



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS - CCAA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
CURSO: AGRONOMIA

DEUCLEITON JARDIM AMORIM

**ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA CONTROLE DE *Pratylenchus*
brachyurus NA CULTURA DA SOJA**

Chapadinha - MA

2019

DEUCLEITON JARDIM AMORIM

**ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA CONTROLE DE *Pratylenchus*
brachyurus Na CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora na Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Brito Freitas

Chapadinha - MA

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Jardim Amorim, Deucleiton.

ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA CONTROLE DE *Pratylenchus*
brachyurus NA CULTURA DA SOJA / Deucleiton Jardim
Amorim.

- 2019.

17 p.

Orientador(a): José Roberto Brito Freitas.

Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão,
Chapadinha - MA, 2019.

1. Crescimento. 2. *Glycine max.* 3. Maranhão. 4.
Produtividade. 5. Sucessão. I. Brito Freitas, José
Roberto. II. Título.

DEUCLEITON JARDIM AMORIM

**ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA CONTROLE DE *Pratylenchus
brachyurus* Na CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca examinadora na
Universidade Federal do Maranhão, Centro
de Ciências Agrárias e Ambientais, como
requisito para a obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Aprovada em ____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Roberto Brito Freitas
Professor / CCAA - Agronomia - UFMA

Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida
Professor / CCAA - Agronomia – UFMA

Profa. Dra. Francirose Shigaki
Professora / CCAA – Ciências Biológicas – UFMA

À minha mãe Maria Lima Jardim Amorim, e ao meu pai João dos Santos Amorim e aos meus irmãos, por todo amor, carinho e dedicação. Motivo de tão grande felicidade.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me amar incondicionalmente, por estar ao meu lado em todos os momentos, nas alegrias, nas tristezas e nos momentos de angústias. Agradeço a ELE por ser meu tudo, por ser minha rocha, meu escudo, meu porto seguro, meu refúgio, meu guardador e, além disso, por ser meu SALVADOR.

À minha família, em especial aos meus pais, Maria Lima Jardim Amorim e meu pai João dos Santos Amorim e a todos meus irmãos: Deoclecio, Deuciane, Marilane, Marisa, Antônio José e Maria Regina, por serem minha segunda base e ser o motivo de minha inspiração para continuar.

À maravilhosa família que tanto me ajudou em todos os momentos, dos quais, serei eternamente grato. Sentirei muita saudade. Agradeço ao meu Deus pela oportunidade de conhecê-los: Marlon Diniz, Jeane Fontinele, Sahgila, Sara e Erick Márton, minha segunda família, amo a todos. Muito obrigado a toda FAMÍLIA FONTINELE.

Aos meus grandes amigos e Pastor Smael Julião e Miss. Francisca Barros e seus filhotes: Keylla, Emily e Samuel, por todo apoio e companheirismo. Devo muito a vocês, principalmente ao pastor Smael, homem de Deus, que muito fez por mim, só tenho agradecer-lhes por tudo.

À minha amada Camila Fontinele, um presente de Deus.

Aos minhas grandes amigas de UFMA pra vida, Kessia Tenorio e Lusiane Ferreira, e as minhas amigas de 2015.1, Raiane Andrade, Joseane Araújo e todos os meus colegas e amigos de 2015.1: Maria Cardoso, Clotilde Moraes, Gabriel Ferreira, Francisco Gilvan, Luma Guimarães, Carlos Alberto e outros.

À minha amiga Kelly Tenório, zangada demais, mas uma ótima pessoa.

À minha amiga Karol, congregação Rosa de Saron.

Aos meus irmãos na Fé que conheci em Chapadinha, em especial aos jovens do Vocal SEMEADOR – regentes: Itamara Oliveira e Mirian Barbosa e a todos os componentes: Camila, Kassia, Karol, Sara, Thais, Márcia, Soelma, Ana Paula, Débora, Layara, Raiane, Adriana, Kézia, Rubenita e Erick, Kaick, Venilson, Dhonata, Antoniel, Jonas, Mateus, Neto,

Junior, Miguel, Francinaldo, Josiel, Lucas, dos quais, aprendi amar e espero poder ter ensinado algo da pessoa de nosso SALVADOR. E a toda Congregação Nova Jerusalém.

Ao meu grande amigo Mateus Casimiro, do CEFFA para a vida.

Ao meu grande orientador Prof. Dr. José Roberto Brito Freitas, pela oportunidade, pela confiança e por todos os ensinamentos. Sou grato a Deus por conhecer um profissional e uma pessoa desta envergadura.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida, por todos os ensinamentos e confiança depositada.

À Universidade Federal do Maranhão - Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, pela oportunidade de formação em um dos melhores cursos, é claro: Agronomia.

Ao colegiado do Curso de Agronomia.

À todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para realização deste trabalho e formação acadêmica.

E, por fim, agradeço ao meu Deus pela oportunidade de continuar, mas agora como Mestrando em Agronomia-Proteção de Plantas (UNESP-Botucatu).

