



## Macrofauna edáfica em consórcio de sorgo e soja sob incremento de nitrogênio na gramínea

### *Soil macrofauna intercropped sorghum and soybean under increment of nitrogen in grass*

Rodrigo Ribeiro Fidelis<sup>1</sup>, Luiz Antônio de Menezes Gonzaga<sup>2</sup>, Joedna Silva<sup>3</sup>, Raimundo Wagner de Souza Aguiar<sup>4</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se fazer um levantamento da macrofauna edáfica em culturas do sorgo e soja em sistema de consórcio com aplicação de doses crescentes de nitrogênio na gramínea. Foram utilizadas armadilhas do tipo *pitfalls* e os tratamentos ficaram assim dispostos: T<sub>1</sub>, vegetação natural; T<sub>2</sub>, sorgo solteiro + aplicação 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>3</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>4</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>5</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>6</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>7</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>8</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>9</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>10</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>11</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>12</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>13</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>14</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. Avaliou-se número total de indivíduos, indivíduos por m<sup>2</sup>, riqueza média, índice de diversidade de Shannon (*H*) e de equitabilidade de Pielou (*e*). O consórcio sorgo-soja com duas linhas de soja proporciona maior diversidade e uniformidade de grupos. Os himenóptera e coleóptera predominam em relação aos demais grupos.

**Palavras-chave:** fauna do solo, adubação mineral, equitabilidade e diversidade

**ABSTRACT** - This study aimed to survey the soil macrofauna on sorghum and soybean crops in intercropping with application of increasing doses of nitrogen in grass. Traps *pitfalls* type were used and treatments were well prepared: T<sub>1</sub>, natural vegetation; T<sub>2</sub>, single application sorghum + 100 kg N ha<sup>-1</sup>; T<sub>3</sub>, sorghum-soybean with a line of soy + 0 kg N ha<sup>-1</sup>; T<sub>4</sub>, sorghum-soybean with a line of soy + 20 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>5</sub>, sorghum-soybean with a line of soy + 40 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>6</sub>, sorghum-soybean with a line of soy + 60 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>7</sub>, sorghum-soybean with a line of soy + 80 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>8</sub>, sorghum-soybean with a line of soy + 100 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>9</sub>, sorghum-soybean with two soybean lines + 0 kg N ha<sup>-1</sup>; T<sub>10</sub>, sorghum-soybean with two soybean lines + 20 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>11</sub>, sorghum-soybean with two soybean lines + 40 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>12</sub>, sorghum-soybean with two soybean lines + 60 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>13</sub>, sorghum-soybean with two soybean lines + 80 kg ha<sup>-1</sup> N; T<sub>14</sub>, sorghum-soybean with two soybean lines + 100 kg ha<sup>-1</sup> of N. We evaluated the total number of individuals, individuals per m<sup>2</sup>, mean richness, Shannon diversity index (*H*) and evenness equitability (*e*). The consortium sorghum-soybean with two soybean lines provides greater diversity and evenness of groups. The himenoptera and coleoptera predominates over the other groups.

**Key words:** soil fauna, mineral fertilizers, evenness and diversity

<sup>1</sup> Doutor em Fitotecnia, Professor Adjunto - UFT, Gurupi, TO, Brasil, Rua Badejós, Chácara 69 e 72, lote 7, Zona Rural, CEP 77402-970, Caixa Postal 66. E-mail: fidelisrr@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, Rua Badejós, Chácara 69 e 72, lote 7, Zona Rural, CEP 77402-970, Caixa Postal 66, Gurupi, TO, Brasil. E-mail: luizantoniomenezes@hotmail.com.

<sup>3</sup> Doutora em Fitotecnia, Bolsista PNPd - CAPES, Gurupi, TO, Brasil, Rua Badejós, Chácara 69 e 72, lote 7, Zona Rural, CEP 77402-970, Caixa Postal 66. E-mail: joena@mail.uft.edu.br.

<sup>4</sup> Doutor em Biologia Molecular, Professor Adjunto - UFT, Gurupi, TO, Brasil, Rua Badejós, Chácara 69 e 72, lote 7, Zona Rural, CEP 77402-970, Caixa Postal 66. E-mail: rwsa@uft.edu.br

## INTRODUÇÃO

A importância da macrofauna na busca da sustentabilidade dos agroecossistemas é notável. Os organismos vivos presentes na superfície do solo possuem papel fundamental para o equilíbrio do ecossistema no qual estão inseridos. Estes organismos atuam principalmente como coletores, decompositores, recicladores de nutrientes, fonte de alimento para outros seres superiores. Esta macrofauna atua em processos simbióticos que favorecem o desenvolvimento dos seres envolvidos e do ambiente no qual está inserida. Entretanto, conhecer as características, hábitos e a diversidade de indivíduos presentes em sistemas produtivos é de extrema relevância, fornecendo informações para o manejo do solo de forma sustentável e produtiva. É crescente a preocupação, entre os consumidores, com o ambiente e a qualidade de vida, o que exige, cada vez mais, a adoção de métodos de produção agrícola menos agressivos e socialmente justos (ALMEIDA et al., 2009).

