

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE AGRONOMIA

**HADASSA ABREU RAMOS**

**Atributos físicos do solo e sua relação com a população de *Pratylenchus brachyurus* em cultivo de soja na microrregião de Chapadinha, MA**

CHAPADINHA-MA

2016

**HADASSA ABREU RAMOS**

**Atributos físicos do solo e sua relação com a população de *Pratylenchus brachyurus* em cultivo de soja na microrregião de Chapadinha, MA**

Monografia apresentada à banca examinadora na Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Izumy Pinheiro Doihara

CHAPADINHA-MA

2016

Abreu Ramos, Hadassa

Atributos físicos do solo e sua relação com a população de *Pratylenchus brachyurus* em cultivo de soja na microrregião de Chapadinha, MA/  
Hadassa Abreu Ramos. – 2016.

32 p.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Izumy Pinheiro Doihara  
Monografia (Graduação) Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2016.

1. Nematóide. 2. Características físicas. 3. Profundidades I. Pinheiro Dohiara, Izumy. II. Título.

**HADASSA ABREU RAMOS**

**Atributos físicos do solo e sua relação com a população de *Pratylenchus brachyurus* em cultivo de soja na microrregião de Chapadinha, MA**

Monografia apresentada à banca examinadora na Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada / /

BANCA EXAMINADORA

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Izumy Pinheiro Dohiara**

(Orientadora) Doutora em Fitopatologia- UFMA/CCAA

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marcia Maria de Souza Gondim**

Doutora em Agronomia -UFMA/CCAA

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carliane Diniz e Silva**

Doutora em Agronomia UFMA/CCAA

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças para concluir esse trabalho, por ser a fonte da vida e a razão do meu existir.

Aos meus pais, por terem me educado, por terem me dado força durante toda minha vida. A minha mãe Dona Gracinha, pelas palavras de incentivo, ao meu pai Antonio Filho por ter sido um exemplo de coragem e honestidade, aos meus irmãos, principalmente ao meu irmão Francisco (Pele) que me ajudou em vários momentos, ao meu tio Guaribaldo pelo apoio em cada dificuldade que tive.

A minha orientadora Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Izumy Pinheiro Dohiara, por ser um exemplo de profissional, amiga, por toda ajuda, agradeço a Deus por ter colocado ela como minha orientadora. Por cada palavra de incentivo, por ter acreditado em minha capacidade profissional, com perseverança, esperança e auxiliando no crescimento gradativo dentro e fora da universidade.

À Universidade Federal do Maranhão, UFMA, pelo conhecimento adquirido.

Ao professor Marcos Bomfim, pelo auxílio enquanto bolsista, e por toda informação complementar. A professor Edmilson Igor por me dado o prazer de ser sua monitora enriquecendo meus conhecimentos. Aos professores Celso Kawabata (*in memoriam*), Andreia Cantanhede, por todo apoio dentro do grupo de pesquisa em que participei durante minha vida acadêmica. A professora Marcia por ter ser tão solícita e ter aceitado participar da banca. Ao professor Khalil, que é um ótimo profissional e mostra aos seus alunos, o encantamento do mundo agrônomo e serve de inspiração a seguir nesta profissão tão essencial ao mundo.

Aos meus irmãos do grupo de Fitopatologia, principalmente a Roseana e Hellen que foram grandes companheiras. Aos estagiários do grupo que compartilhei ótimos momentos no campo: Milena, Thais Aranha, Kelven e Gabriela Diniz. Aos que de alguma forma me ajudaram a Heid, Larissa, Bonifácio (Boni), Renan Leite e Trissy.

Aos meus amigos da disciplina de Adubação por todas as horas que ficamos juntos estudando, que me acompanharam e me ajudaram na minha última disciplina: Elias pela dedicação, ao Pedro, Danilo, Seu Antonio Iris, Carla Buaes, Airton (sapo).

A todos do grupo de Nutrição Animal Janayra, Rafael, Neiliane, Dhulia, Wesklen, Pamela, Amos, Luan, Daniele, e também aos que tiveram participação Erika, Karol, Jefferson Vieira.

Aos meus colegas da primeira turma em que partilhamos ótimos momentos juntos: Bruna Martins, que além de companheira de turma foi minha amiga (roommate), Thalles Carvalho, Francisco Loiola, Lucas Fernandes, Augusto Esposito (Foguinho), Karina Coelho e Jessica Antonia.

Aos amigos que me auxiliaram de alguma forma, Deyvison Soares, Higor Mcarter e Kassio Giannini.

Aos proprietários da Fazenda Unha de gato, a todos da família Andreghetto, especialmente ao César Andreghetto, pela disponibilidade, permitindo que fosse realizado o trabalho na área.

Aos alunos de mestrado Clésio e Romário pelo tempo que disponibilizaram para realizar as análises estatísticas. A minha amiga e professora Raiane, e principalmente aos meus grandes amigos Luana Almeida Torres, Jonathan Ribeiro, Leticia Ribeiro, Jessica Maria, Anderson Moz, Nathan, que foram mais que amigos, foram como irmãos em alguns momentos.

*“Não reclame se a terra não é boa;  
Que o clima não é favorável;  
Não lhe cabe julgar a terra ou o tempo;  
Tua missão é semear!”  
Vade Bernaski*

## Lista de Figuras

Figura 1.	Representação espacial do perímetro do município de Mara Roma.....	5
Figura 2.	Esquema de coletas das amostras de solo no município de Mata Roma- MA.....	6
Figura 3.	Relação entre a quantidade de nematoides no período chuvoso e no período seco.....	13
Figura 4.	Diagrama, apresentado a análise multivariada, regressão por mínimos quadrados parciais.....	14



## Lista de Tabelas

Tabela 1.	Características físicas do solo, coletados em três profundidades, no município de Mata Roma - MA. Os dados apresentam distribuição normal com o uso de análise de variância e comparação de médias.....	9
Tabela 2.	Quantidades de <i>P. brachyurus</i> em duas épocas de coleta (período seco e chuvoso) e quantidade de argila em três profundidades amostrais.....	11
Tabela 3.	População de <i>Pratylenchus brachyurus</i> , comparação entres os períodos seco e chuvoso e comparando com as três profundidades.....	12

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>4 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>22</b>

## **Atributos Físicos do Solo e Sua Relação com a População de *Pratylenchus Brachyurus* em Cultivo de Soja na Microrregião de Chapadinha, MA**

Hadassa A. Ramos\*, Izumy P. Doihara.

