D. insularis*) e o capim-pé-de-galinha (*E. indica*). Por este motivo, neste capítulo, abordaremos aspectos da biologia e ecofisiologia da espécie que justificam porque a *E. hirta* tem conquistado espaço entre as principais plantas daninhas de grandes culturas brasileiras.

8.2 Origem e distribuição

E. hirta apresenta centro de origem atribuído à região tropical do continente americano, com distribuição natural que se estende desde

o sul da América do Norte até grande parte da América do Sul (Embrapa, 2003; Zhang et al., 2021; Royal Botanic Gardens, 2025). No Brasil, sua ocorrência é registrada nas cinco macrorregiões geográficas, evidenciando ampla adaptação ecológica (Silva et al., 2020a). Em escala global, a espécie está amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, com destaque para países da África, sudeste asiático, China, Índia e Austrália, onde é frequentemente encontrada em ambientes antrópicos e sistemas agrícolas diversos (Kumar et al., 2010; Nyeem et al., 2017; Ghosh et al., 2019).

8.3 Taxonomia

Euphorbia hirta L. (sinonímia *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.) é uma espécie pertencente à ordem Malpighiales e à família Euphorbiaceae, destacando-se por sua ampla distribuição em regiões pantropicais. A família Euphorbiaceae representa um dos agrupamentos mais diversos dentre as angiospermas, com estimativas superiores a 6.000 espécies distribuídas em mais de 200 gêneros ao redor do mundo, muitas das quais possuem relevância ecológica, econômica ou medicinal (Wurdack & Davis, 2009; Encyclopaedia Britannica, 2025). No Brasil, a família está representada por aproximadamente 60 gêneros e 900 a 1000 espécies, constituindo uma das mais numerosas e morfologicamente complexas da flora nativa, sendo amplamente distribuída nas principais formações vegetais do território nacional (Souza & Lorenzi, 2012; Silva et al., 2020c). *Euphorbia* é o maior gênero da família, com cerca de 2 mil espécies representantes (Silva et al., 2020b; Encyclopaedia Britannica, 2025).

A diversidade taxonômica da família Euphorbiaceae abrange espécies de notável relevância econômica, como a seringueira (*Hevea*

brasiliensis), fonte de borracha natural; a mamona (*Ricinus communis*; Figura 8.1), utilizada na produção de óleo vegetal e biocombustível e a mandioca (*Manihot esculenta*), importante alimento básico em várias regiões tropicais. Além dessas, o grupo inclui espécies de reconhecido valor ornamental, como o bico-de-papagaio (*Euphorbia pulcherrima*), a coroa-de-cristo (*Euphorbia milii*) e o cróton (*Codiaeum variegatum*), amplamente cultivadas em ambientes urbanos e paisagísticos (Souza & Lorenzi, 2012). Destacam-se, ainda, espécies de interesse agrônomo pelo seu comportamento invasivo e interferência em culturas agrícolas, como o leiteiro ou amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), o gervão-branco (*Croton glandulosus*) e a erva-andorinha (*Euphorbia hyssopifolia*).

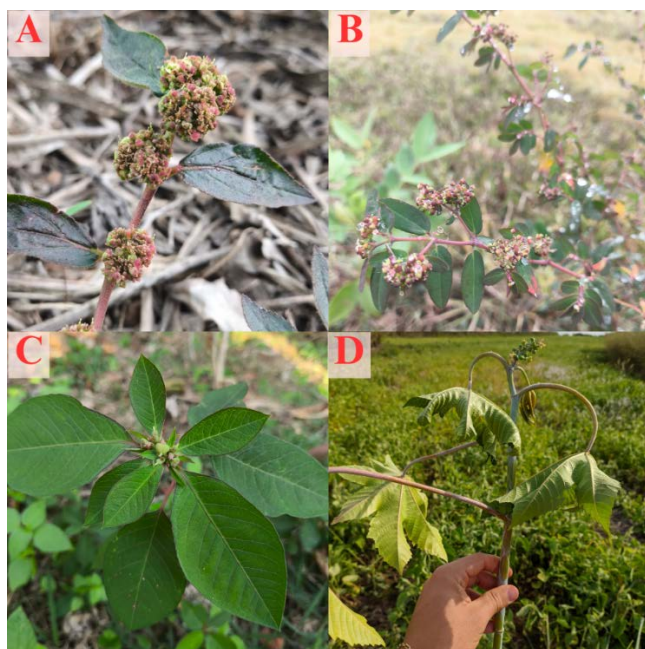


Figura 8.1. Espécies da família Euphorbiaceae. A: *Euphorbia hirta*; B: *Euphorbia hyssopifolia*; C: *Euphorbia heterophylla*; D: *Ricinus communis*.
Fonte: Davi R. M. de Freitas.

8.4 Botânica e fisiologia

Euphorbia hirta é uma espécie herbácea, de ciclo anual, com hábito de crescimento predominantemente ereto a semiprostrado (Lorenzi et al., 2014; Silva, 2014). Apresentando porte reduzido e baixa ramificação, a planta pode atingir de 0,4 a 0,6 metros de comprimento (Embrapa, 2003; Lorenzi et al., 2014; Silva, 2014; Ghosh et al., 2019). Fisiologicamente, a espécie apresenta metabolismo fotossintético do tipo C4, característica associada à maior eficiência no uso da água e adaptação a ambientes de alta radiação e temperaturas elevadas (Zhang et al., 2021).

As folhas são simples, opostas e dísticas (Figura 8.2), com limbo ovalado, ápice variando de agudo a obtuso e margens serradas. O tamanho foliar geralmente não ultrapassa 4 cm de comprimento. A coloração é predominantemente verde, podendo apresentar manchas avermelhadas ao longo da nervura central. A superfície abaxial é densamente pubescente, enquanto a face adaxial varia de glabra a glabrescente (Embrapa, 2003; Silva, 2014; Ghosh et al., 2019).



Figura 8.2. Variabilidade de cores e desenhos em folhas de *Euphorbia hirta*.
Fonte: Davi R. M. de Freitas.

O caule é cilíndrico, pubescente e lactescente, de coloração que varia do verde ao avermelhado (Embrapa, 2003; Silva, 2014). O látex (Figura 8.3) constitui um importante mecanismo de defesa vegetal contra herbivoria e infecções microbianas, atuando como barreira física e química que dificulta a ação de predadores e patógenos (Crawley, 1983). Trata-se de uma suspensão ou emulsão de compostos químicos (frequentemente de aparência esbranquiçada e viscosa) produzida por células especializadas vivas, metabolicamente ativas, capazes de crescer, se ramificar e modular tanto a quantidade quanto a

composição química do exsudato (Lewinsohn & Vasconcellos-Neto, 2000).