Os parâmetros relacionadas a propriedades físicas, químicas e biológicas do solo têm sido propostos para aferição da qualidade do mesmo em função de diferentes práticas de manejo agrícola e pecuário (SILVA et al., 2007). Os invertebrados com diâmetro corporal acima de 2 mm constituem a macrofauna, à qual pertencem os grupos de minhocas, coleópteros, centopeias, cupins, formigas, diplópodes, isópodes e aracnídeos, são aferidos como bioindicadores ecológicos (LAVELLE & SPAIN, 2001). Segundo Portilho et al. (2008) a macrofauna epigéica do solo responde às alterações causadas pelo manejo de solo em cultivo de café orgânico, sendo assim, considerada um bom bioindicador para avaliação da qualidade de solo em sistemas com cultivos orgânicos.

Os sistemas produtivos consorciados vêm sendo estudados e tem apresentado resultados cientificamente satisfatórios (SILVA et al., 2000, REZENDE et al., 2001, REZENDE et al., 2010, ALCÂNTARA et al., 2011). Porém, o aperfeiçoamento e a adaptação para sistemas de produção cada vez mais sustentáveis é de suma importância. O estudo da macrofauna é mais uma ferramenta a ser utilizada para alcançar sustentabilidade e produtividade.

Há estudos demonstrando que as populações de insetos e outros invertebrados podem ser influenciadas pelo tipo de adubação a que as culturas são submetidas, sendo o nitrogênio um dos principais elementos responsáveis pelas

respostas encontradas (RODRIGUES & CASSINO, 2003, AQUINO et al., 2006). Este fato ocorre devido a adubação nitrogenada aumentar a atividade fotossintética e estimular a divisão celular, proporcionando acréscimo no teor de proteínas e na biomassa total (MARSHNER, 1995).

Em quantidades excessivas, a adubação nitrogenada aumenta os níveis de nitrogênio (N) solúvel, principalmente aminoácidos e açúcares solúveis na seiva da planta. Chaboussou (1987) cita em vários trabalhos a relação do efeito dos fertilizantes nitrogenados e a incidência de pragas e doenças em plantas, mostrando que estes fertilizantes podem tornar o vegetal mais susceptível ao ataque de pragas e doenças. Esses organismos patogênicos dependem dos constituintes solúveis das células e esses compostos encontram-se em concentrações mais elevadas nas plantas bem nutridas com N (BORTOLI & MAIA, 1994).

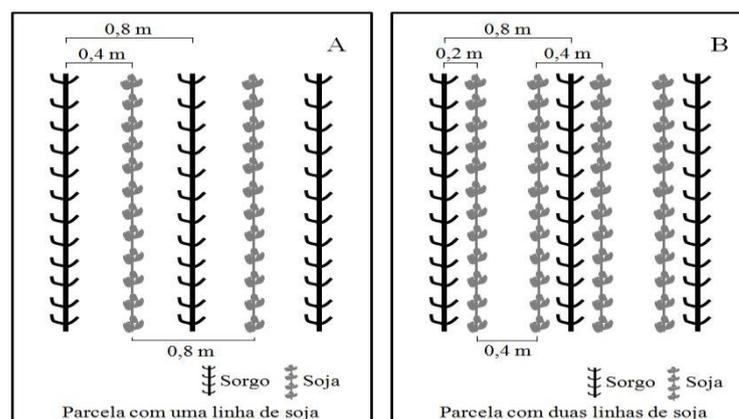
Objetivou-se realizar um levantamento da macrofauna edáfica em culturas do sorgo e soja em sistema de consórcio com aplicação de doses crescentes de nitrogênio na cultura do sorgo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, na região sul do estado, Campus de Gurupi –TO, a uma altitude de 277 m, com localização a 11°44'51,06" e 49°03'13,62". O clima da região é o Aw (clima tropical com estação seca de inverno), conforme classificação de Köppen (1948).