Laboratório de Fitopatologia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais CCAA/UFMA,  
Chapadinha-MA, Brasil.

\*Autora para correspondência: ha.dassa.amos@hotmail.com

**RESUMO** – Ramos, H.A., Doihara, I. P. 2016. Atributos físicos do solo e sua relação com a população de *Pratylenchus Brachyurus* em cultivo de soja na microrregião de Chapadinha, MA.

O presente trabalho foi desenvolvido visando avaliar possíveis alterações na população de *Pratylenchus brachyurus* sobre a influência dos atributos físicos do solo e em profundidade numa área produtora de soja no município de Mata Roma- MA. A área analisada utiliza o sistema convencional de plantio de soja. Foram coletados em dois períodos (seco e chuvoso), oito amostras indeformadas e deformadas compostas de solo (cada uma com sete subamostras), em três profundidades de 0 a 0,10 m; 0,10 a 0,20m; 0,20 a 0,30m. As análises físicas do solo foram realizadas para determinar propriedades físicas. A quantidade de nematoides no período seco e chuvoso, foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, submetidos à análise de regressão. Foi realizada a análise não paramétrica, para os dados não normais e para os dados fora da normalidade, foi utilizado a estatística paramétrica. Para verificar a associação de *P. brachyurus* com os atributos físicos do solo e as três profundidades foi utilizado a análise multivariada em regressão por Mínimos Quadrados Parciais. Foi verificado que houve correlação entre os atributos físicos do solo com os níveis populacionais de *P. brachyurus*. A quantidade de *P. brachyurus* no período seco foi maior na profundidade de 0 a 0,10 m. E nesta profundidade foi encontrado maiores valores de densidade, macroporosidade e menor microporosidade influenciando na população de *Pratylenchus brachyurus*.

**Palavras-chave:** Nematoides, características físicas, profundidades.

**SUMMARY**– Ramos, H.A., Doihara, I. P. 2016. Soil physical attributes and its relationship with the population of *Pratylenchus brachyurus* in soybean cultivation in microregion of Chapadinha, MA.

This study was conducted to evaluate possible changes in the population of *Pratylenchus brachyurus* on the influence of soil physical properties and depth in a soybean producing area in the municipality of Mata Roma-MA. The area analyzed using the conventional system of planting soybeans. They were collected in two periods (dry and wet), eight disturbed and undisturbed soil samples composed of (each with seven sub-samples) in three depths of 0 to 0,10 m; 0.10 to 0.20m; 0.20 to 0.30m. Physical analyzes of soil were performed to determine physical properties. The number of nematodes in the dry and rainy season, were subjected to analysis of variance and, when significant, submitted to regression analysis. The non-parametric analysis was performed for non-normal data and the data out of the normal, the parametric analysis was used. To verify the association of the nematode with the soil physical properties and three depths was used multivariate analysis regression by Partial Least Squares. It was found that there was a correlation between the soil physical attributes with population levels of *P. brachyurus*. The amount of the nematode in the dry season was higher in the depth of 0 to 0.10m. And this depth was found higher density values, macroporosity and microporosity less influencing the population of *Pratylenchus brachyurus*.

**Keywords:** Nematodes, physical characteristics, depths.

## 1 Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das leguminosas oleaginosas mais produzidas no mundo. O Brasil se destaca no cenário mundial, por ser o segundo maior produtor do grão, atrás apenas dos Estados Unidos (EUA). A estimativa para a safra de soja em 2015/2016 é de 196,5 milhões de toneladas. E no estado do Maranhão a estimativa de soja colhida foi de 2,577 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Enquanto a safra anterior foi de 4,132 milhões de toneladas, e uma área ocupada de 1,424 milhão de hectares (CONAB, 2015). O Maranhão é o terceiro maior produtor de soja do nordeste brasileiro, e é o decimo segundo (12º) no ranking dos maiores produtores do País (IBGE, 2016).

A microrregião de Chapadinha é o segundo maior polo de produção de grão do Estado, com destaque para a produção de soja, que tem previsão de área plantada para 2016 de aproximadamente 73 mil hectares e 225 mil toneladas de grãos (CONAB, 2015). De acordo com Presoti (2008), Botelho & Diniz (2012) a microrregião de Chapadinha corresponde a 78% da produção no Leste Maranhense e, dentre os nove municípios que formam a microrregião, quatro municípios destacam-se, no tocante à produção de soja: Anapurus (4.379 ha); Brejo (7.920 ha); Buriti (7.383 ha) Mata Roma (2.670 ha). Esses municípios são responsáveis por 91% da área plantada na microrregião e correspondem a 74% de todo o Leste Maranhense.

Com a constante expansão das áreas plantadas de soja na região, novos problemas vêm sendo evidenciados, entre eles, as doenças causadas por fitopatógenos, principalmente por nematoides. Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, já foram associados a cultivos de soja em todo o mundo. No Brasil, as espécies que provocam os maiores danos são *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, nematoide de cisto da soja *Heterodera glycines* (Ichinohe), *Pratylenchus*

*brachyurus* (Godfrey) e o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira) (Ferraz, 2001; Santos, 2012).

