

**Rotação de Culturas para o
Manejo do Nematóide Reniforme
em Algodoeiro**



ISSN 1679-0456

Agosto, 2010

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 55

Rotação de Culturas para o Manejo do Nematóide Reniforme em Algodoeiro

Guilherme Lafourcade Asmus
Alceu Richetti

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó

Caixa Postal 661 - 79804-970 Dourados, MS

Fone: (67) 3416-9700 - Fax: (67) 3416-9721

www.cpao.embrapa.br

E-mail: sac@cpao.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Guilherme Lafourcade Asmus*

Secretário-Executivo: *Harley Nonato de Oliveira*

Membros: *Alexandre Dinnyes Roese, Claudio Lazzarotto, Éder Comunello,*

Josiléia Acordi Zanatta, Milton Parron Padovan, Silvia Mara Belloni e

Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes

Membros suplentes: *Alceu Richetti e Carlos Ricardo Fietz.*

Supervisão editorial e Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Foto da capa: *Guilherme Lafourcade Asmus*

Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*

1ª edição

(2010): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

CIP-Catálogo-na-Publicação.

Embrapa Agropecuária Oeste.

Asmus, Guilherme Lafourcade

Rotação de culturas para o manejo do nematoide reniforme em algodoeiro / Guilherme Lafourcade Asmus, Alceu Richetti.

¾ Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010.

26 p. ; 21 cm. ¾ (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 55).

1. *Rotylenchulus reniformis* - Manejo - Algodão. 2. Algodão - Rotação de cultura - Soja - Milho - Nematóide. 3. Rotação de cultura - Nematóide - Algodão - Soja - Milho. I. Richetti, Alceu. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título.

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	11
Conclusões	20
Agradecimentos	21
Referências	23

Rotação de Culturas para o Manejo do Nematóide Reniforme em Algodoeiro¹

Guilherme Lafourcade Asmus²
Alceu Richetti²

Resumo

Durante três anos foi conduzido um experimento em campo, visando avaliar o efeito da rotação anual ou bianual do algodoeiro, tratado ou não tratado com aldicarb, com milho, capim-braquiária e soja resistente ou suscetível, sobre a densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo naturalmente infestado e a produção de algodão. O monocultivo de algodoeiro foi utilizado como padrão de comparação. A densidade populacional do nematóide decresceu em todas as parcelas onde foram utilizados soja resistente, milho ou capim-braquiária por uma ou duas estações, no entanto voltou a elevar-se após o retorno ao cultivo do algodoeiro. A produtividade de fibra de algodão foi significativamente maior após as rotações de culturas ou devido ao uso de nematicida e correlacionou-se inversamente com a densidade populacional do nematóide, após dois anos de rotação. Os sistemas com rotação de culturas foram economicamente mais eficientes do que o monocultivo do algodoeiro.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, *Rotylenchulus reniformis*, soja, milho, *Brachiaria ruziziensis*, análise econômica.

⁽¹⁾Parte do projeto 03.06.5.09, aprovado no Macroprograma 3, Edital 05/2006 da Embrapa.

⁽²⁾Engenheiro-Agrônomo; Dr.; Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: asmus@cpao.embrapa.br

⁽³⁾Administrador, M.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: richetti@cpao.embrapa.br

Crop Rotations for the Management of the Reniform Nematode on Cotton Crop

Abstract

A three-year field trial was carried out to evaluate the effect of one or two-season crop rotation of cotton to corn, ruzizi grass, and resistant or susceptible soybeans on the population density of *Rotylenchulus reniformis* in naturally infested soil (949 nematodes/200cc) and the yield of cotton, either treated or not treated with aldicarb. Monocropping to cotton was used as standard. Lower nematode densities were observed in all plots where resistant soybean, corn or ruzizi grass were grown for one or two seasons, but reached again high values just after one season of cotton. Cotton fiber yields were significantly higher after crop rotations or due to the use of nematicide and were inversely correlated to the population densities of the nematode after two-year crop rotations. Crop rotation systems were economically more efficient than monocropping cotton.

Index terms: *Gossypium hirsutum*, *Rotylenchulus reniformis*, soybean, corn, *Brachiaria ruziziensis*, economical analysis.

Introdução

O nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940) é considerado um dos principais problemas fitossanitários da cultura do algodoeiro (STARR, 1998). Perdas na produção de fibras de algodão têm sido freqüentemente associadas ao nematóide, em áreas onde a cotonicultura é praticada em monocultivo (ASMUS et al., 2003). Devido ao alto grau de polifagia e à ausência de cultivares comerciais de algodoeiro resistentes (ROBINSON, 2002; ROBINSON et al., 1997), o manejo do nematóide reniforme é bastante dificultado. Alie-se a isso o fato do uso de nematicidas ser uma prática de resultados muito inconsistentes.

Além de algodoeiro, o nematóide reniforme constitui-se em importante parasito de plantas de soja, às quais pode causar danos consideráveis. A sequência de cultivo de algodoeiro e soja pode permitir o aumento populacional do nematóide no solo a níveis que limitem a produção econômica de ambas as culturas. No entanto, no caso particular da soja, embora em número limitado, há cultivares resistentes ao nematóide (ASMUS, 2008).