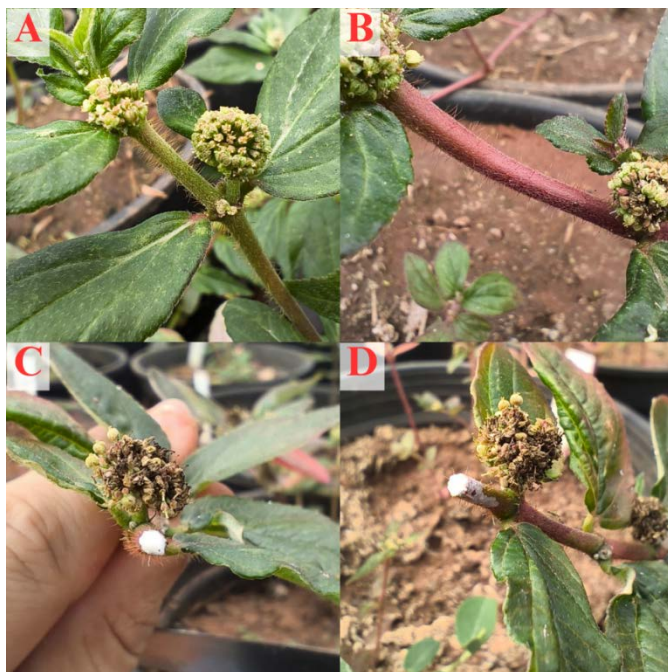


Figura 8.3. (A) e (B): Caules cilíndricos, verde e avermelhado, com vasta pilosidade em plantas de *Euphorbia hirta*; (C) e (D): Exsudação de látex em caule de *E. hirta*, com ação que foi relacionada a diminuição do ataque por herbivoria na espécie. Fonte: Davi R. M. de Freitas.

O ciátio é uma inflorescência altamente especializada e considerada característica diagnóstica do gênero *Euphorbia*. Trata-se de uma estrutura pseudofloral que mimetiza uma flor hermafrodita, mas que,

na realidade, é composta por um conjunto de flores unissexuais organizadas em um involúcro em forma de taça. Essa estrutura abriga uma flor feminina central, pedicelada, composta exclusivamente pelo gineceu, e quatro ou cinco címulas de flores masculinas periféricas, cada uma reduzida a um único estame. Na borda do involúcro encontram-se glândulas nectaríferas, frequentemente associadas a apêndices petaloídes (Prenner & Rudall, 2007; Silva, 2014). A floração normalmente ocorre ao longo de todo o ano, sem restrição sazonal definida (Silva, 2014; Ghosh et al., 2019).

Estudos de campo e laboratório revelaram que algumas espécies de formigas frequentam a *E. hirta*, o que sugere sua capacidade de realizar polinização cruzada. Testes experimentais confirmaram que as formigas são vetores de polinização eficientes, elevando a produção de frutos em comparação com outros mecanismos e facilitando tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada (Samuel & Rastogi, 2022).

Os frutos de *E. hirta* são do tipo cápsula tricoca, com morfologia subglobosa e deiscência explosiva, característica que facilita a dispersão das sementes a curta distância. Apresentam coloração variando entre verde e avermelhado e são recobertos por tricomas, conferindo-lhes aspecto pubescente. As sementes são ovóides, trigonais, glabras e de coloração castanho-avermelhada, sendo desprovidas de carúncula, estrutura presente em outras espécies do gênero (Embrapa, 2003; Silva, 2014; Ghosh et al., 2019). Ainda, a espécie apresenta reprodução exclusivamente sexuada, realizada por meio de sementes (Figura 8.4), podendo superar 3000 por planta (Rizzardi, 2019; CABI, 2021) e germinando, em média, cinco dias após a semeadura (Bolaji et al., 2020).

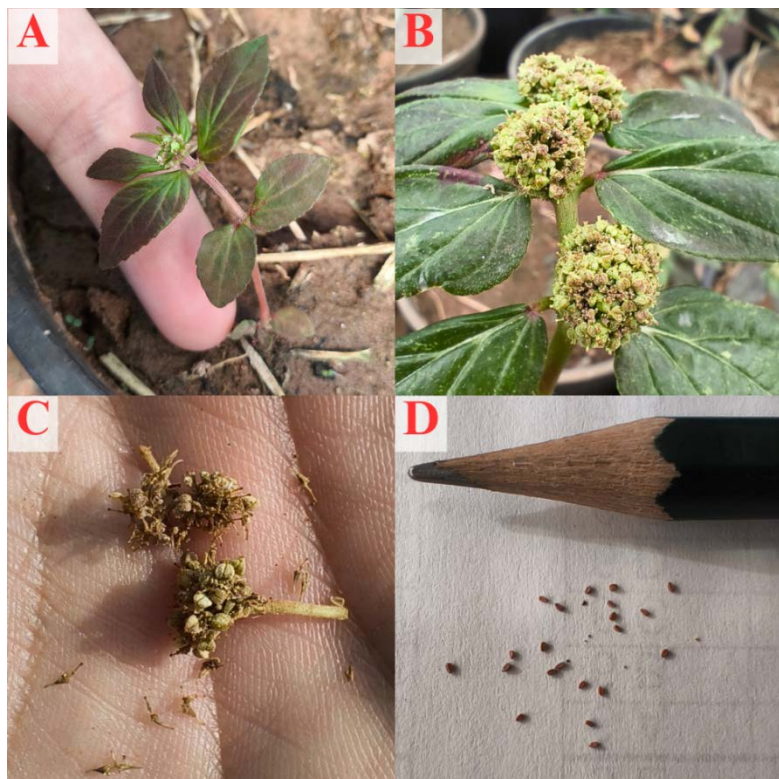


Figura 8.4. (A): *Euphorbia hirta* em início de florescimento e frutificação; (B): Planta adulta em pleno florescimento e frutificação; (C): Frutos maduros; (D): Sementes de *E. hirta*. Fonte: Davi R. M. de Freitas.

Estudos demonstraram que a profundidade de semeadura exerce influência significativa sobre a emergência de plântulas, com reduções expressivas observadas em profundidades superiores a 0 cm. A semeadura superficial (0 cm) associada à cobertura com palha de aveia-preta (*Avena strigosa*) também resultou em queda acentuada na emergência, evidenciando o potencial dessa cobertura como

estratégia de controle cultural. As sementes da espécie germinam tanto na presença quanto na ausência de luz, sendo, portanto, classificadas como fotoblásticas neutras. No entanto, observou-se que a germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) foram otimizados sob temperaturas elevadas, especialmente a 35 °C, na presença de luz. Por outro lado, temperaturas constantes inferiores a 35 °C promoveram uma redução significativa da germinação, independentemente da presença de luz, sugerindo que a espécie apresenta melhor desempenho germinativo sob condições de temperaturas mais altas, típicas de ambientes tropicais (Freitas et al., 2021; Silva et al., 2018a, 2018b).

Ferreira et al. (2017) verificaram que as sementes de *E. hirta* apresentaram desempenho germinativo superior sob condições de luz branca, com destaque para os elevados valores de porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), em comparação àquelas mantidas no escuro. Apesar da influência luminosa sobre a germinação, a espécie exibiu taxas germinativas satisfatórias em todos os regimes de luz testados, com percentuais superiores a 42%. Tal comportamento indica que a erva-de-santa-luzia possui germinação pouco dependente da luz, corroborando sua classificação como fotoblástica neutra.

8.5 Resistência aos herbicidas

Até o momento, não há registros oficiais de resistência de *E. hirta* a qualquer mecanismo de ação de herbicidas em nível global (HEAP, 2025). Essa informação ressalta a importância do monitoramento contínuo da resposta da espécie aos herbicidas, visando evitar a

seleção de biótipos resistentes e garantir a eficácia das estratégias de controle químico.

