



ARTIGO TÉCNICO 1

Desafios no Manejo da Vassourinha-de-Botão em Ambiente de Cerrado

 Núbia Maria Correia¹

1. INTRODUÇÃO

A vassourinha-de-botão é um problema crescente nos cultivos agrícolas do Brasil devido à dificuldade de controle e à tolerância ao herbicida glyphosate (MARTINS; CHRISTOFFOLETI, 2014; LOURENÇO, 2018; ANDRADE JR., 2020, KALSING et al., 2020). Essa planta daninha tornou-se problemática nas regiões agrícolas do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) e sua ocorrência está aumentando em outras regiões produtoras, como Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais. Portanto, trata-se de uma planta daninha emergente de difícil controle e em expansão nas áreas agrícolas do Brasil, principalmente no Cerrado. A esse respeito, no trabalho sobre levantamento de plantas daninhas de difícil controle nas áreas agrícolas de Goiás, a vassourinha-de-botão foi a terceira espécie de planta daninha com maior incidência nas propriedades rurais, perdendo apenas para o capim-amargoso e a buva, enfatizando a sua importância (OLIVEIRA, 2021).

A tolerância ao herbicida glyphosate potencializou a seleção dessa planta daninha nas áreas agrícolas, sobretudo após a introdução da soja transgênica tolerante ao herbicida, que impulsionou o número de pulverizações de glyphosate na mesma área por ano. Tolerância é a característica inata da espécie em sobreviver às aplicações de herbicida na dosagem recomendada, que seria letal a outras espécies, sem alterações marcantes em seu crescimento e desenvolvimento (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Outros estudos indicaram que o controle da vassourinha-de-botão pelo glyphosate diminui com o crescimento das plantas (LIMA et al., 2019; ANDRADE JR., 2020), justificado pela menor absorção e translocação do herbicida (FADIN et al., 2018).

As plantas de vassourinha-de-botão podem infestar pastagens e culturas agrícolas. Na cultura da soja, as perdas na produtividade de grãos ocasionadas pela interferência dessa planta daninha podem atingir até 37% (LOURENÇO JR., 2018). Na cultura do sorgo, instalada após a colheita da

Abreviações: DAA = dias após a aplicação; DAPA = dias após a primeira aplicação; MATOPIBA = Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia; PPO = enzima protoporfirinogen oxidase.

¹ Engenheira Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; e-mail: nubia.correia@embrapa.br

soja, na condição de safrinha (outono-inverno), a redução da produtividade de grãos foi de 9,4% a 74,9%, em função do aumento da densidade de plantas de vassourinha na área (CAMPOS, 2022).

A grande dificuldade no manejo dessa planta inicia-se na sua identificação a campo, pois as espécies de vassourinha-de-botão são parecidas morfológicamente, o que gera confusão. As espécies pertencem aos gêneros *Borreria* e *Mitracarpus*, que fazem parte da família Rubiaceae, tribo Spermaceae. São espécies nativas do Brasil, mas algumas também ocorrem em outros países da América do Sul.

O gênero *Borreria*, também conhecido como *Spermace*, é outro ponto de conflito, pois para alguns autores não há distinção entre os gêneros, e eles podem ser considerados sinônimos (LORENZI, 2008; KISSMANN; GROTH, 2000). Por outro lado, existem aqueles que reconhecem a diferenciação entre os gêneros, e as espécies que ocorrem no Brasil estão agrupadas no gênero *Borreria* (ZAPPI et al., 2017; NEPOMUCENO et al., 2018; LIMA et al., 2020). Neste artigo, optou-se por considerar os gêneros distintos, exceto nas citações, nas quais se manteve a identificação utilizada no trabalho original.

As espécies *Borreria spinosa*, *Borreria verticillata*, *Borreria remota* e *Mitracarpus hirtus* já foram identificadas nas áreas agrícolas do Brasil. Todavia, no campo, todas as plantas de vassourinha-de-botão são tratadas e denominadas de *B. verticillata*, o que remete ao erro, pois são espécies diferentes, que podem ter respostas diferentes aos herbicidas, somadas à sua interação com o ambiente. Até mesmo em trabalhos científicos alguns autores citam apenas o gênero da planta, por não terem certeza da espécie que está sendo estudada (ANDRADE JR., 2020; OLIVEIRA, 2021). Além disso, muitos profissionais de campo (técnicos agrícolas e agrônomos) confundem a vassourinha-de-botão com outras espécies, como *Spermace latifolia* (erva-quente) e *Richardia brasiliensis* (poaia-branca) que, embora sejam da mesma família, apresentam características morfológicas e fisiológicas diferentes.

Portanto, é importante identificar corretamente a espécie que infesta uma área ou região para que se possa determinar o seu nível de tolerância aos herbicidas e estabelecer recomendações de manejo mais assertivas e menos genéricas. Nesse artigo são apresentadas informações sobre as principais espécies de vassourinha-de-botão identificadas nas áreas agrícolas do Brasil, além das percepções sobre a ecofisiologia e o manejo dessas plantas, com o objetivo de auxiliar o setor produtivo na definição do melhor programa de manejo para desinfestação das áreas.

2. PRINCIPAIS ESPÉCIES DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO

Pedroso et al. (2022), a partir da análise de plantas de quatro acessos de vassourinha-de-botão, oriundas de

sementes coletadas em áreas agrícolas, identificaram quatro espécies de vassourinha-de-botão, dos gêneros *Borreria* e *Mitracarpus*, que serão apresentadas a seguir. O estudo contou com a colaboração de dois taxonomistas especialistas² no gênero *Borreria* e na tribo *Spermaceae*, e os resultados foram apresentados no XXXII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (PEDROSO et al., 2022).

Entre as espécies de vassourinha-de-botão identificadas está a *Borreria spinosa*, também conhecida como *Borreria densiflora*. É uma planta herbácea ou subarborescente, ereta, com 10 a 100 cm de altura; possui ramos tetragonos, glabros ou pubescentes; folhas pseudoverticiladas pela presença de braquiblastos; as inflorescências são terminais e axilares, bilaterais, com 1 a 5 glomérulos por ramo (NEPOMUCENO et al., 2018), com produção média de 93 mil sementes por planta, que são fotoblásticas positivas (MARTINS, 2008) (Figura 1). Trata-se de uma espécie perene e pode formar rizomas (LUNA; DRUETTA, 2018).

No período de 2021 a 2023, várias regiões agrícolas foram visitadas³ no Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais e Piauí. Na maioria delas, *B. spinosa* foi a espécie de vassourinha-de-botão mais comumente encontrada nas áreas, com infestações variando de baixa a alta, em alguns casos em situações bem complicadas. Contudo, apesar de *B. spinosa* ser a espécie mais comum nas áreas agrícolas do Cerrado, esta é constantemente denominada de *Borreria verticillata* ou *Spermace verticillata*.

B. spinosa distingue-se de *B. verticillata* pelos glomérulos hemisféricos (vs. glomérulos globosos) e flores com lobos do cálice linear-triangular (vs. flores com lobos do cálice linear-espatulados) (NEPOMUCENO et al., 2018). *B. verticillata* é uma planta perene, reproduzida por sementes, herbácea ou subarborescente, semiprostrada a ereta, com 30 a 100 cm de altura; possui ramos cilíndricos, glabros; folhas pseudoverticiladas pela presença de braquiblastos muito desenvolvidos, sésseis a pseudopecioladas; inflorescências globosas, muito compactadas, ocorrendo no ápice dos ramos, com 1 a 3 glomérulos por ramo e sementes fotoblásticas neutras (KISSMANN; GROTH, 2000; LORENZI, 2008; NEPOMUCENO et al., 2018). Detalhes das plantas de *B. verticillata* podem ser observados na Figura 2, além da sua infestação na cultura da soja em Luís Eduardo Magalhães, na Bahia.

Já *Mitracarpus hirtus* é uma planta anual reproduzida por sementes, herbácea, ereta, com até 50 cm de altura,

² Dra. Layla Mabel Miguel, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina; Me. Álvaro Nepomuceno, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, Brasil.

³ As visitas foram realizadas pela autora, com a colaboração de agrônomos da região, e fazem parte do projeto "Vassourinha-de-botão: mapeamento e manejo da planta daninha nas regiões agrícolas do Cerrado".