Na ausência de plantas hospedeiras e/ou sob condições climáticas desfavoráveis (baixas umidade do solo ou temperatura, por exemplo), a população do nematóide reniforme no solo tende a declinar (ASMUS; ISHIMI, 2009). Nesse sentido, a rotação e/ou sucessão do algodoeiro com culturas não hospedeiras poderia se constituir em importante estratégia de manejo de áreas infestadas. Dessa forma, tanto a cultura do milho quanto as gramíneas forrageiras, por mostrarem-se resistentes (ASMUS et al., 2008; WINDHAM; LAWRENCE, 1992), assim como cultivares resistentes de soja, poderiam ser inseridos nos sistemas de produção integrada de algodoeiro, em áreas infestadas pelo nematóide reniforme.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, em condições de campo, o efeito da rotação anual ou bianual de algodoeiro com milho, soja resistente ou suscetível e capim-braquiária sobre a população de *R. reniformis* no solo, a produtividade de fibras de algodão e o resultado econômico dos diferentes sistemas de rotação.

Material e Métodos

Durante o período compreendido entre novembro de 2005 e abril de 2008 foi conduzido um experimento em campo, com o objetivo de avaliar a variação da densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* no solo durante um ou dois anos de rotação de culturas com milho, soja resistente ou capim-braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), em comparação ao monocultivo de algodoeiro ou à rotação com soja suscetível, e o reflexo na produção de algodão, com ou sem tratamento com nematicida.

O experimento foi instalado em área naturalmente infestada (949 nematoides/200cc de solo), na Fazenda Bom Futuro, Município de Aral Moreira, MS, que vinha sendo cultivada com algodoeiro, em monocultivo, nos últimos 12 anos. Os tratamentos constituídos das diferentes rotações de culturas anuais ou bianuais (Tabela 1) foram implantados em parcelas de 8 m de largura e 10 m de comprimento (80 m²), num delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. A adubação e os tratos culturais das diferentes culturas seguiram as recomendações técnicas para a região (FREIRE, 2007; TECNOLOGIAS..., 2006). As culturas de milho e algodoeiro foram semeadas no espaçamento de 0,80 m entre linhas de plantio. Soja e capim-braquiária foram semeados no espaçamento de 0,4 m entre linhas. No caso do capim-braquiária, utilizou-se 10 kg ha⁻¹ de sementes com valor cultural de 47%. Após o estabelecimento da forrageira foram realizados cortes periódicos da parte aérea, simulando pastejo, durante todo o período das rotações (um ou dois anos), de forma que a altura das plantas fosse mantida entre 0,2 m e 0,4 m. As parcelas cultivadas com culturas anuais (soja, milho e algodoeiro) foram mantidas em pousio durante as entressafras. As rotações de culturas foram estabelecidas de maneira que no terceiro ano agrícola todas as parcelas foram semeadas com algodoeiro, ocasião em que as parcelas foram subdivididas em duas parcelas de 40 m², das quais uma recebeu o nematicida granulado aldicarb (1.950 g.i.a/ha), aplicado no sulco de plantio antes da semeadura do algodoeiro. A semeadura de todas as culturas foi sempre realizada manualmente.

A população de nematóide no solo foi estimada em sete ocasiões: a) no início de cada ano agrícola (P1, P3 e P5), coincidindo com a semeadura das culturas anuais (população inicial = Pi); b) no final de cada ano agrícola (P2, P4 e P7), coincidindo com a colheita das culturas anuais (população final da cultura = Pf); e, c) na floração do algodoeiro cultivado no terceiro ano agrícola,

após as diferentes rotações de culturas (P6). Em cada parcela foram coletadas ao acaso oito subamostras de solo na profundidade de 0-20 cm, com o auxílio de um trado. As subamostras foram homogeneizadas para formar uma amostra composta e encaminhadas ao laboratório de nematologia da Embrapa Agropecuária Oeste, onde se procedeu à extração dos nematoides do solo (JENKINS, 1964). Os nematoides foram inativados em banho maria (55°C/5 min.) e mantidos em formalina (2%). A determinação do número de nematoides em alíquotas de 1,0 mL foi realizada em câmara de Peters, sob microscópio óptico. Dos resultados obtidos nas avaliações realizadas no início (Pi) e final (Pf) de cada ano agrícola, estimou-se a variação populacional dos nematoides nas diferentes culturas de rotação ($FR = Pf/Pi$), onde FR representa o fator de reprodução do nematóide durante o período de cultivo das plantas usadas na rotação de culturas. Adicionalmente, estimou-se a variação total da população do nematóide em todas as rotações anuais ($FR1 = P2/P1$) ou bianuais ($FR2 = P4/P1$).

Tabela 1. Sistemas de rotação de culturas e respectivas cultivares (tratamentos) nos três anos agrícolas. Dourados, MS, 2010.

Treatamento	2005/2006	2006/2007	2007/2008
A – A – A	Algodoeiro “Makina”	Algodoeiro “NuOpal”	Algodoeiro “NuOpal”
A – SR – A	Algodoeiro “Makina”	Soja “M-Soy 8001”	Algodoeiro “NuOpal”
A – SS – A	Algodoeiro “Makina”	Soja “BRS 239”	Algodoeiro “NuOpal”
A – M – A	Algodoeiro “Makina”	Milho “Maximus”	Algodoeiro “NuOpal”
A – B – A	Algodoeiro “Makina”	Capim-braquiária (<i>Brachiaria ruziziensis</i>)	Algodoeiro “NuOpal”
SR – SR – A	Soja “M-Soy 8001”	Soja “M-Soy 8001”	Algodoeiro “NuOpal”
SS – SS – A	Soja “BR 16”	Soja “BRS 239”	Algodoeiro “NuOpal”
M – M – A	Milho “Maximus”	Milho “Maximus”	Algodoeiro “NuOpal”
B – B – A	Capim-braquiária (<i>Brachiaria ruziziensis</i>)	Capim-braquiária (<i>Brachiaria ruziziensis</i>)	Algodoeiro “NuOpal”

No ano agrícola 2007/2008, as parcelas foram subdivididas em tratadas e não tratadas com nematocida granulado no sulco de plantio do algodoeiro.