Freitas (2025) observou redução de sensibilidade ao glifosato em algumas populações de *E. hirta* coletadas a campo em Primavera do Leste, no estado do Mato Grosso, Brasil. Casos similares já foram acompanhados pelo autor Rafael M. Pedroso em visitas à produtores de soja, durante as quais é comum o relato e visualização de plantas da espécie rebrotadas após tratamento com glifosato (Figura 8.5). Novos trabalhos com um número maior de populações e uma abordagem fisiológica estão em andamento para melhor elucidar esse comportamento.



Figura 8.5. (esquerda) Planta de *Euphorbia hirta* coletada à campo, apresentando rebrota após aplicação de glifosato em dose recomendada pela bula do produto; (direita) planta da espécie ao lado de touceira de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), as quais sobreviveram à aplicação de glifosato na área. Fonte: Rafael M. Pedroso.

8.6 Alelopatia e interferência

O gênero *Euphorbia* é amplamente estudado na agricultura, com diversas espécies, incluindo *E. hirta*, relatadas como infestantes de

lavouras, pomares e pastagens. Além da forte competição por recursos, que pode levar a perdas de produtividade chegando a 85%, muitas espécies de *Euphorbia* apresentam potencial alelopático em cereais, oleaginosas e bactérias nitrificantes, liberando fitotoxinas que podem inibir a germinação e o crescimento de culturas como o milho e o trigo (Tanveer et al., 2013).

O potencial alelopático da *E. hirta* sobre a cultura do milho parece ser dependente da dose. Em um estudo com a incorporação de diferentes quantidades de pó da parte aérea dessa planta daninha ao solo, observou-se que concentrações mais baixas estimularam o acúmulo de massa de matéria fresca e seca da parte aérea, enquanto a concentração mais alta (100 g de pó da parte aérea de *E. hirta* para 500 g de solo) inibiu completamente o crescimento das plantas de milho após oito semanas. Este efeito dual sugere a liberação de compostos com atividade tanto bioestimulante quanto fitotóxica (Jabeen & Ahmed, 2009). Segundo Tiwari et al. (1985), lavagens do sistema radicular de *E. hirta* apresentaram um efeito prejudicial sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de soja, amendoim e feijão-mungo.

Bhatti et al. (1997) relataram redução substancial na eclosão de larvas de nematoides de cisto (*Heterodera avenae*) com extratos foliares de *E. hirta*. Além disso, o látex da espécie reduziu a infecção das cepas RGMVC e RGMM do vírus *Ridge Gourd Mosaic Virus* em mais de 70% em plantas de *Cucurbita pepo* (Tripathi & Sharma, 2007).

8.7 Aspectos positivos

A *E. hirta* é amplamente reconhecida por seu potencial medicinal (principalmente na África e Ásia), resultado da diversidade de

compostos bioativos presentes em seus tecidos vegetais. Estudos fitoquímicos indicam que essa espécie contém uma ampla gama de metabólitos secundários, entre os quais se destacam flavonoides (quercetina, quercitrina, rutina, kaempferol, miricitrina), taninos, triterpenos (como α -amirina, β -amirina e friedelina), fitoesteróis (β -sitosterol, estigmasterol), alcaloides, saponinas, ácidos fenólicos (gálico, elágico e protocatecuico), bem como diterpenos do tipo forbol e compostos voláteis (Kumar et al., 2010; Nyeem et al., 2017; Ghosh et al., 2019; Kgosiemang et al., 2025).

A complexidade fitoquímica de *E. hirta* está diretamente relacionada às suas propriedades farmacológicas. Diversos estudos demonstram atividades biológicas relevantes, incluindo efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios, antitumorais, antioxidantes, anti-hiperglicêmicos, sedativos, ansiolíticos, antiasmáticos, antialérgicos, espasmolíticos e cicatrizantes (Kumar et al., 2010; Nyeem et al., 2017). Por exemplo, extratos da parte aérea da planta mostraram capacidade de inibir a inflamação auricular em roedores, efeito atribuído principalmente à presença de β -amirina, 24-metilenocicloartenol e β -sitosterol (Lanthers et al., 1991).

Patil & Magdum (2011) investigaram a atividade antitumoral das partes aéreas de *E. hirta*, extraídas com etanol, clorofórmio e éter de petróleo. Os extratos etanólico e clorofórmico apresentaram efeito antitumoral, evidenciado pelo aumento do tempo médio de sobrevivência e redução da massa tumoral em camundongos, atribuída à presença de flavonoides.

Diante do vasto espectro de atividades terapêuticas atribuídas a *E. hirta*, justifica-se o crescente interesse científico pela espécie, especialmente quanto ao isolamento e caracterização de seus compostos bioativos com potencial aplicação farmacêutica. No

entanto, embora seus efeitos benéficos estejam bem documentados na medicina tradicional, há necessidade de estudos mais robustos quanto à farmacodinâmica, farmacocinética e toxicidade desses compostos, visando à segurança e eficácia de seu uso clínico (Kgosiemang et al., 2025).

8.8 Manejo da espécie

Um estudo detalhado em Nova Xavantina, MT realizado entre 2005 e 2006 avaliou diferentes sistemas de manejo em cinco cultivares de soja, concluindo que todos os que incluíam apenas a aplicação de glifosato em pós-emergência (480 g e.a. ha⁻¹ aos 17 dias após a semeadura ou 960 g e.a. ha⁻¹ aos 35 dias após a semeadura) foram superiores para o controle de *E. hirta* comparativamente ao tratamento que recebeu apenas uma dessecação em pré-semeadura. No entanto, o estudo revelou uma nuance importante: um sistema que consistia apenas em uma dessecação com glifosato + 2,4-D (14 dias antes da semeadura) e uma única aplicação tardia de glifosato (35 dias após a emergência da cultura) apresentou um controle inferior de *E. hirta* no cultivar CD 219, que possuía um fechamento de dossel mais lento, permitindo maior desenvolvimento da planta daninha. Apesar das diferenças estatísticas quando comparado aos outros sistemas, ele ainda apresentou um controle superior a 97% (Petter et al., 2007b). Já um ensaio com três cultivares de soja tolerantes ao herbicida glifosato aferiu um controle bom a excelente de *E. hirta* e outras eudicotiledôneas nas concentrações de 480 a 1704 g e.a. ha⁻¹ de glifosato em pós-emergência (Foloni et al., 1998).

Avaliou-se a eficácia de diferentes herbicidas e suas associações aplicados em pré-emergência para o controle de plantas daninhas na

cultura do milho em sistema de plantio direto em um estudo conduzido em Montividiu, GO (Dan et al., 2010). Os herbicidas atrazina (1600 g ha^{-1}), atrazina + s-metolaclopro (1665 g ha^{-1} + 1305 g ha^{-1}) e atrazina + simazina (250 g ha^{-1} + 250 g ha^{-1}) apresentaram controle superior a 94% de plantas de *E. hirta* aos 28 dias após a emergência (DAE) do milho. O mesmo estudo aferiu um controle ineficiente de s-metolaclopro (1680 g ha^{-1}) aplicado isoladamente.