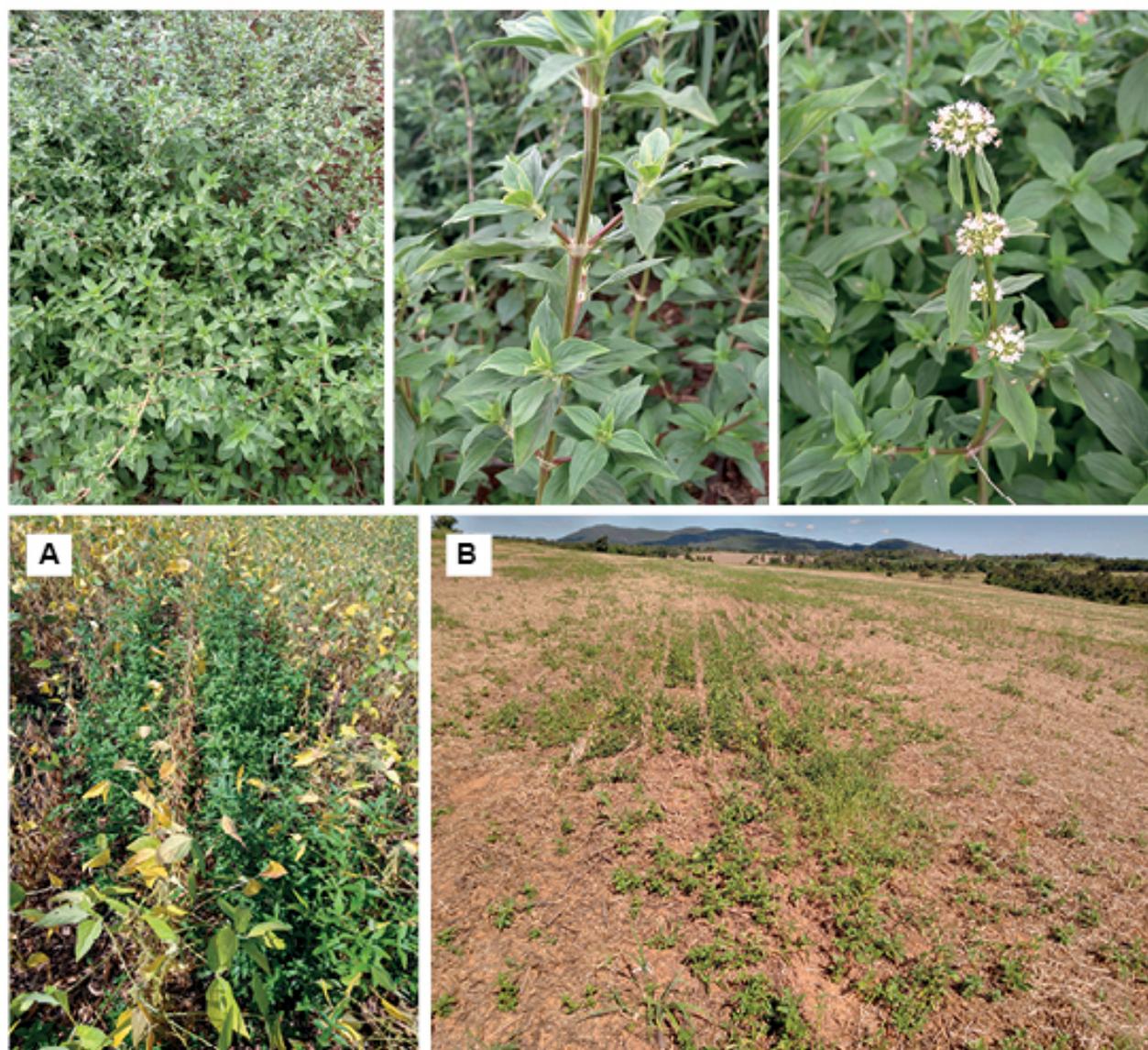


Figura 1. Plantas de *Borreria spinosa*: detalhes dos caules, folhas e inflorescências. Infestação de *Borreria spinosa* na cultura da soja, antes (A) e após a colheita (B), em áreas agrícolas de Planaltina, DF, e Pirenópolis, GO, respectivamente.

ramificada, com caule tetragônico, pilosidade nos ângulos e inflorescências terminais e verticais (KISSMANN; GROTH, 2000; LORENZI, 2008).

B. remota é planta anual, herbácea, apresenta crescimento prostrado, com muita ramificação, caule e ramos arroxeados, folhas com nervuras evidentes e glomérulo terminal.

Até o ano de 2023, *B. remota* foi encontrada apenas em uma área agrícola do estado de São Paulo, enquanto *M. hirtus* foi identificada em várias áreas agrícolas, especialmente em infestações mistas com *B. spinosa*. Em algumas

regiões, *M. hirtus* é conhecida como erva-quente, gerando mais uma vez dúvidas e conflitos de informações, pois erva-quente é outra espécie, de outro gênero botânico, *Spermacoce latifolia*, ou, segundo os taxonomistas especialistas, *Borreria latifolia*. As plantas de *M. hirtus* e de *B. remota* estão apresentadas nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

3. CONHECENDO A VASSOURINHA-DE-BOTÃO

Em algumas áreas agrícolas ocorre a infestação mista de *B. spinosa* e *M. hirtus*, ou seja, a ocorrência das duas espécies

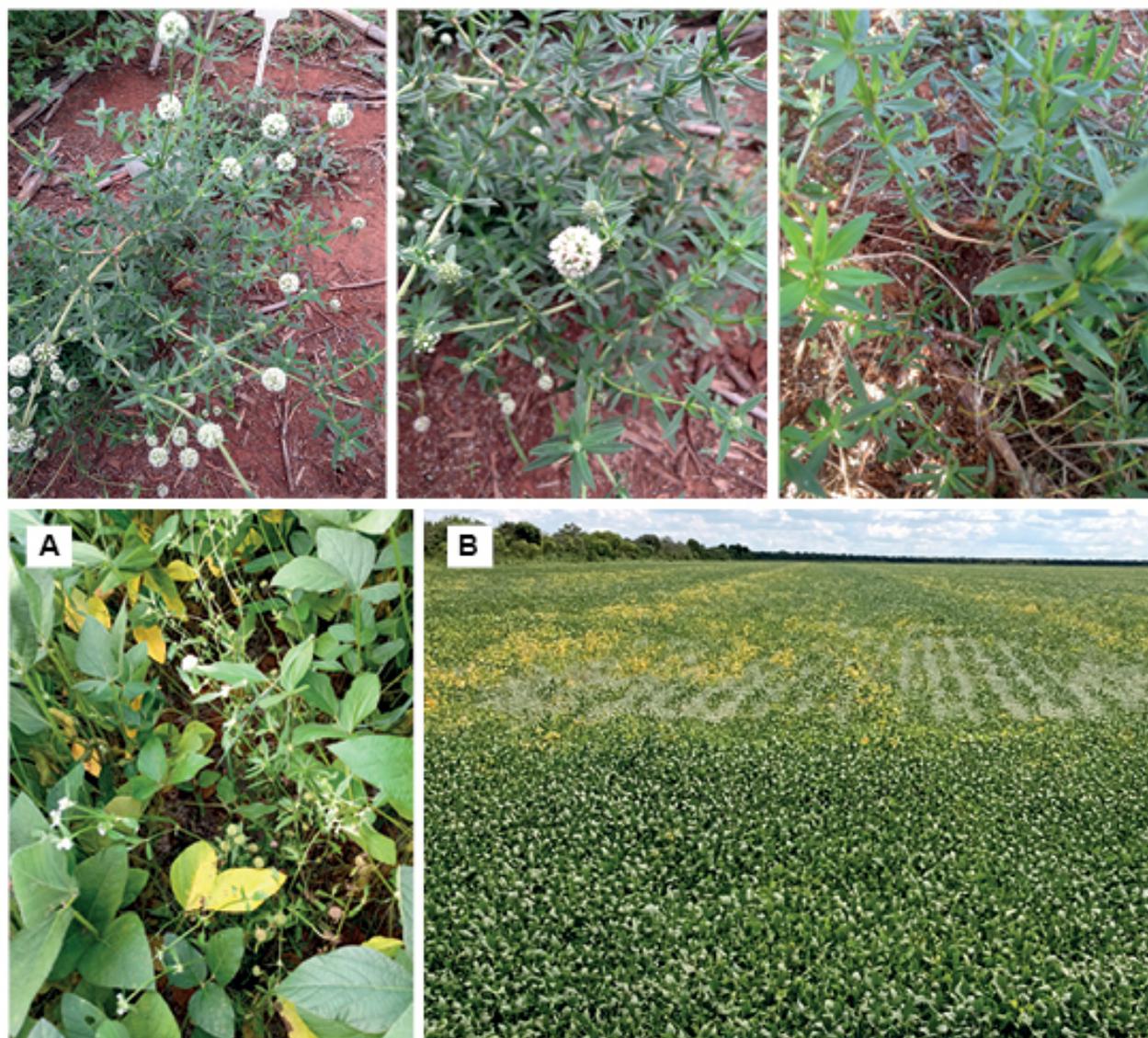


Figura 2. Plantas de *Borreria verticillata*: detalhes dos caules, folhas e inflorescências. Infestação de *Borreria verticillata* na cultura da soja (A, B), em uma área agrícola de Luís Eduardo Magalhães, BA.