Muito Obrigado!

Uns confiam em carros, outros, em cavalos;
nós, porém, nos gloriaremos em nome do
SENHOR, nosso DEUS.

Salmos 20.7

Sumário

1.	Introdução.....	11
2.	Material e Métodos.....	12
3.	Resultados e Discussão	13
4.	Conclusões	16
5.	Referências	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Densidades populacionais de <i>P. brachyurus</i> em de raiz de soja, aos 45 e 90 dias após a semeadura, em razão do manejo na entressafra da soja.	13
Tabela 2. Densidades populacionais de <i>P. brachyurus</i> aos 45 e 90 dias em 100 cm ³ de solo após a semeadura, em razão do manejo durante a entressafra da soja.....	13
Tabela 3. Altura de plantas de soja cv. Paragominas em razão do manejo durante a entressafra. 14	
Tabela 4. Produtividade de soja cv. Paragominas, em razão do manejo durante a entressafra.....	15
Tabela 5. Características agronômicas de soja cv. Paragominas RR, em razão do manejo durante a entressafra no cerrado maranhense.	16

Management Alternatives for *Pratylenchus brachyurus* in the Soybean Crop

Deucleiton Jardim Amorim¹, José Roberto Brito Freitas¹

¹ Department of Agronomy, University Federal of Maranhão, Maranhão, Brazil

Correspondence: Deucleiton Jardim Amorim, University Federal of Maranhão, KM 04, s/nº-Boa Vista, CEP 65500-000, Chapadinha, MA, Brazil. Tel: 05598991732342. E-mail: deucleitonamorim@hotmail.com

Abstract

In the Maranhão cerrado, *Pratylenchus brachyurus* phytonematoid is present in soybean plantation areas, occurring significant losses. At this aspect, the aim was to evaluate the effect of crop succession in the reduction of population and damage of *P. brachyurus* on soybean. For this, a randomized block experiment has conducted, with seven treatments and four replications. Treatments consisted of soybean cultivation on soybean (T1, control) and soybean cultivated in succession on the "straw" of *Crotalaria ochroleuca* (T2), *C. spectabilis* + millet 'ADR 300' (T3), millet 'ADR 300' (T4), *Brachiaria ruziziensis* (T5), maize 'GNZ 2005' + *B. ruziziensis* (T6) and maize 'GNZ 2005' (T7). *P. brachyurus* infestation in soil and plant height, plant height, productivity, number of plants per plot, number of pods per m², number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod, mass of a thousand grains, total mass and dry matter. The highest populations of *P. brachyurus* have been found in conventional soybean cultivation on soybean, or when grown on maize straw 'GNZ 2005', *B. ruziziensis* and maize 'GNZ 2005' + *B. ruziziensis*. In turn, small populations of phytonematoid occurred in the succession of the soybean with *C. ochroleuca*, millet 'ADR 300' and systems consortium of these two cultures. In order to improve soybean yield in the Maranhão cerrado, it is recommended to use *C. spectabilis* during the off- season, as an option to reduce the population of *P. brachyurus*, as well as in the intercropped intercrop with 'ADR 300' millet and on its single crop.

Keywords: *Glycine max.* Growth. Maranhão. Productivity. Succession.

1. Introdução

O *Pratylenchus brachyurus* tem ocorrência natural no Cerrado Brasileiro e é considerado o nematoide das lesões radiculares (VILELA *et al.*, 2011; MACHADO *et al.*, 2007). Essa espécie causa amolecimento e/ou degradação da parede celular do hospedeiro, com supressão e redução dos mecanismos de defesa do mesmo, a fim de gerar estruturas complexas de alimentação (HAEGEMAN *et al.* 2012). O mau crescimento radicular é refletido no baixo incremento da parte aérea vegetal, com redução na produtividade da cultura. A sintomatologia visual do ataque é feita através de observações a campo, onde é possível a observação de "manchas" ou "reboleiras" de plantas deficientes nutricionalmente (folhas cloróticas), entre outras plantas maiores e que não apresentam sintomas visuais de deficiência de nutrientes (BARBOSA, 2013).

Em áreas produtoras de soja, no estado do Maranhão, esse nematoide também está presente (FREITAS *et al.*, 2017), semelhante ao que ocorre em outras regiões produtoras do Cerrado, que começam a apresentar perdas significativas devido às altas populações de *P. brachyurus*. Os danos econômicos elevados, à cultura da soja, podem ocasionar perdas de produtividade de até 50% (FRANCHINI *et al.*, 2011).

O *P. brachyurus* é um fitonematoide endoparasita, migrador e polífago que, em razão da alimentação, movimentação e injeção de toxinas no interior dos tecidos, provoca danos às raízes da soja. A expansão da soja em áreas de solos arenosos, combinada à utilização de cultivares suscetível e à semeadura de espécies vegetais hospedeiras como o milho, na entressafra da soja, são os fatores que melhor explicam o aumento da importância do fitonematoide para a cultura (GOULART *et al.*, 2013).