Freitas et al. (2023) avaliaram a associação de diferentes ingredientes ativos a glifosato, simulando uma primeira aplicação, seguida de uma aplicação sequencial de glufosinato de amônio, visando ao controle de plantas adultas de *E. hirta* a campo no município de Sorriso, MT. Os resultados indicaram que a aplicação isolada de glifosato ($1440 \text{ g e.a. ha}^{-1}$), sem aplicação sequencial, apresentou o pior desempenho em termos de controle, equiparando-se estatisticamente ao tratamento-controle (sem aplicação). A inclusão do glufosinato de amônio como aplicação sequencial, por si só, não foi suficiente para melhorar significativamente o desempenho, mantendo o tratamento entre os de menor eficácia. Por outro lado, destacaram-se entre os tratamentos mais eficazes as associações de glifosato com 2,4-D, seguidas pela aplicação sequencial de glufosinato de amônio, demonstrando elevada eficiência no controle da espécie avaliada.

Como alternativas viáveis para o manejo da *E. hirta* em condições de pós-emergência, Freitas et al. (2022) indicaram a eficácia de diferentes grupos de herbicidas, especialmente quando aplicados em plantas no estágio de duas a quatro folhas. Dentre os herbicidas avaliados, destacaram-se os inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox ou PPO), como saflufenacil e flumioxazina; os inibidores do fotossistema I (ou desviadores de elétrons), como o diquate; e os inibidores do fotossistema II, como a atrazina. Além disso, herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), como imazetapir e

nicossulfuron, também demonstraram alta eficiência. O glufosinato de amônio isolado, bem como as associações de 2,4-D + glufosinato de amônio e 2,4-D + glifosato, revelaram-se igualmente eficazes nesse estágio de desenvolvimento de plantas da espécie.

Para plantas em estágio mais avançado, especificamente durante a fase de florescimento, os herbicidas atrazina e trifloxissulfuron, assim como as combinações de 2,4-D com glufosinato de amônio e com glifosato, apresentaram os melhores resultados em termos de controle, evidenciando-se como as estratégias mais adequadas para o controle químico da espécie nesse estágio fenológico. A aplicação do herbicida glifosato (1080 g e.a. ha⁻¹), de forma isolada, resultou em controle total das plantas nos dois estádios de desenvolvimento avaliados (FREITAS et al., 2022). Ainda, todos os herbicidas avaliados demonstraram elevada eficácia no controle de *E. hirta* em condição de pré-emergência, apresentando índices de controle superiores a 90% aos 28 dias após a aplicação. Destacaram-se, entre os princípios ativos testados, a pendimetalina, s-metolaclo, piroxassulfona, diclosulam, sulfentrazone, flumioxazina, isoxaflutole e clomazona.

Em experimento realizado em ambiente controlado, todos os tratamentos testados proporcionaram controle de 100% da espécie em aplicações na pré-emergência do alvo, sendo eles: s-metolaclo, diclosulam, flumioxazina, clomazone, imazetapir e as associações de imazetapir + flumioxazina e sulfentrazone + diuron (CHAPETA, 2021). Já em pós-emergência, a aplicação isolada do glifosato e dos herbicidas auxínicos (2,4-D, triclopir, dicamba e halauxifen-metil + diclosulam) não obteve sucesso no controle, igualmente quando associados (misturas duplas de glifosato + um dos herbicidas auxínicos). A associação de glifosato com herbicidas inibidores da Protox, como saflufenacil, carfentrazone e flumioxazina apresentou níveis satisfatórios. Alternativamente, a mistura de glifosato com inibidores

da ALS (cloransulam ou clorimuron), ou ainda glifosato + herbicida auxínico + herbicida inibidor da enzima Protox (uma mistura tripla, ou seja, contendo três ativos) apresentou controle eficiente mesmo em estádios mais avançados da planta daninha.

Por fim, alguns ingredientes ativos isolados ou em mistura foram selecionados para ensaio de eficácia de controle em trabalhos conduzidos por Freitas (2025) em casa-de-vegetação localizada em Piracicaba, SP. Neste trabalho, foram estudados biótipos de *E. hirta* que descendem de plantas que sobreviveram a aplicações de glifosato em lavouras localizadas no estado do MT (escapes de controle), conforme já citado na seção 8.5. Foram observadas diferenças significativas na redução de massa seca da parte aérea entre o tratamento-controle e os tratamentos de terbutilazina (1400 g ha^{-1}), além da associação de glifosato com flumioxazina ($1620 \text{ g e.a. ha}^{-1} + 25 \text{ g ha}^{-1}$). Uma análise posterior da sobrevivência das plantas demonstrou mortalidade nula nos tratamentos de glifosato ($1620 \text{ g e.a. ha}^{-1}$), cloransulam (38 g ha^{-1}) e fomesafem 250 g ha^{-1}). Em contraste, os tratamentos de 2,4-D (1005 g ha^{-1}), saflufenacil (49 g ha^{-1}), terbutilazina (1400 g ha^{-1}), glufosinato (600 g ha^{-1}), dicamba (720 g ha^{-1}) e a associação de glifosato com flumioxazina ($1620 \text{ g e.a. ha}^{-1} + 25 \text{ g ha}^{-1}$) apresentaram mortalidade superior ou igual a 80%, indicando serem alternativas viáveis para o controle químico de plantas da espécie.

8.9 Conclusões

Diversos aspectos da biologia de *E. hirta* justificam seu rápido crescimento e grande disseminação em lavouras agrícolas nacionais, como sua elevada prolificidade, rápida produção de sementes e baixo

porte, os quais aliados a elevada eficiência no uso da água conferido pela via C4 fotossintética tornam a espécie altamente competitivas e capaz de ocasionar perdas produtivas significativas em culturas como a soja. Seu manejo demanda atenção ao estágio de desenvolvimento das plantas e o uso de diferentes herbicidas de forma integrada, além de cuidados com a limpeza de equipamentos e demais implementos que possam introduzir sementes da espécie em novas áreas menos infestadas.

Referências

BHATTI, D. S.; DUTT, Ravi; VERMA, K. K. Larval emergence from cysts of *Heterodera Avenae* and *H. Cajani* as affected by plant leaf extracts. *Indian Journal of Nematology*, New Delhi, v. 27, n. 1, p. 63-69, jun. 1997. ISSN 0303-6960.

BOLAJI, A. O.; IDOWU-AIYE, M.; MORONFADE, H. O. Reproductive biology of four weedy *Euphorbia* species from Ile-Ife, Nigeria. *Ife Journal of Science*, Ile-Ife, v. 22, n. 1, p. 1-8, 2020. DOI: 10.4314/ijs.v22i1.1.

CABI. *Euphorbia hirta* (garden spurge). CABI Compendium, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.21355>. Acesso em: 15 maio 2025.

CHAPETA, Ana Carolina Oliveira. Caracterização anatômica do eixo vegetativo aéreo e alternativas de manejo para o controle da espécie *Euphorbia hirta*. 2021. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021. Disponível em: <https://rima.ufrjr.br/jspui/bitstream/20.500.14407/13309/3/2021%2>

0-%20Ana%20Carolina%20Oliveira%20Chapeta.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

CRAWLEY, Michael John. Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions. Berkeley: University of California Press, 1983. 437 p. (Studies in Ecology, v. 10). Disponível em: <https://archive.org/details/herbivorydynamic0000craw>. Acesso em: 21 maio 2025.

DAN, Hugo de Almeida et al. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 388-393, out./dez. 2010. DOI: 10.5216/pat.v40i4.6057.

EMBRAPA. Erva-de-santa-luzia: *Euphorbia hirta* L. Brasília, DF: Embrapa, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489382/1/Ervasanta.pdf>. Acesso em: 17 maio 2025.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. Euphorbiaceae. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 2025. Disponível em: <https://www.britannica.com/plant/Euphorbiaceae>. Acesso em: 20 maio 2025.