no mesmo local. Ambas apresentam certa semelhança morfológica, mas diferem substancialmente em outras características, inclusive no ciclo biológico, pois *B. spinosa* é planta perene e *M. hirtus* anual. Essas infestações mistas podem causar equívocos, principalmente em relação à aplicação de herbicidas e à resposta das plantas ao produto, pois é possível encontrar plantas mortas ao lado de outras que não manifestaram sintomas de fitointoxicação (Figura 5). Esse fato pode remeter ao erro, por se pensar que se trata de seleção de biótipos resistentes, quando, na realidade, é a resposta de duas espécies diferentes ao herbicida.

M. hirtus também é tolerante ao herbicida glyphosate, como foi constatado no estudo desenvolvido em condições de campo na estação experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, onde plantas adultas de *M. hirtus*, pulverizadas com dosagens crescentes de glyphosate (0; 0,24; 0,48; 0,96; 1,44; 1,92 e 2,40 kg ha⁻¹ de equivalente ácido), não foram totalmente controladas pelo herbicida (Figura 6). Com base no modelo, para a obtenção de 100% de mortalidade das plantas seria necessária a aplicação de 3,4 kg ha⁻¹ de equivalente ácido de glyphosate, o que é inviável, tanto no aspecto econômico quanto ambiental. Isso indica que as plantas adultas dessa espécie não são controladas pelo



Figura 3. Plantas de *Mitracarpus hirtus*: detalhes dos ramos, folhas e inflorescências em áreas agrícolas de Planaltina, DF.



Figura 4. Plantas de *Borreria remota*: detalhes dos ramos, folhas e inflorescências.

herbicida, exigindo a adoção de outras estratégias químicas de manejo, seja a aplicação do herbicida em plantas mais novas, seja o uso de outros herbicidas combinados ao glyphosate (em aplicação sequencial) ou mistura em tanque.

Outra característica dessas espécies é que ambas encerram o ciclo reprodutivo com a produção de sementes e liberação ao solo nos meses de maio a junho, na região

do Cerrado, com secamento da parte aérea. As plantas de *M. hirtus* realmente morreram, ao contrário das de *B. spinosa*, que secaram as folhas e os ramos, mas as raízes e o caule continuam vivos. No retorno das chuvas, nos meses de setembro/outubro, a umidade favorecerá a rebrota das plantas. Trata-se de uma estratégia de sobrevivência das plantas no período seco, garantindo a perpetuação da espécie na área com o novo ciclo vegetativo/reprodutivo no ano agrícola seguinte. Na Figura 7

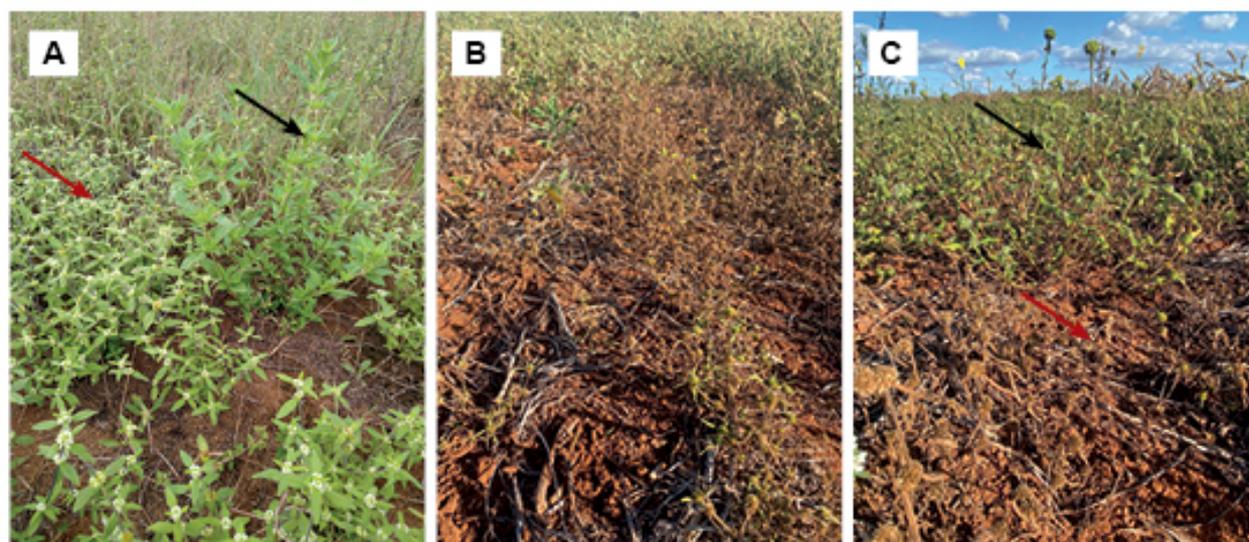


Figura 5. Infestação mista de *Borreria spinosa* (→) e *Mitracarpus hirtus* (→) (A), mostrando reação diferencial ao herbicida: plantas mortas de *M. hirtus* ao lado de plantas verdes de *B. spinosa* (B, C).

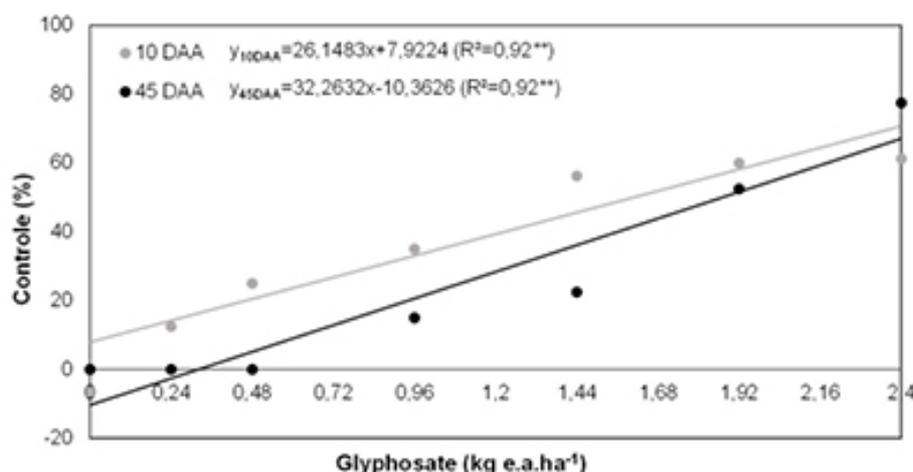


Figura 6. Controle (%) de plantas adultas de *Mitracarpus hirtus* aos 10 e 45 dias após a aplicação (DAA) de diferentes doses de glyphosate, em condições de campo. Planaltina, DF, ano agrícola 2022/2023.

podem ser observadas plantas de *B. spinosa* aparentemente mortas, mas com o caule e algumas folhas ainda verdes, indicando a sobrevivência delas. Os registros fotográficos foram feitos no mês de junho, em áreas que não receberam herbicidas ou algum manejo mecânico das plantas.

M. hirtus, embora seja uma planta anual e herbácea, não é controlada com roçadora ou qualquer outro equipamento que promova o corte da parte aérea, similar ao que acontece com plantas de buva (*Coryza* spp.). Após o corte da parte aérea, as plantas rebrotam e o controle químico torna-se mais difícil (Figura 8).

