

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-50>

Capítulo 50

MÉTODOS DE CONTROLE NO MANEJO DE *CYPERUS ROTUNDUS* NA HORTICULTURA

Richardson Fernandes de Souza¹, Luan Mateus Silva Donato², Guilherme Augusto de Paiva Ferreira³, George Lucas Pereira Menezes⁴, Nicolle de Oliveira Soares⁵, Leonardo David Tuffi Santos⁶

¹Graduando em Agronomia - ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil; E-mail: richardsonvzd100@gmail.com, ²Doutor em Produção Vegetal – ICA/UFMG; E-mail: luandonato@ufmg.br, ³ Doutorando do Programa Pós-Graduação em Fitotecnia – UFV, Viçosa, MG, Brasil; E-mail: guilhermepaiva017@gmail.com, ⁴Graduando em Engenharia Agrícola - ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil georgelucas615@gmail.com, ⁵Doutoranda do Programa Pós-Graduação em Produção Vegetal– ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil; E-mail: nicolleufmg@gmail.com, ⁶Docente do ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil; E-mail: ltuffi@ufmg.br

RESUMO

Cyperus rotundus L. apresenta-se entre as plantas daninhas mais invasivas e de difícil manejo no mundo, podendo causar grandes perdas em áreas agrícolas. A presente revisão busca apresentar as características reprodutivas e de adaptação ecofisiológica de *C. rotundus* e as práticas recomendadas para o manejo da espécie na horticultura. A sua forma de propagação, principalmente vegetativa via tubérculos, é um dos principais entraves no manejo na horticultura. Assim, tem-se buscado métodos mais eficazes de manejo dessa espécie que visem à redução na densidade populacional e na viabilidade de tubérculos. O controle dessa espécie daninha por práticas mecânicas e físicas não é recomendado, devido a sua facilidade de propagação pela via vegetativa. Os métodos mais eficazes de controle de *C. rotundus* devem visar à redução na densidade e na viabilidade de tubérculos, a fim de promover a redução de sua população, uma vez que os tubérculos podem permanecer dormentes no solo por longos períodos. Nesse sentido os métodos culturais, com uso de plantas de maior porte e de rápido crescimento, associado ao uso de halosulfuron methyl e glyphosate apresentam-se como eficientes no controle da espécie e na redução de seus propágulos nas áreas.

Palavras-chave: métodos de controle; plantas daninhas; redução da população;

INTRODUÇÃO

A tiririca (*Cyperus rotundus* L.) é uma planta daninha altamente invasiva, problema em várias áreas no mundo e no Brasil. Quando em altos níveis de infestação, promovem grandes perdas na produtividade das culturas agrícolas, podendo até mesmo inviabilizar os cultivos.

Essa é uma planta perene que se multiplica rapidamente, além da via seminífera, por extensa rede de tubérculos subterrâneos que apresentam forte domínio apical (NELSON; RENNER, 2002; WEBSTER et al., 2008). Dessa forma, em cultivos com intenso revolvimento do solo – como em área de cultivos hortícolas, a propagação e a infestação são favorecidas. O controle dessa espécie daninha por práticas mecânicas e físicas não é recomendado, devido a sua facilidade de propagação pela via vegetativa, elevada disponibilidade de reserva nos tubérculos e por seu crescimento intrusivo.

Práticas que reduzam a densidade e a viabilidade de tubérculos de *C. rotundus* são mais eficazes no manejo, uma vez que os tubérculos podem permanecer dormentes no solo por longos períodos. O manejo adequado do solo é uma prática importante para reduzir a propagação e a viabilidade de tubérculos de *C. rotundus*. A rotação com cultivos de plantas competitivas ou que propiciam melhoria nas características físico-químicas do solo pode ser alternativa para supressão da infestação de *C. rotundus*. As espécies de cobertura promovem alterações na quantidade e na qualidade de luz disponível abaixo do dossel e reduções na temperatura do solo, interferindo na germinação e na emergência das espécies daninhas (MACHADO et al., 2005; YASIN et al., 2019). Do mesmo modo, cultivo sobre palhada, além de promover melhor conservação do solo, influencia diretamente na população de tiririca e demais espécies daninhas.