O manejo cultural, através da sucessão ou rotação de culturas têm se apresentado como a melhor ferramenta para o controle de *P. brachyurus*, devido à indisponibilidade de cultivares de soja resistentes e inconsistência dos resultados alcançados com o uso de nematicidas.

Trabalhos realizados em casa de vegetação têm mostrado resultados relevantes, no que diz respeito à capacidade de multiplicar *P. brachyurus* por diferentes espécies vegetais (INOMOTO, 2011; QUEIRÓZ *et al.*, 2014;). Estes trabalhos tiveram bons resultados com *Crotalaria spectabilis*. Há também a utilização de alguns genótipos de milho (*Pennisetum americanum* L.), considerados hospedeiros desfavoráveis. No entanto, uma grande parte dos híbridos de milho (*Zea mays* L.) são considerados hospedeiros favoráveis ao fitonematoide.

55 É importante destacar que poucos trabalhos em campo têm sido realizados, portanto, resultados diferentes
56 podem ser encontrados quando comparado com ensaios feitos em casa de vegetação. Neste último caso, não são
57 levadas em consideração, as variáveis ambientais, edáficas e pluviométricas que podem interagir sobre o
58 rendimento das culturas e a população desses fitonematoides, de maneira positiva ou negativa (COSTA *et al.*,
59 2014).

60 Pela importância da cultura da soja, os danos causados por *P. brachyurus* à cultura e à provável eficácia de
61 práticas culturais para erradicação ou mitigação desses problemas, torna-se necessário analisar alternativas de
62 manejo que possam ser utilizadas no cerrado maranhense, para melhoria da produtividade da soja e diminuição
63 da população de *P. brachyurus*. Nesse aspecto, objetivou-se avaliar o efeito da sucessão de culturas sobre a
64 redução da população e danos do *P. brachyurus* na soja cultivada no cerrado maranhense.

65 2. Material e Métodos

66 O experimento foi conduzido em área experimental, entre fevereiro de 2016 e de 2017, com o plantio prévio das
67 coberturas vegetais e posterior plantio da soja na estação chuvosa de fevereiro de 2017. A área experimental
68 estava situada na Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus
69 Chapadinha, cujas coordenadas são 3° 44' 30''S, 43° 21' 37''W e 105 m de altitude. O solo classificado foi
70 como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa (160, 40 e 800 g kg⁻¹ de argila, silte e areia,
71 respectivamente). A região possui um clima subúmido, megatérmico com grande deficiência hídrica no verão
72 (C₂S₂A'a'), totais pluviométricos anuais que variam de 1.600 a 2.000 mm, com chuvas mal distribuídas ao longo
73 do ano.

74 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições. Os
75 tratamentos consistiram no cultivo de soja sobre soja, (T1, testemunha) e soja cultivada em sucessão sobre a
76 “palhada” de *Crotalaria ochroleuca* (T2), *C. spectabilis* + milheto ‘ADR 300’ (T3), milheto ‘ADR 300’ (T4);
77 *Brachiaria ruziziensis* (T5), milho ‘GNZ 2005’ + *B. ruziziensis* (T6) e milho ‘GNZ 2005’ (T7). As espécies
78 vegetais foram semeadas em linhas espaçadas de 0,9 m (milho e milho + *B. ruziziensis*) ou 0,225 m (demais
79 culturas), em parcelas de 5x8 m.

80 No consórcio, a semeadura das culturas foi simultânea, com uma linha de *B. ruziziensis* em cada entrelinha do
81 milho. No T3, as quantidades utilizadas de sementes puras e viáveis foram de 10 kg ha⁻¹ para o milheto e de 20
82 kg ha⁻¹ para a *C. spectabilis*, as quais foram misturadas e distribuídas em todas as linhas de semeadura.

83 A cultivar de soja utilizada foi a ‘Paragominas RR’, com uma população de 260.000 plantas por hectare em um
84 espaçamento de 0,5 m entre linhas.

85 Para as análises microbiológicas, coletou-se o solo de cada tratamento e analisou-se pela técnica da flutuação
86 centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964). Para isso, extraiu-se uma alíquota de 100 cm³ de solo num
87 recipiente contendo 2 L de água. Os torrões foram desmanchados e a suspensão, após homogeneização,
88 permaneceu em repouso por 15 segundos. Após esse período, a suspensão foi passada em peneiras sobrepostas
89 de 0,85 e 0,025 mm. O resíduo da peneira de 0,025 mm foi recolhido e distribuído em tubos de centrifuga
90 balanceados e depois se seguiu a centrifugação. A centrifugação ocorreu por cinco minutos, à rotação de 1.750
91 rpm.

92 Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado e ao resíduo adicionou-se uma solução de sacarose (454 g
93 de açúcar cristal/ 1 L de água). Os tubos foram centrifugados novamente na mesma rotação, durante 1 min. O
94 sobrenadante foi passado na peneira de 0.025 mm. O resíduo dessa peneira foi recolhido com auxílio de jatos de
95 água de uma pisseta para um becker. Uma alíquota obtida foi colocada na câmara de contagem de Peters e
96 levada ao microscópio óptico para a determinação da população de *P. brachyurus* determinada aos 45 e 90 dias
97 após a semeadura (DAS).