FERREIRA, Débora Teresa da Rocha Gomes et al. Germinação de três Euphorbiaceae influenciada pela luz e níveis de palhada. Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista, v. 11, n. 3, p. 215–222, jul./set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i3.3852>.

FOLONI, Luiz Lonardoní et al. Aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. Revista Brasileira de Herbicidas, Passo Fundo, RS, n. 3, p. 47-58, 2005.

FREITAS, Davi Rosa Moreira de. Estudo de um possível caso de resistência da *Euphorbia hirta* L. ao herbicida glifosato e herbicidas alternativos para o controle no Brasil. 2025. 63 p.. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo , Piracicaba, 2025.

FREITAS, N. M. et al. Chemical control of garden spurge mature plants (*Chamaesyce hirta*) in the field. *Revista Ciência Agrícola*, [S.L.], v. 21, p. 11858, 12 abr. 2023. Universidade Federal de Alagoas. <http://dx.doi.org/10.28998/rca.21.11858>. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/11858/10549>. Acesso em: 20 mar. 2025.

FREITAS, N. M. et al. Herbicides applied in pre and post-emergence to control *Chamaesyce hirta*. *Revista Ceres*, [S.L.], v. 69, n. 3, p. 308-313, maio 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x202269030008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/67bVwncxxstkvL4DdNqWmNt/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

FREITAS, Naira Moreli de et al. Light, temperature and sowing depth on germination of garden spurge. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 51, n. 10, e20200764, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200764>.

GHOSH, Pranabesh et al. Botanical description, phytochemical constituents and pharmacological properties of *Euphorbia hirta* Linn: a review. *International Journal of Health Sciences & Research*, v. 9, n. 3, p. 273–286, mar. 2019.

HEAP, Ian. The International Herbicide-Resistant Weed Database. 2025. Disponível em: <http://www.weedscience.org/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

JABEEN, Nasira; AHMED, Moinuddin. Possible allelopathic effects of three different weeds on germination and growth of maize (*Zea mays*) cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, Karachi, v. 41, n. 4, p. 1677-1683, 2009.

KGOSIEMANG, Ipeleng Kopano Rosinah et al. Pharmacological significance, medicinal use, and toxicity of extracted and isolated compounds from *Euphorbia* species found in Southern Africa: a review. *Plants*, Basel, v. 14, n. 3, p. 469, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14030469>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/14/3/469>. Acesso em: 21 maio 2025.

KUMAR, Sunil; MALHOTRA, Rashmi; KUMAR, Dinesh. *Euphorbia hirta*: its chemistry, traditional and medicinal uses, and pharmacological activities. *Pharmacognosy Reviews*, v. 4, n. 7, p. 58–61, jan./jun. 2010. DOI: 10.4103/0973-7847.65327.

LANHERS, M. C. et al. Analgesic, antipyretic and anti-inflammatory properties of *Euphorbia hirta*. *Planta Medica*, Stuttgart, v. 57, n. 3, p. 225–231, jun. 1991. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2006-960079>.

LEWINSOHN, Thomas M.; VASCONCELLOS-NETO, João. Como insetos sabotam defesas de plantas: o caso do látex. *Oecologia Australis*, v. 8, 2000. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/7054>. Acesso em: 21 maio 2025.

LORENZI, Harri. et al. Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas: plantio direto e convencional. 7. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014. 384 p.

NYEEM, Mohammad Abu Bin et al. *Euphorbia hirta* Linn.: a wonderful miracle plant of Mediterranean region – a review. *Journal of Medicinal Plants Studies*, v. 5, n. 3, p. 170–175, 2017.

PATIL, Sandeep B.; MAGDUM, Chandrakant S. Phytochemical investigation and antitumour activity of *Euphorbia hirta* Linn. *European Journal of Experimental Biology*, v. 1, n. 1, p. 51–56, 2011. Disponível em: <https://www.primescholars.com/abstract/phytochemical-investigation-and-antitumour-activity-of-euphorbia-hirtai-linn-90606.html>. Acesso em: 21 maio 2025.

PETTER, F. A. et al. Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready®. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 557–566, 2007b. DOI: 10.1590/S0100-83582007000300015.

PRENNER, Gerhard; RUDALL, Paula J. Comparative ontogeny of the cyathium in *Euphorbia* (Euphorbiaceae) and its allies: exploring the organ–flower–inflorescence boundary. *American Journal of Botany*, v. 94, n. 10, p. 1612–1629, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.3732/ajb.94.10.1612>. Acesso em: 21 maio 2025.

RIZZARDI, Mauro Antônio. Manual de plantas daninhas: erva-de-santa-luzia (*Euphorbia hirta*). [S.l.]: Corteva Agriscience, 2019. E-book.

ROYAL BOTANIC GARDENS. Plants of the World Online. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/>. Acesso em: 17 maio 2025.

SAMUEL, Joy Nivedita; RASTOGI, Neelkamal. Ants as pollination vectors of ant-adapted *Euphorbia hirta* L. plants. *Arthropod-Plant Interactions*, v. 16, n. 4, p. 361–372, ago. 2022. DOI: 10.1007/s11829-022-09903-2.

SILVA, Gustavo Delabio da et al. Efeito da palhada no solo e profundidade da semeadura na emergência de erva-de-santa-luzia (*Chamaesyce hirta*). In: I Congresso Online para o Aumento da Produtividade de Soja – CONSOJA, 1., 2018, Santa Maria. Anais do I Congresso Online para o Aumento da Produtividade de Soja (CONSOJA). Santa Maria: CONSOJA, 2018a.

SILVA, Gustavo Delabio da et al. Efeito da temperatura e luminosidade na germinação de erva-de-santa-luzia. In: I Congresso Online para o Aumento da Produtividade de Soja – CONSOJA, 1., 2018, Santa Maria. Anais do I Congresso Online para o Aumento da Produtividade de Soja (CONSOJA). Santa Maria: CONSOJA, 2018b.

SILVA, Otávio Luis Marques da. Estudo taxonômico de *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae) no Estado de São Paulo, Brasil. 2014. 162 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente – Área de Concentração em Plantas Vasculares em Análises Ambientais) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2014.

SILVA, Otávio Luis Marques et al. *Euphorbia hirta* L. In: FLORA E FUNGA DO BRASIL. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020a. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22700>. Acesso em: 11 mar. 2025.

SILVA, Otávio Luis Marques et al. *Euphorbia* in Flora do Brasil 2020. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020b. Disponível em: <http://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17561>. Acesso em: 20 maio 2025.

SILVA, Otávio Luis Marques et al. Euphorbiaceae in Flora do Brasil 2020. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020c.

Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB113>. Acesso em: 20 maio 2025.

SOUZA, Vinicius Castro; LORENZI, Harri. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2012. 768 p. ISBN 978-85-86714-39-9.

TANVEER, A. et al. Implications of weeds of genus *Euphorbia* for crop production: a review. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 723-731, 2013. DOI: 10.1590/S0100-83582013000300027.

TRIPATHI, S. C.; SHARMA, G. Inhibition of infectivity of ridge gourd mosaic virus by latex of some angiosperms. *Vegetos*, v. 20, n. 1, p. 53-54, 2007.