Aliado ao manejo cultural, o controle químico apresenta-se como uma estratégia bem-sucedida no controle de *C. rotundus*. Dentre os herbicidas registrados no Brasil e amplamente empregados no mundo, está o halosulfuron methyl – herbicida de absorção foliar, que atua na inibição da enzima acetolactate synthase (ALS). Sendo a ALS importante na biossíntese dos aminoácidos isoleucina, leucina e valina, a sua inibição interrompe a síntese proteica, que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular, causando, nas plantas sensíveis, sintomas cloróticos, definhamento e morte (NTOANIDOU et al., 2016).

O conhecimento aprofundado sobre a interferência de cultivos de plantas de cobertura e de níveis de sombreamento sobre plantas daninhas pode direcionar para práticas culturais que favoreçam o manejo racional e eficiente, em termos de redução da infestação de *C. rotundus*. Aliado a isso, a eficiência do herbicida aplicado em condições de baixa intensidade luminosa deve ser estudada, uma vez que características morfofisiológicas, crescimento e desenvolvimento das espécies daninhas são alterados pelo ambiente em que estão inseridas, podendo interferir diretamente na ação do herbicida aplicado via foliar.

Em campo, a limitação da luz apresenta-se como uma ferramenta de grande importância no manejo integrado de *C. rotundus*. A restrição luminosa pode implicar reduções na propagação vegetativa e aumento na taxa de controle químico dessa espécie daninha (SANTOS JUNIOR et al., 2013). Desse modo, manejos que possibilitem rápido crescimento da cultura de interesse, morte das plantas daninhas e esgotamento das suas reservas poderão favorecer a redução da infestação de *C. rotundus*.

Caracterização de *Cyperus rotundus* L.

Cyperus rotundus está entre as 10 plantas daninhas mais problemáticas ao longo do mundo (WANG; WAN, 2020), podendo ocasionar perdas em produções agrícolas quando em alta infestação (MARÍ et al., 2020; TRAVLOS et al., 2020). Nativa da Ásia, essa espécie apresenta extensa área geográfica de distribuição, estando amplamente adaptada em países da África, América do Sul, Ásia e Europa Central (PEERZADA, 2017; SRIVASTAVA; SINGH; SHUKLA, 2013), com ocorrência em diferentes habitats

(WANG; WAN, 2020), podendo crescer sob várias condições edáficas (KHALID; SIDDIQUI, 2014).

Cyperus rotundus, popularmente conhecida como tiririca, pertence à família Cyperaceae, caracteriza-se como planta perene (LORENZI, 2014), de porte ereto, glabra, podendo atingir altura entre 7 e 40 cm, apresenta produção prolífica de rizomas e tubérculos (STOLLER; SWEET, 1987). A reprodução sexual em *C. rotundus* é rara, portanto, de menor importância (THULLEN; KEELEY, 1979). A reprodução por tubérculos capacita o desenvolvimento da planta sob diversas condições ecológicas (RAHNAVARD et al., 2010).

Os tubérculos de *C. rotundus* apresentam forma ovalada oblonga, variando entre 10 e 35 mm de comprimento, e cor amarelada, tornando-se pretos na maturidade (PEERZADA, 2017). Esses tubérculos possuem domínio apical (NELSON E RENNER, 2002; WEBSTER et al., 2008) e permanecem viáveis em condições adversas (WEBSTER; GREY; FERRELL, 2017). Eles apresentam grande capacidade de brotação em campos agrícolas, quando quebrados por fracionamento decorrente de práticas mecânicas de revolvimento do solo. Além disso, a dormência dos tubérculos no início do verão pode ser superada por flutuações de temperatura diurnas e aumento da temperatura (PEERZADA, 2017).

A espécie possui rota fotossintética C4 que permite maior assimilação de CO₂ em altas temperaturas e intensidades de luz (SANTOS et al., 1997) necessitando estar em boas condições de temperatura e luminosidade para pleno desenvolvimento, desta forma, quando exposta a condições de restrição luminosa têm suas taxas fotossintéticas reduzidas (UBIERNA et al., 2013), diminuindo assim o seu poder de competição.

Os métodos mais eficazes de controle de *C. rotundus* devem visar à redução na densidade e na viabilidade de tubérculos, a fim de promover a redução de sua população, uma vez que os tubérculos podem permanecer dormentes no solo por longos períodos (CHAND et al., 2014). Nesse sentido, estudos apontam o manejo cultural como boa opção para o controle dessa espécie daninha (JAKELAITIS et al., 2003).

