Documentos

ISSN 2176-2937
Abril, 2017
384

Caracterização e manejo de *Amaranthus palmeri*

Embrapa

ISSN 2176-2937
Abril, 2017

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 384

Caracterização e manejo de *Amaranthus palmeri*

Dionísio Luiz Pisa Gazziero
Alexandre Ferreira da Silva

Embrapa Soja
Londrina, PR
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
Fax: (43) 3371 6100
www.embrapa.br/soja
https://www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Embrapa Soja
Presidente: *Ricardo Vilela Abdelnoor*
Secretária-Executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte.*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall´Agnol*
Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica: *Marisa Yuri Horikawa*
Capa: *Marisa Yuri Horikawa*
Fotos da Capa: *Dionísio Luiz Pisa Gazziero*

1ª edição
PDF digitalizado (2017)

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Soja

Gazziero, Dionísio Luiz Pisa
Caracterização e manejo de *Amaranthus palmeri* [recurso eletrônico]: / Dionísio Luiz Pisa Gazziero, Alexandre Ferreira da Silva. – Londrina: Embrapa Soja, 2017.
39 p. il. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN : 2176-2937 ; n.384).

1.Erva daninha. I.Silva, Alexandre Ferreira da. II.Título. III. Série.

CDD 632.5 (21.ed.)

© Embrapa 2017

Autores

Dionísio Luiz Pisa Gazziero
Engenheiro Agrônomo, Dr.
Pesquisador da Embrapa Soja
Londrina, PR

Alexandre Ferreira da Silva
Engenheiro Agrônomo, Dr.
Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG

Apresentação

Espécies do gênero *Amaranthus*, conhecidas popularmente como caruru, são encontradas comumente nas áreas de produção de grãos em todo o mundo. Recentemente, foi registrada a presença de *Amaranthus palmeri* no Brasil, causando grande preocupação ao meio rural por se tratar de uma planta exótica extremamente agressiva e com alto potencial de reduzir a produtividade de soja, milho, algodão ou qualquer outra cultura com a qual conviva.

Essa espécie pode ser facilmente confundida com outras que vegetam no Brasil. Por isso, é recomendável que os produtores estejam atentos para observar a presença de plantas com as características descritas nesse documento no monitoramento de suas lavouras, para que rapidamente possam ser viabilizadas medidas de contenção, no caso da constatação de novos focos de infestação.

O conteúdo da publicação aborda informações sobre as características dessa espécie comparativamente a outras existentes no Brasil. Traz também uma revisão de literatura sobre alternativas de controle, apenas como informação, tendo em vista que qualquer produto para o controle químico só pode ser utilizado em nosso País, após o registro e cadastramento nos Estados para uso em uma determinada espécie vegetal.

Ricardo Vilela Abdelnoor
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Soja

Sumário

Introdução 9
Presença do caruru-palmeri no Mato Grosso 10
Biologia 11
Rápida adaptação 11
Grande produção de sementes 11
Distribuição de sementes pequenas 12
Agressividade 12
Resistência a herbicidas 13
Emergência por períodos prolongados 13
Identificação 14
Formato da folha 14
Presença de pilosidade 15
Comprimento do pecíolo 15
Padrão de crescimento do meristema apical 16
Inflorescência 17
Marca d'agua na lâmina foliar 18
Pelo na ponta da folha 19
Raiz e caule 19
Semelhanças com o caruru-de-espinho 20
Manejo do caruru-palmeri 23
Práticas de manejo 23
Tolerância zero 25
Controle químico 26
Considerações Finais 31
Referências 32
Anexos 36

Caracterização e manejo de *Amaranthus palmeri*

Dionísio Luiz Pisa Gazziero
Alexandre Ferreira da Silva

Introdução

Amaranthus palmeri é considerado uma das plantas daninhas mais difíceis de serem controladas, devido às suas características biológicas e ao atual quadro de resistência a herbicidas de diferentes mecanismos de ação. Trata-se de uma eudicotiledônea nativa da região centro-sul dos Estados Unidos e norte do México, adaptada as condições de clima árido (CHAHAL et al., 2015).

Recentemente, essa planta daninha foi encontrada na região do meio norte do Estado de Mato Grosso (CARVALHO et al., 2015; GAZZIERO e ADEGAS, 2016). A presença no Brasil deve servir de alerta para que produtores e órgãos de fiscalização agropecuários brasileiros fiquem atentos para evitar a disseminação para áreas ainda não infestadas. O controle inadequado pode inviabilizar a colheita, aumentar a necessidade do uso de herbicidas, onerar o custo de produção e ocasionar enormes prejuízos para a agricultura brasileira.

Esta publicação tem por objetivo descrever a biologia, auxiliar na identificação e analisar alternativas de controle de *A. palmeri* com base em informações de literatura. Por não haver ainda referência de um nome

popular no Brasil, essa espécie será denominada, neste documento, como caruru-palmeri, para diferenciar das demais encontradas no território nacional.

Presença do caruru-palmeri no Mato Grosso

O primeiro relato da presença do caruru-palmeri no Brasil ocorreu no ano de 2015, no Estado do Mato Grosso, em três propriedades rurais localizadas entre os municípios de Ipiranga do Norte e Tapurah. A descoberta foi possível em função de um trabalho de monitoramento de plantas daninhas resistentes a herbicidas em áreas algodoeiras realizadas pelo Instituto Mato-Grossense de Algodão (IMAmt) e Universidades parceiras do Estado (ANDRADE JUNIOR et al. 2015). Os pesquisadores observaram a presença de plantas de caruru diferentes das habitualmente presentes nas lavouras do Estado, as quais não foram controladas pelo herbicida glifosato e os inibidores da acetolactato-sintase (pyriothibac-sodium e chlorimuron). Posteriormente, essas plantas de caruru foram caracterizadas como *Amaranthus palmeri*, planta daninha exótica ao Brasil.

Entre as hipóteses sobre o aparecimento do caruru-palmeri na região, tem prevalecido a afirmação que os campos foram infestados pelo transporte de sementes da planta daninha através de colheitadeiras vindas da Argentina. O trânsito de máquinas agrícolas, principalmente, colheitadeiras, tem sido uma das principais formas de disseminação de plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil. Normalmente, ao realizarem a colheita em áreas infestadas por biótipos resistentes as colheitadeiras são transportadas para outras áreas sem a limpeza adequada o que favorece a disseminação de sementes dessas plantas para outros locais.