O crescente aumento da população de nematoides das lesões radiculares (*P. brachyurus*) nas áreas produtores de soja da região, aumenta a possibilidade de perdas significativa de produtividade na cultura e, conseqüentemente, prejuízos econômicos aos produtores. Segundo Freitas (2013) este fitoparasita por ser um organismo endoparasita migrador, aproveita as condições de textura arenosa dos solos das regiões de cerrado para se deslocar. Esta condição, aliada à utilização do plantio direto e à falta de rotação de culturas com espécies de plantas não hospedeiras desse nematoide, contribui para o agravamento do problema.

Por ser endoparasita migrador, a distribuição e o desenvolvimento dos nematoides tem ligação direta com distribuição de raízes e planta hospedeira, bem como, com a estrutura, textura, umidade e temperatura do solo, dessa maneira sua distribuição depende das características do solo, no qual habita e que permite a orientação, movimentação, sobrevivência e reprodução desses organismos (Kimenju *et al.*, 2009; Sousa *et al.* 2013).

Outros fatores são importantes para o desenvolvimento desse patógeno, tal como, a nutrição da planta e fatores edáficos. A quantidade de *P. brachyurus* nas raízes, geralmente, são mais baixos quando a planta apresenta deficiência nutricional. Se a planta estiver bem nutrida há um aumento na tolerância ao ataque de nematoide deste gênero. O parasitismo por esse nematoide, reduz a absorção de água e de nutrientes pelas raízes das plantas (Melakeberhan *et al.*, 1997; Melakeberhan, 2004; Goulart 2008). Alterações no nível populacional de *P. brachyurus* também é variável com a sazonalidade, e este tende a diminuir em períodos secos e aumentar quando a umidade do solo se eleva (Olthof, 1971; Townshend, 1987; Goulart 2008).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar possíveis alterações na população de *Pratylenchus brachyurus* sobre a influência dos atributos físicos do solo e da profundidade, numa área produtora de soja no município de Mata Roma-MA.

## 2 Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado no município de Mata Roma-MA, localizado na mesorregião leste do Maranhão, pertencente a microrregião de Chapadinha. Situado a 03°42' de latitude S, 43°11' de longitude W e altitude de 137 m, a área em estudo pertence a fazenda Unha de Gato que trabalha com sistema convencional de plantio da soja e milho. A região possui um clima da região, de acordo com a classificação de Thornthwaite, é sub-úmido com totais pluviométricos anuais que variam de 1.600 a 2.000 mm, com chuvas mal distribuídas ao longo do ano. A cidade está distante 280 km da capital do estado, São Luís- MA (Figura 1). As coletas de solo foram realizadas entre os meses de outubro de 2013 e abril de 2014. O terreno possui relevo plano a suave ondulado, caracterizado como Latossolo Amarelo Distrocoeso (EMBRAPA, 2006).

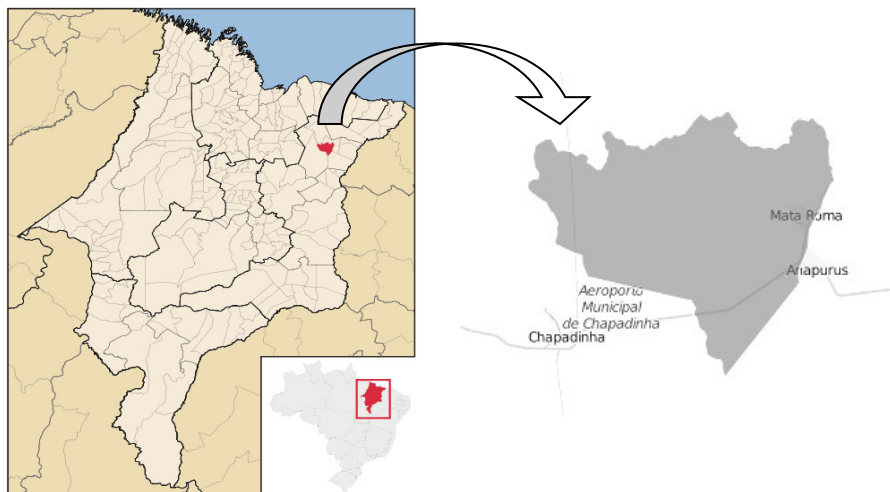


Figura 1. Representação espacial do perímetro do município de Mata Roma, Maranhão-Brasil. Fonte: MPMA (Ministério Público do Estado do Maranhão), 2015/ IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2016.

A amostragem foi feita em três profundidades de (0-0,10 m, de 0,10-0,20m e de 0,20-0,30m), para verificar a distribuição vertical dos nematoides, e para aferir a distribuição sazonal das comunidades de *P. brachyurus*, as coletas foram realizadas também em dois períodos do ano, a primeira em outubro de 2013 (período seco) e a segunda de abril de 2014 (período chuvoso).

As amostras de solo foram coletadas ao acaso e em caminamento em zigue-zague. Neste caminamento amostral foram afixados oito pontos principais, distantes 30 metros um do outro. Uma subamostra simples foi coletada no ponto principal e mais seis subamostras foram aleatoriamente coletadas ao redor do ponto principal, em área formada por um raio de 10 metros. Oito amostras compostas de 0,5 dm<sup>3</sup> de solo, formadas por sete subamostras simples foram utilizadas para extração de nematoides (Figura 2). As amostras foram coletadas com o auxílio de um enxadão, e trena para delimitar a profundidade. As amostras imediatamente após a coleta foram identificadas, colocadas em sacos de polietileno e acondicionadas em caixas térmicas, previamente refrigeradas com bolsas de gelo seco, e transportadas até o laboratório de Nematologia da Universidade Estadual Paulista UNESP/Jaboticabal - SP, onde foram feitos os procedimentos de extração, identificação e contagem dos nematoides, por meio de consultas na chave de identificação.