A = algodoeiro, SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = capim-braquiária.

No terceiro ano agrícola, por ocasião do início da floração do algodoeiro, realizou-se uma avaliação do vigor das plantas de algodoeiro, atribuindo-se a cada parcela uma nota de 1 a 10, onde a nota 10 caracterizou plantas altamente vigorosas, de porte normal. Notas menores caracterizaram graus crescentes de baixo vigor e de subdesenvolvimento de plantas. Na mesma época, realizou-se uma coleta para a estimativa da população de nematoides no solo (P6).

Ao final do ciclo da cultura (16/4/2008), foram colhidos e pesados os capulhos de 5,0 m das duas linhas centrais de cada subparcela. Destes, 20 foram pesados e descarçados para a determinação da percentagem de fibra e da estimativa do peso de capulhos.

Os dados de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância e ao teste de Duncan para comparação de médias. Foi também realizado um estudo de correlação entre a produção de algodão em caroço e as populações de *R. reniformis* nas diferentes épocas de avaliação.

Para a análise econômica, foram utilizados os custos de produção de algodão, soja e milho nas safras de 2005/06 a 2007/08 (RICHETTI 2006a, 2006b, 2006c, 2007a, 2007b, 2007c; RICHETTI et. al., 2005a, 2005b; RICHETTI; STAUT, 2005). Para o capim-braquiária, considerou-se o custo de implantação da pastagem e a engorda de bovinos.

Na avaliação econômica foram identificados os principais índices de eficiência, com base em preços de mercado das safras de 2005/2006 a 2007/2008 corrigidos para 1º de março de 2010 pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna – IGP - DI, da Fundação Getúlio Vargas.

O resultado econômico foi medido pela margem líquida, que é a diferença entre receita e custo total (custo fixo + custo variável). O custo fixo da agricultura é representado pelos custos de recuperação do capital e remuneração da terra (valor de arrendamento). Os custos variáveis representam os gastos com insumos (sementes, fertilizantes, herbicidas, inseticidas e outros), operações de máquinas agrícolas (combustíveis, lubrificantes e manutenção), mão de obra e outras despesas. Já a receita foi estimada com base no valor de mercado da produção obtida em cada sistema. Também foram usados os indicadores de eficiência e lucratividade.

Resultados e Discussão

A amostragem prévia à implantação do experimento (P1) indicou que a densidade populacional de *R. reniformis* era, em média, de 949 nematoides/200cc de solo, população suficientemente alta para causar danos ao algodoeiro (STARR, 1998). A ausência de diferenças estatisticamente significativas entre as parcelas sugere a distribuição uniforme do nematóide na área experimental (Tabela 2).

Ao final do primeiro ano de implantação dos sistemas de rotação já foi possível observar que a densidade populacional do nematóide (P2) foi significativamente menor nas parcelas onde foram cultivadas as culturas de capim-braquiária, milho ou soja resistente, em comparação ao cultivo de algodoeiro ou de soja suscetível (Tabela 2). No ano agrícola 2005/2006, houve aumento na população do nematóide ($FR > 1$) nas parcelas onde foi cultivado algodoeiro e soja. Nas parcelas cultivadas com milho e capim-braquiária a população do nematóide foi reduzida ($FR < 1$) em até próximo de 50% (Figura 1). Na época de plantio do segundo ano agrícola, as populações do nematóide (P3) nas parcelas cultivadas com capim-braquiária, milho e soja resistentes mantiveram-se significativamente menores que as observadas nas parcelas cultivadas com soja suscetível e algodoeiro.

Ao final do segundo ano de implantação dos sistemas de rotação de culturas verificou-se que as densidades populacionais do nematóide (P4), em todos os sistemas envolvendo rotações de culturas com capim-braquiária, milho ou soja resistentes, foram significativamente inferiores em relação ao monocultivo de algodoeiro. Em termos absolutos, a menor densidade populacional do nematóide foi observada nas parcelas onde foi cultivado o capim-braquiária durante dois anos. Não se observou diferença significativa entre as populações do nematóide nas parcelas cultivadas com soja resistente ou suscetível. Tampouco foram observadas diferenças entre as populações em função do tempo das rotações (anuais ou bianuais) com as culturas de capim-braquiária, milho ou soja suscetível. A variação da densidade populacional do nematóide (FR) ao longo dos dois anos de rotações de culturas, em comparação com a população inicial, evidenciou a clara vantagem da rotação de culturas (Figura 2). No entanto, faz-se necessário uma análise mais detalhada dos resultados obtidos com a cultura da soja. O ano agrícola de 2006/2007 foi particularmente seco e desfavorável

para *R. reniformis*, de forma que a densidade populacional do nematóide diminuiu em todas as parcelas, inclusive onde foram cultivadas as culturas de algodoeiro e soja suscetível. Isto teve claro reflexo na média da variação da população ao longo dos dois anos.