Por se tratar de uma espécie exótica, sua presença foi comunicada ao Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (INDEAmt) e ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que implementaram medidas de contenção e erradicação nos locais infestados. O acompanhamento das áreas infestadas no Brasil tem permitindo

concluir que, até o momento, o problema está contido e que houve redução em relação à infestação inicial, graças ao esforço conjunto dos agricultores e as instituições envolvidas com o problema. Apesar das medidas adotadas, todos os produtores devem de ficar atentos e em caso de suspeita devem comunicar ao órgão de defesa fitossanitária do seu Estado e realizar a eliminação do caruru-palmeri antes da produção de sementes.

Biologia

O caruru-palmeri é uma planta daninha agressiva com a capacidade de se adaptar facilmente a diferentes ambientes. Evidências da sua adaptabilidade podem ser observadas claramente nos Estados Unidos e Argentina, onde é possível verificar o crescimento dessa invasora em ambientes com temperaturas médias abaixo das temperaturas preferidas pelas populações nativas (TUESCA et al., 2016; STECKEL, 2007).

A seguir, são apresentadas as características biológicas que fazem com que o caruru-palmeri se destaque como uma das plantas daninhas mais problemáticas.

Rápida adaptação

O caruru-palmeri caracteriza-se por ser uma planta dioica, o que significa ter plantas masculinas e plantas femininas, ao contrário das principais espécies de caruru presentes no Brasil, favorecendo o cruzamento e a diversidade genética (WARD et al., 2013). Essa característica permite que as plantas de caruru-palmeri se adaptem e dispersem os genes de resistência a herbicidas mais rapidamente quando submetidas a pressão de seleção.

Grande produção de sementes

O caruru-palmeri é uma planta daninha prolífica. O número de sementes por planta pode variar em função das condições edafoclimáticas as quais as plantas são submetidas durante ao seu desenvolvimento e a presença ou não de plantas competindo pelos recursos dos meios.

Em média o número de sementes por planta se situa entre 80.000 a 250.000, embora produções iguais ou superiores a 1 milhão de sementes por planta tenham sido relatadas (WARD et al., 2013; JHA, 2008).

Distribuição de sementes pequenas

As sementes de caruru-palmeri são pequenas, lisas, normalmente, entre 1 a 2 mm, arredondadas ou em forma de disco e coloração marrom-avermelhadas a pretas (MOHSENI-MOGHADAM et al., 2016). Em virtude da pequena dimensão das sementes, o fluxo de emergência é maximizado quando elas permanecem na camada superficial do solo. As sementes não possuem estruturas de adaptação específica à anemocoria (dispersão pelo vento). Podem ser disseminadas, principalmente, por quedas naturais, canais de irrigação, máquinas e equipamentos, compostos para adubação e esterco animal, além de pássaros e mamíferos. As aves podem consumir proporcionalmente grandes quantidades de sementes dessa espécie e apresentam alto potencial para sua disseminação. Já foram registradas dispersão de caruru-palmeri por pombinhas (rolinhas) a mais de 200 km de distância.

Agressividade

O caruru-palmeri é considerado uma planta daninha agressiva que pode ocasionar grandes perdas no potencial produtivo da cultura. Sob condições ideais podem crescer entre 2,5 a 4 cm por dia, o que dificulta sobremaneira as aplicações de herbicidas pós-emergentes, podendo atingir rapidamente alturas superiores a 2m (SELLERS et al., 2003). No Brasil há relatos de crescimento de até 4 cm a 6 cm por dia em algumas plantas, mas nas áreas infestadas é comum encontrar plantas de diferentes tamanhos, em função das condições encontradas para seu desenvolvimento. Quando em competição com a cultura durante todo o seu ciclo de desenvolvimento, pode ocasionar perdas de produtividade no milho superiores a 91%, 79% na soja e 77% em algodão (MASSINGA et al., 2001; BENSCH et al., 2003, FAST et al., 2009). Dependendo da densidade de plantas de caruru-palmeri na área, torna-se inviável realizar a colheita mecânica.

Resistência a herbicidas

Nos Estados Unidos, há populações de caruru-palmeri resistentes a herbicidas de seis diferentes mecanismos de ação: inibidores da aceto-lactato-sintase (ALS), da protoporfirinogênio-oxidase (PPO), da biossíntese de carotenoides (HPPD), do fotossistema II (PSII), da formação de microtúbulos e da EPSPs (CHAHAL et al., 2015). Os biótipos podem apresentar resistência cruzada, ou seja, quando apresenta resistência a dois ou mais herbicidas de um mesmo mecanismo de ação, ou resistência múltipla, quando é resistente a dois ou mais herbicidas de diferentes mecanismos de ação. Existem casos de resistência múltipla, que correspondem a biótipos resistentes a EPSPs + ALS; EPSPs + PPO; EPSPs + ALS + PSII; ALS + PSII + HPPD (HEAP, 2017). No Brasil, o biótipo identificado apresenta resistência múltipla ao glifosato (EPSPs) e aos inibidores da ALS (GONÇALVES-NETTO et al., 2016).

Emergência por períodos prolongados

A germinação do caruru-palmeri foi documentada como possível de ocorrer no mesmo dia em que as condições favoráveis são oferecidas, ao contrário das outras espécies de caruru que podem demorar vários dias para iniciar o processo germinativo (STECKEL et al., 2004). Existem evidências que a germinação do caruru-palmeri é influenciada por variações de temperaturas e qualidade da luz (JHA et al., 2010a). Há relatos nos Estados Unidos indicando que a germinação pode ocorrer durante todo o ciclo de desenvolvimento das culturas e após a colheita, o que também tem sido observado no Brasil. Ao contrário do que acontece com algumas plantas daninhas que aparecem tipicamente no início ou fim do ciclo de desenvolvimento da cultura, a presença do caruru-palmeri no Brasil vai exigir que os produtores a fiquem atentos a sua presença durante todo o ano.