98 Em cada época, foram coletados os sistemas radiculares de 10 plantas de soja por parcela. A extração dos
99 nematoides presentes nas raízes da soja foi realizada pelo método de (COOLE; D'HERDE, 1972). As raízes
100 foram cortadas em pequenos pedaços de 10 g para cada amostra e em seguida foram trituradas em 250 ml de
101 água num liquidificador, por 25 s. Logo após, o material foi passado em peneiras sobrepostas de 0.85 e 0.025
102 mm. O resíduo da peneira de 0.025 mm foi recolhido e distribuído em tubos de centrifuga, onde foi adicionado a
103 suspensão 2 g de caulim (agitados) aos tubos, que foram balanceados e centrifugados. Desta etapa, seguiram-se
104 os mesmos procedimentos utilizados para extração de fitonematoides no solo.

105 A produtividade da cultura, por parcela, foi avaliada numa área útil de 1x1m em (1m²) e estimada em hectares.
106 Para as demais características agrônômicas, as plantas foram submetidas às seguintes avaliações: altura de
107 planta, em centímetros – medida pela distância a superfície do solo e o ápice da haste principal; número de grãos
108 por planta – expresso pelo somatório total de grãos por planta; número de vagens por planta – obtido pelo
109 somatório de todas as vagens da planta; número de grãos por vagem – determinado pela razão entre o número de
110 grãos e número de vagens por planta; massa de mil grãos, em gramas – aferido pela pesagem de todos os grãos
111 da planta e estimativa para massa de mil grãos. É importante ressaltar que fez-se a correção das massas obtidas,

112 para a unidade de 13%, e os dados foram transformados em kg ha⁻¹. Realizou-se a medição da altura em oito
113 plantas de cada parcela, aleatoriamente.

114 Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade, e as médias foram
115 comparadas pelo teste Duncan (p>0,05). Nas análises dos dados foi utilizado o programa estatístico InfoStat,
116 versão 2016 (DI RIENZO *et al.*, 2016).

117 3. Resultados e Discussão

118 Na Tabela 1, pode-se observar a dinâmica populacional de nematoides estimados em cada tratamento. Houve
119 interação significativa entre o manejo na entressafra e as épocas de coleta de *P. brachyurus*.

120 Tabela 1. Densidades populacionais de *P. brachyurus* em de raiz de soja, aos 45 e 90 dias após a semeadura, em
121 razão do manejo na entressafra da soja.

Manejo na entressafra	Dias após a semeadura		CV (%)
	45	90	
Soja (Testemunha)	793.75 Ab	1079.25 Aa	5.54
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	182.25 Bb	327.25 Ca	24.77
<i>C. spectabilis</i> + milho 'ADR 300'	65.00 Ba	318.75 Ca	46.83
Milho 'ADR 300'	311.75 Ba	621.50 Ba	32.70
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	235.50 Bb	602.00 Ba	17.12
Milho 'GNZ 2005' + <i>B. ruziziensis</i>	203.25 Bb	815.25 Aa	45.23
Milho 'GNZ 2005'	316.75 Bb	1012.25 Aa	24.76
CV (%)	46.88	29.46	

122 Médias seguidas por letras diferentes nas linhas (minúsculas) e colunas (maiúsculas) diferem entre si, ao nível de
123 5% de significância, pelo teste Duncan (p<0,05).

124
125
126 As maiores reduções das populações do *P. brachyurus* foram observadas aos 45 DAS, para o uso de *C.*
127 *spectabilis* + milho 'ADR 300' e *C. ochroleuca*, na entressafra. Em contrapartida, o cultivo de soja sobre soja e
128 uso do milho 'GNZ 2005' na entressafra promoveu incremento de 135,87 e 319,57%, respectivamente, na
129 densidade populacional média de *P. brachyurus* nas raízes de soja, entre 45 e 90 DAE (Tabela 1). De modo
130 geral, evidenciou-se desuniformidade na população de nematoides nas raízes de soja, sob diferentes estratégias
131 de manejo na entressafra, o que demonstra que há eficiência no controle da infestação, através de práticas
132 culturais distintas.

133 Esses resultados corroboram com os obtidos por Leandro (2015) no controle de *Rotylenchulus reniformis*, em
134 plantio de soja sobre diferentes práticas culturais na entressafra. No entanto, é importante ressaltar que no
135 presente estudo, os tratamentos mais efetivos para redução da infestação nas raízes, ocorreram com o uso de
136 crotalárias.