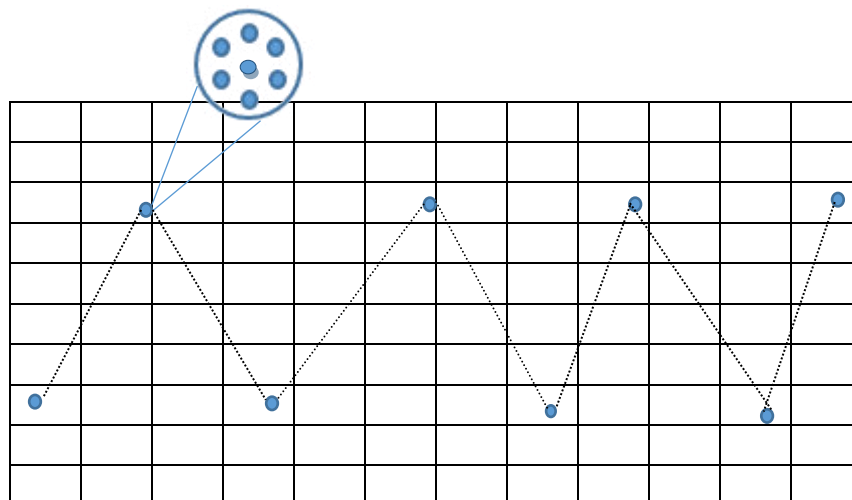


Figura 2. Esquema de coletas das amostras de solo no município de Mata Roma- MA. Esquema em ziguezague (Baker, 1985).



Na extração dos nematoides utilizou-se o método de flotação centrífuga em solução de sacarose (Jenkins, 1964) e realizada em centrífuga de marca CIENTEC modelo 6000 D a 1.750 rpm. Utilizou-se 100 cm<sup>3</sup> de solo de cada amostra composta para extração dos nematoides. Após a centrifugação, as suspensões contendo os nematoides foram acondicionados em vidros de 100 ml e mantidas em geladeira (6 °C), para posterior contagem e identificação dos gêneros de nematoides. A contagem dos nematoides foi feita através de um microscópio fotônico com lentes de magnitude de 400x e câmara de contagem de Peters. A identificação foi realizada até o nível de espécie, e utilizados espécimes vivos, observados em microscópio fotônico com aumento de até 1000x.

Para as análises físicas do solo foram coletadas amostras de solo no mesmo ponto de coleta das amostras utilizadas para a coleta de nematoides, nas mesmas quantidades e profundidades, utilizando-se anéis volumétricos (com capacidade de 10 cm<sup>3</sup>) para coleta de amostras indeformadas.

As análises físicas do solo foram realizadas para determinar propriedades físicas, que foram textura, argila dispersa em água, densidade do solo (método do anel volumétrico), densidade de partículas (método do balão volumétrico), porosidade total, umidade na capacidade de campo em função do equivalente de umidade, diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados e da umidade do solo. As análises foram determinadas de acordo com metodologia da Embrapa (1997). A análise granulométrica foi efetuada pelo método da pipetagem. A textura e capacidade de campo foi determinadas conforme adaptação da Embrapa e seguindo metodologia de Ruiz *et al.* (2003). A textura do solo foi baseada em valores médios. A Condutividade elétrica foi medida através de um condutivímetro.

A quantidade de nematoides no período seco e chuvoso, foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, submetidos à análise de regressão utilizando-se os

programa do Excel e SAS. Para verificar a associação de *P. brachyurus* com os atributos físicos do solo e as três profundidades foi utilizado a análise multivariada em regressão por Mínimos Quadrados Parciais por meio do programa estatístico InfoStat versão 2015 (Di Rienzo *et al.*, 2015).

Para avaliar o efeito das características físicas do solo em três profundidades, foi utilizado a estatística paramétrica, com distribuição normal, com análise de variância e comparação de médias para os dados dentro da normalidade. Para indicar o efeito da sazonalidade e distribuição da comunidade e *P. brachyurus* nas três profundidades e em dois períodos de coleta (seco e chuvoso), foi realizada a análise não paramétrica, para os dados não normais, e diferentes profundidades pelo teste de Kruskal Wallis, utilizando-se o Infostat versão 2014 (Di Rienzo *et al.*, 2014). A comparação da comunidade de *P. brachyurus* nos dois períodos com a características do solo (argila) e profundidade foi, realizado por meio do teste não paramétrico, para os dados fora da normalidade pelo teste de Kruskal Wallis utilizando o InfoStat versão 2014 (Di Rienzo *et al.*, 2014).

### **3 Resultados e Discussão**

Analisando os valores obtidos para as características físicas do solo (Tabela 1), observa-se que os resultados dos valores de areia grossa, areia fina, silte, porosidade total e condutividade, entre as comparações de médias relacionadas às profundidades do solo, não houveram diferenças significativas pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Os valores de densidade tiveram uma diferença significativa em relação a profundidade de 0,20m a 0,30m comparados com a profundidade de 0 a 0,10m, onde o valor de densidade foi maior, na menor profundidade e menor na maior profundidade. Desta forma podemos constatar que quando aumentou a profundidade, diminuiu a densidade do solo. Provavelmente estes resultados, estão associados ao manejo do solo, uma vez que o uso e tráfego de

maquinários é intenso. Um outro fator importante é que, os valores de densidade possuem relação direta com a compactação do solo, e podem interferir e desencadear outras alterações nas características do solo. Segundo Bordin *et al.*, (2005); Freddi *et al.*, (2009); De Sousa, *et al.* (2014), o tráfego de máquinas vem intensificando o processo de compactação, promovendo alterações nas propriedades físicas dos solos, afetando diretamente a qualidade do solo e da água, aumentando os processos erosivos e alterações no crescimento e na produtividade das culturas.

Tabela 1. Características físicas do solo, coletados em três profundidades, no município de Mata Roma - MA. Os dados apresentam distribuição normal com o uso de análise de variância e comparação de médias.