A menor densidade populacional de *R. reniformis* no solo, em função dos diferentes sistemas de rotação anual ou bianual, manteve-se na semeadura de algodoeiro (P5) e no início do florescimento (P6). No entanto, a volta de uma cultura suscetível (algodoeiro) e o clima favorável, ocorrido na safra 2007/2008 (boa precipitação e temperaturas adequadas ao desenvolvimento do nematóide), permitiram o aumento da população do nematóide de forma generalizada em todas as parcelas, de maneira que, ao final do ciclo da cultura (P7) não houvessem diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 3).

Em nenhuma das avaliações foram observadas interações significativas entre os sistemas de rotação e o uso de nematicida granulado no sulco de plantio. O nematicida mostrou efeito significativo sobre: a) a população do nematóide no solo, na avaliação realizada à época da floração do algodoeiro (P6) e b) na variação da densidade populacional do nematóide (FR), durante o cultivo do algodoeiro, após as diferentes culturas de rotação (Figura 4).

O vigor, o peso dos capulhos e a produção de fibras das plantas de algodoeiro diferiram significativamente em função dos diferentes sistemas de rotação de culturas, ou do tratamento ou não do solo com nematicida granulado no sulco de plantio (Tabela 3). Não houve interação significativa entre os sistemas de rotação e o uso ou não de nematicida. Melhores produtividades de fibra foram observadas nos sistemas de rotação de algodoeiro com capim-braquiária; a rotação bianual diferiu significativamente do monocultivo de algodoeiro, com um incremento de 250 kg de fibra por hectare (21%). O uso de nematicida granulado no sulco de plantio propiciou um aumento de produtividade da ordem de 130 kg de fibra de algodão por hectare (13,5%).

A análise de correlação de Pearson mostrou que a produtividade de fibra de algodoeiro foi inversamente correlacionada com a população do nematóide no início ($r = -0,32$; $p = 0,0301$) e final ($r = -0,53$; $p = 0,0005$) do segundo ano, com os diferentes sistemas de rotação, no plantio ($r = -0,37$; $p = 0,0130$), na variação da população (FR) ao final do segundo ano de rotações ($r = -0,34$; $p = 0,0227$) e no plantio ($r = -0,38$; $p = 0,0113$) do algodoeiro, após as rotações.

Tabela 2. Densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* (Rr) no solo ao longo de três anos agrícolas em diferentes esquemas de rotação de culturas, comparados ao monocultivo de algodoeiro. Dourados, MS, 2010.

Tratamento	Ano agrícola 2005/2006		Ano agrícola 2006/2007		Ano agrícola 2007/2008		
	P1 (Pi) Rr/200cc	P2 (Pf) Rr/200cc	P3 (Pi) Rr/200cc	P4 (Pf) Rr/200cc	P5 (Pi) Rr/200cc	P6 Rr/200cc	P7 (Pf) Rr/200cc
A – A – A	882,5 n.s.	2.495,0 ab	2.660,0 a	1.095,0 a	1.725,0 ab	1.617,5 a	2.775,0 n.s.
A – SR – A	950,5	1.307,5 cd	1.655,0 bc	370,0 bc	825,0 cd	560,0 cde	1.922,5
A – SS – A	1.120,7	3.507,5 a	2.245,0 ab	730,0 ab	1.455,0 abc	1.197,5 ab	2.967,5
A – M – A	905,0	3.512,5 a	2.712,5 a	345,0 bc	985,0 cd	725,0 bcd	2.997,5
A – B – A	917,5	2.555,0 ab	1.535,0 bcd	190,0 c	700,0d	362,5 de	2.602,5
SR – SR – A	797,5	89,0 d	600,0 de	337,5 bc	860,0 cd	370,0 de	4.302,5
SS – SS – A	830,0	2.295,0 bc	2.085,0 ab	685,0 b	2.065,0 a	1.072,0 bc	2.635,0
M – M – A	1.237,5	480,0 d	757,0 cde	127,5 c	562,5 d	150,0 e	2.817,5
B – B – A	890,0	460,0 d	151,7 e	34,6 c	1.113,4 bcd	512,5 de	3.287,5
F	0,417	9,896	8,298	6,962	4,897	7,596	0,941
p	> 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	> 0,05
C.V. (%)	45,99	37,29	37,39	55,98	39,51	47,18	45,52

P1 = 08/11/05; P2 = 12/04/06; P3 = 24/10/06; P4 = 02/04/07; P5 = 12/11/07; P6 = 08/01/08; P7 = 16/04/08.

Pi = população inicial no ano agrícola; Pf = população final no ano agrícola.

A = algodoeiro, SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = capim-braquiária.

Valores médios de quatro repetições. Quando seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (p ≤ 0,05).