As espécies perenes, seja *B. spinosa*, seja *B. verticillata*, também rebrotam após o corte da parte aérea. Esse corte, na maioria das vezes, é feito no momento da colheita mecanizada dos grãos da cultura, cuja altura seguirá a altura de trabalho da plataforma da colhedora. No caso da cultura da soja, como o corte é mais baixo, dependendo da densidade de plantas de vassourinha-de-botão, estas poderão interferir na colheita dos grãos. Da mesma forma, a aplicação de herbicidas dessecantes, como diquat ou amônio-glufosinato, para uniformizar a colheita e dessecar as plantas daninhas do local, não



Figura 7. Plantas aparentemente mortas de *Borreria spinosa*, mas como o caule parcialmente verde e com algumas folhas verdes.



Figura 8. Plantas de *Mitracarpus hirtus* após o corte da parte aérea com roçadora: em pleno crescimento vegetativo (A) e no florescimento (B).

é eficaz para dessecar as plantas de vassourinha-de-botão. Portanto, não resolverá o problema de interferência dessas plantas na colheita.

As plantas rebrotadas são mais competitivas e tolerantes aos herbicidas do que as plântulas oriundas de sementes. Além disso, podem ocorrer na mesma área plantas com diferentes idades (2, 3 anos ou mais), em função da sua persistência aos manejos adotados e da sobrevivência por longo período. Soma-se a isso o corte da parte aérea das plantas no momento da colheita dos grãos, que não as elimina, mas apenas estimula o fortalecimento do sistema radicular, deixando-as mais resilientes ao controle químico e a outros métodos adotados. Essa característica permite que plantas da mesma espécie aparentemente iguais, com altura e massa foliar similares, tenham respostas distintas ao mesmo tratamento químico. Assim, pode-se encontrar plantas com sintomas severos de intoxicação próximas de outras plantas, da mesma espécie, pouco ou nada afetadas. Esse efeito foi observado em áreas infestadas com *B. spinosa*, após a aplicação dos herbicidas cloransulam e glyphosate na pós-emergência da soja (Figura 9).

Em *B. spinosa*, após o corte das plantas, há mudança da arquitetura da parte aérea, passando de ereto, com até 1,0 m de altura, para, no máximo, 30 a 40 cm de altura, e muita ramificação a partir da base da planta. Outro fato interessante é que, mesmo pequenas, rapidamente iniciam o florescimento, com produção e liberação das suas sementes ao solo. Nada mais é do que uma resposta das plantas às condições do ambiente, especialmente a seca, visto que na região do Cerrado, a partir de abril até o final de setembro e início de outubro, as chuvas são escassas ou nulas. Nesse período, as plantas encontram-se em "repouso metabólico" no campo.

4. MANEJO DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO

O manejo deve ser regionalizado, com base na espécie predominante e nas condições edafoclimáticas locais. Esses fatores permitirão o desenvolvimento das melhores estratégias de manejo, visando a desinfestação da área, com base no uso racional e inteligente de herbicidas e no manejo cultural, como a manutenção de cobertura viva ou morta sobre o solo no período da entressafra (outono-inverno). Essas práticas são preconizadas no manejo integrado de plantas daninhas. Somente dessa forma a vassourinha-de-botão será realmente manejada no campo, com redução dos seus níveis populacionais.

A estratégia de manejo da vassourinha-de-botão, tendo como referência as espécies perenes *B. spinosa* e *B. verticillata*, é a integração dos métodos de controle. Deve-se ter consciência que o manejo da vassourinha-de-botão não se resume no uso de um determinado herbicida, na misturas de produtos ou no aumento da dosagem. O manejo não está limitado a um único método, pois são várias as ações, químicas e culturais, que devem ser adotadas. Afinal, não existe herbicida milagroso, nem mistura milagrosa de herbicidas que em uma única aplicação resolverá o problema. Trata-se de um programa para desinfestar a área e reduzir o potencial de infestação. Como é um programa, uma única safra também não será suficiente para pleno êxito. O objetivo será alcançado a médio e longo prazo.

5. DESENVOLVENDO O PROGRAMA DE DESINFESTAÇÃO DA ÁREA

5.1. Manejo na entressafra (outono-inverno)

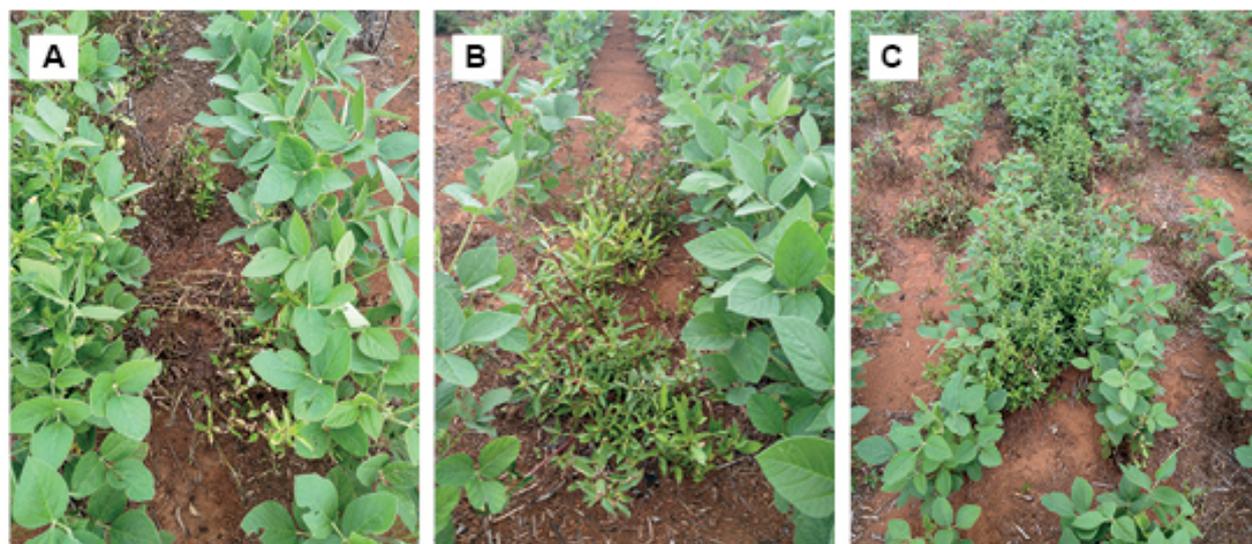


Figura 9. Plantas de *Borreria spinosa* com sintomas de intoxicação causados pela mistura dos herbicidas cloransulam e glyphosate, variando de mais severos (A) a pouco ou sem efeito (B, C) na mesma área.

As espécies perenes de vassourinha-de-botão, *B. spinosa* e *B. verticillata*, são mais agressivas e de maior dificuldade de controle que as outras, devido ao armazenamento de reservas na base do caule e raízes (Figura 10), o que permite a sua sobrevivência mesmo em condições adversas do ambiente, como a seca. A função do manejo na entressafra será de inibir o desenvolvimento das plantas, principalmente em relação ao crescimento de raízes e ao armazenamento de reservas. Portanto, trata-se de um manejo complementar, que não será responsável pela mortalidade das plantas. Para a mortalidade das plantas de vassourinha-de-botão serão

necessárias outras estratégias, como a aplicação de herbicidas mais efetivos na safra agrícola (primavera-verão) e o uso de cultivares de maior potencial competitivo. O controle químico na safra deverá ser feito com combinações de herbicidas com eficácia comprovada, quando inseridos em um programa de manejo.