Estrutura Física	Profundidade (m)			CV (%)	P-Valor
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30		
AG	301,25a	285,00a	276,25a	9,26	0,1870
AF	518,75a	512,50a	501,25a	5,18	0,4227
S	86,25a	85,00a	82,50a	36,79	0,9704
DEN	1,65a	1,62ab	1,56b	3,20	0,0054
Macro	19,66a	17,43ab	15,43b	14,94	0,0143
MICR	15,15b	16,09b	17,69a	6,01	0,0002
PT	34,81a	33,52a	33,12a	7,73	0,4159
COND	0,10a	0,08a	0,08a	18,61	0,0554

Areia grossa (2-0,2mm) (g.Kg-1) AG; Areia fina (0,02-0,05) (g.Kg-1) AF; Silte (0,05-0,002) (g.Kg-1) S; Densidade (g.cm-3) DEN; Macroporosidade (%) MACRO; Microporosidade (%) MICRO; Porosidade Total (%) PT; Condutividade (mmhos.cm-1) COND. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade. Dados normais verificados por testes de normalidades.

Nos valores de macroporosidade, observa-se que houve diferença significativa para as três profundidades avaliadas. Na profundidade de 0,20m a 0,30 m, a macroporosidade foi menor, isto provavelmente se deve ao manejo do solo, tendo em vista que na área de cultivo da soja em que foram coletadas as amostras, é utilizado o sistema convencional de produção e

há frequente uso de maquinários. Com o uso intenso de maquinários pode ocorrer maiores compactações do solo, principalmente em maiores profundidades. Como visto por Andreotti *et al.* 2010, a macroporosidade por ser um atributo com grande interferência do manejo do solo, principalmente em sistema de plantio direto, proporcionou os maiores coeficientes de variação, cuja profundidade de 0 a 10 cm, a que apresentou o melhor indicador da qualidade física do solo.

Segundo Silva *et al.* (2005) e Arieira (2012), o tipo de preparo do solo tem influência na densidade do solo, sendo esta, relacionada negativamente com a porosidade e aeração e positivamente com a resistência do solo à penetração das raízes.

Nos valores de microporosidade foram maiores conforme o aumento da profundidade, não houve diferença significativa entre as profundidade de 0,10m e de 0,10 a 0,20m. No entanto, houve diferença significativa quando comparado as duas menores profundidades com a profundidade de 0,20m a 0,30m (Tabela 1). Estes resultados são semelhantemente ao encontrado por Andreotti *et al.* (2010) em que os valores de microporosidade foram menores na superfície do solo, e maiores com o aumento da profundidade.

Com relação a quantidade de *P. brachyurus* no período seco, observa-se que a população se concentra em profundidades menores, próximos a superfície (Tabela 2). De acordo com Ribeiro *et al.* (2009), Vicente (2011) e De Sousa *et al.* (2014) a maior densidade populacional de nematoides se concentra na camada superficial do solo, onde estão distribuídas as raízes. Este fato, pode estar associado também à compactação das camadas mais profundas, haja vista que, modificam os espaços porosos, diminuem a oxigenação do solo e a quantidade de nutrientes.

Tabela 2. Quantidades de *P. brachyurus* em duas épocas de coleta (período seco e chuvoso) e quantidade de argila em três profundidades amostrais.

Estrutura Física	Profundidade (m)		
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30
PPC	62,50a	46,00a	30,25a
PPS	10,13a	8,88b	1,13b
A	95,00b	120,00ab	136,25a

PPC (*P. brachyurus* período chuvoso), PPS (*P. brachyurus* período seco) e A (argila) (< 0,002) (g.Kg<sup>-1</sup>). Análise não paramétrica, a distribuição dos dados não são normais, médias com letras comuns não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis.

Na Tabela 2, observa-se também que houve diferença significativa quando comparado ao teor de argila na menor profundidade com a maior profundidade, que apresentou quantidade superior (136,25 g.Kg<sup>-1</sup>). Os resultados da Tabela 1 e 2, podem ser justificados conforme o trabalho realizado por Rinaldi *et al.* (2014) em que os nematoides causadores de galhas em raízes e certas espécies dos gêneros *Pratylenchus* e *Trichodorus*, vêm se revelando abundantes, principalmente em áreas de solos arenosos. A textura do solo influencia na porosidade e na capacidade de retenção de água pelo solo, esta condição interfere no comportamento e no potencial de danos causados pelos nematoides (Young, 1992; Rinaldi *et al.*, 2014).

De acordo com a Tabela 3, a distribuição das populações dos nematoides nas três profundidades, não tiveram diferença significativa em relação ao período seco e o período chuvoso. No entanto, a população de *P. brachyurus* no período seco, teve diferença significativa nas profundidades de 0 a 0,10m e de 0,10 a 0,20 m. A quantidade de *P. brachyurus* foi maior na menor profundidade. A presença de nematoides no período seco, pode estar associado as características destes nematoides serem de fácil adaptação em várias épocas do ano, pois os nematoides apresentam-se resistentes, podendo permanecer durante um longo período no solo. Segundo Olthof (1971) e Townshend (1987) a capacidade que os

nematoides tem de resistência a seca em alguns solos cultivados, é um dos fatores responsável por populações de solo de *Pratylenchus* decrescentes no solo, durante o verão, e sob baixa umidade do solo, aumentando quando a umidade do solo é alta (Tabela 3).

Tabela 3. População de *Pratylenchus brachyurus*, comparação entres os períodos seco e chuvoso e comparando com as três profundidades.

Estrutura Física	Profundidade		
	0-1	1-2	2-3
PPC	62,50Aa	46,00Aa	30,25Aa
PPS	10,13Aa	8,88Ab	1,13Ab

Legenda: *Pratylenchus* (Período chuvoso) PPC; *Pratylenchus* (Período seco)= PPS; Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskall Wallis. Análise não paramétrica para distribuição não normal dos dados.