A instalação do experimento ocorreu em fevereiro de 2012, em um LATOSSOLO AMARELO-Distrófico (Embrapa, 2013), utilizando o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 6 x 2 + 2, sendo 6 doses de nitrogênio (0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N), duas formas de consórcio entre sorgo e soja (uma linha e duas linhas de soja), mais um tratamento constituído de amostras coletadas em vegetação natural (VN) e outro coletado em sorgo solteiro com aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. Tanto a cultura da soja quanto a cultura do sorgo foram implantadas com densidade média de 12 plantas/m. Nas parcelas em que a soja foi alocada nas entrelinhas do sorgo, o espaçamento utilizado foi de 0,8 m e as parcelas apresentavam 5 m de comprimento com três linhas de sorgo (Figura 1).

**Figura 1** - Parcelas experimentais de sorgo em consórcio com uma linha de soja (A) e duas linhas de soja (B). Gurupi, TO, 2013



A cultivar de sorgo utilizada foi a BRS 655, já a cultivar de soja utilizada foi a P98C81 sendo submetida à inoculação com o produto comercial Nodusa Sólido Turfoso, com os microorganismos *Bradyrhizobium japonicum*, Semia 5079 e Semia 5080.

A adubação de base para o sorgo e a soja foi feita respeitando a exigência de cada cultura e de acordo com análise de solo, a qual apresentou os seguintes resultados: pH em água = 5,13; P = 4,42 mg dm<sup>-3</sup>; K = 16,6 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 1,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,80; Al = 0,08 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; t = 3,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T = 6,06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; m = 2,58 %; V = 49,83%; M.O. = 1,94 dag dm<sup>-3</sup>; Areia = 73,5%; Silte = 7,26% e Argila = 19,45%. As fontes minerais utilizadas foram supersimples 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, cloreto de potássio 58% de K<sub>2</sub>O e ureia 45% NH<sub>2</sub> e por fim seguiram-se as recomendações da CFSEMG (1999).

Os tratamentos foram constituídos de duas testemunhas sendo a primeira, sorgo solteiro com aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e a segunda, vegetação natural. Os outros tratamentos de sorgo em consórcio com a soja ficaram distribuídos de acordo com a dose de N na qual o sorgo foi submetido, 0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>. A aplicação do adubo nitrogenado para os tratamentos que envolveram o adubo mineral foi parcelada em duas vezes, sendo a primeira metade da dose após 15 dias do plantio (DAP) e a segunda, 25 DAP.

Os tratamentos ficaram assim dispostos: T<sub>1</sub>, vegetação natural; T<sub>2</sub>, sorgo solteiro + aplicação 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>3</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>4</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>5</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>6</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>7</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>8</sub>, sorgo-soja com uma linha de soja + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>9</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>10</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>11</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>12</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>13</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>14</sub>, sorgo-soja com duas linhas de soja + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para a coleta da macrofauna edáfica foram instaladas duas armadilhas do tipo *pitfall* (MOLDENKE, 1994) por parcela, que constituíram uma amostra. No total foram oito armadilhas por tratamento, inclusive na área de vegetação natural. As *pitfalls* utilizadas foram frascos plásticos de sete centímetros de diâmetro e 10 centímetros de altura. Adicionou-se até cerca de um terço de seu volume com uma solução de iodeto de sódio, água e detergente. As armadilhas permaneceram no campo por 72 horas, após esse período procedeu-se a triagem e identificação dos invertebrados presentes, que foi feita 74 dias após o plantio.

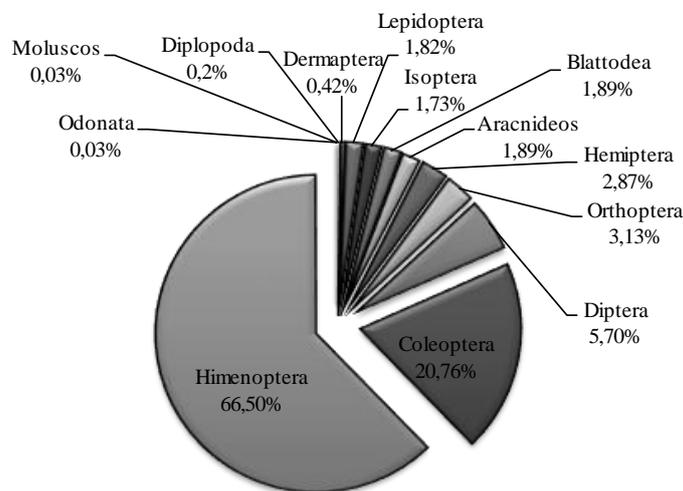
Na avaliação do comportamento ecológico da fauna, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância), o número de indivíduos por m<sup>2</sup> levando em consideração o número de indivíduos capturados por dia e área da armadilha, a riqueza média de organismos, índice de diversidade de Shannon (*H*) (MAGURRAN, 1988) e de equitabilidade de Pielou (*e*) (BEGON et al.,1996). Na discussão dos dados, utilizou-se o termo "grupo" para identificar os invertebrados.