WURDACK, Kenneth J.; DAVIS, Charles C. Malpighiales phylogenetics: Gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. *American Journal of Botany*, v. 96, n. 8, p. 1551–1570, 2009. DOI: 10.3732/ajb.0800207.

ZHANG, Yancheng et al. The complete chloroplast genome of *Euphorbia hirta* (Euphorbiaceae), a commonly used medicinal plant in China. *Mitochondrial DNA Part B*, [S.l.], v. 6, n. 8, p. 2166–2168, 2021. DOI: 10.1080/23802359.2021.1945506.

Capítulo 9. *Solanum americanum* Mill. (Solanaceae)

9

Ranieri Borsari, Rafael M. Pedroso

Resumo

Solanum americanum L. é uma espécie de planta na família Solanaceae facilmente e igualmente encontrada tanto em ambientes urbanos quanto rurais no Brasil, servindo inclusive como fonte de alimento para a fauna nestes locais. A espécie recebe diversos nomes comuns, com destaque para erva-moura e maria-pretinha, e desta já isolaram substâncias como a solassodina, esteróide já utilizado na síntese de fármacos contraceptivos para uso humano. Esporadicamente se ouvem relatos e são encontradas plantas as quais sobreviveram a aplicações de herbicidas como o glifosato e o 2,4-D (escapes), contudo não há, oficialmente, casos oficiais de resistência a herbicidas nesta espécie no território nacional. Este capítulo objetiva abordar com detalhe o potencial de interferência por planta da espécie sobre plantas cultivadas, além dos usos que pode possuir e de características de sua biologia e morfologia relacionadas a grande capacidade competitiva que caracteriza *S. americanum*. São, ainda, apresentadas alternativas de controle eficientes para a espécie, buscando diversificar os mecanismos existentes e diminuir, assim, a pressão de seleção de populações apresentando resistência a herbicidas.

Palavras-chave

Planta daninha • Erva-moura • Herbicida • Soja • Maria-pretinha

R. Borsari

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: raniborsari@usp.br

R. M. Pedroso

Departamento de Produção Vegetal (LPV/ESALQ/USP), Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: rmpedroso@usp.br

9.1 Introdução

Dentre as inúmeras espécies que podem causar prejuízos às lavouras, tem-se a erva-moura ou maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.). Trata-se de uma planta anual herbácea de reprodução por sementes, variando de 40-60 cm de altura, podendo passar de 1 m sob condições mais favoráveis. Possui folhas ovaladas de base atenuada e ápice agudo, caule de coloração verde, cilíndrico e ereto, ramificando-se na parte superior e lignificando-se em sua base. A inflorescência é extra-axilar, com um ápice peduncular que emite até 6 pedicelos que formam uma umbela com pequenas flores. Um dos grandes destaques dessa planta do gênero *Solanum*, responsáveis inclusive pelo seu nome comum, são os frutos, estes sendo solanídios globosos variando de 5 a 9 mm de diâmetro, verdes quando imaturos e pretos e glabros quando maduros. Os frutos, que possuem cerca de 50-100 sementes presas na placenta axial, podem trazer grandes prejuízos em culturas como o algodoeiro, a soja e o feijoeiro-comum, uma vez que suas sementes diminuir a qualidade do produto colhido, como através da inviabilização do lote como sementes para outras lavouras (Kissmann, 1992).

9.2 Biologia e morfologia das plantas

De modo geral, pode-se descrever a *S. americanum* como uma espécie anual, herbácea, glabra, de crescimento ereto e muito ramificada da família Solanaceae, com porte de 40-60 cm, podendo alcançar até um metro a depender das condições encontradas. Sua reprodução se dá por sementes reservadas em frutos solanídios globosos variando de 5 a 9 mm de diâmetro, verdes quando imaturos e pretos e glabros quando maduros. Cada fruto pode possuir de 50-100 sementes

aderidas à placenta axial (Kissmann, 1992; Lorenzi, 2014). As estruturas citadas e outras da parte aérea estão demonstradas nas figuras 9.1 e 9.2 (abaixo).

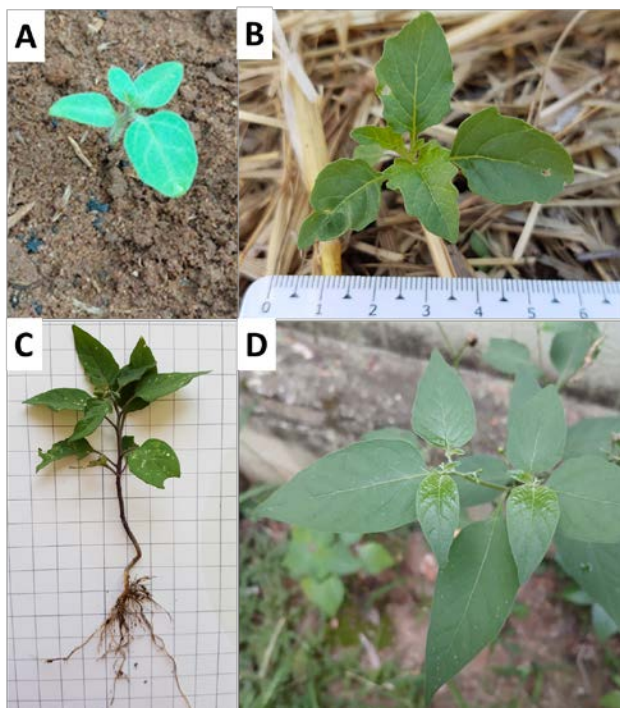


Figura 9.1. (A) Plântula de *S. americanum*; (B) e (C) plantas jovens, e (D) exemplo de folhas da espécie. Fonte: Ranieri Borsari (A e D) e Rafael M. Pedroso (B e C).

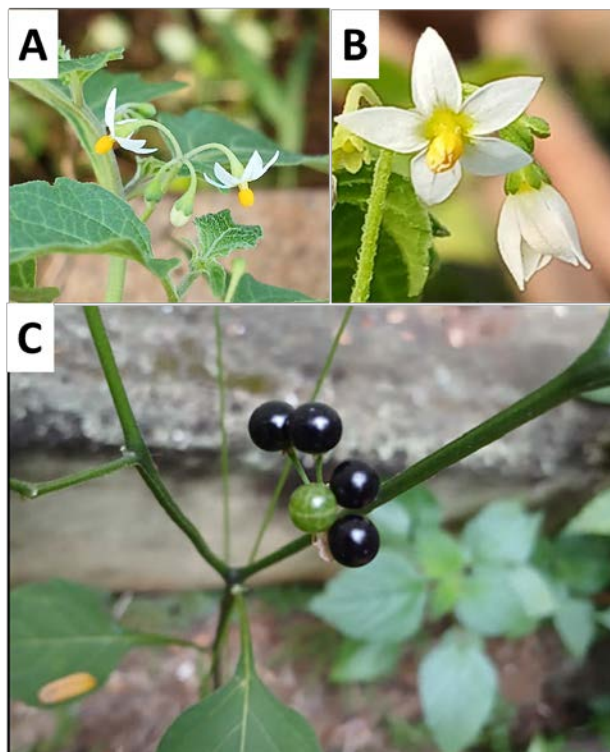


Figura 9.2. (A) Exemplar da inserção floral em ramos de *S. americanum* vista pela lateral; (B) flor vista pela frente; e (C) Exemplar da inserção nos ramos e de frutos da espécie. Nota: nos frutos, pode-se notar a presença de dois estádios de maturação, sendo a coloração verde a indicadora de imaturidade. Fonte: Ranieri Borsari.