Verifica-se que a quantidade de *P. brachyurus* no período chuvoso e entre as profundidades, não diferiram estatisticamente pelo teste de Kruskall Wallis (Tabela 3). No entanto, verificou-se no período seco diferença significativa entre as profundidades de 0 a 0,10m e de 0,10 a 0,20m. A camada superficial (0 a 0,10m) apresentou maior quantidade de nematoides. Segundo Arieira (2012), os nematoides estão concentrados, principalmente até os 10 cm da superfície do solo, o que provoca redução progressiva ao longo do perfil do solo, ocorrendo distinções em alguns gêneros específicos.

Para analisar a quantidade de nematoides no período seco e chuvoso, foi utilizado apenas a profundidade de 0 a 0,10m. O modelo quadrático de regressão foi utilizado pois foi o que melhor se ajustou aos dados avaliados (Figura 3). De acordo com esta análise, observou-se que a quantidade de *P. brachyurus* foi maior no período chuvoso. Observou-se também, que houve relação diretamente proporcional entre as quantidades de nematoides nos dois períodos de coleta, ou seja, a quantidade de *P. brachyurus* apresenta aumento proporcional para ambos os períodos.

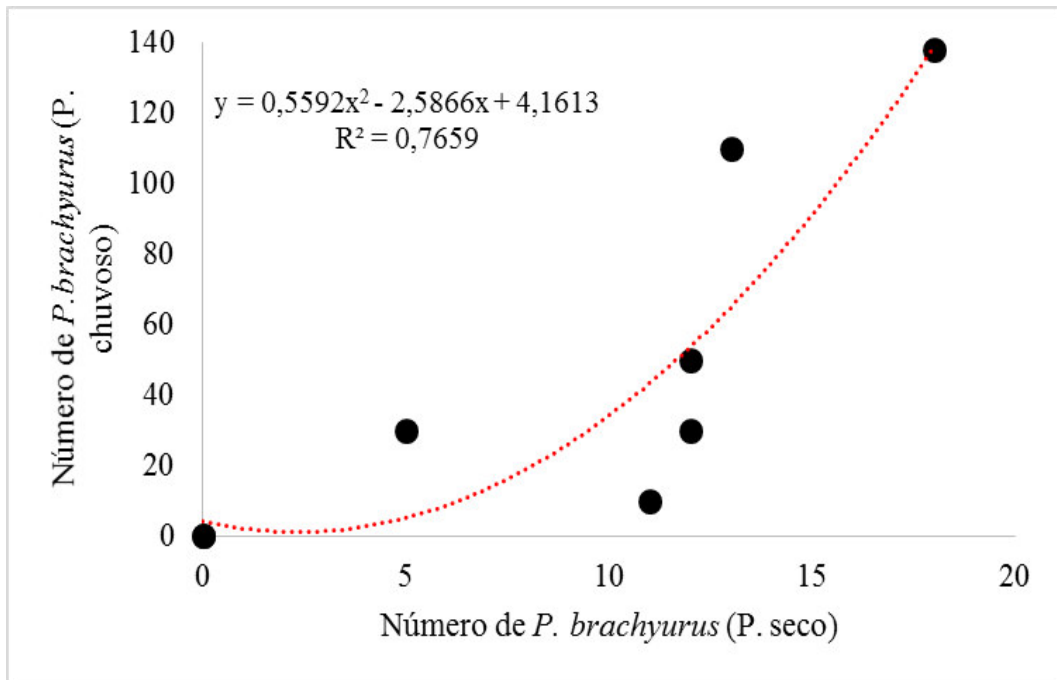


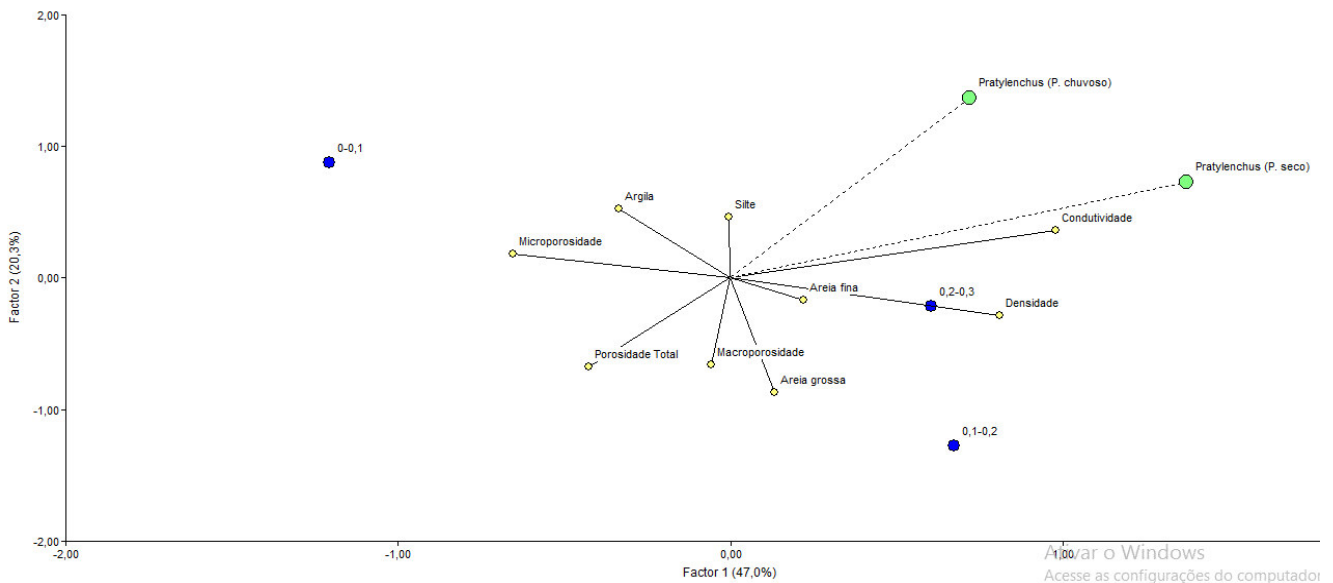
Figura 3. Relação entre a quantidade de nematoides no período chuvoso e no período seco.