137 No que concerne à infestação de *P. brachyurus* no solo, observou-se que a testemunha e o consórcio de milho
138 'GNZ 2005' com *B. ruziziensis*, assim como seu plantio solteiro na entressafra (T7), foram os hospedeiros das
139 maiores populações de *P. brachyurus* no solo, aos 45 DAS e 90 DAS (Tabela 2). Ao passo que o cultivo
140 consorciado de *C. spectabilis* com milho, e cultivo solteiro de *C. ohroleuca* na entressafra da soja, foram de
141 forma geral, às estratégias de manejo mais efetivas para redução da densidade populacional *P. brachyurus* no
142 solo.

143 Tabela 2. Densidades populacionais de *P. brachyurus* aos 45 e 90 dias em 100 cm⁻³ de solo após a semeadura, em
144 razão do manejo durante a entressafra da soja.

Manejo na entressafra	Dias após a semeadura	
	45 DAS	90 DAS
Soja (Testemunha)	286 b	1096 c
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	132 a	500 ab
<i>C. spectabilis</i> + milho 'ADR 300'	130 a	377 a
Milho 'ADR 300'	170 ab	722 abc
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	175 ab	807 abc
Milho 'GNZ 2005' + <i>B. ruziziensis</i>	195 ab	1012 abc
Milho 'GNZ 2005'	275 b	1067 bc
CV(%)	40.77	43.50

145 Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste Duncan (p < 0,05).

146 De acordo com Warnke *et al.* (2008) e Curto *et al.* (2015), as crotalárias constituem-se no principal mecanismo
 147 envolvido na supressão de fitonematoides, pois estas plantas apresentam capacidade de atuar como armadilhas,
 148 isto é, permitem a penetração destes patógenos nas suas raízes, em fases juvenis, porém impedem o seu
 149 desenvolvimento subsequente. Pois, nas plantas dessa espécie há o acúmulo de metabólitos secundários com
 150 ação nematicida nas raízes, como a monocrotalina, nas raízes, parte aérea e sementes (WANG *et al.*, 2002;
 151 COLEGATE *et al.*, 2012).

152 Portanto, as práticas culturais de manejo na entressafra da soja, podem implicar em maior ou menor tolerância
 153 da cultura ao *P. brachyurus*. Em geral, o uso de gramíneas como o milho, milheto braquiárias, na entressafra da
 154 soja, conduzem à estimativa de maiores infestações do *P. brachyurus*, tanto no solo quanto nas raízes,
 155 especialmente em solos arenosos, com baixa capacidade de retenção de água, como o utilizado no presente
 156 trabalho e evidenciados na maioria das áreas comerciais de soja no Leste Maranhense.

157 Nesse aspecto, é importante que o uso de uma gramínea, como milheto ‘ADR 300’, que apresenta alto potencial
 158 de produção de fitomassa da parte aérea (SORATTO *et al.*, 2012), seja estrategicamente conduzido em
 159 consórcio com crotalárias, como a *C. spectabilis*. Isso pode permitir o aumento da cobertura do solo, e
 160 principalmente a redução da população de *P. brachyurus*, com maior garantia de melhores produtividades da
 161 soja, em sucessão, no cerrado maranhense.

162 O crescimento da cultura de soja submetida a diferentes estratégias de manejo na entressafra foi monitorado pela
 163 estimativa da altura de plantas, em diferentes períodos de avaliação. Houve diferença significativa na altura das
 164 plantas, tanto sobre influência dos tratamentos de cobertura do solo, quanto nas quatro épocas de avaliação, e
 165 suas respectivas interações.

166 O uso de milho ‘GNZ 2005’ com *B. ruziziensis* na entressafra, promoveu o maior crescimento médio e foi,
 167 portanto, significativamente superior aos demais tratamentos (Tabela 3). Embora esse tratamento tenha
 168 permitido elevada infestação de *P. brachyurus* no solo e raízes de soja, comparado aos demais, houve bom
 169 crescimento vegetativo da cultura. Possivelmente, isso ocorreu pela quantidade e qualidade da palhada
 170 viabilizada por esses tratamentos, em sucessão com a soja, o que culmina em resultados positivos em curto
 171 prazo.

172 Tabela 3. Altura de plantas de soja cv. Paragominas RR, em razão do manejo durante a entressafra.

Manejo na entressafra	Dias após a semeadura				CV (%)
	42	50	57	65	
Soja (Testemunha)	27.34 Ba	32.91 Bb	44.38 Ac	50.72 Abc	6.59
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	28.31 Ba	34.00 Bab	46.00 Ac	49.97 Abc	10.63
<i>C. spectabilis</i> + milheto ‘ADR 300’	29.22 Ba	37.03 Bab	49.91 Abc	51.75 Abc	2.89
Milheto ‘ADR 300’	27.84 Ca	33.78 BCab	42.72 ABc	44.97 Ac	4.07
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	32.84 Ba	41.03 Bab	57.59 Aab	58.72 Ab	11.55
Milho ‘GNZ 2005’ + <i>B. ruziziensis</i>	35.16 Ba	43.50 Ba	66.19 Aa	69.44 Aa	8.46
Milho ‘GNZ 2005’	28.16 Ba	35.16 Bab	48.41 Abc	56.66 Ab	7.52
CV (%)	8.67	12.85	15.20	16.65	