Para verificar e garantir a qualidade dos dados realizou-se testes de normalidade de Lilliefors e homogeneidade de variâncias de Chocran & Bartlett. Os dados foram transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  e submetidos a análise de variância, seguida para os grupos pelo teste de médias de Tukey e para as variáveis de mensuração de comportamento ecológico da fauna por Scott-Knott a uma probabilidade de erro de 5%. Os softwares para o estudo estatístico foram: Sistema de Análise Estatística e Genética, "SAEG" UFV-1997.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diversidade faunística encontrada foi composta por artrópodes da classe Insecta, sendo distribuída pelas ordens odonata, blattodea, isoptera, dermaptera, ortóptera, hemíptera, coleóptera, díptera, lepidóptera e himenóptera; sendo observados também arachnida, diplopoda e ainda indivíduos do filo molusca. Os grupos que mais se destacaram em número de indivíduos foram as ordens himenóptera e coleóptera, que obtiveram maior representatividade (Figura 2).

**Figura 2** - Porcentagem dos grupos presentes nos tratamentos avaliados na área experimental da Universidade Federal do Tocantins



Giracca et al. (2003) e Correia et al. (2009) também observaram maior número de indivíduos capturados para as ordens himenóptera e coleóptera. De acordo com Giracca et al. (2003) o fato de terem encontrado aproximadamente 65% de himenópteros na avaliação de 14 áreas de cultivo confirma a pobreza de decompositores, possivelmente decorrente do manejo e das rotações de culturas adotadas. Júnior et al. (2010) observaram maior número de indivíduos capturados para as ordens himenóptera (57,13%), araneae (23,51%) e coleóptera (16,48%) estudando a influência do cultivo agrícola convencional nas características químicas e macrofauna edáfica.

O tratamento vegetação natural foi o que apresentou o maior número de indivíduos (715), sendo que 77,20% do total de indivíduos encontrados foram do grupo dos himenópteros (maioria de formigas e 9,6% isópteros. De acordo com Silva et al. (2006) a vegetação nativa apresenta maior densidade e diversidade de grupos por ser um ambiente mais favorável em termos de variedade de micro-habitat e oferta de recursos. Segundo Silva et al. (2011) a alta incidência dessas ordens é comum em fragmentos de mata. Os cupins (isoptera) e as formigas (himenóptera) possuem riqueza de espécies e são importantes componentes da macrofauna do solo exercendo papel essencial nos processos de decomposição e de ciclagem de nutrientes, interferindo na estrutura e na fertilidade do solo. A seguir o maior número de indivíduos foi observado no sorgo solteiro com aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com 424 artrópodes, sendo 85,37% himenópteros (a maioria formigas). Após, o sorgo em consórcio com uma linha de soja e sem aplicação de N apresentou 215 artrópodes, sendo também a maioria himenópteros com 79,07% do total de indivíduos.

O maior número de grupos (10 grupos) foi verificado no tratamento sorgo em consórcio com uma linha de soja e com aplicação de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N. Porém, o número de grupos não variou, sendo observado entre 8 a 10 entre os tratamentos. Silva et al. (2011) também encontraram 10 categorias taxonômicas em estudo da diversidade de artrópodes no

distrito de Rolim de Moura do Guaporé, RO, porém, em fragmentos de mata. Giracca et al. (2003) avaliando a macrofauna em diferentes propriedades em Agudo, RS, também encontraram o máximo de 10 grupos em uma das propriedades. O número médio de indivíduos diferiu entre tratamentos para os grupos aracnídea, odonata, blatodea, isoptera, ortóptera, hemíptera, coleóptera, díptera e himenóptera. Os diplópodes, molusca, dermaptera e lepidóptera apresentaram número médio de indivíduos similar entre tratamentos.

Dentre os grupos que o número de indivíduos diferiu entre os tratamentos é importante destacar a presença de dois deles, sendo esses, Aracnídea e Coleóptera. Os aracnídeos que em sua maioria foram araneae, mesmo apresentando média superior no tratamento vegetação natural (1,87), não diferiu da maioria dos tratamentos. Segundo Ekschmitt et al. (1997) os aracnídeos podem promover o controle de pragas agrícolas, reduzindo o uso de inseticidas em sistemas cultivados, tornando dessa forma, a presença desses indivíduos um fator desejado. Os coleópteros apresentaram menor número de indivíduos apenas que os himenópteros (Figura 2), estando presente em todos os tratamentos de forma expressiva. Este grupo influencia os processos do solo através da escavação e/ou ingestão e transporte de material mineral e orgânico do solo, propiciando dessa forma melhoria nas condições do mesmo.