9.3 Usos e características atribuídas à espécie

Tipicamente reconhecida como uma planta infestante nativa do território americano e presente em diversas regiões do Brasil, *S.*

americanum também possui características que a destina para diferentes finalidades e usos. Os frutos maduros e negros/purpúreos da espécie, por exemplo, podem possuir valor comercial se utilizados como uma forma de tinta por algumas populações (Edmonds & Chweya, 1997). Em diversas localidades no mundo, suas propriedades medicinais também são exploradas. No Hawaii, são usadas para aliviar problemas no trato respiratório, erupções cutâneas, cortes e feridas e nas Ilhas Maurício, como aliviadoras de dores abdominais e inflamações da bexiga. Eram utilizados, a partir da *S. americanum*, para tratamento de feridas em Camarões com folhas trituradas, dores cardíacas com folhas cruas na Serra Leoa e para alívio da conjuntivite na Tanzânia, por exemplo (Watt & Breyer-Brandtwijk, 1962). As plantas desta espécie são cotidianas em algumas comunidades da América Central que a utilizam como fonte nutricional, uma vez que além de bem adaptada a condições diversas, possui quantidades maiores de ferro, proteínas, calorias, vitaminas do complexo B, fibras, cálcio e vitamina C que o espinafre (Osorio, 2004 apud De Macvean e Pöll, 2002).

Ressalta-se, entretanto, que a ingestão dos frutos de *S. americanum* pode ocasionar toxicidade, levando a possíveis sintomas de diarreia, dor abdominal, vômito, dores de cabeça e alucinações (Sousa et al., 2021 apud Simões, 2004). Considera-se tradicionalmente que os frutos verdes são tóxicos e, os maduros, comestíveis (Tofoli et al., 1998 apud Lorenzi, 1982). Um estudo, todavia, avaliando a possível toxicidade e outras propriedades dos frutos de *S. americanum*, não recomenda o uso para alimentação humana ou animal após revelar uma DL_{50} (testada em uma população de *Artemia salina*) de 28,681 $\mu\text{g/mL}$, indicando uma alta toxicidade relacionada, muito provavelmente, a altos teores de solanina, um glicoalcaloide formado por um alcaloide de sabor amargo e tóxico (Sousa et al., 2021). Por fim,

interessantemente, da espécie pode-se isolar diferentes glicoalcalóides esteroídicos e solassodina, substância esteroideal utilizada na produção de fármacos contraceptivos para uso humano.

9.4 Potencial de interferência sobre cultivos agrícolas

Há outras características, no entanto, que caracterizam também *S. americanum* como uma planta com potencial de ser classificada como uma infestante competitiva em lavouras. Em lavouras de algodão, por exemplo, tem-se notado uma maior presença e interferência competitiva de infestantes da família Solanaceae, incluindo plantas dessa espécie (Braz et al., 2011). Plantas de *S. americanum* serviram, em um estudo desenvolvido na Austrália, como hospedeiras alternativas para viroses de plantas cultivadas transmitidas por insetos, assim como para bactérias fitopatogênicas que atacam os produtos comerciais do gengibre e para insetos que atacam folhas de tabaco (Edmonds & Chweya, 1997 apud Henderson, 1974). Além de altamente prolífica, produzindo até 178 mil sementes/planta, estas sementes quando enterradas profundamente no solo podem apresentar dormência de até oito anos. Soma-se a isso o fator de que as plantas *S. americanum*, assim como muitas do gênero *Solanum*, são reconhecidas hospedeiras de nematoides dos gêneros *Rotylenchus* e *Meloidogyne* (Tofoli et al., 1998 apud Lorenzi, 1982). Em um aspecto de interferência direta, concluiu-se que *S. americanum* possui um potencial de acúmulo de macronutrientes mais elevados que muitas outras espécies infestantes também classificadas como eudicotiledôneas (folhas largas), como *Ipomoea nil*, *I. quamoclit*, *Richardia brasiliensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Senna obtusifolia* e *Desmodium tortuosum* aos 77 dias após emergência, demonstrando

elevado potencial de competição por nutrientes quando concomitante a cultivos (Bianco et al., 2010).

Gazzola Neto et al. (2013) avaliaram a resposta e comportamento da *S. americanum* a diferentes níveis de luminosidade e sombreamento, aspectos que podem sabidamente definir sua competitividade. Dados foram coletados referentes a altura de plantas, número de folhas, área foliar, taxa de crescimento relativo de área foliar, razão parte aérea/raiz e razão massa seca de frutos/massa seca total sob diferentes condições de luminosidade (35, 65 e 100%). Resultados do trabalho indicaram que o maior número de folhas foi obtido na luminosidade de 65%, assim como maior razão parte aérea/raiz. A taxa de crescimento relativo de área foliar foi maior nos tratamentos com 35 e 100% de luminosidade. Mesmo com menor área foliar, a alocação de matéria seca nos frutos em plantas sob luz plena foi similar à luminosidade parcial de 65%. O ambiente estressante de 35% de luminosidade foi evidenciado com a menor relação de massa seca acumulada em frutos em relação à massa seca total. Isso pode auxiliar no entendimento de que a *S. americanum* é uma planta mais adaptada a condições de luz plena e pouco sombreamento, corroborando para o entendimento do ambiente e condições de cobertura/dossel em que ela poderá trazer mais prejuízos a uma determinada cultura.

Ao abordar o potencial competitivo e interferência da *S. americanum* em cultivos, dois estudos investigaram os efeitos da densidade e períodos de interferência desta planta quando presente em lavouras de tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum* L.). Há grande dificuldade no controle de *S. americanum* nesta cultura, em grande parte devido a semelhança e parentesco entre estas, dado que ambas as espécies estão inseridas no gênero *Solanum*. Nesse primeiro estudo relacionando a densidade em competição entre a cultura e a infestante, o tomateiro apresentou produção de biomassa e área foliar

inferiores ao esperado, enquanto que *S. americanum* teve um desempenho superior ao esperado em ambos os aspectos, indicando que sua presença afeta negativamente o desenvolvimento do tomateiro, evidenciando seu caráter competitivo mais agressivo. Ainda, o tomateiro mostra-se mais favorecido quando partilha o ambiente com outra planta da mesma espécie, em vez de conviver com *S. americanum*. Quando separadas e analisadas, a área foliar das duas espécies tende a ser maior em monoculturas, demonstrando que a convivência causou um efeito negativo nesse quesito. No entanto, outras modelagens demonstraram que a produção de biomassa seca é beneficiada quando as duas espécies estão em mistura (Hernandez et al., 2002).