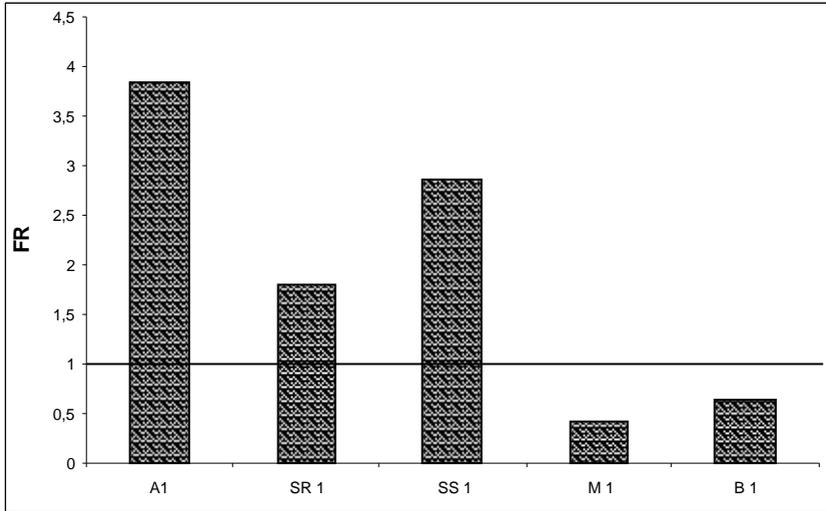


Figura 1. Variação da densidade populacional (FR) do nematóide reniforme após um ano de rotação de culturas, comparado ao monocultivo de algodoeiro.

A1 = monocultivo de algodoeiro; SR1 = rotação com soja resistente; SS1 = rotação com soja suscetível; M1 = rotação com milho; B1 = rotação com capim-braquiária.

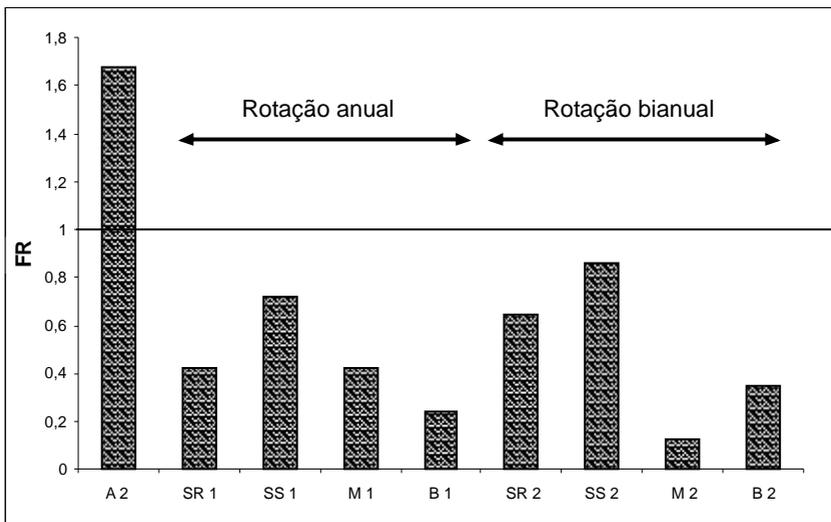


Figura 2. Variação da densidade populacional (FR) do nematóide reniforme após um ou dois anos de rotação de culturas, comparado ao monocultivo de algodoeiro.

A = monocultivo de algodoeiro; SR = rotação com soja resistente; SS = rotação com soja suscetível; M = rotação com milho; B = rotação com capim-braquiária

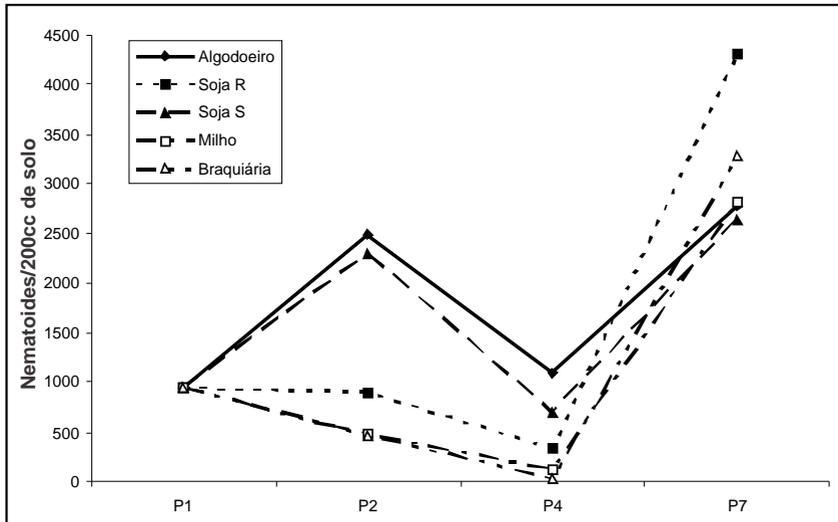


Figura 3. Variação da densidade populacional do nematóide reniforme ao longo dos três anos de plantio com os diferentes sistemas de rotação bianuais comparados ao monocultivo de algodoeiro.

P1 = instalação do experimento; P2 = final do primeiro ano de rotação; P3 = final do segundo ano de rotação; P7 = colheita de algodão após dois anos de rotação.