Os diplópodes, molusca, odonata, blatodea e dermaptera tiveram pouca representatividade em números de indivíduos (Tabela 1). Dotto et al. (2007) relataram que as ordens blatodea, dermaptera, lepidóptera, thysanoptera e a classe diplópode estão entre os artrópodes classificados como acessórios, devido a baixa frequência de aparecimento. Convém ressaltar que mesmo com pouca representatividade em números de indivíduos todos os grupos apresentam sua importância no meio em que estão alocados, seja como predador, como decompositor, como condicionador de solo e até mesmo como praga.

**Tabela 1** - Média do número de indivíduos por grupo encontrados em ambientes de vegetação natural, sorgo solteiro, sorgo em consórcio com soja sob incremento de nitrogênio. Arachnida, Diplopoda, Mollusca, Odonata, Blattodea, Isoptera, Dermaptera, Orthoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Himenoptera, Gurupi, TO, 2013

Tratamentos <sup>1</sup>	ARAC	DIPL	MOLU	ODON	BLAT	ISOP	DERM	ORTH	HEMI	COLE	DIPT	LEPI	HIME
T <sub>1</sub>	1,87 a	0,71 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>	0,71 b	1,54 a	3,18 a	0,71 <sup>NS</sup>	2,41 a	0,71 c	2,46 ab	2,87 a	0,84 <sup>NS</sup>	11,19 a
T <sub>2</sub>	1,28 ab	0,71	0,71	0,71 b	0,93 a	0,71 b	0,84	1,77 ab	1,81 ab	2,13 ab	1,48 ab	1,22	8,47 ab
T <sub>3</sub>	1,18 ab	0,71	0,84	0,71 b	1,18 a	0,71 b	0,71	1,26 b	1,41 abc	1,99 ab	0,97 b	1,35	7,24 abc
T <sub>4</sub>	0,97 ab	1,00	0,71	0,71 b	0,84 a	0,71 b	1,06	1,18 b	1,13 bc	0,71 b	1,68 ab	1,26	5,14 bc
T <sub>5</sub>	1,06 ab	0,71	0,71	0,71 b	1,39 a	0,71 b	0,71	1,10 b	1,50 abc	3,00 ab	1,73 ab	0,93	3,84 bc
T <sub>6</sub>	0,97 ab	0,71	0,71	0,71 b	0,84 a	0,71 b	0,71	1,18 b	1,06 bc	1,82 ab	0,97 b	0,93	2,94 bc
T <sub>7</sub>	1,26 ab	0,84	0,71	1,26 a	0,71 b	0,71 b	1,06	1,76 ab	2,35 a	1,59 ab	0,71 b	0,93	4,62 bc
T <sub>8</sub>	1,49 ab	0,71	0,71	0,84 b	1,18 a	0,71 b	0,71	1,27 b	1,56 abc	2,52 ab	1,51 ab	0,93	3,15 bc
T <sub>9</sub>	1,06 ab	0,71	0,71	0,71 b	1,18 a	0,71 b	0,84	0,97 b	1,06 bc	3,29 ab	1,18 ab	1,13	2,62 c
T <sub>10</sub>	0,97 ab	0,71	0,71	0,71 b	1,41 a	0,71 b	0,71	1,13 b	1,48 abc	4,08 a	1,93 ab	1,27	3,19 bc
T <sub>11</sub>	0,71 b	0,97	0,71	0,71 b	1,18 a	0,71 b	0,93	1,18 b	1,10 bc	3,43 a	1,98 ab	0,93	4,14 bc
T <sub>12</sub>	1,13 ab	0,71	0,71	0,71 b	1,06 a	0,71 b	0,84	1,48 ab	1,14 bc	3,41 ab	1,95 ab	1,18	3,64 bc
T <sub>13</sub>	1,35 ab	0,71	0,71	0,71 b	0,97 a	0,71 b	0,93	1,27 b	1,48 abc	3,86 a	1,54 ab	1,14	3,40 bc
T <sub>14</sub>	1,27 ab	0,71	0,71	0,71 b	1,26 a	0,71 b	0,93	1,06 b	1,10 bc	3,17 ab	2,00 ab	1,43	4,13 bc
Média	1,18	0,76	0,72	0,76	1,12	0,88	0,83	1,36	1,35	2,68	1,61	1,10	4,84
CV (%)	36,82	24,86	9,66	19,21	34,03	66,42	35,58	33,12	31,58	40,33	41,94	43,51	47,74