No segundo estudo (Hernandez et al., 2007), em que foi avaliada a interferência de *S. americanum* sobre outra cultivar de tomateiro industrial, as produtividades mais baixas do tomateiro ($14,2 \text{ t ha}^{-1}$) foram relacionadas à interferência de *S. americanum* ao longo de todo o ciclo, enquanto que as produtividades mais altas ($108,6 \text{ t ha}^{-1}$) foram atribuídas à interferência por somente 15 dias no ciclo da cultura, considerando uma densidade transplantada equivalente de $60.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ da planta daninha nas parcelas. Com isso, pôde-se constatar que, em média: o aumento de 1 cm^2 da área foliar da *S. americanum* reduziu a produção de frutos maduros (PFM) do tomateiro em $0,04 \text{ t ha}^{-1}$; o aumento de 1 cm na altura de plantas da infestante reduziu em $0,82 \text{ t ha}^{-1}$ a PFM e o aumento de somente 1 g das folhas e caules de *S. americanum* reduziu em $2,84 \text{ t ha}^{-1}$ a PFM, demonstrando a interferência negativa da planta daninha sobre esta cultivar do tomateiro nesta densidade. Os períodos de interferência definidos foram de 27 dias após transplântio (DAT) para o período anterior à interferência (PAI), 46 dias para o período total de prevenção à interferência (PTPI) e entre 27 e 46 dias (19 dias) para o

período crítico de prevenção à interferência (PCPI), conforme ilustra a figura 9.3.

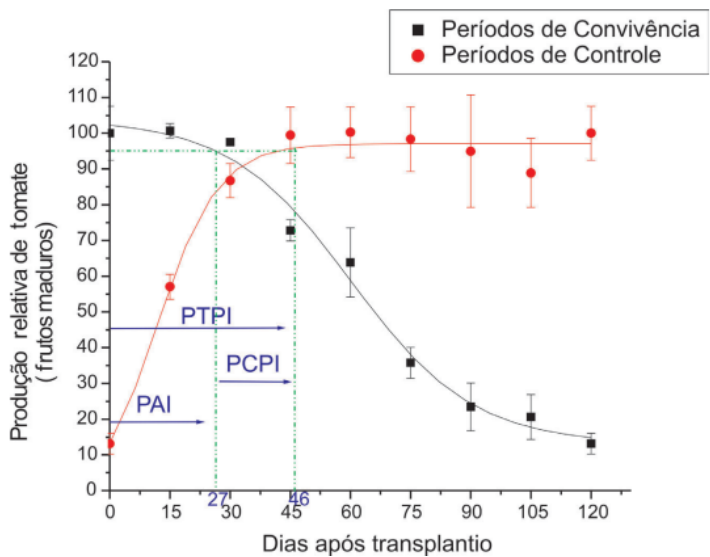


Figura 9.3. Determinação do PAI, PCPI e PTPI da *S. americanum* sob a produção de frutos maduros de um cultivar de tomate industrial. Fonte: Hernandez et al. (2007).

9.5 Resistência aos herbicidas

A Tabela 9.1 (abaixo) apresenta uma síntese dos dois casos já confirmados de resistência a herbicidas nesta espécie ao redor do globo. Como pode ser visto, os casos concentram-se em resistência ao herbicida paraquate, o qual teve seu uso banido em território nacional

no começo dessa década. Ainda, uma consulta ao repositório global de casos de resistência indica que há registros oficiais de resistência de *S. americanum* a qualquer mecanismo de ação de herbicidas no Brasil (Heap, 2025), ressaltando a importância do monitoramento contínuo e uso de ferramentas do manejo integrado de plantas daninhas visando evitar a seleção de biótipos resistentes e garantir a contínua eficácia das estratégias de controle químico.

Tabela 9.1. Casos confirmados de resistência a herbicidas em *Solanum americanum*, em escala cronológica. Fonte: Heap (2025).

País	Ano	Cultura	Ingredientes ativos	Local de ação
Estados Unidos	1985	Tomate	Paraquate	Desvio de elétrons a nível do FSI Grupo HRAC 22
Nova Zelândia	2009	Batata-doce	Paraquate	Desvio de elétrons a nível do FSI Grupo HRAC 22

9.6 Conclusões

Este capítulo abordou, de forma condensada, aspectos da biologia de *S. americanum* com direta correlação a sua ocorrência como planta infestante em diversas culturas agrícolas. Como destaque está sua interferência indireta sobre os produtos colhidos, como diminuição da qualidade da pluma do algodoeiro se frutos de *S. americanum* forem colhidos e processados em conjunto – fato relacionamento

diretamente a grande umidade dos frutos e sua capacidade em sujar e colorir as plumas da cultura. A espécie é capaz de sobreviver durante a entressafra mesmo em locais quentes e secos, e assim seu correto manejo demanda cuidados para evitar sua proliferação durante essa época do ano, evitando assim a ocorrência de plantas em estágio avançado de desenvolvimento próximo ao início da próxima safra.

Referências

BIANCO, S. et al. Growth and mineral nutrition of *Solanum americanum*. *Planta Daninha*, v. 28, n. 2, p. 293-299, 2010.

EDMONDS, J. M.; CHWEYA, J. A. Black nightshades: *Solanum nigrum* L. and related species. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, n. 15. Gatersleben: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research; Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997.

GAZOLLA-NETO, Alexandre et al. Ação de níveis de luminosidade sobre o crescimento de plantas de maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.). *Revista Brasileira de Biociências: Brazilian Journal of Biosciences*, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 88-92, 12 mar. 2013. Disponível em:

<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2403>.

Acesso em: 14 abr. 2025.

HERNANDEZ., D.D. et al. EFEITO DA DENSIDADE E PROPORÇÃO DE PLANTAS DE TOMATE INDUSTRIAL E DE MARIA-PRETINHA EM COMPETIÇÃO. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 229-236, 07 ago. 2002. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pd/a/XT8Pz6cky8Qz3qhprLCYVsD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2025.

HERNANDEZ, D. D.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D.; PARREIRA, M. C. Períodos de interferência de maria-pretinha sobre tomateiro industrial. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 25, p. 199-204, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/pGRKwTkdJH9pfdRLkfWH7mc/?format=pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

KISSMANN, Kurt Gottfried; GROTH, Doris. Plantas infestantes e Nocivas. São Paulo: Basf Brasileira S.A, 1992. 798 p. (TOMO II).

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7. ed. Nova Odessa: Ipsis, 2014. 383 p. Acesso em: 22 out. 2024.

LORENZI, H. Plantas Daninhas do Brasil - terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Ed. Autor. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1982. 425p.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1991. 440 p.

MACVEAN, A. L.; PÖLL, E. Etnobotânica. In: VOZZO, J. A. (ed.). Tropical tree seed manual. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2002. cap. 8.

OSORIO, Rufino. The Wildflower Garden: American Black Nightsahde: number 2 in the series. Palmetto: Cordia Discovering Florida's Ethnobotany, 2004. 3 p. Disponível em: https://www.fnps.org/assets/pdf/palmetto/palm23_1web2.pdf. Acesso em: 05 jun. 2025.

SOUSA, Sonara de França et al. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TOXICIDADE DE FRUTOS DE MARIA PRETINHA (*Solanum americanum*). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 1., 2021, Recife. Artigo. [S.L.]: Ciagro, 2021. p. 1-15. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/945.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2025.

WATT, J. M.; BREYER-BRANDTWIJK, M. G. *Solanum nigrum* L. In: WATT, J. M.; BREYER-BRANDTWIJK, M. G. The medicinal and poisonous plants of Southern and Eastern Africa. Edinburgh; London: E. and S. Livingstone Ltd., 1962. p. 996-1000.



Amaranthus hybridus
Bidens pilosa
Bidens subalternans
Borreria spinosa
Commelina benghalensis
Commelina erecta
Digitaria insularis
Eleusine indica
Euphorbia hirta
Solanum americanum