Como as plantas apresentam tolerância ao herbicida glyphosate, outros deverão fazer parte do sistema de produção, sobretudo os herbicidas residuais, com ação no banco de sementes do solo. Considerando-se que uma única planta de *B. spinosa* pode produzir até 93 mil sementes (MARTINS,

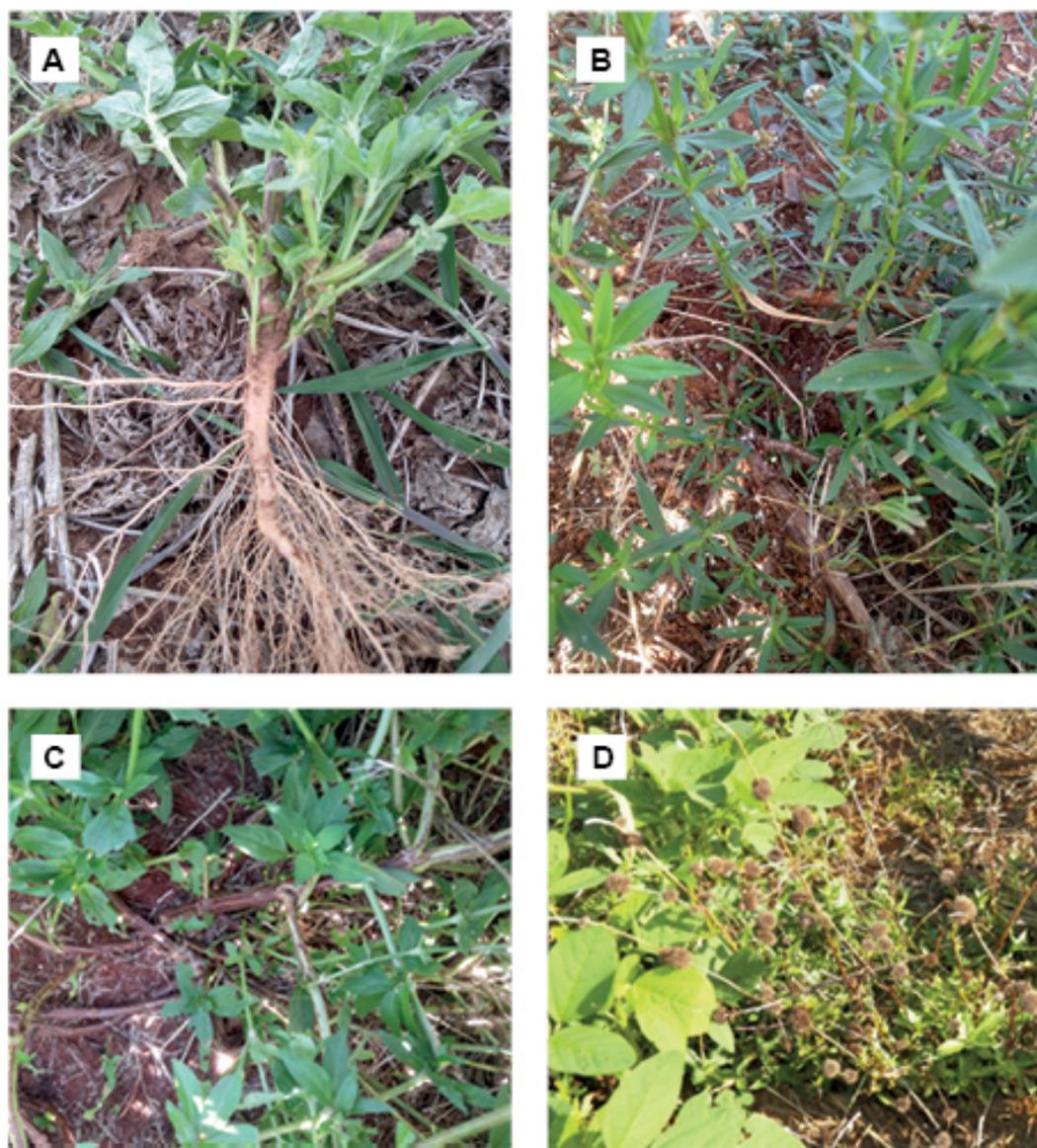


Figura 10. Plantas de *Borreria spinosa*: base do caule e raízes de planta rebrotada (A) e caule lignificado de plantas adultas (C). Plantas de *Borreria verticillata*: caule lignificado de plantas adultas (B) e rebrota de plantas na cultura da soja (D).

2008), negligenciar as sementes que estão compondo o banco de sementes do solo é um grande erro. Por isso, é importante evitar a introdução de novos frutos ou sementes no banco de sementes do solo. A dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas do solo está apresentada na Figura 11.

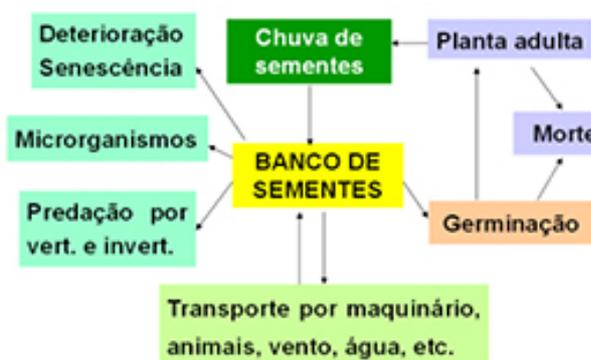


Figura 11. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas do solo.

Fonte: Carmona (1992).

O manejo na entressafra, tanto químico quanto cultural, ou a associação dos dois, é importante no manejo integrado da vassourinha-de-botão. O manejo cultural se refere ao cultivo de culturas forrageiras, adubos verdes ou à produção de grãos, como milho, girassol, sorgo etc. Os herbicidas usados nas culturas para o controle das plantas daninhas também agregam vantagens, pois, apesar de não controlarem a vassourinha-

de-botão, inibem o desenvolvimento das plantas, afetando o crescimento e a produção de sementes na entressafra. Herbicidas à base de atrazine mais mesotrione, pulverizados em pós-emergência, e de isoxaflutole mais thiencazzone methyl, aplicados na pré-emergência, são efetivos na inibição do crescimento da vassourinha-de-botão na cultura do milho, beneficiando o manejo de *B. spinosa* no sistema de produção com a soja em sucessão. O consórcio de milho com braquiária *ruziziensis* (*Urochloa ruziziensis*) é ainda mais efetivo por causa da cobertura verde formada pela braquiária após a colheita do milho. O manejo cultural e/ou químico na entressafra também é importante para reduzir a adição de novas sementes de vassourinha-de-botão ao solo, impedindo o aumento do banco de sementes, que é mais intenso, nas áreas sem nenhuma estratégia de manejo nessa época.

Na Figura 12 é apresentado o desenvolvimento de braquiária *ruziziensis* e seu efeito no manejo da vassourinha-de-botão no outono-inverno, evidenciando que uma boa cobertura do solo na entressafra é uma excelente estratégia no manejo dessa planta daninha. Além disso, é apresentado o resultado do manejo na entressafra com o uso de grade para a eliminação de plantas adultas de vassourinha-de-botão.

O manejo mecânico, com subsolador ou grade, após a colheita da cultura de verão pode ter certa efetividade no manejo das plantas adultas das espécies perenes de vassourinha-de-botão. Contudo, deve ser cuidadoso com o revolvimento e o corte de todos os resíduos vegetais da parte aérea e raiz, que poderão rebrotar no início das chuvas. Somado a isto, se não for associado ao uso de herbicidas residuais na safra seguinte, haverá reinfestação da planta daninha na área e, novamente, a ocorrência de plantas adultas.

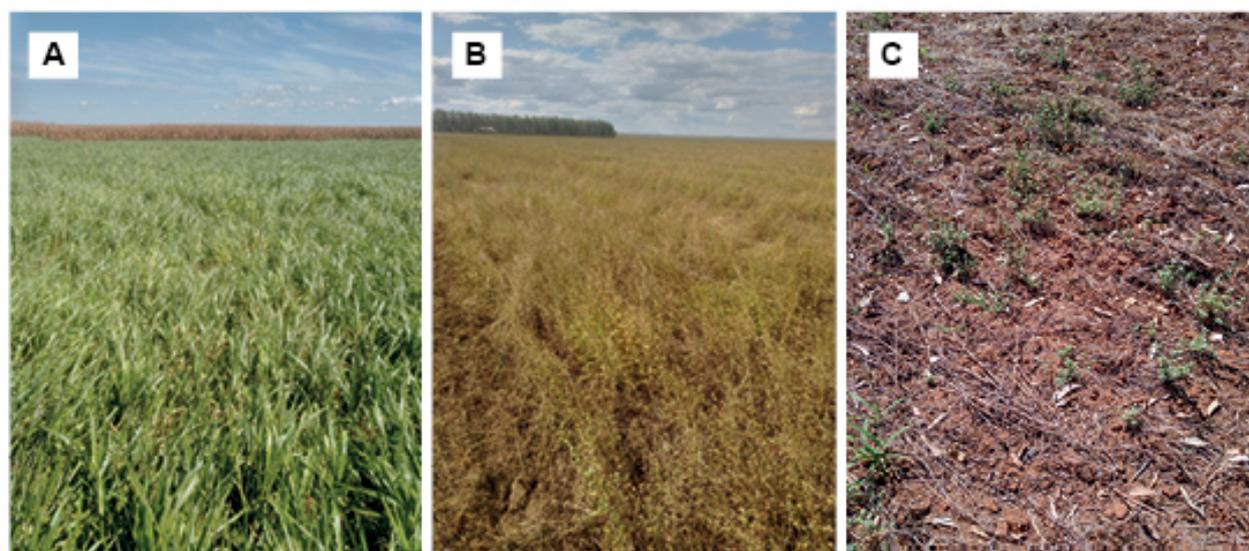


Figura 12. Cobertura verde do solo com *Urochloa ruziziensis* e os seus benefícios no manejo de vassourinha-de-botão (A), comparada à área sem nenhum manejo na entressafra (pousio) (B) e ao manejo mecânico com grade (C).