Manejo cultural de *C. rotundus*

O manejo cultural é um método de controle de plantas daninhas que consiste no uso de práticas comuns ao ambiente agrícola, como: utilização de cultivares adaptadas e certificadas nas condições edafoclimáticas favoráveis; preparo e fertilização adequada do solo; resultados positivos da rotação, consórcio ou sucessão de culturas; uniformidade de semeadura e de distribuição espacial das plantas; irrigação; uso de matéria orgânica; manejo correto de pragas e doenças; entre muitos outros manejos que buscam o estabelecimento e o desenvolvimento das culturas (MACIEL, 2014).

O controle cultural visa ao adequado manejo da água e do solo, por meio da adoção de rotação de culturas, variação no espaçamento e na densidade de cultivos e uso de coberturas verdes. Tais práticas favorecem a redução de bancos de sementes de espécies daninhas, prevenindo o aumento das populações de espécies mais adaptáveis que determinada cultura (LORENZI, 2014; SILVA et al., 2007).

O controle cultural baseia-se em dois princípios gerais: plantas que ocupam uma determinada área primeiramente tendem a obter vantagens na captura de recursos disponíveis no meio, e espécies mais bem adaptadas ao ambiente tendem a dominar as demais (FLECK 1992).

Técnicas culturais podem ser empregadas a fim de reduzir a quantidade de luz disponível para as plantas daninhas, uma vez que a qualidade e a quantidade de luz abaixo do dossel variam conforme a natureza das culturas e o arranjo espacial das plantas, gerando competição pelos recursos, principalmente luz (YASIN et al., 2019).

Alterações na intensidade da luz sobre a superfície do solo promovem a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas, as quais requerem adequado comprimento de onda para germinar (MONQUERO et al., 2009). Além disso, o sombreamento reduz a temperatura na superfície do solo, podendo interferir na germinação de sementes que necessitam de maior amplitude térmica para início do processo germinativo (MONQUERO et al., 2009).

Segundo Machado et al. (2005) a temperatura do solo é considerada fator ambiental importante que influencia na germinação de tubérculos de *C. rotundus* sob umidade adequada. Os autores relatam que a germinação dos tubérculos aumenta linearmente em temperaturas do solo constantes, porém é máxima quando as temperaturas são alternadas. Dessa forma, o uso de coberturas vegetais sobre o solo reduz a incidência dos raios solares, diminuindo a alternância de temperatura na superfície do solo e, conseqüentemente, promovendo menor germinação de tubérculos de *C. rotundus*.

Cobertura vegetal como prática de manejo cultural de plantas daninhas

Dentre as práticas de controle cultural de plantas daninhas, o uso de espécies de cobertura vegetal é prática importante. Uma das abordagens é o uso de espécies de cobertura que sejam competitivas e com capacidade de supressão de espécies de plantas daninhas, como um componente do manejo integrado (LEMESSA; WAKJIRA, 2015).

As culturas de cobertura vegetal podem ser usadas para diminuir populações de plantas daninhas problema, conciliando benefícios ao ecossistema, como a proteção contra erosão do solo, melhoria na qualidade da água e do solo e redução na perda de nutrientes (BLANCO-CANQUI et al., 2015; GFELLER et al., 2018; WITTEWER et al., 2017). O emprego de culturas de cobertura resulta em alterações na quantidade e na qualidade de luz disponível abaixo do dossel, o que promove alterações no desenvolvimento e nas características morfológicas e fisiológicas das plantas daninhas (COLBACH; GARDARIN; MOREAU, 2019; YASIN et al., 2019; YASIN; ROSENQVIST; ANDREASEN, 2017).

Diferentes espécies de coberturas verdes têm sido estudadas quanto ao efeito na supressão de plantas daninhas, como por exemplo a *Canavalia ensiformis* (RECALDE et al., 2015; RUGARE; PIETERSE; MABASA, 2020; VARGAS; PASSOS; KARAM, 2018). Gramíneas forrageiras também apresentaram efeitos sobre a supressão de plantas daninhas, como *Urochloa ruziziensis* (FERREIRA et al., 2018; JUNIOR GIMENES et al., 2011; TIMOSSI et al., 2018) e *U. decumbens* (FERREIRA et al., 2018; FONSECA et al., 2016;).