173 Médias seguidas por letras diferentes nas linhas (minúsculas) e colunas (maiúsculas) diferem entre si, ao nível de 5%
 174 de significância, pelo teste Duncan ($p < 0,05$).
 175

176 É importante destacar que os tratamentos com crotalária solteira e consorciada, embora tenham sido efetivos na
 177 redução da infestação de *P. brachyurus* no solo e raízes de soja, apresentaram resultados intermediários de altura
 178 (Tabela 3). Isso pode ter ocorrido devido à baixa cobertura de solo promovida pelas espécies de crotalárias
 179 utilizadas (COSTA *et al.*, 2014; SORATTO *et al.*, 2012) e pela rápida decomposição da cobertura de solo
 180 oriunda do milheto (DIAS *et al.*, 2010). Esse entrave tem sido um dos pontos negativos para o uso de milheto
 181 em sucessão com a soja no cerrado maranhense, que em suas condições edafoclimáticas favorecem a uma rápida
 182 decomposição da palhada.

183 O monocultivo da soja (testemunha) culminou em baixo crescimento vegetativo, possivelmente devido à alta
 184 susceptibilidade ao *P. brachyurus* e à quase nulidade de palhada nas condições de monocultivo analisadas, o que
 185 interfere sobre a eficiência de uso da água, nutrição e sanidade da cultura principal.

186 Vale ressaltar que a altura de planta, assim como a inserção de vagens da soja, é determinada pela genética da
187 variedade, sendo influenciado por condições como a fertilidade do solo, o clima, a época de semeadura e da
188 latitude (MEOTTI *et al.*, 2012).

189 A produtividade da soja foi maior no cultivo sobre a palhada do milho ‘GNZ 2005’, com diferença significativa
190 frente aos demais tratamentos. No tratamento do milho ‘GNZ 2005’ + *B. ruziziensis*, a média da produtividade
191 da soja foi superior ao manejo da soja em monocultivo (testemunha), mas sem diferença significativa entre si ao
192 nível de 5% de significância, apresentado na (Tabela 4).

193 Tabela 4. Produtividade de soja cv. Paragominas RR, em razão do manejo durante a entressafra.
194

Manejo na entressafra	Produtividade
	kg ha ⁻¹
Soja (testemunha)	2.411.11ab
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	1.873.81b
<i>C. spectabilis</i> + milheto	2.194.19b
Milheto ‘ADR 300’	1.943.81b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	2.186.25b
Milho ‘GNZ 2005’ + <i>B. ruziziensis</i>	2.419.03ab
Milho ‘GNZ 2005’	2.853.44a
CV(%)	19.31

195 Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste Duncan (p< 0,05).
196

197 A produtividade oscilou entre 1.873,81 e 2.853,44 kg ha⁻¹, para uma estimativa de 19,31% de coeficiente de
198 variação, o que indica boa precisão experimental sob condições de campo. O melhor resultado foi obtido com o
199 uso de milho ‘GNZ 2005’, na entressafra da soja, e se enquadra com a média de produtividade estimada pela
200 Conab (2017) para o cultivo de soja no cerrado maranhense.

201 Embora tenha permitido uma maior infestação de *P. brachyurus*, tanto no solo quanto nas raízes de soja, os
202 efeitos benéficos do uso da palhada do milho foram eficazes em curto prazo. No entanto, é importante atentar à
203 característica desta cultura como hospedeira do *P. brachyurus*, que é um dos principais problemas fitossanitários
204 enfrentados pelos produtores do Baixo Parnaíba maranhense. Isso pode induzir a aumento da infestação *P.*
205 *brachyurus*, a médio e longo prazo.

206 Devido à importância econômica do milho e os incrementos de crescimento e produtividade da soja, no manejo
207 de sucessão com essa cultura, faz-se necessários estudos que analisem a consorciação do milho com crotalárias,
208 que são importantes nematocidas culturais, ou testem outras cultivares de milho, com menor susceptibilidade ao
209 *P. brachyurus*.

210 Quanto aos resultados obtidos para o consórcio milho e *B. ruziziensis*, e soja em monocultivo, é importante
211 destacar a infestação de *P. brachyurus* destinada por esses sistemas, com consequentes riscos fitossanitários em
212 longo prazo, os quais poderão ocasionar drásticos efeitos negativos sobre o rendimento da cultura da soja no
213 cerrado maranhense.

214 Embora seja muito utilizado pelos produtores locais, o milheto em sucessão não se mostrou eficaz para o
215 incremento do crescimento e produtividade da soja. Possivelmente, devido à baixa relação C/N da palhada, que
216 apresenta rápida decomposição nas condições edafoclimáticas do cerrado maranhense, no período de entressafra.

217 As espécies de crotalárias analisadas, apesar de terem sido eficazes nematocidas, não induziram a um bom
218 rendimento da soja. Provavelmente, isso ocorreu pelo baixo fornecimento de palhada ao solo. Porém, é
219 fundamental estudar-se o efeito de outras espécies de crotalárias, assim como consorciá-las com outras culturas
220 que sejam economicamente importantes no mercado local, como o milho. Mas, é preponderante que esse sistema
221 de sucessão seja, além de tudo, eficiente na melhoria da palhada e rendimento da soja.