A maior quantidade de *P. brachyurus* observada no período chuvoso indica que as condições de ambiente mais úmidas, apresenta melhores condições de desenvolvimento para os nematoides, influenciando na sua reprodução e no seu desenvolvimento. Comportamento similar foi observado por Moura *et al* (2008), em que encontraram populações superiores em períodos mais úmidos, comparados aos períodos mais secos. Os autores afirmam que este fato estar relacionado aos meses em que ocorreram o início das chuvas e o das estiagens, respectivamente, levando ao correspondente aumento e diminuição da população de nematoides.

De acordo com a análise multivariada, o valor de densidade é inversamente proporcional aos valores de microporosidade, ou seja, quanto maior for o valor de microporosidade, menor será a densidade e menor será a macroporosidade (Figura 4). Stone (2001), constatou que na redução da macroporosidade, há um aumento na microporosidade. Desta forma, a quantidade de *P. brachyurus* no período seco e chuvoso é relacionada

positivamente com a densidade, conforme aumenta a densidade maior será a quantidade de nematoides.

Figura 4. Diagrama, apresentando a análise multivariada, regressão por mínimos quadrados parciais.



Representação gráfica das variáveis do solo: macroporosidade, microporosidade, argila, silte, porosidade total, areia grossa, densidade, areia fina e condutividade; quantidade de *P. brachyurus* no períodos seco e chuvoso em três profundidades.

As variáveis densidade do solo e condutividade elétrica se correlacionaram positivamente com os nematoides no período seco e chuvoso (Figura 4). Conforme aumenta a densidade do solo e a condutividade elétrica influencia na quantidade de *P. brachyurus*, que aumenta nos dois períodos (seco e chuvoso). Arieira (2012) e Stone & Silveira (2001) afirmam que a densidade do solo influenciou em diversos atributos do solo que regulam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, como aeração, condutividade de água, calor, disponibilidade de nutrientes e resistência à penetração do solo.

Foi possível verificar na análise multivariada que há correlação entre as características físicas analisadas com a quantidade de nematoides avaliados. A condutividade elétrica, a densidade do solo, quantidade de areia grossa e areia fina, aumentaram conforme aumentou a profundidade (Figura 4). A quantidade de nematoides sofre influência principalmente da



densidade do solo e da condutividade elétrica. O *Pratylenchus* encontra maior dificuldade de movimentação em solos com menor densidade, menor macroporosidade e maior microporosidade. A microporosidade está inversamente proporcional a densidade do solo, ou seja, ela aumenta conforme aumenta a profundidade. A microporosidade também apresenta influência na quantidade de nematoides, pois quando menor for a microporosidade maior é a quantidade de nematoides no solo.

Foi observado também que há uma correlação entre a quantidade de *P. brachyurus* e a profundidade de 0,20m a 0,30m (Figura 4). A quantidade elevada de nematoide nesta profundidade, pode estar relacionada a sua capacidade de locomoção e principalmente a presença radicular em desenvolvimento.

Apesar da quantidade populacional de nematoides ocorrerem em maior quantidade na camada superior do solo, eles apresentam grande capacidade de locomoção e dispersão em diferentes meios, além de serem facilmente adaptados a várias condições climáticas, podendo assim, serem encontrados em profundidades maiores.

A quantidade de areia grossa e areia fina teve correlação com a profundidade do solo, ocorrendo em maior quantidade nas profundidades de 0 a 0,10 m (Figura 4). Como observado na Figura 4, a quantidade de *P. brachyurus* foi maior em maiores quantidades de areia fina e grossa. Solos mais arenosos são mais favoráveis à ocorrência de nematoides porque a aeração é maior quando comparado com solos argilosos (Dropkin, 1980; Rinaldi *et al*, 2014). A densidade do solo foi diminuindo conforme foi aumentando a profundidade, e a microporosidade aumentou conforme aumentou a profundidade. Conclui-se que a quantidade de *P. brachyurus* teve influência das características física do solo. A quantidade *P. brachyurus* no período seco foi maior na profundidade de 0 a 0,10m. E também encontrado nesta profundidade maiores valores de densidade e macroporosidade e menor

microporosidade. São necessários estudos mais elaborados na região, para maior compreensão dos dados encontrados neste estudo.

#### 4 Literatura Citada

ANDREOTTI, M., CARVALHO, M. D. P., MONTANARI, R., BASSO, F. C., PARIZ, C. M., AZENHA, M. V., & VERCESE, F. (2010). Produtividade da soja correlacionada com a porosidade e a densidade de um Latossolo Vermelho do cerrado brasileiro. *Ciência Rural*, 40(03), 520-526.

ARIEIRA, G.O. 2012. Diversidade de nematoides em sistemas de culturas e manejo do solo. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 98 p.

ASMUS,G.L; FERRAZ, L.C.C.B. 2001. Relações entre a densidade populacional de *Meloidogyne javanica* e a área foliar, a fotossíntese e os danos causados a Variedades de soja. *Nematologia Brasileira*. Vol. 25 (1):01-13.

BOTELHO, A. C. DINIZ, J. S. 2012. A produção da soja em territórios tradicionais da agricultura familiar na microrregião de chapadinha maranhão. In: XXI ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRARIA, XXI, Uberlandia- Mg. Artigo. Ufu, p. 8.