Médias com mesma letra minúscula na coluna não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>T<sub>1</sub> - vegetação natural; T<sub>2</sub> - sorgo solteiro + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>3</sub> - sorgo-soja com 1 linha de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>4</sub> - sorgo-soja com 1 linha de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>5</sub> - sorgo-soja com 1 linha de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>6</sub> - sorgo-soja com 1 linha de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>7</sub> - sorgo-soja com 1 linha de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>8</sub> - sorgo-soja com 1 linha de soja + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>9</sub> - sorgo-soja com 2 linhas de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>10</sub> - sorgo-soja com 2 linhas de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>11</sub> - sorgo-soja com 2 linhas de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>12</sub> - sorgo-soja com 2 linhas de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>13</sub> - sorgo-soja com 2 linhas de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>14</sub> - sorgo-soja com 2 linhas de soja + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. NS, não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

O número de indivíduos por metro quadrado (Tabela 2) nos tratamentos vegetação natural (T<sub>1</sub>) seguido do sorgo solteiro com aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (T<sub>2</sub>) apresentaram-se como superiores aos demais. Isto pode ser explicada pela grande quantidade de himenópteros capturados na vegetação natural. Outro fator que pode ter contribuído para a maior densidade de indivíduos na vegetação natural, é a possibilidade de fornecer ambiente mais propício e maior diversidade de alimentos.

Para o T<sub>2</sub>, sorgo solteiro com aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup>, também pode ter ocorrido preferência dos himenópteros pelo, que também eram maioria neste tratamento. Pois, os outros tratamentos que foram submetidos à mesma dose de

nitrogênio (T<sub>8</sub> e T<sub>14</sub>) apresentavam-se consorciados com a soja. De acordo com Altieri et al. (2003) em monocultivo, artrópodes herbívoros exibem taxas de colonização mais altas, maior potencial reprodutivo, tempos de permanência mais longos, menos barreiras ao encontro de hospedeiro e taxas de mortalidade por inimigos naturais mais baixas, explicando-se dessa forma, a grande quantidade de indivíduos capturados no monocultivo do sorgo.

A riqueza média não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2). Silva et al. (2012) também não verificaram diferença na riqueza média de grupos em diferentes períodos (seco e chuvoso) e em sistemas de manejo de cafezais, utilizando a mesma metodologia.

**Tabela 2** - Resultados médios para indivíduos por metro quadrado, riqueza média, índice de diversidade de Shannon (*H*) e índice de equitabilidade de Pielou (*e*), Gurupi, TO, 2013

Tratamentos	Ind m <sup>2</sup>	Riqueza	<i>H</i>	<i>e</i>
T <sub>1</sub>	1937,67 a	2,74 <sup>NS</sup>	1,33 b	0,67 b
T <sub>2</sub>	1149,05 b	2,59	1,30 b	0,67 b
T <sub>3</sub>	582,66 c	2,55	1,23 b	0,63 b
T <sub>4</sub>	552,84 c	2,35	1,32 b	0,78 a
T <sub>5</sub>	474,50 c	2,64	1,50 a	0,81 a
T <sub>6</sub>	493,22 c	2,26	1,41 a	0,85 a
T <sub>7</sub>	506,78 c	2,64	1,53 a	0,83 a
T <sub>8</sub>	466,66 c	2,72	1,63 a	0,88 a
T <sub>9</sub>	447,15 c	2,49	1,49 a	0,83 a
T <sub>10</sub>	463,41 c	2,64	1,49 a	0,80 a
T <sub>11</sub>	487,80 c	2,58	1,45 a	0,79 a
T <sub>12</sub>	444,44 c	2,64	1,58 a	0,87 a
T <sub>13</sub>	455,28 c	2,68	1,50 a	0,79 a
T <sub>14</sub>	466,12 c	2,68	1,47 a	0,78 a
Média	8,62	2,59	1,44	0,78
CV (%)	32,43	12,74	11,10	7,88

Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. T<sub>1</sub> – vegetação natural; T<sub>2</sub> – sorgo solteiro + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>3</sub> – sorgo-soja com 1 linha de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>4</sub> – sorgo-soja com 1 linha de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>5</sub> – sorgo-soja com 1 linha de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>6</sub> – sorgo-soja com 1 linha de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>7</sub> – sorgo-soja com 1 linha de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>8</sub> – sorgo-soja com 1 linha de soja + 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>9</sub> – sorgo-soja com 2 linhas de soja + 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>10</sub> – sorgo-soja com 2 linhas de soja + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>11</sub> – sorgo-soja com 2 linhas de soja + 40 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>12</sub> – sorgo-soja com 2 linhas de soja + 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>13</sub> – sorgo-soja com 2 linhas de soja + 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; T<sub>14</sub> – sorgo-soja com 2 linhas de soja + 110 kg ha<sup>-1</sup> de N.