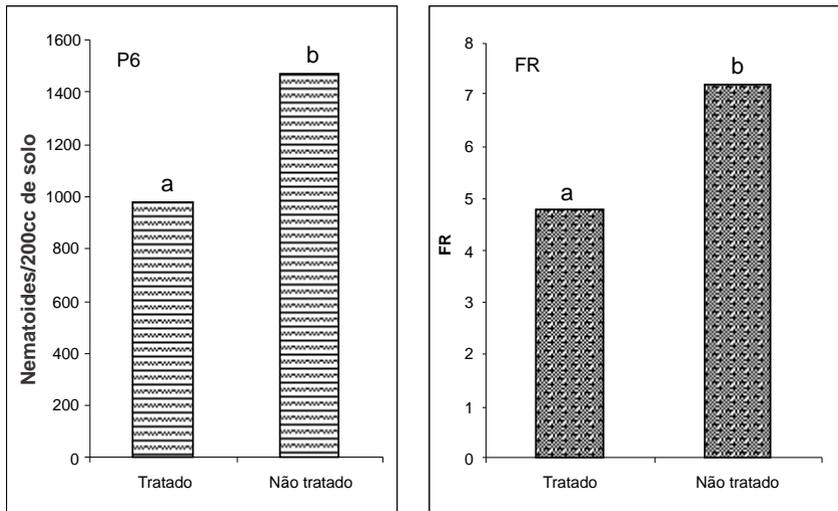


Figura 4. Efeito do uso do nematocida granulado Aldicarb (1950 g.i.a./ha), aplicado no sulco de plantio, sobre a população de *Rotylenchulus reniformis* no solo à época da floração do algodoeiro (P6) e variação da densidade populacional do nematóide (FR) durante a cultura do algodoeiro.

Tabela 3. Notas de vigor das plantas (0-10), peso médio de capulhos e produtividade de fibras de algodoeiro no ano agrícola 2007/2008, cultivado após diferentes esquemas de rotação de culturas ou monocultivo, em área infestada por *Rotylenchulus reniformis*. Dourados, MS, 2010.

Tratamento	Vigor	Peso de capulhos (g)	Produtividade de fibra (kg ha ⁻¹)
Efeito das rotações de culturas			
A – A – A	5,87 d	6,55 c	916,1 bc
A – SR – A	7,62 c	6,58 bc	751,5 d
A – SS – A	6,50 d	6,64 bc	857,0 cd
A – M – A	7,75 c	6,81 abc	943,7 bc
A – B – A	8,75 ab	6,93 a	1.048,7 ab
SR – SR – A	8,00 bc	6,68 abc	881,0 cd
SS – SS – A	6,00 d	6,66 bc	756,6 d
M – M – A	8,87 ab	6,83 ab	966,4 bc
B B A	9,00 a	6,93 a	1.156,7 a
F	14,61	3,13	7,05
p	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Efeito do nematicida			
Com nematicida	8,22 a	6,79	986,5 a
Sem nematicida	6,97 b	6,68	853,0 b
F	34,71	3,97	16,66
p	< 0,01	0,052	< 0,01
C.V. (%)	11,85	3,36	15,09

A = algodoeiro, SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = capim-braquiária.

Valores médios de quatro repetições. Quando seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Em pesquisa realizada em área naturalmente infestada com *R. reniformis* no Município de São João da Paraúna, GO, com o objetivo de avaliar o efeito da rotação anual do algodoeiro com as culturas de soja e milho, associados ou não ao uso de nematicida, sobre a população de *R. reniformis* no solo e o rendimento de duas cultivares de algodoeiro, Asmus e Ferreira (2009) evidenciaram que a rotação de culturas com milho e soja por uma safra agrícola reduziu a densidade populacional do nematóide que, no entanto, não se traduziu em aumento da produtividade de fibra de algodão.

Em experimento semelhante, Davis et al. (2003) avaliaram a rotação anual de culturas com soja resistente ou milho e o uso de nematicidas, na cultura de algodoeiro cultivado na sequência. As rotações resultaram em menores densidades populacionais de *R. reniformis*, porém os efeitos passaram a ser imperceptíveis durante a estação de crescimento do algodoeiro plantado na sequência. A produção de algodão foi significativamente maior nas parcelas após soja resistente, quando comparada com monocultivo de algodoeiro. A aplicação de aldicarb resultou em aumento de produção que, no entanto, não foi suficiente para cobrir os custos da aplicação. Resultados semelhantes foram também obtidos por Gazaway et al. (2000) utilizando rotações anuais com amendoim, milho e soja resistente, e Rush et al. (1996) com as culturas de sorgo granífero, soja resistente e milho, ambos nos Estados Unidos.

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam, em condições brasileiras, o benefício da rotação de culturas com espécies não hospedeiras, na diminuição da densidade populacional de *R. reniformis* no solo, independente do período de um ou dois anos de rotação. Confirmando os resultados obtidos por Davis et al. (2003), a densidade populacional do nematóide voltou a crescer durante o cultivo de algodoeiro plantado em sequência, evidenciando a necessidade de que a rotação passe a fazer parte do manejo das áreas infestadas, ao longo do tempo, de forma a permitir a estabilidade da produção de algodão.

Os dados dos rendimentos de algodão em fibra, soja, milho e capim-braquiária nos diferentes sistemas de rotação de culturas, nas três safras agrícolas, são apresentados na Tabela 4. Levando-se em conta a receita total, ocorreram significativas diferenças entre os sistemas (Tabela 5). Os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos em que houve rotação de algodoeiro com gramíneas, ou seja, algodoeiro-braquiária-algodoeiro (R\$ 11.139,09), braquiária-braquiária-algodoeiro (R\$ 11.057,37) e algodoeiro-milho-algodoeiro (R\$ 10.128,14). Resultados não tão favoráveis foram alcançados com os tratamentos em que se cultivou algodoeiro sobre duas safras de soja resistente ou de soja suscetível.

Tabela 4. Produtividade de algodão em fibra, soja, milho e capim-braquiária nos diferentes sistemas de rotação de culturas. Dourados, MS, 2010.