BORDIN, I. NEVES, C. S. V. J. AZEVEDO, M. C. B. VIDAL, L. H. I. 2005. Desenvolvimento de mudas de aceroleira propagadas por estacas e sementes em solo compactado. *Ciência Rural*, v.35, p.530-536.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2006. Avaliação da safra agrícola 2015/2016 Disponível em: < <http://maranhao hoje.com.br/maranhao/item/5206-conab-e-ibge-projetam-queda-na-producao-agricola-do-maranhao-na-safra-2016/5206-conab-e-ibge-projetam-queda-na-producao-agricola-do-maranhao-na-safra-2016> >. Acesso em 08 de agosto de 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2005. Avaliação da safra agrícola 2013/2014. Disponível em: <<http://maranhao hoje.com.br/agronegocio/item/4810-maranhao-cai-uma-posicao-no-ranking-dos-maiores-produtores-agricolas-do-brasil/4810-maranhao-cai-uma-posicao-no-ranking-dos-maiores-produtores-agricolas-do-brasil>>. Acesso em 08 de agosto de 2016.

CORREA, J. C. 1985. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 20.11.

Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW (2014) InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, URL <http://www.infostat.com.ar>

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

DROPKIN, V. H. 1980. Introduction to plant nematology. New York. 293p.

FREITAS, J. R. B. 2013. Distribuição espacial de *Pratylenchus brachyurus* em soja no leste do Maranhão.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; DUARTE, A. P.; LEONEL, C. L. 2009. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em Latossolo vermelho. I - características de planta, solo e índice S. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.793-803.

GOULART, A. M. C. 2008. Aspectos gerais sobre nematoides-das-lesoes-radiculares (gênero *Pratylenchus*) / Alexandre Moura Cintra Goulart – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 22-27.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em 21/08/2016.

KIMENJU, J. W.; KARANJA, N. K.; MUTUA, G. K.; RIMBERIA, B. M.; WACHIRA, P. M. 2009. Nematode community structure as influenced by land use and intensity of cultivation. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v.11, p.353-360.

MPA (Ministério Público do Maranhão). Disponível em :<[www.mpma.mp.br](http://www.mpma.mp.br)> Acesso em 21/08/2016.

MELAKEBERHAN, H.; BIRD, G. W.; GORE, R. 1997. Impact of plant nutrition on *Pratylenchus penetrans* infection of *Prunus avium* rootstocks. *Journal of Nematology*, St. Paul, v. 29, p. 381-388.

MELAKEBERHAN, H. 2004. Physiological interactions between nematodes and their host plants. In: CHEN, Z. Y.; DICKSON, D.W. (Ed.). *Nematology advances and perspectives: nematode management and utilization*. Wallingford: CABI Publishing, v. 2, p. 771-794.

MELO, F. de B. 2006. Características físicas e morfológicas e classes de solos de ocorrência nos Cerrados do Meio-Norte e suas potencialidades agrícolas. In: LEITE, L.F.C.; OLIVEIRA, F.C. & ARAUJO, A.S.F., ed. *Tópicos em manejo e fertilidade do solo com ênfase no Meio-Norte do Brasil*. Teresina, Embrapa Meio-Norte. p.17-63

MOURA, R. M., PEDROSA, E. M., Maranhão, S. R. V. L., Moura, A. M., Macedo, M. E. A., & Silva, E. G. (1999). Nematóides associados à cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, Brasil. *Nematologia Brasileira*, 23(2), 92-99.

OLTHOF, T. H. A. 1971. Seasonal fluctuations in population densities of *Pratylenchus penetrans* under rye-tobacco rotation in Ontario. *Nematológica*, Leiden, v. 17, p. 453-459.

RIBEIRO, C. F. R.; XAVIER, F. R. P.; XAVIER, A. A.; ALMEIDA, V. F.; MIZOBUTSI, E. H.; CAMPOS, V. P.; FERRAZ, S.; DIAS-ARIEIRA, C. R. 2009. Flutuação populacional e efeito da distância e profundidade sobre nematóides em bananeira no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, p.103-111.

RIBEIRO, N. R., DIAS, W. P., & SANTOS, J. M. 2010. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. Rondonópolis: Fundação MT, 289-296.

PRESOTI, A. E. P. 2008. Avaliação de impactos ambientais da sojicultura em um ecossistema aquático da microrregião de Chapadinha, MA. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós Graduação em Sustentabilidade e Ecossistema.

SANTOS, T. de F. S. 2012. Metodologia de avaliação a *Pratylenchus branchyurus* e reação de genótipos de soja aos nematoides das galhas e das lesões. 2012. F 13. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas.

SILVA, M.A.S.; MAFRA, A.L; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. 2005. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. *Ciência Rural*, v. 35, n. 3, p. 544-552.

SOUSA, C. C., PEDROSA, E. M., ROLIM, M. M., FILHO, J. V. P., & DE SOUZA, M. A. 2014. Influência da densidade do solo infestado por nematoide no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*,18(5), 475-479.

STONE, L. F., & SILVEIRA, P. D. (2001). Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(2), 395-401.

TOWNSHEND, J. L. 1987. Anhydrobiosis in *Pratylenchus penetrans* and *Tylenchorhynchus* n. SP. In cultivated soils cropped to winter rye. *Journal of Nematology*, St. Paul, v. 19, p. 164-171,

VICENTE, T. F. S. 2011. Estabilidade de agregados em relações de atributos do solo com a nematofauna em áreas de cultivo de cana-de-açúcar. (Dissertação Mestrado) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 84p.

YOUNG, L. D. 1992. Epiphytology and life cycle. In: RIGGS, D. R; WRATHER, J. A. *Biology and management of the soybean cyst nematode*. APS, St. Paul, p. 27-36.

RINALDI, K.R. NUNES, J. MONTECELLI, T.D.N. 2014. Efeito de texturas do solo sobre populações de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* em soja. *Cultivando o Saber*, 7(1): 83 – 101.

ANEXOS

**REVISTA BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA**  
**INTRUÇÕES AOS AUTORES**