C. ensiformis, uma leguminosa anual, semiereta e de crescimento espesso, é comumente utilizada como uma cultura de cobertura na prevenção da erosão do solo (EMEBIRI, 1996). Além disso, apresenta efeitos na melhoria da qualidade do solo em termos nutricionais e de remediação (MADALÃO et al., 2017; SANTANA et al., 2019) e produz uma grande quantidade de biomassa (SANTANA et al., 2018). *C. ensiformis* atua na inibição da germinação de plantas daninhas por conter compostos fitotóxicos em sua composição (SANTOS; MORAES; REZENDE, 2010). O uso de extratos aquosos de feijão

de porco e/ou sua cobertura mostrou-se eficiente no controle de plantas daninhas. (RUGARE; PIETERSE; MABASA, 2020).

U. ruziziensis é uma gramínea que tem sido empregada dentre as espécies de cobertura (FERREIRA et al., 2018; JUNIOR GIMENES et al., 2011; TIMOSSO et al., 2018). Apresenta alta tolerância ao déficit hídrico, perfilhamento (DUARTE et al., 2019) e facilidade de cobertura do solo (MACHADO e ASSIS, 2010), além de ser facilmente controlada por herbicidas recomendados durante a dessecação (SILVA et al., 2013).

O uso de *U. ruziziensis*, *C. ensiformis* e *C. juncea* como espécies de cobertura em áreas agrícolas promoveu redução na densidade, acúmulo de massa de manifestações epigeas e número de tubérculos de *C. rotundus*, sendo essa redução eficiente durante os 90 dias iniciais de cultivo (DONATO, 2020).

O cultivo de culturas de verão como o gergelim, milho e amendoim reduziu a densidade de plantas de *C. rotundus* entre 69 e 86% em condições de vasos, demonstrando que a competição de culturas de cobertura pode desempenhar um papel importante para o manejo de plantas daninhas (IQBAL et al., 2019).

Plantas utilizadas em cobertura verde do solo são eficientes na supressão de espécies daninhas, porém o efeito é dependente da espécie, podendo algumas plantas de cobertura serem mais eficazes na supressão de espécies daninhas específicas (LAMEGO et al., 2015; MONQUERO et al., 2009). Isso indica a importância de estudos com diferentes espécies de cobertura, a fim de identificar os efeitos sobre plantas daninhas específicas de interesse.

Controle químico de *Cyperus rotundus*

O método de controle químico, atualmente, apresenta-se como principal método no manejo de *C. rotundus*. O principal herbicida empregado para o controle dessa espécie é o halosulfuron methyl, especialmente no cultivo de cana-de-açúcar, arroz, milho e gramados (AGROFIT 2020; DEVI et al., 2019; WANG et al., 2020; WEBSTER e GREY, 2014).

O halosulfuron methyl é um herbicida pós-emergente do grupo das sulfonilureias, que inibe a ação da enzima acetolactate synthase (ALS), responsável pela síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada – valina, leucina e isoleucina (RODRIGUES E ALMEIDA, 2018). O halosulfuron methyl é facilmente translocado por toda a planta (CHAND et al., 2014; SARIGÜL; INAM; ABOUL-ENEIN, 2010) e a inibição da síntese de aminoácidos dificulta a produção de proteínas durante a mitose celular e interfere no crescimento das plantas (LI et al., 2020), tornando-se letal (NTOANIDOU et al., 2016).

O uso de herbicidas inibidores de ALS é amplo nos sistemas de cultivo, devido à eficiência em baixas doses, à flexibilidade de uso e à baixa toxicidade para mamíferos (TAN et al., 2005). No manejo de *C. rotundus*, a aplicação de halosulfuron methyl promove taxas de controle de manifestações epigeas superiores a 90% (CHAND et al., 2014; SOLTANI; SHROPSHIRE; SIKKEMA, 2018; WEBSTER; GREY, 2014).

A aplicação de doses entre 70,30 e 140,62 g ha⁻¹ de halosulfuron methyl mesmo em ambientes com diferentes intensidades de luminosidade, mostra-se eficiente no controle de *C. rotundus*, chegando a alcançar um nível de controle superior a 90% aos 28 dias após a aplicação do herbicida (DONATO, 2020).