NS, não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

Os grupos que foram encontrados na vegetação natural são basicamente os mesmos encontrados nos demais tratamentos. Portanto, o consórcio sorgo-soja, o monocultivo de sorgo e as doses de nitrogênio aplicadas no sorgo não atraem indivíduos de grupos diferentes dos encontrados no ambiente natural.

A diversidade da macrofauna edáfica pelo índice de Shannon (ARAÚJO, 2009), apresenta os grupos dos tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> como sendo os grupos com a menor diversidade em relação aos demais (Tabela 2). Isto demonstrou que nesses tratamentos houve maior dominância de um dos grupos em detrimento dos demais grupos constatados (himenóptera), refletindo em maior heterogeneidade numérica entre os grupos avaliados. Os demais tratamentos foram superiores estatisticamente aos citados acima e iguais entre si, mostrando maior homogeneidade numérica entre os grupos. Júnior et al. (2010)

também verificaram heterogeneidade e homogeneidade entre os grupos avaliados em cinco áreas de cultivo convencional. A partir do T<sub>4</sub> os tratamentos apresentaram a maior diversidade de indivíduos. Todos os tratamentos em consórcio sorgo-soja com duas linhas de soja independente da dose de nitrogênio proporcionaram maior diversidade de indivíduos. No consórcio sorgo-soja com uma linha de soja todos os tratamentos apresentaram maior diversidade de indivíduos exceto para os que foram aplicadas as doses 0 e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O padrão de distribuição de indivíduos com a equitabilidade entre os grupos, pelo índice de Pielou (MOÇO et al., 2005), mostrou que os tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub>, apresentaram a menor uniformidade de indivíduos em relação aos demais (Tabela 2). Porém, todos os tratamentos apresentaram valores acima de 0,5 de equitabilidade. Segundo Júnior et al. (2010) valor abaixo de 0,5 de equitabilidade é

considerado parâmetro para uniformidade baixa. Os valores mais baixos para esses tratamentos podem ser justificados pela maior densidade de indivíduos encontrados nos mesmos. De acordo com Silva et al. (2012) a alta densidade de fauna pode reduzir a equitabilidade, uma vez que, quanto maior a densidade de fauna do solo em determinado componente, maior será a chance de algum grupo estar predominando, portanto, reduzindo a uniformidade. Todos os tratamentos em consórcio sorgo-soja com duas linhas de soja, independente da dose de nitrogênio, proporcionaram maior uniformidade de indivíduos. Os tratamentos em consórcio com uma linha de soja todos apresentaram maior diversidade de indivíduos, exceto o tratamento que não se aplicou nitrogênio.

## CONCLUSÕES

O consórcio sorgo-soja com duas linhas de soja proporciona maior diversidade e uniformidade de grupos em relação à vegetação natural e ao monocultivo de sorgo, independentemente da dose de nitrogênio aplicada no sorgo.