Identificação

A primeira etapa para o manejo de qualquer planta daninha é sua correta identificação. Dentre as principais espécies de *Amaranthus* que ocorrem no Brasil, pode-se citar*: A. hybridus* var. *paniculatus* (caruru-branco), *A. hybridus* var. *patulus* (caruru-roxo), *A. retroflexus* (caruru-gigante), *A. deflexus* (caruru-rasteiro), *A. viridis* (caruru-de-mancha) e *A. spinosus* (caruru-de-espinho). É comum haver equívocos na identificação entre essas espécies, principalmente, durante os estádios iniciais de desenvolvimento.

Para identificar corretamente o caruru-palmeri, faz-se necessário observar algumas características listadas a seguir, lembrando que pode haver variabilidade de fenótipos dentro da mesma população e a possibilidade de ocorrer mais de um tipo de caruru no campo.

A análise conjunta das características listadas a seguir poderá auxiliar na correta identificação do caruru-palmeri no campo. A morfologia das principais espécies de caruru que ocorrem no Brasil, descritas por Senna (2015), foram contrastadas com as características do caruru-palmeri, descritas por Legleither e Jonhson (2013), visando auxiliar na identificação dessa espécie.

Formato da folha

O formato das folhas de *Amaranthus* pode variar dentro da mesma espécie. Entretanto, os formatos das lâminas foliares podem auxiliar na distinção das espécies de caruru. O caruru-palmeri possui formato de folhas semelhantes ao do caruru-roxo, branco, rasteiro e de espinho que podem apresentar lâminas foliares variando, por exemplo, entre o formato de ovada a rômbico-ovada (Figura 1). O formato das folhas é uma característica importante, principalmente, para os norte-americanos diferenciarem *A. rudis* de *A. palmeri*. As duas espécies apresentam biótipos resistente ao glifosato e são exóticas no Brasil. *A. rudis*, ainda não foi identificado no Brasil, caracteriza-se por apresentar folhas mais finas, longas e lanceoladas.

Foto: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 1. Plantas de caruru-palmeri podem apresentar folhas com formato variando, geralmente, entre ovada e rômbico-ovadas.

Presença de pilosidade

A procura por pubescência (pilosidade) em ramos jovens de plântulas no estádio inicial de desenvolvimento é uma maneira rápida de excluir a possibilidade da ocorrência do caruru-palmeri no local. A presença de pilosidade em ramos de plântulas jovens é uma característica inerente às espécies de caruru-roxo, caruru-branco, caruru-rasteiro e caruru-gigante. O caruru-palmeri não possui pilosidade em qualquer superfície. No entanto, caruru-de-mancha e caruru-de-espinho, também, podem apresentar ausência de pubescência nos ramos.

Comprimento do pecíolo

O comprimento dos pecíolos, especialmente de folhas mais velhas, do caruru-palmeri tende a ser maior ou igual ao comprimento da lâmina foliar. Para se avaliar essa característica, basta destacar uma folha e dobrar o pecíolo sobre a lâmina foliar (Figura 2). O caruru-de-espinho e o caruru-de-mancha, também, podem apresentar pecíolos maiores que o comprimento da lâmina foliar.

Fotos: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 2. Folha de caruru-palmeri (*A. palmeri*) com pecíolo maior que o comprimento do limbo foliar.

Padrão de crescimento do meristema apical

O padrão de crescimento das plantas caruru-palmeri assemelha-se à aparência de roseta quando olhado de cima para baixo. O formato e o arranjo das folhas, além do comprimento dos pecíolos, auxiliam na captação de luz. Esse padrão de crescimento é mais perceptível em plantas jovens (Figura 3).

foto: Alexandre Ferreira da Silva

Figura 3. Folhas apresentam distribuição simétrica em torno do caule, na fase inicial de desenvolvimento, quando vista por cima.

Inflorescência

Analisar a inflorescência de caruru-palmeri é decisivo para sua identificação. Trata-se de uma espécie dioica, ou seja, não apresenta inflorescência masculina e feminina na mesma planta, mas sim plantas masculinas e femininas separadamente (Figura 4).

fotos: Daniel Tuesca

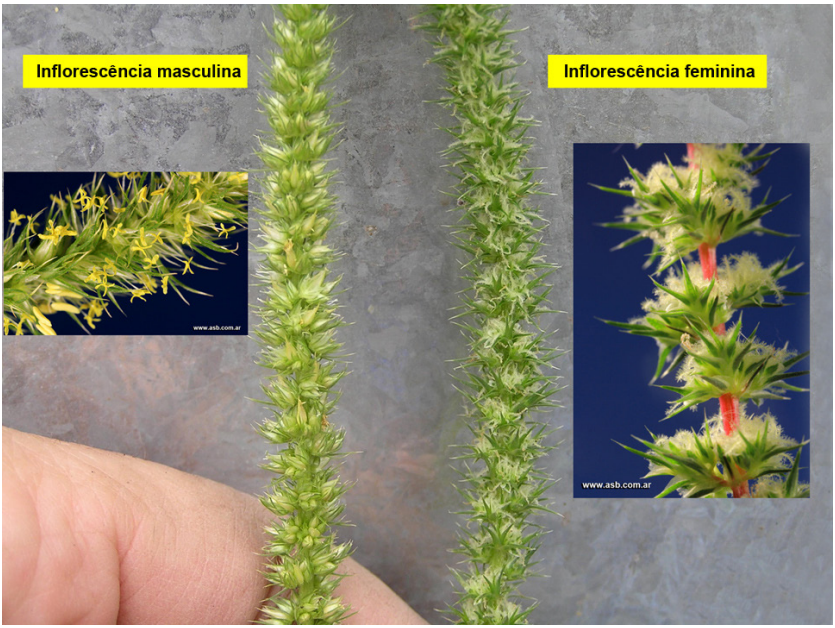

Figura 4. Diferenciação das inflorescências masculinas e femininas do caruru-palmeri.

As plantas fêmeas de caruru-palmeri podem apresentar longa inflorescência terminal, com mais de 60 cm, que se caracterizam por apresentarem brácteas (folhas rudimentares) rígidas que transmitem a sensação de serem espinhosas quando apertadas na mão (Figura 5). Além da inflorescência, a maneira mais segura de se confirmar a identificação dessa espécie é através de teste de morfologia da planta associada a sequenciamento genético de região conservada realizado em laboratório, para verificar a similaridade do DNA da planta suspeita com os de biótipos caracterizados como *A. palmeri*.