Outros herbicidas também têm sido empregados no manejo de *C. rotundus*, reduzindo, de forma eficiente, a densidade de plantas em diferentes sistemas de cultivo em todo o mundo. Dentre os herbicidas empregados, destacam-se glyphosate (REDDY; BRYSON, 2009; SANTOS JUNIOR et al., 2013), flazasulfuron (BOYD; DITTMAR, 2018), S-metolachlor (TRAVLOS et al., 2020) e fomesafen (REED; BOYD; DITTMAR,

2016). Herbicidas apresentam-se eficientes em controlar o crescimento de *C. rotundus*, porém são limitados em reduzir a capacidade de brotação e a viabilidade dos tubérculos a longo prazo (PEERZADA, 2017).

Efeitos da restrição luminosa sobre as plantas daninhas e ação dos herbicidas

Variações na disponibilidade de luz no ambiente de cultivo podem ser provocadas pelo dossel de plantas de porte superior, como em cultivos florestais, de fruteiras ou gramíneas, como a cana de açúcar e o milho ou mesmo por outras plantas daninhas. Tais variações induzem alterações nas características de crescimento e desenvolvimento das plantas (COLBACH; GARDARIN; MOREAU, 2019; LI et al., 2019), com modificações em sua anatomia (COSTA et al., 2020; SANTOS et al., 2016) e morfofisiologia (FENG et al., 2019; RIBEIRO et al., 2019; YAO et al., 2017). Em ambientes sombreados ocorrem aumentos no índice e na densidade de estômatos (TAIZ et al., 2017), aumento na área foliar (COSTA et al., 2018), deposição de cutina e de cera em folhas (COSTA et al., 2020; NØDSKOV GIESE, 1975), alterações na taxa fotossintética (FENG et al., 2019; SANTOS et al., 2015).

O sombreamento promove aumento na área e redução na espessura da lâmina foliar de *C. rotundus* (SANTOS et al., 2015). Essas alterações promovidas pela restrição luminosa influenciam a interceptação, a penetração e a absorção de herbicidas aplicados nas folhas, tornando as plantas submetidas às condições de estresse luminoso mais sensíveis aos herbicidas aplicados em pós-emergência (COSTA et al., 2020; SANTOS et al., 2015).

A restrição luminosa torna as plantas de *C. rotundus* mais suscetíveis à ação do glyphosate, com redução de dose comparada à dose comercial recomendada (SANTOS JUNIOR et al., 2013). Essa constatação também foi feita para outras espécies: *Macroptilium atropurpureum*, cultivada sob sombreamento, é mais suscetível ao glyphosate aplicado isoladamente ou em combinação com carfentrazone-ethyl (COSTA et al., 2018, 2020).

Manejo de plantas daninhas em áreas de horticultura

O manejo de plantas daninhas em áreas de cultivos olerícolas apresenta restrições em relação aos métodos de controle empregados. O sistema produtivo de hortaliças destaca-se pela diversidade de espécies cultivadas, caracteriza-se pelo intenso revolvimento do solo através de práticas mecânicas, cultivos sucessivos na mesma área, além do uso constante de níveis elevados de adubações químicas e orgânicas e irrigação abundante (RONCHI et al., 2010). Tais características contribuem para o desenvolvimento de populações de plantas daninhas de difícil controle, como *C. rotundus* que, quando tem os tubérculos quebrados por fracionamento, decorrente de práticas mecânicas de revolvimento do solo, decorre em intensa propagação da espécie.

Cyperus rotundus está entre as plantas daninhas mais prejudiciais no mundo (WANG; WAN, 2020), e tem como principal método de controle a aplicação do herbicida halossulfuron methyl (AGROFIT 2020; DEVI et al., 2019; WANG et al., 2020; WEBSTER; GREY, 2014). No Brasil este herbicida não tem registro para seu uso em cultivos hortícolas (AGROFIT 2020), contribuindo para as restrições no manejo desta espécie. Atualmente existe uma grande preocupação global com a preservação ambiental buscando-se por uma produção sustentável. Nos últimos anos, têm-se promovido pesquisas para o manejo de

plantas daninhas, de modo a minimizar o uso de herbicidas (GFELLER et al., 2018; MELANDER et al., 2013).