Tratamento	Safra 2005/2006	Safra 2006/2007	Safra 2007/2008
A – A – A	ALGODÃO 953,4 kg fibra ha ⁻¹	ALGODÃO 438,1 kg fibra ha ⁻¹	ALGODÃO 916,1 kg fibra ha ⁻¹
A – SR – A	ALGODÃO 1.088,4 kg fibra ha ⁻¹	SOJA 2.228,1 kg ha ⁻¹	ALGODÃO 751,5 kg fibra ha ⁻¹
A – SS – A	ALGODÃO 1.226,9 kg fibra ha ⁻¹	SOJA 1.778,1 kg ha ⁻¹	ALGODÃO 857,0 kg fibra ha ⁻¹
A – M – A	ALGODÃO 1.086,6 kg fibra ha ⁻¹	MILHO 7.637,5 kg ha ⁻¹	ALGODÃO 943,7 kg fibra ha ⁻¹
A – B – A	ALGODÃO 1.171,4 kg fibra ha ⁻¹	BRAQUIÁRIA 29.300 kg mat seca ha ⁻¹	ALGODÃO 1.048,7 kg fibra ha ⁻¹
SR – SR – A	SOJA 2.595,0 kg ha ⁻¹	SOJA 1.862,5 kg ha ⁻¹	ALGODÃO 881,0 kg fibra ha ⁻¹
SS – SS – A	SOJA 2.899,4 kg ha ⁻¹	SOJA 1.700,0 kg ha ⁻¹	ALGODÃO 756,6 kg fibra ha ⁻¹
M – M – A	MILHO 6.192,4 kg ha ⁻¹	MILHO 7.079,7 kg ha ⁻¹	ALGODÃO 966,4 kg fibra ha ⁻¹
B – B – A	BRAQUIÁRIA 28.600 kg mat seca ha ⁻¹	BRAQUIÁRIA 29.925 kg mat seca ha ⁻¹	ALGODÃO 1.156,7 kg fibra ha ⁻¹

A = algodoeiro, SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = capim-braquiária.

Tabela 5. Custo total, receita total e margem líquida por hectare dos sistemas de produção, no período de 2005/06 a 2007/08. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, 2010.

Tratamento	Custo total (R\$)	Receita total (R\$)	Margem líquida (R\$)
A – A – A	8.760,87	7.896,09	-864,78
A – SR – A	7.295,56	7.690,15	394,59
A – SS – A	7.295,56	8.240,69	945,13
A – M – A	7.475,80	10.128,14	2.652,34
A – B – A	9.360,58	11.139,09	1.778,51
SR – SR – A	5.715,21	5.529,48	-185,73
SS – SS – A	5.715,21	5.160,01	-555,20
M – M – A	7.809,63	5.988,51	1.821,12
B – B – A	9.547,49	11.057,37	1.509,88

A = algodoeiro, SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = capim-braquiária.

Nos tratamentos em que se utilizaram gramíneas, as margens líquidas foram superiores aos demais tratamentos, mesmo naqueles em que se utilizaram cultivares de soja resistente ao nematóide, demonstrando que, embora o custo de produção fosse elevado, as altas produtividades e os preços praticados no mercado foram compensatórios. Assim, os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos algodoeiro-milho-algodoeiro (R\$ 2.652,34) milho-milho-algodoeiro (R\$ 1.821,12), algodoeiro-braquiária-algodoeiro (R\$ 1.778,51) e braquiária-braquiária-algodoeiro (R\$ 1.509,88). Contrariando as expectativas, o tratamento algodoeiro-soja suscetível-algodoeiro obteve bom resultado devido à alta produtividade de algodão na safra 2005/2006.

Economicamente, o monocultivo do algodoeiro apresentou resultado amplamente desfavorável, obtendo renda líquida negativa de R\$ -864,78. Este resultado mostra claramente a importância econômica da rotação de culturas para o sistema de produção.

A análise de eficiência econômica (relação benefício/custo) é dada pela divisão das receitas obtidas e o valor atual dos custos (HOFFMANN et al., 1987) e indica que os tratamentos com valores iguais ou maiores de 1,0 são os mais eficientes, enquanto valores abaixo de 1,0 são ineficientes. A eficiência média dos tratamentos foi de 1,1. A maior eficiência foi obtida com os tratamentos algodoeiro-milho-algodoeiro (1,4) e milho-milho-algodoeiro (1,3). Os tratamentos algodoeiro em monocultivo (0,9) e soja suscetível em rotação bianual com algodoeiro (0,9) apresentam as menores eficiências (Tabela 6).

O indicador lucratividade, que é expresso através da porcentagem da receita que representa o lucro relativo a cada tratamento, foi, em média, de 8,2%, ratificando a eficiência econômica dos sistemas de produção. Com relação a esse indicador, individualmente, os tratamentos mais eficientes são também os mais lucrativos, indicando a importância econômica da rotação de culturas para o sistema de produção e contribuindo para a elevação no lucro do produtor.

Tabela 6. Análise de eficiência econômica e lucratividade dos sistemas de produção no período de 2005/2006 a 2007/2008. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, 2010.

Tratamento	Eficiência	Lucratividade (%)
A – A – A	0,9	-11,0
A – SR – A	1,1	5,1
A – SS – A	1,1	11,5
A – M – A	1,4	26,2
A – B – A	1,2	16,0
SR – SR – A	1,0	-3,4
SS – SS – A	0,9	-10,8
M – M – A	1,3	23,3
B – B – A	1,2	13,7
Média	1,1	7,8

A = algodoeiro, SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = capim-braquiária.