222 Para as demais características agrônômicas da soja, não houve efeito significativo dos tratamentos avaliados.
223 Esses resultados corroboram com os encontrados por diversos autores (CHIODEROLI *et al.*, 2012; LIMA *et al.*,
224 2009; NUNES *et al.*, 2010). Possivelmente, isso pode ser atribuído à genética da cultivar analisada.

Tabela 5. Características agrônômicas de soja cv. Paragominas RR, em razão do manejo durante a entressafra no cerrado maranhense.

Manejo na entressafra	Variáveis							
	NP	NV	NVP	NGV	NGP	NG	MMG	MS
Soja (Testemunha)	34.00	1136.30	33.74	2.10	70.21	2367.30	98.90	209.80
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	33.75	919.25	27.91	1.96	55.33	1816.80	98.28	185.60
<i>C. spectabilis</i> + milheto 'ADR 300'	38.25	1163.00	31.13	1.86	5.50	2166.00	94.08	257.80
Milheto 'ADR 300'	35.00	1203.50	33.89	2.01	68.12	2418.30	95.10	277.60
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	47.00	1172.50	26.47	2.03	54.23	2366.80	100.60	333.40
Milho 'GNZ 2005' + <i>B. ruziziensis</i>	49.75	1340.30	26.42	2.00	53.06	2695.30	92.60	290.60
Milho 'GNZ 2005'	43.75	1364.30	33.58	2.02	70.38	2789.50	96.92	338.40
CV (%)	27.00	28.09	27.43	8.85	31.56	30.86	6.67	40.47

227 NP: número de plantas; NV: número de vagens por m²; NVP: número de vagens por planta; NG: número de grãos por
228 planta; NG: número de grãos por vagem; MMG: massa de mil grãos; MT: massa total e MS: matéria seca.

229 4. Conclusões

230 O cultivo *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca* foi eficaz para redução da infestação de *P. brachyurus*
231 no solo e raízes de soja, em sucessão. Porém é importante fazer a consorciação dessas leguminosas com
232 gramíneas ou outras culturas incrementadoras de palhada ao sistema, para obter-se melhores rendimentos em
233 crescimento e produtividade da soja.

234 O milho 'GNZ 2005' e a *Brachiaria ruziziensis* foram importantes para o aumento do rendimento da soja, em
235 sucessão, no entanto o uso prolongado dessas espécies pode aumentar os riscos com problemas fitossanitários,
236 associados ao *P. brachyurus*, no cerrado maranhense.

237 5. Referências

- 238 Barbosa, B. F. F., dos Santos, J. M. D., Barbosa, J. C., Soares, P. L. M., Ruas, R. A., & Carvalho, R. B. (2013).
239 Agressividade de *Pratylenchus brachyurus* à cana-de-açúcar, em comparação com o nematoide *P. zaeae*.
240 *Nematologica*, 43(1), 119-130.
- 241 Chioderoli, C. A., Mello, L. M., Grigolli, P. J., Furlani, C. E., Silva, J. O., & Cesarin, A. L. (2012) Atributos
242 físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. *Revista Brasileira*
243 *Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(1), 37-43. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000100005>
- 244 Colegate, S. M., Gardner, D. R., Joy, R. J., Betz, J. M., & Panter, K. E. (2012). Dehydropyrrolizidine alkaloids,
245 including monoesters with an unusual esterifying acid, from cultivated *Crotalaria juncea* (Sunn Hemp
246 cv.'Tropic Sun'). *J Agric and Food Chemistry*, 60(14), 3541-3550. <https://doi.org/10.1021/jf205296s>
- 247 CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). (2017). Acompanhamento da safra brasileira. *Grãos*
248 *2017/2017: Décimo segundo levantamento*. Retrieved from <http://www.conab.gov.br>
- 249 Coolen, W. A., & D'Herde, C. J. (1972). *A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue*
250 (p. 77). Ministry of Agriculture of Belgium, Agri Research Administration.
- 251 Costa, M. J. N., Pasqualli, R. M., & Prevedello, R. (2014). Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de
252 cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. *Summa Phytopathologica*,
253 40(1), 63-70. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052014000100009>
- 254 Curto, G., Dallavalle, E., Santi, R., Casadei, N., D'Avino, L., & Lazzeri, L. (2015). The potential of *Crotalaria*
255 *juncea* L. as a summer green manure crop in comparison to Brassicaceae catch crops for management of
256 *Meloidogyne incognita* in the Mediterranean area. *Eur J Plant Pathology*, 142(4), 829-841. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0655-2>
- 257
- 258 Franchini, J. C., Debiasi, H., DIAS, W. P., Ramos, J. E. U., & Silva, J. F. V. (2014). Perda de produtividade da
259 soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso. In A. C.
260 Bernardi, J. de M. Naime, A. V. Resende, L. H. Bassoi, & R. Y. Inamasu (Eds.), *Agricultura de precisão:*
261 *resultados de um novo olhar* (pp. 274-278). Brasília: Embrapa.
- 262 Freitas, J. R. B., Moitinho, M. R., de Bortoli, T. D., da Silva, B. E., da Silva, J. F., Siqueira, D. S., & Pereira, G. T.
263 (2017). Soil factors influencing nematode spatial variability in soybean. *Jornal Agronomy*, 109(2), 610-619.
264 <https://doi.org/10.2134/agronj2016.03.0160>
- 265 Goulart, A. M. C. (2008). *Aspectos gerais sobre nematoides-das-lesões-radiculares (gênero Pratylenchus)*.
- 266 Goulart, M. M. P., do Carmo, E. L., Santos, C. B., dos Santos, V. R., & Campos, H. D. (2013). Avaliação do