Aliado à busca por uma produção sustentável a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura do Brasil regulamentaram a cadeia produtiva de produtos vegetais através da Instrução Normativa Conjunta nº 02/2018 (BRASIL, 2018). De acordo com a norma os produtores de vegetais frescos, dentre estes as hortaliças, devem adotar a rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva para fins de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos. A norma estabelece ainda que todos os insumos agrícolas, bem como os herbicidas utilizados no processo produtivo sejam mantidos registrados, juntamente com a sua recomendação técnica. Desta forma, o emprego de herbicidas e demais produtos fitossanitários de forma irregular, será fiscalizada. A adoção da Instrução normativa passou a ser obrigatória para hortaliças a partir de agosto de 2020.

CONCLUSÃO

O manejo de *C. rotundus* deve ser conduzido com a integração de práticas culturais e o uso de herbicidas eficientes no controle da espécie. No manejo cultural deve-se priorizar a coexistência de espécies que promovam o sombreamento de *C. rotundus*, seja pela planta cultivada ou por outras plantas daninhas ou de cobertura do solo em áreas de pousio. Tais práticas devem ser associadas ao uso dos herbicidas halosulfuron methyl e glyphosate que são eficientes no controle da espécie e na diminuição na produção de tubérculos por *C. rotundus*.

REFERÊNCIAS

1. NELSON, K. A.; RENNER, K. A. Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) control and tuber production with glyphosate and ALS-Inhibiting herbicides 1 . Weed Technology, v. 16, n. 3, p. 512–519, 1 jul. 2002.
2. WEBSTER, T. M. et al. Glyphosate hinders purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber production . Weed Science, v. 56, n. 5, p. 735–742, out. 2008.
3. MACHADO, A.F.L. et al. J Population dynamics of weeds in no-tillage and conventional crop systems. Journal of Environmental Science and Health. B40:119-128. 2005
4. YASIN, M. et al. The importance of reduced light intensity on the growth and development of six weed species. Weed Research, v. 59, n. 2, p. 130–144, 1 abr. 2019.
5. NTOANIDOU, S. et al. Molecular basis of *Cyperus difformis* cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides. Pesticide Biochemistry and Physiology, v. 127, p. 38–45, 1 fev. 2016.
6. SANTOS JUNIOR, A. et al. Manejo de tiririca e trapoeraba com glyphosate em ambientes sombreados. Planta Daninha, v. 31, n. 1, p. 213–214, jan. 2013.

7. WANG, C. J.; WAN, J. Z. Assessing the habitat suitability of 10 serious weed species in global croplands. *Global Ecology and Conservation*, v. 23, p. e01142, 1 set. 2020.
8. MARÍ, A. I. et al. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) control with biodegradable mulches and its effect on fresh pepper production. *Scientia Horticulturae*, v. 263, p. 109111, 15 mar. 2020.
9. TRAVLOS, I. et al. Weed management in soybean with a special focus on the control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Agronomy Research*, v. 18, n. 2, p. 595–602, 2020.
10. PEERZADA, A. M. Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L.: the world's most tenacious weed. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 39, n. 12, p. 270, dez. 2017
11. SRIVASTAVA, R. K.; SINGH, A.; SHUKLA, S. V. Chemical investigation and pharmaceutical action of *Cyperus rotundus* - A Review. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, v. 3, n. 3, p. 166–172, 1 jun. 2013.
12. KHALID, S.; SIDDIQUI, S.-U. Weeds of Pakistan: Cyperaceae. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, v. 20, n. 2, p. 233-263, 2014.
13. LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. Nova Odessa, SP: Instituto Platarum, 7 ed. 2014. 383 p.
14. STOLLER, E. W.; SWEET, R. D. Biology and life cycle of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) . *Weed Technology*, v. 1, n. 1, p. 66–73, jan. 1987.
15. THULLEN, R. J.; KEELEY, P. E. Seed Production and Germination in *Cyperus esculentus* and *C. rotundus* . *Weed Science*, v. 27, n. 5, p. 502–505, set. 1979.
16. RAHNAVARD, A. et al. Effect of different herbicides on control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Pakistan Journal of Weed Science Research*, v. 16, n. 1, p 57-66, 2010.
17. WEBSTER, T. M.; GREY, T. L.; FERRELL, J. A. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tuber production and viability are reduced by imazapic. *Weed Science*, v. 65, p. 97–106, 2017.
18. SANTOS, B. M. et al. Effects of shading on the growth of nutsedges (*Cyperus* spp.). *Weed Science*, v. 45, n. 5, p. 670–673, 1997.
19. UBIERNA, N. et al. The efficiency of C₄ photosynthesis under low light conditions in *Zea mays* , *Miscanthus x giganteus* and *Flaveria bidentis*. *Plant, Cell & Environment*, v. 36, n. 2, p. 365–381, 1 fev. 2013.
20. CHAND, M. et al. Halosulfuron Methyl: a new post emergence herbicide in india for effective control of *Cyperus rotundus* in sugarcane and its residual effects on the succeeding crops. *Sugar Tech*, v. 16, n. 1, p. 67–74, 28 mar. 2014.

21. JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. *Planta Daninha*, v. 21, n. 1, p. 89–95, abr. 2003.
22. MACIEL, C. D. G. Métodos de controle de plantas daninhas. In: MONQUERO, P. A. (org) Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas. (Ed). São Carlos: RiMa, 2014. Cap. 6, p. 129-144.
23. SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, J.B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Ed.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 367 p.
24. FLECK, N.G. Princípios do controle de plantas daninhas. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 352 p.
25. MONQUERO, P. A. et al. Effect of green fertilizers on the suppression of different species of weeds. *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 85–95, 2009.
26. LEMESSA, F.; WAKJIRA, M. Cover crops as a means of ecological weed management in agroecosystems. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, v. 18, n. 2, p. 123–135, jun. 2015.
27. BLANCO-CANQUI, H. et al. Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy Journal*, v. 107, n. 6, p. 2449–2474, 1 nov. 2015.
28. GFELLER, A. et al. Explanations for *Amaranthus retroflexus* growth suppression by cover crops. *Crop Protection*, v. 104, p. 11–20, 1 fev. 2018.
29. WITTEWER, R. A. et al. Cover crops support ecological intensification of arable cropping systems. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 1–12, 3 fev. 2017.
30. COLBACH, N.; GARDARIN, A.; MOREAU, D. The response of weed and crop species to shading: Which parameters explain weed impacts on crop production? *Field Crops Research*, v. 238, p. 45–55, 15 maio 2019.
31. YASIN, M.; ROSENQVIST, E.; ANDREASEN, C. The effect of reduced light intensity on grass weeds. *Weed Science*, v. 65, n. 5, p. 603–613, 14 set. 2017.
32. RECALDE, K. M. G. et al. Weed suppression by green manure in an agroecological system. *Revista Ceres*, v. 62, n. 6, p. 546–552, 2015.
33. RUGARE, J. T.; PIETERSE, P. J.; MABASA, S. Effects of green manure cover crops (*Canavalia ensiformis* L. and *Mucuna pruriens* L.) on seed germination and seedling growth of maize and *Eleusine indica* L. and *Bidens pilosa* L. weeds. *Allelopathy Journal*, v. 50, n. 1, p. 121–140, 2020.
34. VARGAS, L. A.; PASSOS, A. M. A.; KARAM, D. Allelopathic potential of cover crops in control of shrubby false buttonweed (*Spermacoce verticillata*). *Planta Daninha*, v. 36, 2018.