Experimentos realizados em área de produção comercial de grãos⁴, em Planaltina, DF, na entressafra de 2023, demonstraram que a aplicação de herbicidas logo após a colheita da soja, antes da rebrota das plantas de *B. spinosa*, foi mais eficaz na inibição do crescimento das plantas do que quando aplicado nas plantas rebrotadas, depois de 15 a 20 dias da colheita. As plantas sensibilizadas pelo corte da parte aérea foram mais afetadas pelos herbicidas testados do que as plantas com brotação nova. É uma informação relevante, seja para uso apenas do herbicida na entressafra, seja para a sua associação à alguma cultura para produção de grãos ou cobertura do solo, que pode ter o manejo iniciado antes ou logo após a sua semeadura.

O efeito do controle do milho mais o do herbicida na inibição de *B. spinosa* pode ser observado na Figura 13, que mostra o desenvolvimento da planta daninha dentro e fora da plantação, mas que também foi tratada com o herbicida. A planta de *B. spinosa* está mais debilitada, estiolada e com menor potencial de produção de sementes, comparada à planta do ambiente externo, que não conviveu com as plantas de milho.

O uso de gramíneas forrageiras, tais como braquiária, colonião, milheto forrageiro e sorgo forrageiro, na entressafra, instaladas na área após a colheita da soja ou na sobresemeadura da cultura, também inibem o desenvolvimento da vassourinha-de-botão. Porém, dependendo da época e da forma de semeadura (a lanço ou em linha), a forrageira poderá demorar para emergir e iniciar o seu crescimento,

que poderá ser suprimido pelas plantas de vassourinha-de-botão (Figura 14). No momento da colheita da soja, a parte aérea da vassourinha-de-botão é cortada. Logo, as plantas da área são oriundas, principalmente, de rebrota e já possuem um sistema radicular formado. Esse fato favorece o crescimento das plantas, que é mais rápido do que o crescimento inicial das gramíneas, originárias de sementes. Por isso, mesmo não sendo eficazes no controle (na mortalidade) da vassourinha-de-botão, é importante avaliar a necessidade da aplicação de herbicidas seletivos para as espécies de gramíneas, como atrazine, 2,4-D ou metsulfuron-methyl, para inibir o desenvolvimento da vassourinha-de-botão, sem afetar o crescimento das gramíneas, para, posteriormente, ter a competição desejada das gramíneas com as plantas de *B. spinosa*.

5.2. Manejo na safra agrícola (primavera-verão)

O programa de desinfestação da área foi iniciado na entressafra e progredirá para a safra agrícola, que é o manejo na primavera-verão. Se alguma estratégia foi adotada no outono-inverno, agora será feita a complementação do manejo para a sua efetividade, que é promover a redução na densidade populacional de vassourinha-de-botão da área. Na safra agrícola também deverão ser adotadas medidas culturais relacionadas ao melhor estabelecimento e desenvolvimento da cultura, iniciando com a escolha de sementes de alta qualidade e vigor e o uso de herbicidas mais eficazes para vassourinha-de-botão, aplicados na época certa, de melhor resposta da planta daninha. Em resumo, deve-se beneficiar a cultura e ter assertividade no controle químico.

⁴ Dados não publicados.

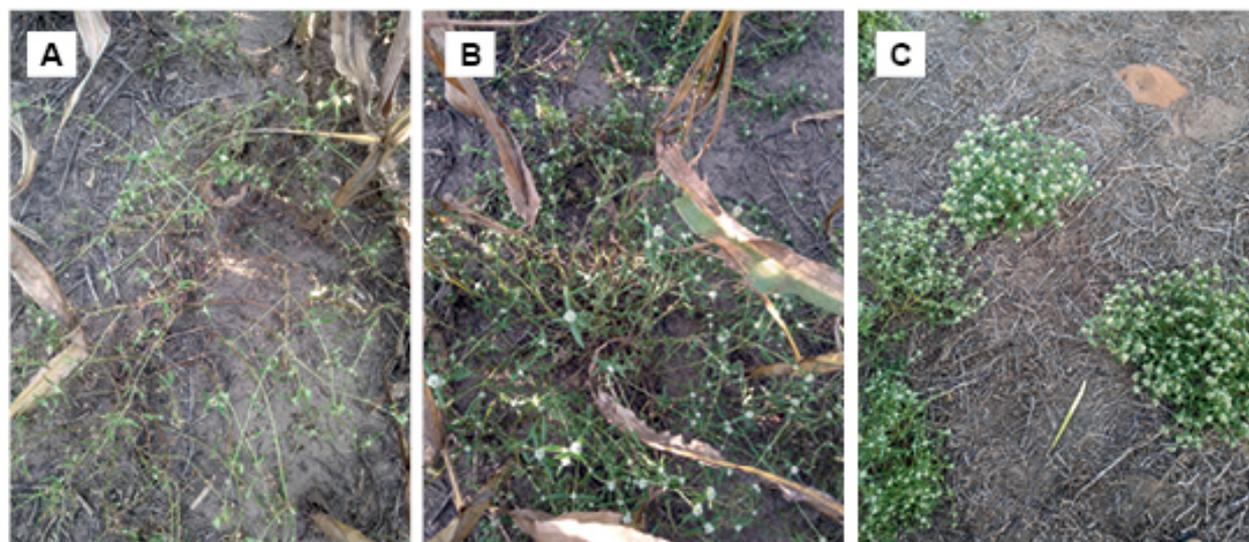


Figura 13. Cultura do milho e seus efeitos nas plantas de *Borreria spinosa* (A, B), em comparação com plantas de vassourinha-de-botão no ambiente externo (C), sem a competição das plantas de milho.

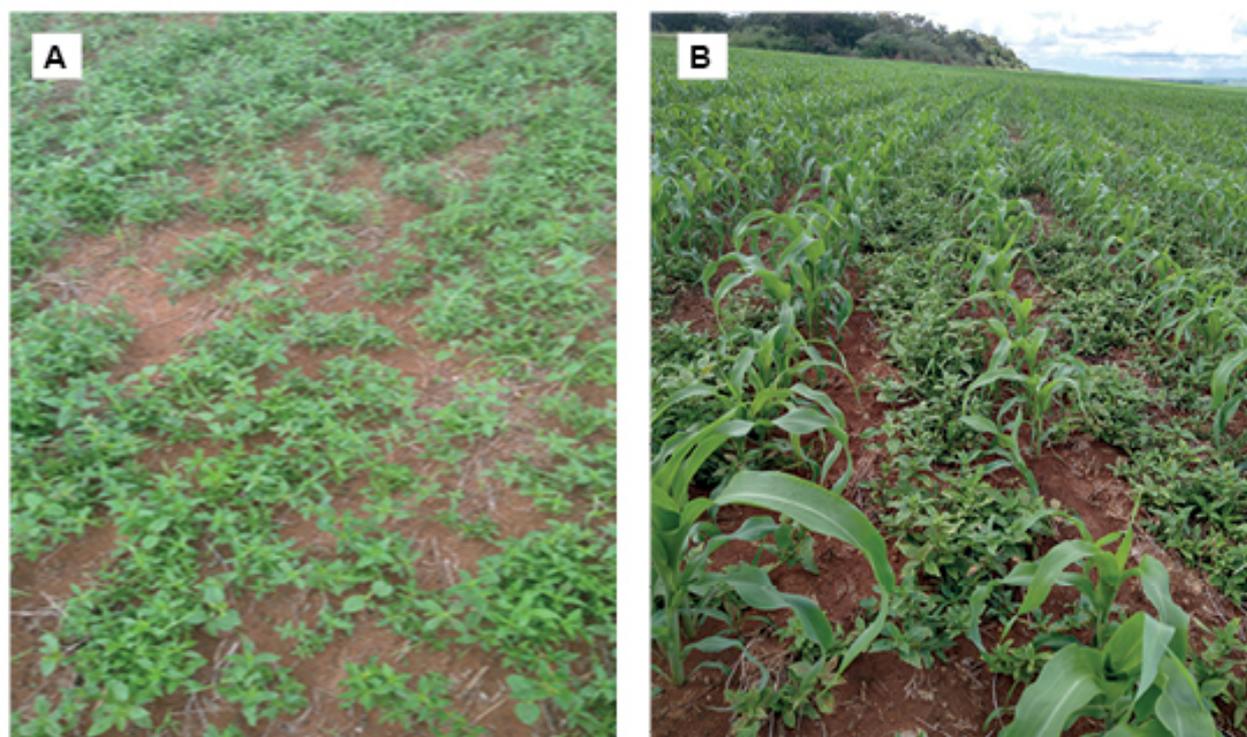


Figura 14. Competição da rebrota de *Borreria spinosa* no crescimento inicial de milheto forrageiro (A) e de sorgo granífero (B), semeados após a colheita da soja.