Fotos: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 5. Inflorescência terminal do caruru-palmeri pode ser superior a 60 cm de comprimento.

Marca d'agua na lâmina foliar

Algumas plantas de caruru-palmeri podem apresentar folhas com uma marca d´agua branca em formato de "V" (Figura 6). O caruru-de-espinho pode apresentar marca semelhante o que pode ocasionar certo grau de dificuldade de diferenciação das espécies por essa característica. O caruru-de-mancha conforme o nome indica apresenta manchas em suas folhas, porém elas tendem a não apresentar o formato de "V".

Foto: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 6. Folhas do caruru-palmeri podem apresentar manchas esbranquiçadas no formato de "V" invertido.

Pelo na ponta da folha

A presença de um pequeno pelo na ponta das folhas pode auxiliar na identificação do caruru-palmeri (Figura 7). No entanto, essa característica não é exclusiva dessa espécie, podendo ser encontrada em outras espécies de caruru, como por exemplo, o caruru-de-espinho.

Foto: Daniel Tuesca

Figura 7. Plantas de caruru-palmeri podem apresentar um pequeno pelo na ponta das folhas.

Raiz e caule

As plantas do caruru-palmeri apresentam desenvolvimento variado, em função de um conjunto de fatores que podem ser favoráveis ou não, como época de germinação, temperatura, precipitação, entre outros. Plantas de caruru-palmeri podem apresentar raízes profundas e caules grossos (Figura 8). Nos Estados Unidos, tem sido relatados casos de plantas com tamanhos equivalentes ou superiores as plantas de milho. Nesses casos, além da mato-competição, seu caule e raízes passam a ser um problema no momento da colheita, podendo prejudicar a automotriz. Um aspecto curioso foi observado em relação à raiz do caruru-palmeri no Brasil. Algumas plantas após serem capinadas em períodos chuvosos conseguiram emitir novas raízes e continuaram a vegetar e a produzir sementes.

Fotos: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 8. Plantas de caruru-palmeri com raízes profundas e caules grossos.

Semelhanças com o caruru-de-espinho

Há possibilidade das plantas de caruru-de-espinho apresentarem características comuns ao caruru-palmeri, o que pode induzir ao erro de identificação. Dentre as características, pode-se citar: ausência de pilosidade em plântulas jovens, pecíolos maiores que o comprimento do limbo foliar, manchas foliares em formato de "V" invertido, presença de pelo na ponta das folhas e até mesmo a presença brácteas rígidas e pontiagudas nas inflorescências femininas. A característica mais marcante que permitirá a distinção do caruru-de-espinho do caruru-palmeri é a presença de um par divergente de espinhos em cada nó do caule com comprimento de 0,5 a 2,5cm (Figura 9).

Foto: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Foto: Edson de Oliveira

Figura 9. Diferenciação da estrutura espinescente presentes na axila das folhas do caruru-palmeri (A) e do espinho presente no caruru-de-espinho (B).

O caruru-de-espinho ocorre predominantemente em pastagens, não sendo muito comum a sua ocorrência em áreas de agrícolas. Possui padrão de crescimento arbustivo e apresenta inflorescência feminina com brácteas espinhosas durante todo o seu ciclo, enquanto caruru-palmeri apresenta essa característica somente na maturidade e durante os estádios reprodutivos.

Na Tabela 1 são apresentadas as características comparativas que podem auxiliar na identificação do caruru-palmeri frente às principais espécies do gênero *Amaranthus* que ocorrem no Brasil.

Tabela 1. Características morfológicas entre espécies do gênero *Amaranthus* que podem auxiliar na identificação do caruru-palmeri.

Características	*A. palmeri*	*A. spinosus*	*A. deflexus*	*A. hybridus*	*A. retroflexus*	*A. viridis*
Comprimento do pecíolo maior que o comprimento do limbo foliar	P[1]	P*	A[2]	A	A	P*
Pelo na ponta das folhas jovens	P*	P*	A	P*	A	A
Mancha em formato de "V" invertido nas folhas	P*	P*	A	A	A	A
Brácteas da inflorescência feminina pontiagudas e rígidas	P	P	A	A	A	A
Inflorescência terminal maior que 60cm	P*	P*	A	A	A	A
Plantas dioicas (planta masculina e planta feminina)	P	A	A	A	A	A
Pubescência nos ramos jovens (fase inicial de desenvolvimento)	A	A	P	P	P	A
Par de espinho divergente em cada nó	A	P	A	A	A	A

[1]Presença; [2]Ausência; *Característica pode se expressar ou não; A expressão das características morfológicas das plantas pode ser influenciada pelas condições edafoclimáticas do ambiente. Desta forma, é possível que uma mesma espécie possa expressar características diferentes em função do nível de fertilidade do solo, comprimento do dia, disponibilidade hídrica, intensidade luminosa e variações de temperatura ao longo do ciclo.

Manejo do caruru-palmeri

O manejo do caruru-palmeri contribuirá para que as culturas preservem o seu potencial produtivo, além de evitar a sua disseminação na área. O biótipo encontrado no médio-norte do Estado do Mato Grosso apresenta resistência múltipla a inibidores da ALS e EPSPs o que reduz consideravelmente o número de herbicidas capaz de controlar essa planta daninha. Dada às características dessa espécie, é necessário realizar um manejo adequado, integrando diferentes métodos de controle, pois a adoção de um método isolado pode não proporcionar controle satisfatório.

As indicações de manejo relatadas a seguir são baseadas, principalmente, em estratégias estabelecidas nos Estados Unidos e na Argentina. Essas informações podem servir de subsídios para o planejamento e pesquisa sobre o controle do caruru-palmeri enquanto se desenvolvem estudos para as recomendações específicas ajustadas para as condições brasileiras.