- 267 efeito de diferentes populações de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja. *Global Sci and Tech*, 6(2),
268 08-14. <https://doi.org/10.14688/1984-3801.v06n02a01>
- 269 Haegeman, A., Mantelin, S., Jones, J. T., & Gheysen, G. (2012). Functional roles of effectors of plant-parasitic
270 nematodes. *Gene*, 492(1), 19-31. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2011.10.040>
- 271 Inomoto, M. M., (2011). Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. *Trop Plant*
272 *Pathology*, 36(5), 308-312.
- 273 Jenkins, W. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease*
274 *Repórter*, 48(4), 692.
- 275 Leandro, H. M., & Lafourcade, A. G., (2015). Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide
276 reniforme em área de produção de soja. *Ciência Rural*, 45(6), 945-950. [https://doi.org/10.1590/0103-8478cr](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130526)
277 20130526
- 278 Lima, E. D. V., Crusciol, C. A. C., Cavariani, C., & Nakagawa J. (2009). Características agronômicas,
279 produtividade e qualidade fisiológica da soja safrinha sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal
280 e da calagem superficial. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(1), 69-80. [https://doi.org/10.1590/S0101-](https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100008)
281 31222009000100008
- 282 Machado, A. C., Motta, L. C., de Siqueira, K. M., Ferraz, L. C., & Inomoto, M. M. (2007). Host status of green
283 manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. *Nematology*, 9(6), 799-805. [https://doi.org/](https://doi.org/10.1163/156854107782331153)
284 10.1163/156854107782331153
- 285 Meotti, G. V., Benin, G., Silva, R. R., Beche, E., & Munaro, L. B. (2012). Épocas de semeadura e desempenho
286 agrônomo de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(1), 14-21. [https://doi.org/](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100003)
287 10.1590/S0100-204X2012000100003
- 288 Nunes, A. S., Timossi, P. C., Pavani, M. C., & Costa, A. P. L. (2010). Formação de cobertura vegetal e manejo de
289 plantas daninhas na cultura da soja em sistema plantio direto. *Planta Daninha*, 48(3), 727-733.
290 <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000400004>
- 291 Queiróz, C. D. A., Fernandes, C. D., Verzignassi, J. R., Valle, C. B. D., Jank, L., Mallmann, G., & Batista, M. V.
292 (2014). Reaction of accessions and cultivars of *Brachiaria* spp. and *Panicum maximum* to *Pratylenchus*
293 *brachyurus*. *Summa Phytopathologica*, 40(3), 226-230. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/1899>
- 294 Soratto, R. P., Crusciol, C. A. C., Costa, C. H. M. D., Ferrari, N. J., & Castro, G. S. A. (2012). Produção,
295 decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalaria e milheto, cultivados solteiros e
296 consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(10), 1462-1470. [https://doi.org/10.1590/S0100-204X](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001000008)
297 2012001000008
- 298 Tacaoca, M. C., Freitas, L. A. J., Lazarini, E., Rebuá, R. L., & Guilhien, G. J. F. (2005). Manejo de espécies
299 vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. *Acta Scientiarum.*
300 *Agronomy*, 27(2), 199-207.
- 301 Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1),
302 55-94. <https://doi.org/10.2307/210739>
- 303 Vilela, L., Junior, G. B. M., Macedo, M. C. M., Marchão, R. L., Júnior, R. G., Pulrolnik, K., & Maciel, G. A.
304 (2012). Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa agropecuária Brasileira*,
305 46(10), 1127-1138. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000003>
- 306 Wang, K. H., Sipes, B. S., & Schmitt, D. P. (2002). Crotalaria as a cover crop for nematode management: A
307 review. *Nematropica*, 32(1), 35-57.
- 308 Warnke, S. A., Chen, S., Wyse, D. L., Johnson, G. A., & Porter, P. M. (2008). Effect of rotation crops on hatch,
309 viability and development of *Heterodera glycines*. *Nematology*, 10(6), 869-882. [https://doi.org/10.1163/](https://doi.org/10.1163/156854108786161391)
310 156854108786161391

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).