O outono-inverno na região do Cerrado é seco, e é quando as plantas de vassourinha-de-botão se encontram secas, com baixa atividade metabólica. As plantas estão estressadas, perenizadas e com sistema radicular profundo. A aplicação de herbicidas logo no início do período chuvoso não será efetiva, não apenas pela tolerância natural das plantas, mas porque elas não estão em condições fisiológicas para absorver e translocar os herbicidas de forma adequada. Esse efeito é prejudicial, especialmente para os herbicidas sistêmicos móveis pelo floema, como o glyphosate, chlorimuron, imazethapyr, entre outros. Na Figura 15 tem-se exemplos de plantas secas no outono-inverno (A) e de plantas com atividade metabólica aparentemente satisfatória para receber a aplicação de herbicidas (B), pela rebrota das plantas, com superfície foliar suficiente para absorção e translocação dos herbicidas. Essa condição é adequada para otimizar a resposta dos herbicidas pulverizados na pré-semeadura da cultura de verão.

Herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogen oxidase (PPO), como flumioxazin, do grupo químico ftalimida, carfentrazone ethyl, do grupo químico triazolinona, e saflufenacil e tiafenacil, ambos do grupo químico uracila, são moléculas importantes para compor a recomendação de manejo químico da vassourinha-de-botão na pré-semeadura da soja. A aplicação desses herbicidas, associada ao glyphosate, que permanece no sistema devido às outras espécies

presentes no local, deve ser complementada com outra aplicação, sequencial, mesmo que seja realizada a mistura de dois ou três herbicidas inibidores da PPO. Não se trata apenas da quantidade de produtos, mas da época da aplicação. Semelhante ao que foi feito no experimento realizado na Embrapa Cerrados, no ano agrícola 2022/2023, para o controle de plantas adultas de *B. spinosa* (Tabela 1). Nesse estudo, independentemente dos herbicidas pulverizados na primeira aplicação, todos necessitaram de uma segunda aplicação, realizada na semeadura da soja, para obter um nível de controle próximo de 90% na pré-colheita dos grãos, sem interferência das plantas daninhas na colheita mecanizada e na produtividade de grãos. A segunda aplicação foi realizada oito dias após a primeira aplicação.

A seguir, são apresentadas algumas sugestões de manejo na pré-semeadura da soja, considerando o herbicida glyphosate para o controle das outras espécies de plantas daninhas, combinado a herbicidas parceiros, em duas aplicações. Na primeira, pode ser usado como parceiro do glyphosate um herbicida inibidor de PPO (como carfentrazone, flumioxazin, saflufenacil ou tiafenacil) ou um mimetizador de auxina (triclopyr ou halauxifen), respeitando-se o intervalo de semeadura para cada um deles. Antes ou logo após a semeadura da soja, faz-se a segunda aplicação, preferencialmente com herbicidas de ação de contato mais um herbicida residual (como

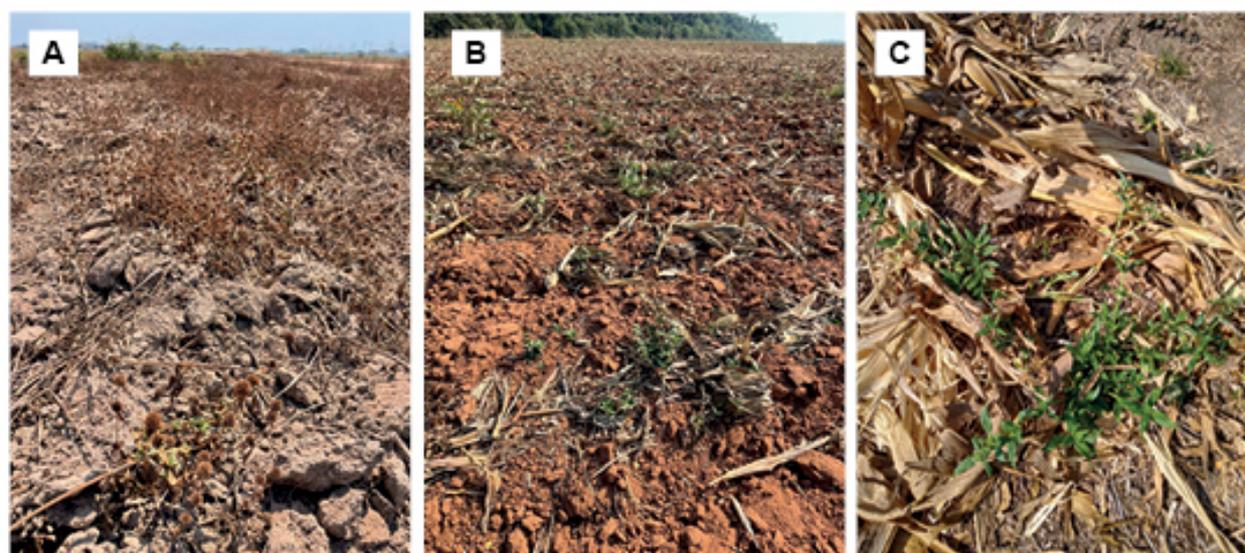


Figura 15. Plantas secas, com baixa atividade metabólica na entressafra (outono-inverno) (A, B) e plantas rebrotadas, retomando o crescimento (C), com superfície foliar suficiente para adequada absorção e translocação dos herbicidas, no caso dos sistêmicos. Crédito das fotos: Diego Motta.

Tabela 1. Controle (%) de vassourinha-de-botão (*Borreria spinosa*) aos 60 dias após a primeira aplicação (DAPA) de herbicidas na cultura da soja e na pré-colheita dos grãos, no ano agrícola 2022/2023, na estação experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF.

Fontes de variação	Resultados do teste F	
	60 DAPA	Pré-colheita
1ª aplicação	5,53*	3,23 ns
2ª aplicação	4,27*	4,07*
1ª aplicação x 2ª aplicação	1,63	1,21
Bloco	2,44	0,92
CV1 (%)	4,08	9,30
CV2 (%)	6,17	12,64
1ª aplicação	Controle (%)	
Glyphosate + carfentrazone	87,08 b	87,92
Glyphosate + saflufenacil	86,67 b	85,00
Glyphosate + carfentrazone + saflufenacil	86,67 b	81,46
Glyphosate + (halauxifen + diclosulam)	91,67 a	91,25
DMS (5%)	4,58	10,25
2ª aplicação		
Sem	83,33 b	77,08 b
Flumioxazin	89,58 a	87,92 ab
Flumioxazin + imazethapir	88,54 ab	91,25 a
Flumioxazin + piroxasulfone	90,62 a	89,38 ab
DMS (5%)	6,20	12,48

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F da análise de variância; ns = não significativo.

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

DMS = diferença mínima significativa.

amônio glufosinato+s-metolachlor, flumioxazin+imazethapyr, flumioxazin+chlorimuron, flumioxazin+piroxasulfone etc.), visando, além do controle das plantas adultas, manter o resíduo dos herbicidas no solo para evitar novos fluxos de emergência da vassourinha-de-botão na área.

Na pós-emergência da soja, o manejo deverá ser feito unicamente com glyphosate. Outros herbicidas, usados em mistura com o glyphosate, poderão causar mais danos à soja do que benefícios ao controle da vassourinha-de-botão.