Práticas de manejo

Rotação de culturas e de mecanismos de ação

É comum ocorrer processo de pressão de seleção de plantas daninhas devido ao uso continuado de um produto ou de produtos com o mesmo mecanismo de ação em uma mesma área. Realizar rotação de culturas facilita a rotação de mecanismos de ação dos herbicidas, o que é uma prática importante, não só para prevenir o aparecimento, como também para manejar os biótipos resistentes. Essa prática, também, é importante para a preservação das tecnologias transgênicas de controle de plantas daninhas, que estão sendo disponibilizadas no mercado.

Revolvimento do Solo

O caruru-palmeri possui sementes pequenas, o que contribui para que o maior índice de emergência ocorra na camada superficial do solo. O revolvimento do solo realizado pela aração e gradagem pode, em um primeiro instante, reduzir o fluxo de emergência dessa espécie daninha, a níveis superiores a 50% (LEGLEITHER e JONHSON, 2013).

No entanto, essa prática não proporciona a eliminação do problema. A incorporação das sementes em maiores profundidades do solo pode favorecer a manutenção da sua viabilidade por maior período de tempo (JHA, 2008). O revolvimento do solo ocasiona prejuízos na qualidade físico-químico-biológica do solo e facilita o processo de erosão, razão pela qual a adoção dessa prática deve ser analisada com precaução, principalmente, em áreas arenosas e declivosas.

Plantas de Cobertura

A utilização de plantas de cobertura auxilia na supressão da emergência do caruru-palmeri, criando um ambiente desfavorável para a sua germinação, devido ao impedimento físico, a redução nas oscilações de temperatura e da qualidade de luz incidente sobre a superfície do solo (JHA et al., 2010b). Essa prática tem se mostrado altamente indicada no Brasil para o controle de outras plantas daninhas de difícil controle como a buva e o capim-amargoso, principalmente, quando associada a controle químico.

Arranquio manual

Em condições de infestação severas, como na região sul dos Estados Unidos, produtores de algodão e soja têm contratado trabalhadores para realizarem o arranquio manual do caruru-palmeri em suas lavouras. No Brasil, essa prática tem sido utilizada nas áreas infestadas proporcionando excelentes resultados. É importante ressaltar, que as plantas daninhas arrancadas devem ser retiradas do campo e serem queimadas ou enterradas em valas profundas. Plantas arrancadas e deixadas na superfície do solo poderão se reestabelecer e produzir sementes viáveis.

Monitoramento de áreas de divisa e canais de irrigação

Monitorar a ocorrência do caruru-palmeri nos canais de irrigação, beira-de-estrada e cercas ajuda a evitar a dispersão dessa planta daninha nos arredores. É comum esses locais serem altamente infestados por plantas daninhas e servirem de focos de contaminação de sementes para as lavouras.

Momento da colheita

Por serem muito pequenas, as sementes do caruru-palmeri podem ser facilmente dispersas por maquinários, principalmente, por colheitadeiras. Como forma de evitar a dispersão dessa espécie para outros talhões da fazenda, os produtores devem programar a colheita das áreas infestadas por último. Após a colheita, deve-se realizar limpeza rigorosa na máquina para garantir que não ocorra dispersão de sementes para áreas livres dessa espécie.

Tolerância zero

Por ser uma planta daninha prolífica e de difícil controle, alguns produtores norte-americanos em parceria com instituições de ensino e pesquisa têm proposto ações que visam à erradicação dessa espécie. O programa foi intitulado como tolerância zero e tem como objetivo promover o controle total (100%) do caruru-palmeri nas áreas englobadas pelo projeto (BARBER et al., 2015). Para ilustrar a importância de se adotar essa política, basta realizar uma análise teórica da capacidade de infestação da espécie, conforme o descrito a seguir. Considere que a existência de uma planta caruru tenha a capacidade de produzir 100.000 sementes (40ml ou 32 g). Suponha que apenas 10% das sementes produzidas tivessem condições de emergir (emergiriam 10.000 plantas) e, sobre elas, fosse aplicado um herbicida que proporcionasse 90% de controle. Ainda assim, 1000 plantas sobreviveriam e teriam a capacidade de produzir novas sementes. Considerando-se ainda que essas plantas sobreviventes produzissem somente 10% do potencial produtivo por planta devido ao estresse ocasionado pela aplicação do herbicida, seriam adicionadas mais 10.000.000 de sementes (4 l ou 3,22 kg) ao solo como resultado da primeira geração de indivíduos (Figura 10). Ou seja, cada planta pode gerar outras 100 plantas por ciclo considerando germinação das sementes de apenas 10% e 90% de controle. Há muitos outros fatores a serem considerados nesse cálculo teórico que podem gerar números maiores ou menores, mas essa análise serve para dar dar uma idéia da importância de se adotar a política de tolerância zero, a qual, no mínimo irá evitar o aumento do banco de sementes.

foto: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

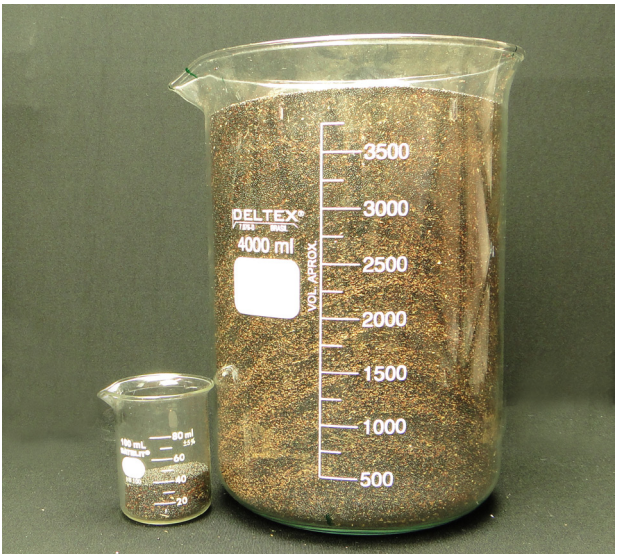

Figura 10. Capacidade de multiplicação de caruru como resultado de apenas uma geração de plantas, ainda que em condições desfavoráveis.

Controle químico

O controle químico de plantas daninhas deve de ser realizado de forma meticulosa. Os herbicidas devem ser aplicados no estádio de desenvolvimento apropriado da infestante para que o controle seja consistente. A utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, tanto de pré como de pós-emergência, são estratégias importantes no controle químico do caruru-palmeri.