Conclusões

1. A rotação anual ou bianual de algodoeiro com milho, capim-braquiária ou soja resistente, constitui-se em importante estratégia de manejo de áreas infestadas pelo nematóide reniforme, permitindo a redução da densidade populacional do nematóide no solo e o aumento da produtividade de algodoeiro cultivado após as rotações.
2. Sistemas de rotação de culturas envolvendo milho, capim-braquiária e soja resistente apresentam vantagens econômicas sobre o monocultivo de algodoeiro em áreas infestadas pelo nematóide reniforme.
3. O uso do nematicida granulado aldicarb (1.950 g/ha), aplicado no sulco de plantio, contribui para a redução da população do nematóide no solo até o início da floração, com reflexos sobre a produtividade de fibra.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos de laboratório Leonardo Menegucci e Alex Sandro Vicentin e ao Técnico Agrícola Mauro Rumiatto, da Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio na condução do trabalho, e ao Engenheiro-Agrônomo Karl Isenberg (Fazenda Bom Futuro) pela cedência da área para a execução do trabalho e colaboração nos tratamentos culturais.

Referências

ASMUS, G. L. Reação de genótipos de soja ao nematóide reniforme. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 69-71, Jan./Feb. 2008.

ASMUS, G. L.; FERREIRA, A. C. B. Manejo do nematóide reniforme através da rotação anual de culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba7/VIICBA_anais/N_AO.06\(1709-1715\).pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba7/VIICBA_anais/N_AO.06(1709-1715).pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2009.

ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; CARGNIN, R. A. Cover crops for reniform nematode suppression in cotton: greenhouse and field evaluations. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, p. 85-89, Mar./Apr. 2008.

ASMUS, G. L.; ISHIMI, C. M. Flutuação populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 51-57, jan. 2009.

ASMUS, G. L.; RODRIGUES, E.; ISENBERG, K. Danos em soja e algodão associados ao nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 267, 2003. Edição de Resumos do XXIV Congresso Brasileiro de Nematologia, Petrolina, jul. 2003.

DAVIS, R. F.; KOENNING, S. R.; KEMERAIT, R. C.; CUMMINGS, T. D.; SHURLEY, W. D. *Rotylenchulus reniformis* management in cotton with crop rotation. **Journal of Nematology**, St Paul, v. 35, n. 1, p. 58–64, Mar. 2003.

FREIRE, E. C. (Org.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. 1918 p.

GAZAWAY, W. S.; ARKRIDGE, J. R.; McLEAN, K. Impact of various crop rotations and various winter cover crops on reniform nematode in cotton. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2000, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio: National Cotton Council of America: The Cotton Foundation, 2000. p. 162-163. Disponível em: <www.cotton.org/beltwide/proceedings>. Acesso em: 28 fev. 2005.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. de C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. de M.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1987. 325 p.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de algodão, safra 2006/07, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006a. 16 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 125). Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/online/zip/COT2006125.zip>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de soja, safra 2006/07, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006b. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/online/zip/COT2006123.zip>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A. Estimativa do custo de produção de algodão, safra 2007/08, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007a. 13 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 136). Disponível em: <<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=COT&num=136&ano=2007>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A. Estimativa do custo de produção de milho, safra 2006/07, para Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006c. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 122). Disponível em: <<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=COT&num=122&ano=2006>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A. Estimativa do custo de produção de milho, safra 2007/08, para Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007b. 7 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 135). Disponível em: <<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=COT&num=135&ano=2007>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A. Estimativa do custo de produção de soja, safra 2007/08, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007c. 11 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 134). Disponível em: <<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=COT&num=134&ano=2007>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A.; LAMAS, F. M.; STAUT, L. A.; FABRICIO, A. C. Estimativa de custo de produção de algodão, safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005a. 16 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 110). Disponível em: <<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/online/zip/COT2005110.zip>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A.; STAUT, L. A. Estimativa do custo de produção de milho 1ª safra, 2005/06, para Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 109). Disponível em: <<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/online/zip/COT2005109.zip>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RICHETTI, A.; STAUT, L. A.; GOMEZ, S. A. **Estimativa do custo de produção de soja, safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005b. 13 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 108). Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/online/zip/COT2005108.zip>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

ROBINSON, A. F. Reniform nematodes: *Rotylenchulus* species. In: STARR, J. L., COOK, R.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Oxon: Cabi Publishing, 2002. cap. 7, p. 153-174.

ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. **Nematropica**, Auburn, v. 27, n. 2, p. 127-180, 1997.

RUSH, D. E.; GAZAWAY, W. S.; AKRIDGE, J. R. Effect of rotation on reniform nematode control in cotton. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 1996, Nashville. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America: The Cotton Foundation, 1996. p. 247. Disponível em: <www.cotton.org/beltwide/proceedings>. Acesso em: 28 fev. 2005.

SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; HERNANI, L. C. Rotação lavoura pastagem no sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 92-99, 2001.

STARR, J. L. Cotton. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. cap. 17, p. 359-380.

WINDHAM, G. L.; LAWRENCE, G. W. Host Status of Commercial Maize Hybrids to *Rotylenchulus reniformis*. **Journal of Nematology**, v. 24, n. 4, p. 745-748. 1992.



Agropecuária Oeste

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**