Na pré-emergência, vários herbicidas controlam adequadamente *B. spinosa*, como foi comprovado no experimento realizado em condições de campo com a cultura da soja no ano agrícola 2021/2022, em Planaltina, DF (Figura 16). Nesse estudo, dos oito tratamentos com herbicidas avaliados, seis foram eficazes, promovendo notas maiores que 80%, e diferiram significativamente dos demais. Destaque para o herbicida flumioxazin, isolado e em mistura com imazethapyr ou piroxasulfone, que resultou em controle de 93% a 100%.

Dentre as medidas culturais, destacam-se o uso de cultivares adaptadas à região, densidade populacional e espaçamento adequados, adubação equilibrada, controle satisfatório de pragas, doenças e nematoides etc. Outra prática importante é o uso de cultivares de elevada capacidade competitiva. Cultivares com essa característica apresentam rápido crescimento inicial, com intenso recrutamento dos recursos do ambiente e alto poder de interceptação da luz solar, dificultando o acesso e a utilização dos recursos pelas plantas daninhas (PITELLI; PITELLI, 2008). Cultivares mais competitivas resultam no fechamento mais rápido do dossel das plantas e, conseqüentemente, no sombreamento mais precoce das entrelinhas da cultura, que resultará no abafamento e na redução da luz disponível para as plantas

de vassourinha-de-botão. Esse fato foi confirmado no experimento⁵ desenvolvido na estação experimental da Embrapa Cerrados, cujas plantas de soja da cultivar Brasmox Olimpo IPRO foram extremamente competitivas e ocasionaram excelente complementação do manejo de *B. spinosa*, somado ao controle químico utilizado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa de desinfestação de vassourinha-de-botão na propriedade rural deve ser iniciado com o mapeamento dos talhões infestados com a planta daninha. Conhecer os locais e a intensidade da infestação (baixa, média ou alta) é importante para definir as principais estratégias a serem adotadas. Acompanhar o crescimento e o desenvolvimento das plantas também é relevante para a identificação correta da espécie da área. Na dúvida, consultar um especialista.

O manejo deve ser feito com foco na produtividade da cultura de interesse e também no banco de sementes, visto que o solo é um reservatório de sementes de plantas daninhas. Por isso, não é indicado deixar áreas em pousio, sendo importante estabelecer alguma medida de controle na entressafra, especialmente o uso de cobertura do solo, viva ou morta, cujos benefícios são expressivos para o sistema de produção.

A vassourinha-de-botão, principalmente as espécies perenes *B. spinosa* e *B. verticillata*, deve ser manejada e não apenas controlada. As estratégias de ação devem ser estabelecidas em função do sistema de produção e não apenas da cultura de interesse no momento.

⁵ Dados não publicados.

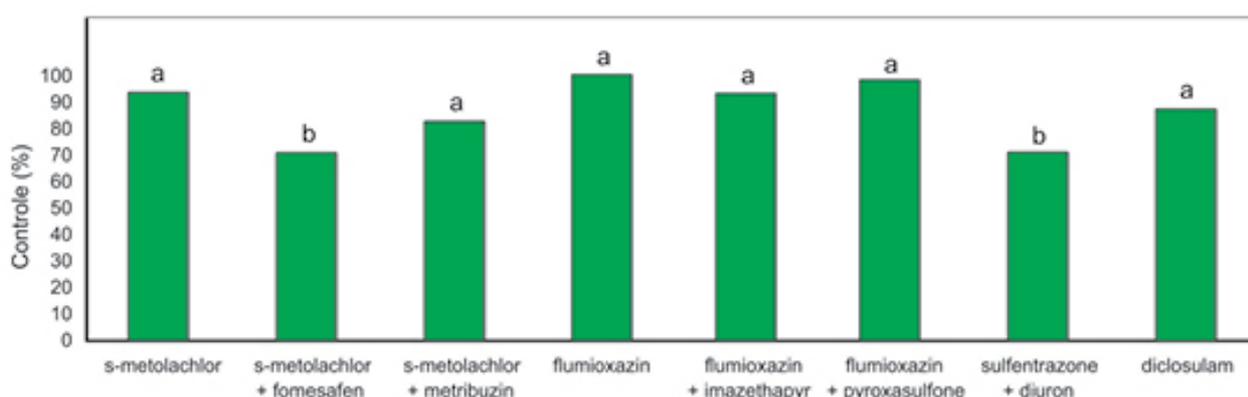


Figura 16. Controle (%) de *Borreria spinosa* por herbicidas pulverizados em pré-emergência na cultura da soja, aos 45 dias após a aplicação. Planaltina, DF, ano agrícola 2021/2022.

Dosagens: s-metolachlor (1.440 g ha⁻¹); s-metolachlor + fomesafen (1.035,7 + 227,8 g ha⁻¹); s-metolachlor + metribuzin (942,8 + 223,5 g ha⁻¹); flumioxazin (60 g ha⁻¹); flumioxazin + imazethapyr (50 + 100 g ha⁻¹); flumioxazin + piroxasulfone (80 + 120 g ha⁻¹); sulfentrazone + diuron (210 + 420 g ha⁻¹); diclosulam (29,4 g ha⁻¹). Infestação na testemunha sem herbicida: 39 plantas m⁻². Letras semelhantes não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JR., E. de. Controle químico de *Spermacoce verticillata* em pré-semeadura de soja. 2020. 33 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2020.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. *Planta Daninha*, v. 10, n. 1/2, p. 5–16, 1992.
- CAMPOS, D. de A. Matocompetição e controle químico da vassourinha-de-botão (*Spermacoce sp.*) na cultura do sorgo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2022. 23 p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. 120 p.
- FADIN, D. A.; TORNISIELO, V. L.; BARROSO, A. A. M.; RAMOS, S.; REIS, F. C. dos; MONQUERO, P. A. Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. *Weed Research*, v. 58, n. 5, p. 389–396, 2018.
- KALSING, A.; ROSSI, C. V. S.; LUCIO, F. R.; MINOZZI, G. B.; GONÇALVES, F. P.; VALERIANO, R. Efficacy of control of glyphosate-tolerant species of the Rubiaceae family through double-knockdown applications. *Planta Daninha*, v. 38, e020190700, 2020.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. Tomo III. 2ª ed. São Paulo, SP: Basf, 2000. 725 p.
- 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 *Spermacoce densiflora* originada de sementes e rebrota. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 18, n. 3, 2019.
- LIMA, M. P. de S.; SOARES, A.; PORTO, J. M. P.; SÁ, F. S.; CARVALHO, M. dos S.; BRAGA, F. T. Leaf anatomy of Rubiaceae species in a semiarid area of Brazil. *Rodriguésia*, v. 70, e01562018, 2020.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos de Flora Ltda., 2008. 640 p.
- LOURENÇO, M. F. de C. Manejo químico de vassourinha-de-botão (*Spermacoce sp.*) na cultura da soja. 2018. 49 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, GO, 2018.
- LUNA, I. M.; DRUETTA, M. Eficacia en el control de *Borreria spinosa* de herbicidas desecantes y su interacción con el momento de aplicación y la mezcla con fluroxypir. Quimilí, Argentina: INTA, 2018. 8 p.
- MARTINS, B. A. B. Biologia e manejo da planta daninha *Borreria densiflora* DC. 2008. 169 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.
- MARTINS, B. A. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions. *Planta Daninha*, v. 32, n. 4, p. 817–825, 2014.
- NEPOMUCENO, F. A. A.; SOUZA, E. B. de; NEPOMUCENO, I. V.; MIGUEL, L. M.; CABRAL, E. L.; LOIOLA, M. I. B. O gênero *Borreria* (Spermacoceae, Rubiaceae) no estado do Ceará, Brasil. *Rodriguésia*, v. 69, n. 2, p. 715–731, 2018.
- OLIVEIRA, A. L. Conhecimento de propriedades da região goiana com o alvo em manejo de plantas daninhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2021. 18 p.
- PEDROSO, F. de A.; CORREIA, N. M.; HONMA, L. O.; MIGUEL, L. M.; NEPOMUCENO, A. Características morfológicas e identificação de plantas de vassourinha-de-botão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 32., 2022, Rio Verde, Anais [...], Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2022. p. 46.
- PITELLI, R. A.; PITELLI, R. L. C. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: Vargas, L.; Roman, E. S. (Ed.). *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2008, p. 11–38.
- ZAPPI, D. C.; MIGUEL, L. M.; SOBRADO, S. V.; SALAS, R. M. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Rubiaceae. *Rodriguésia*, v. 68, n. 3 (Especial), p. 1091–1137, 2017.