Entressafra

Áreas de produção devem ser mantidas livres de plantas daninhas o ano todo, pois é comum que no período de entressafra ocorra a multiplicação de muitas espécies, aumentando o banco de sementes e a pressão de infestação. Qualquer cultura deve ser semeada com a área limpa e essa recomendação também é valida para o manejo do caruru-palmeri. Na dessecação pré-plantio, é ideal os produtores utilizarem a associação de produtos para promoverem o controle do caruru-palmeri e das demais plantas daninhas presentes na área. Dentre as associações de herbicidas mais utilizados pode-se citar: glifosato e 2,4-

D; paraquat e metribuzin ou paraquat e diuron; amônio-glufosinato; saflufenacil e glifosato (LEGLEITHER e JONHSON, 2013).

É importante salientar que esses produtos não são efetivos no controle de plantas de caruru-palmeri grandes, maiores que 8 cm, devendo a aplicação ser realizada em plantas pequenas. Caso a aplicação venha a ser realizada em plantas mais desenvolvidas, o produtor terá que realizar a aplicação sequencial de herbicidas com intervalo de, aproximadamente, 15 dias entre as aplicações.

Herbicidas pré-emergentes

A utilização de herbicidas pré-emergentes é um dos principais pilares para o manejo do caruru-palmeri. Esses herbicidas podem promover a redução da densidade da planta daninha e/ou retardar o seu desenvolvimento. Podem ser aplicados por ocasião da dessecação de pré-semeadura ou após a semeadura da cultura, antes da emergência das plantas daninhas; e/ou associado a pós-emergentes para o controle de fluxos tardios de emergência (POWEL, 2014). Devido à importância dos produtos com efeitos residuais no controle dessa espécie, produtores americanos e argentinos passaram a incluir a sobreposição de herbicidas residuais com diferentes características, complementados com herbicidas pós-emergentes aplicados após a semeadura das culturas. A superposição significa manter a área tratada ao longo do tempo, tendo em vista que o efeito residual de um produto pode não ser suficiente para o manejo adequado. Nesse caso é fundamental que seja feita a rotação de mecanismos de ação.

Herbicidas pós-emergentes

Embora os herbicidas pré-emergentes sejam a base do programa de manejo do caruru-palmeri, esses produtos não persistem durante todo ciclo de desenvolvimento da cultura. Desta forma, a utilização de herbicidas pós-emergentes que apresentem ou não efeito residual no solo, são importantes para ajudar na manutenção das áreas limpas.

Em campos altamente infestados por caruru-palmeri, semear materiais tolerantes ao amônio-glufosinato facilita o manejo dessa planta dani-

nha. Esse herbicida promove controle consistente de plantas pequenas e não ocasiona sintomas de intoxicação nas culturas tolerantes, independente do seu estádio de desenvolvimento. Normalmente, é recomendado o uso do amônio-glufosinato associado a herbicidas que apresentem efeito residual no solo.

Momento da aplicação dos herbicidas

O momento de aplicação dos herbicidas pós-emergentes é um dos fatores críticos no manejo do caruru-palmeri. A eficiência dos herbicidas é reduzida drasticamente com o seu desenvolvimento. De uma maneira geral, aplicações de herbicidas em plantas maiores que 8 cm promovem nível de controle insatisfatório (JORDAN e YORK, 2010). Devido à alta taxa de crescimento que o caruru-palmeri pode apresentar, realizar a aplicação dos herbicidas pós-emergentes no momento adequado é um dos principais desafios enfrentados pelos produtores ao lidar com essa planta daninha.

Estratégias de controle químico na cultura da soja e milho

É importante salientar, que qualquer herbicida para ser recomendado para o controle de uma determinada espécie de planta daninha deve possuir a sua indicação de uso na bula do produto, possuir registro junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e cadastro nos Estados que permitam a sua utilização. Portanto, os produtos listados nas Tabelas 2 e 3 servem apenas como revisão de literatura e deverão ser obrigatoriamente testados e legalizados no Brasil antes de terem o seu uso recomendado para o controle do caruru-palmeri.

a) Milho

Com base nos resultados obtidos nos Estados Unidos há várias opções de herbicidas pré e pós-emergentes registrados para a cultura do milho que possibilitam o controle eficiente de biótipos de caruru-palmeri resistente a inibidores da ALS + EPSPs (Tabela 2). No entanto, deve-se ficar atento ao estádio de desenvolvimento da infestante para que o herbicida seja efetivo no seu controle.

Tabela 2. Herbicidas registrados para a cultura do milho no Brasil que demonstram ser efetivos nos Estados Unidos no controle de biótipos de caruru-palmeri resistente a inibidores da ALS + EPSPs.

Herbicida[1]	Mecanismo de Ação	Modalidade de uso[2]
Acetolachlor	inibidor ácidos graxos de cadeia longa	PRÉ
Alachlor	inibidor ácidos graxos de cadeia longa	PRÉ
Dimethenamid-P	inibidor ácidos graxos de cadeia longa	PRÉ
Atrazine	inibidor PSII	PRÉ/PÓS
amônio-glufosinato	inibidor GS	PÓS
Isoxaflutole	inibidor HPPD	PRÉ
Mesotrione	inibidor HPPD	PÓS
Tembotrione	inibidor HPPD	PÓS
s-metolachlor	inibidor ácido graxos de cadeia longa	PRÉ
2,4-D	mimetizador de auxina	PÓS

[1]Produtos não possuem registro no MAPA para o controle de *Amaranthus palmeri*. [2]PRÉ – pré-emergentes; [3]PÓS – pós-emergentes. Para ser utilizado no Brasil, qualquer agrotóxico deve estar registrado no Ministério da Agricultura e cadastrado nos Estados para a espécie em questão. A tabela acima serve apenas como revisão de literatura. Tabela adaptada de Legleither e Jonhson (2013).