O consórcio sorgo-soja com uma linha de soja proporciona maior diversidade de grupos com aplicação de doses iguais ou superiores a 40 kg ha<sup>-1</sup> de N e maior uniformidade com doses iguais ou superiores a 20 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Os himenóptera e coleópteras são dominantes em todos os sistemas avaliados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, H. P.; REZENDE, P.M.de, CARVALHO, E.R.; PASSOS, A.M.A. dos; BOTREL, E.P. Consórcio sorgo-soja. XVI. Cortes, épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. Revista Ciência Agronômica, v.42, n.1, p.116-124, 2011.
- ALMEIDA, M.V.R.; OLIVEIRA, T.S.; BEZERRA, A.M.E. Biodiversidade em sistemas agroecológicos no município de Choró, CE, Brasil. Ciência Rural, v.39, n.4, p.1080-1087, 2009.
- ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I.O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto. Ed. Holos, 2003. 226p.
- AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P.R.G.; PEREIRA, F.H.F.; LADEIRA, I.R.; CASTRO, M.R.S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. Horticultura Brasileira, v.24, n.2, p.199-203, 2006.
- ARAÚJO, K.D. Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2009. 147p. Tese Doutorado.
- BEGON, M.; HAPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. Ecology: individuals, populations and communities. 3ed. Community ecology: pattern and process. Oxford: Blackwell, 1996. 432p.
- BORTOLI, S.A.; MAIA, I.G. Influência da aplicação de fertilizantes na ocorrência de pragas. In: Sá, M.E. de; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo. Editora Ícone. 1994. p.53-63.
- CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose. Porto Alegre: L & PM, 1987. 256 p.
- Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais – CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 360p.
- CORREIA, K.G.; ARAÚJO, K.D.; AZEVEDO, L.G. DE; BARBOSA, E.A.; SOUTO, J.S.; SANTOS, T.S. Macrofauna edáfica em três diferentes ambientes na região do agreste paraibano, Brasil. Engenharia Ambiental, v.6, n.1, p.206-213, 2009.
- DOTTO, A.C.; ROSA, A.S.; DALMOLIN, R.S.D.; PACHECO, C. Flutuação da Comunidade de Artrópodes do Solo em Lavoura Anual sob Manejo de Base Ecológica. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Gramado, 2007. Anais... Gramado, 2007.
- EKSCHMITT, K.; WEBER, M.; WOLTERS, V. Spiders, carabids, and staphylinids: the ecological potential of predatory macroarthropods. In: Benckiser, G. (Ed.). Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production. New York: Marcel Dekker. 1997. p.307-362.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos et al. – 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- GIRACCA, E.M.N.; ANTONIOLLI, Z.I.; ELTZ, F.L.F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E.F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. Revista Brasileira de Agrociência, v.9, n.3, p.257-261, 2 003.
- JÚNIOR, L.R.P.; FERRAZ, D. DE S., ALVES, G.S., SOUSA, J. da S., SOUTO, J.S. Influência do cultivo agrícola convencional nas características químicas e macrofauna edáfica. Engenharia Ambiental, v.7, n.3, p.166-177, 2010.
- KÖPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México, 1948. 479p.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. Soil ecology. Dordrecht: Kluwer Academic. 2001. 654 p.
- MAGURRAN, A.E. Ecological diversity and its measurement. London: Cronn Helm, 1988. 179p.

- MARSHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. New York, Academic Press, 1995, 889p.
- MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.4, p.555-564, 2005.
- MOLDENKE, A.R. ARTHROPODS. In: WEAVER, R.W.; Angle, S.; Bottomley, P.; Bezdicek, D.; Smith, S.; Tabatabai, A.; Wollum, A. (eds.). *Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties*. Madison: SSSA, v.2, p.517-542, 1994.
- PORTILHO, I.I.R.; SILVA, R.F.; MERCANTE, F.M. Macrofauna epigéica em diferentes sistemas de manejo de café orgânico em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.3, n.1, p.63-66, 2008.
- REZENDE, P.M. DE; SILVA, A.G.; CORRTE, E.; BOTREL, E.P. Consórcio sorgo-soja. V. comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. *Ciência Rural*, v.31, n.3, p.3695-374, 2001.
- REZENDE, P.M.; ALCANTARA, H.P. DE; CARVALHO, E.R.; PASSOS, A.M.A. dos; DOURADO, M.A.F.S. Consórcio sorgo-soja. XV. Épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de corte na composição da forragem. *Bioscience Journal*, v.26, n.5, p.779-788, 2010.
- RODRIGUES, W.C.; CASSINO, P.C.R. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre a população de *Aleurothrixus floccosus* (Homoptera, Aleyrodidae), em laranja doce (*Citrus sinensis*) cv. Folha murcha. *Revista Universidade Rural*, v.22, n.2, p.55-59, 2003.
- SILVA, A.G.; REZENDE, P.M. de.; CORTE, E.; MANN, E.N. Consórcio sorgo-soja. III. Seleção de cultivares de sorgo e soja, consorciadas na linha, visando à produção de forragem. *Ciência e Agrotecnologia*, v.24, n.4, p.861-868, 2000.
- SILVA, A.P.; ROMIO, E.E.M.; VIEIRA, M.A.; CORDEIRO, W.M. Estudo da diversidade de arthropoda em fragmentos de mata no distrito de Rolim de Moura do Guaporé – RO. *Revista Eletrônica da Facimed*, v.3, n.3, p.315-321, 2011.
- SILVA, J.; JUCKSCH, I.; FERES, C.I.M.A.; TAVARES, R. DE C. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.3, n.2, p.59-71, 2012.
- SILVA, R. F.; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M.; Guimarães, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da região do cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.4 p.697-704, 2006.
- SILVA, R. F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C.R.; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.6, p.865-871, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997.