35. FERREIRA, A. C. DE B. et al. Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 5, p. 566–574, maio 2018
36. JUNIOR GIMENES, B. et al. Interferência de *Brachiaria Ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p. 931–938, 2011.
37. TIMOSSI, P. C. et al. Weed management with *Urochloa ruziziensis* in three sowing methods. *Planta Daninha*, v. 36, 2018.
38. FONSECA, W. L. et al. Influence of different cover crops on the emergence and development of “*Digitaria horizontalis*”. *Australian Journal of Crop Science*, Vol. 10, No. 9, Sep 2016: 1244-1248
39. EMEBIRI, L. C. Evaluation of Jackbean (*Canavalia ensiformis*) Lines Derived from Natural Crossing with Swordbean (*Canavalia gladiata*). *Biological Agriculture & Horticulture*, v. 12, n. 4, p. 319–325, jan. 1996.
40. MADALÃO, J. C. et al. Action of *Canavalia ensiformis* in remediation of contaminated soil with sulfentrazone. *Bragantia*, v. 76, n. 2, p. 292–299, 15 maio 2017.
41. SANTANA, N. A. et al. Earthworms and mycorrhization increase copper phytoextraction by *Canavalia ensiformis* in sandy soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 182, p. 109383, out. 2019.
42. SANTANA, N. A. et al. Vermicompost dose and mycorrhization determine the efficiency of copper phytoremediation by *Canavalia ensiformis*. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, n. 13, p. 12663–12677, maio 2018.
43. SANTOS, S.; MORAES, M. L. L.; REZENDE, M. O. O. Determination of polyamines in organic extracts from roots of *Canavalia ensiformis* by capillary electrophoresis. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, v. 45, n. 4, p. 325–329, 14 abr. 2010
44. JUNIOR GIMENES, B. et al. Interferência de *Brachiaria Ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p. 931–938, 2011.
45. DUARTE, C. F. D. et al. Morfogênese de braquiárias sob estresse hídrico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 5, p. 1669–1676, out. 2019.
46. MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. DE. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 4, p. 415–422, abr. 2010.
47. DONATO, L. M. S. Influência de métodos de controle no manejo de *Cyperus rotundus*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros, p. 59. 2020.
48. IQBAL, J. et al. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control through interference by

- summer crops. *International Journal of Agriculture & Biology*, v. 21, p. 1083–1088, 2019.
49. AGROFIT (Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil. 2020 http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
50. DEVI, R. et al. Degradation dynamics of halosulfuron-methyl in two textured soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 102, n. 2, p. 246–251, 15 fev. 2019.
51. RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. Guia de herbicidas. 7. ed. Londrina, 2018.
52. SARIGÜL, T.; INAM, R.; ABOUL-ENEIN, H. Y. Electro-oxidation of herbicide halosulfuron methyl on glassy carbon electrode and applications. *Talanta*, v. 82, n. 5, p. 1814–1819, 15 out. 2010.
53. TAN, S. et al. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*, v. 61, n. 3, p. 246–257, mar. 2005.
54. SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) control in corn with various rates of halosulfuron. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 98, n. 3, p. 628–632, 1 jun. 2018.
55. REDDY, K. N.; BRYSON, C. T. In-Crop and autumn-applied glyphosate reduced purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) density in no-till glyphosate-resistant corn and soybean. *Weed Technology*, v. 23, n. 3, p. 384–390, set. 2009.
56. BOYD, N. S.; DITTMAR, P. Evaluation of postemergence-directed herbicides for purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control in fresh-market tomato. *Weed Technology*, v. 32, n. 3, p. 260–266, 1 jun. 2018.
57. REED, T. V.; BOYD, N. S.; DITTMAR, P. J. Application timing influences purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) susceptibility to EPTC and fomesafen. *Weed Technology*, v. 30, n. 3, p. 743–750, set. 2016.
58. COSTA, G. A. et al. Efficiency of glyphosate and carfentrazone-ethyl in the control of *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. under different light intensities. *South African Journal of Botany*, v. 131, p. 302–309, 1 jul. 2020.
59. FENG, L. et al. The influence of light intensity and leaf movement on photosynthesis characteristics and carbon balance of Soybean. *Frontiers in Plant Science*, v. 9, 8 jan. 2019.
60. RIBEIRO, J. E. DA S. et al. Morphophysiological aspects of young *Calotropis procera* plants submitted to different shading levels. *Scientia Plena*, v. 15, n. 11, 15 dez. 2019.
61. YAO, X. et al. Effect of shade on leaf photosynthetic capacity, light-intercepting, electron transfer and energy distribution of soybeans. *Plant Growth Regulation*, v. 83,

- n. 3, p. 409–416, 1 dez. 2017.
62. TAIZ L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6th. ed. Porto Alegre, Artmed, 2017. 858p.
63. NØDSKOV GIESE, B. Effects of light and temperature on the composition of epicuticular wax of barley leaves. *Phytochemistry*, v. 14, n. 4, p. 921–929, 1 abr. 1975.
64. RONCHI, C. P. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. *Planta Daninha*. v.28, n.1, p. 215-228, 2010.
65. DEVI, R. et al. Degradation dynamics of halosulfuron-methyl in two textured soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 102, n. 2, p. 246–251, 15 fev. 2019.