Produtores norte-americanos de milho, em áreas infestadas por essa planta daninha, têm adotado diferentes estratégias de controle, como por exemplo, a utilização de herbicida pré-emergente pertencente à classe dos inibidores de ácidos graxos de cadeia longa e na pós têm optado por inibidores do PSII associado a HPPD. A aplicação de amônio-glufosinato em cultivares de milho tolerante a essa molécula herbicida, também, tem-se mostrado uma alternativa interessante para o controle em pós-emergência da planta daninha, apesar de não possuir efeito residual no solo. Produtores têm optado pela utilização do amônio-glufosinato associado ou não a atrazine. A utilização de herbicidas pós-emergentes que apresentam efeito residual no solo é desejável, pois reduz o fluxo tardio de emergência dessa planta daninha.

b) Soja

Na cultura da soja o número de herbicidas pós-emergentes disponíveis para substituir o glifosato no controle do caruru-palmeri é limitado (Tabela 3). Atualmente, somente os inibidores da PPO podem ser utilizados para o controle de biótipos resistentes a inibidores da ALS + EPSPs.

Tabela 3. Herbicidas registrados para a cultura da soja no Brasil que demonstram ser efetivos nos Estados Unidos no controle de biótipos de caruru-palmeri resistente a inibidores da ALS + EPSPs.

Herbicida[1]	Mecanismo de Ação	Modalidade de uso[2]
Acetolachlor	inibidor ácido graxos de cadeia longa	PRÉ
Alachlor	inibidor ácido graxos de cadeia longa	PRÉ
Dimethenamid-P	inibidor ácido graxos de cadeia longa	PRÉ
Acifluorfen	inibidor PPO	PÓS
Flumioxazin	inibidor da PPO	PRÉ
Fomesafen	inibidor da PPO	PÓS
amônio-glufosinato	inibidor da GS	PÓS
Lactofen	inibidor da PPO	PÓS
Linuron	inibidor PS II	PRÉ
Metribuizin	inibidor PS II	PRÉ
Pendimenthalin	inibidor da síntese de microtúbulos	PRÉ
Sulfentrazone	inibidor da PPO	PRÉ
s-metolachlor	inibidor ácido graxos de cadeia longa	PRÉ
Trifluralin	inibidor da síntese de microtúbulo	PRÉ

[1]Produtos não possuem registro no MAPA para o controle de *Amaranthus palmeri*.; [2]PRÉ – pré-emergentes; [3]PÓS – pós-emergentes. Para ser utilizado no Brasil, qualquer agrotóxico deve estar registrado no Ministério da Agricultura e cadastrado nos Estados para a espécie em questão. A tabela acima serve apenas como revisão de literatura. Tabela adaptada de Legleither e Jonhson (2013).

Os herbicidas pós-emergentes inibidores da PPO caracterizam-se por possuir ação de contato e podem ocasionar fitointoxicação a cultura da soja. A sua eficiência de controle é influenciada pelo estádio de desenvolvimento das plantas daninhas, devendo ser aplicado em plantas de caruru-palmeri, com no máximo 5 cm de altura.

A aplicação de amônio-glufosinato em cultivares tolerantes a herbicida destaca-se como uma opção para os sojicultores por não ocasionar fitotoxidez na soja e proporcionar nível de controle satisfatório de plantas pequenas de caruru.

Considerações Finais

É importante analisar detalhadamente a diferenciação de *A. palmeri* com as demais espécies do gênero existentes no Brasil e observar eventuais desequilíbrios que possam ocorrer com o caruru nas áreas de produção.

A prevenção é a melhor estratégia para evitar a disseminação dessa espécie. Em caso de suspeita da ocorrência do caruru-palmeri na sua região, procure por um especialista da área e comunique ao órgão de defesa fitossanitário do Estado.

As estratégias de controle devem de ser elaboradas de acordo com o diagnóstico específico de cada realidade.

Referências

ANDRADE JUNIOR, E. R.; CAVENAGHI, A. L.; GUIMARÃES, S. C.; CARVALHO, S. J. P. de. **Primeiro relato de *Amaranthus palmeri* no Brasil em áreas agrícolas no estado de Mato Grosso**. Primavera do Leste: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2015. 8 p. (IMAmt. Circular Técnica, 19).

BARBER, L. T.; SMITH, K. L.; SCOTT, R. C.; NORSWORTHY, J. K.; VANGILDER, A. M. **Zero tolerance:** A community-based program for glyphosate-resistant palmer amaranth management. Little Rock: University of Arkansas Division of Agriculture, 2015. 6 p. (Cooperative Extension Service, Fact Sheet FSA2177). Disponível em: <https://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA2177.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2017.

BENSCH, C. N.; HORAK, M. J. PETERSON, D. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. **Weed Science**, v. 51, p. 73-43, 2003.

CARVALHO, S. J. P.; GONÇALVES NETTO, A.; NICOLLAI, M.; CAVENAGHI, A. L.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. CHRISTOFFOLETI, P. J. Detection of glyphosate-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in agricultural areas of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 579-586, 2015.

CHAHAL, P. S.; AULAKH, J. S.; JUGULAM, M.; JHALA, A. J. Herbicide resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) in the United States: mechanisms of resistance, impact and management. In: PRICE, A. (Ed.) **Herbicides, agronomic crops and weed biology**. Rijeka: Intech, 2015. p. 1-29.

FAST, B. J.; MURDOCK, S. W.; FARRIS, R. L.; WILLIS, J. B.; MURRAY, D. S. Critical timing of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) removal in second generation glyphosate-resistant cotton. **Journal of Cotton Science**, v. 13, p. 32-36, 2009.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S. ***Amaranthus palmeri* no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 4 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 88).

GONÇALVES-NETTO, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; BORGATO, E. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Multiple resistance of *Amaranthus palmeri* to ALS and EPSPs inhibitting herbicides in the state of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 581-587, 2016.

HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.org>. Acesso em: 13 mar. 2017.

JHA, P. **Biology and ecology of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*).** 296 f. 2008. Dissertation (Doctor in Philosophy, Plant and Environmental Sciences) - Graduate School of Clemson University, Clemson.

JHA, P.; NORSWORTHY, J. K.; RILEY, M. B.; BRIDES JR, W. Annual changes in temperature and light requirements for germination of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seeds retrieved from the soil. **Weed Science**, v. 58, p. 426-432, 2010a.

JHA, P.; NORSWORTHY, J. K.; RILEY, M. B.; BRIDES JR, W. Shade and plant location effects on germination and hormone content of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seed. **Weed Science**, v. 58, p. 16-21, 2010b.

JORDAN, D.; YORK, A. **Optimizing palmer amaranth control with postemergence herbicides control**. Raleigh: North Carolina State University, 2010. 2 p. (Cooperative Extension, AG 728-W).

LEGLEITHER, T. JONHSON, B. **Palmer amaranth biology, identification, and management.** West Lafayette: Purdue University, 2013. 13p. (Purdue Extension, WS-51).

MASSINGA, R. A.; CURRIE, R. S.; HORAK, M. J.; BOYER JR, J. Interference of palmer amaranth in corn. **Weed Science**, v. 49, p. 202-208, 2001.

MOHSENI-MOGHADAM, M.; KENT, C.; ASHIGH, J. **Palmer amaranth biology and management.** Las Cruces: New Mexico State University, 2016. 8 p. (Guide, A-617).

POWEL, D. **Biology and management of multiple (GLYPHOSATE/ALS)-resistant palmer amaranth in Michigan soybean**. 131 f. 2014. Dissertation (Doctor of Phylosophy, Crop and Soil Sciences). Michigan State University, East Lansing .

SELLERS, B. A.; SMEDA, R. J.; JOHNSON, W. G.; KENDIG, A.; ELLERSIECK, M. R. Comparative growth of six *Amaranthus* species in Missouri. **Weed Science,** v. 51, n. 3, p. 329-333, 2003.

SENNA, L. R. Identificação de espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* L. (Amaranthaceae Juss.) no Brasil. In: INOUE, M. H.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; MENDES, F. K. CONSTATIN, J. (Org.). **Manejo de *Amaranthus*.** São Carlos: RiMa Editora, 2015. p. 1-20.

STECKEL, L. E. The dioecious *Amaranthus* spp.: here to stay. **Weed Technology**, v. 21, n. 2, p. 567-570, 2007.

STECKEL, L. E., SPRAGUE, C. L.; STOLLER, E. W.; WAX, L. M. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. **Weed Science**, v. 52, n. 2, p. 217-221, 2004.

TUESCA, D.; PAPA, J. C.; MORICHETI, S. Biology and management of *Amaranthus palmeri* in Argentina. In: MESCHEDE, D. K.; GAZZIERO, D. L. P. **A era glyphosate**: agricultura, meio ambiente e homem. Londrina: Midiograf II, 2016. p. 295-319.

WARD, S. M.; WEBSTER, T.M.; STECKEL, L.E. Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*): a review. **Weed Tech**, v. 27, p. 12-27, 2013.

ANEXOS

As fotografias abaixo foram tiradas em condições de campo no Brasil e apresentam algumas das características descritas ao longo deste documento, que podem auxiliar na identificação do caruru-palmeri.

Fotos: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

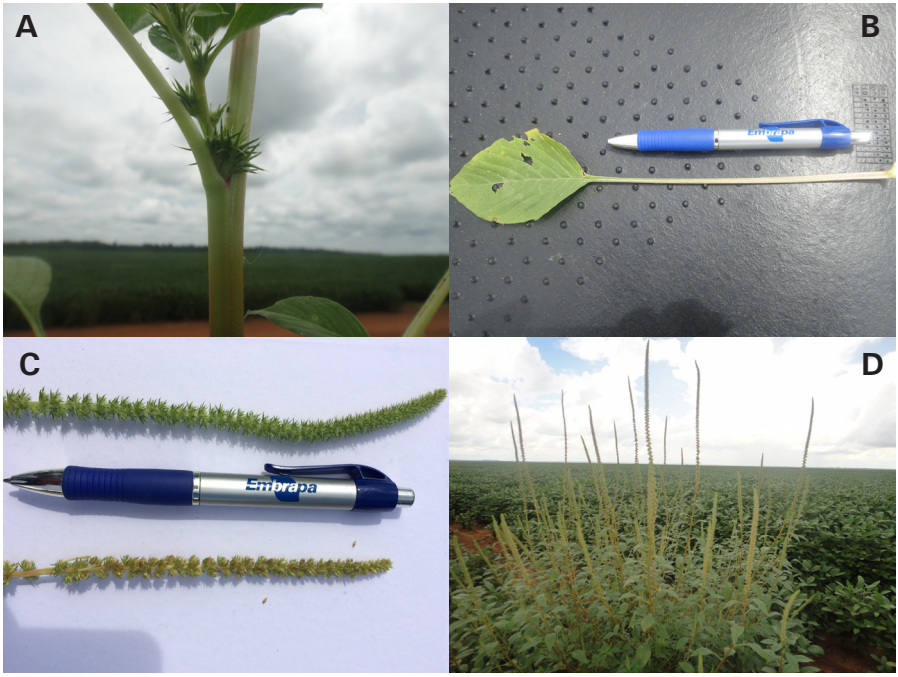

Figura 11. Estrutura espinescente presente na axila das folhas (A), comprimento do pecíolo maior que o limbo foliar (B), inflorescência feminina e masculina (C), inflorescência terminal maior do que 60 cm. Mato Grosso, 2016.

Fotos: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 12. Diferenças de desenvolvimento possíveis de serem observadas em condição de campo: plantas pequenas menores do que 15 cm (A) a 200 cm (B) aptas a produzirem sementes; ramificação lateral apresentada por plantas mais velhas (C) e infestação observada na borda da lavoura (D). Mato Grosso, 2016.

Fotos: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 13. Planta capinada deixada na área apresentou capacidade de continuar vegetando, devido à emissão de raízes novas (A); caules grossos e fibrosos que podem prejudicar ou inviabilizar a colheita mecânica (B). Mato Grosso, 2016.

Foto: Edson de Oliveira

Foto: Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Figura 14. Tamanho das sementes de caruru-palmeri comparado com a esfera da ponta de uma caneta (A) e com uma semente de soja (B).

Foto: Arquivo Embrapa Soja

Figura 15. A partir da constatação da presença do caruru-palmeri o INDEA-MT baixou Instrução Normativa contenção e erradicação dessa praga, em colaboração com o MAPA.

Embrapa

Soja

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 13681