

Associação da diversidade de artrópodes com características do solo em diferentes plantios de melancia

Association between arthropod diversity and soil characteristics in different watermelon planting

José Alex da Silva Cunha^{1,4}; Etielle Barroso de Andrade^{2,3}; Roseli Farias Melo de Barros¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.

² Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Piauí, Paulistana-PI, Brasil.

³ Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA, Brasil.

⁴ Autor para correspondência (*Author for correspondence*): j.alexbio@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do cultivo da melancia em diferentes sistemas de manejo do solo na densidade e diversidade da macrofauna invertebrada do solo. Foram estudadas três áreas: melancia orgânica, convencional e vegetação natural. Em cada sistema foram coletadas 10 amostras simples de solo na profundidade de 0-20 cm para posterior avaliação das características químicas, e coleta da macrofauna por meio de armadilhas de interceptação e queda para invertebrados, sendo duas amostras por área de estudo. Os dados da macrofauna (x) foram transformados em logaritmo natural (ln) de x+1, e submetidos às análises ecológicas entre os sistemas avaliados. Os grupos taxonômicos, identificados em ordem decrescente de densidade relativa, são: *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Araneae*, *Diptera*, *Orthoptera*, *Chilopoda*, *Diplopoda*, *Hemiptera*, *Isoptera*, *Blattodae* e *Dermaptera*. O resultado da análise de correspondência canônica revelou que os atributos químicos considerados não foram suficientes para explicar a variação de composição da macrofauna por sistema estudado, contudo, o sistema orgânico aumentou os teores dos nutrientes do solo em relação aos demais sistemas, bem como a maior abundância de invertebrados amostrados.

Palavras-chave: agroecossistema, manejo orgânico, adubação verde, invertebrados do solo.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of cultivation of watermelon in different soil management systems on density and diversity of soil invertebrate macrofauna. In each system, 10 soil samples were collected at a depth of 0-20 cm for further evaluation of the chemical characteristics. The macrofauna was collected by pitfall traps for invertebrates, two samples per study area. Macrofauna data (x) were transformed into natural logarithm (ln) x + 1, and subjected to ecological analysis between the systems evaluated. Taxonomic groups identified in descending order of density are: *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Araneae*, *Diptera*, *Orthoptera*, *Chilopoda*, *Diplopoda*, *Hemiptera*, *Isoptera*, *Dermaptera* and *Blattodae*. The results of canonical correspondence analysis revealed that the chemical attributes were not considered sufficient to explain the variation in macrofauna composition, however, the organic system increased the content of soil nutrients in relation to other systems, as well as most abundance of invertebrates sampled.

Keywords: agroecosystem, organic management, green manure, soil invertebrates.

INTRODUÇÃO

A cultura da melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) vem se destacando nos últimos anos em virtude do seu aroma, doçura, suculência com isso tem-se observado também, a geração de emprego e renda. A cultura ocupou na safra brasileira de 2011 cerca de 98.501 ha⁻¹, com uma produção de 2.198.624 t, o que resultou em um rendimento médio de 22,32 t/ha (IBGE, 2013), posicionando o Brasil em quarto lugar na produção mundial. No estado do Piauí, houve um aumento da área plantada de 2.003 ha em 2006, para 2.990 ha em 2011 (IBGE, 2013). Esse crescimento se deve aos projetos de irrigação, como os desenvolvidos nos tabuleiros litorâneos do Piauí.

Nesse perímetro irrigado, o cultivo da melancia se faz de forma convencional, devido principalmente a problemas fitossanitários que influenciam negativamente a produção. De acordo com Pimentel et al. (2011), na agricultura, determinadas técnicas podem conduzir à degradação biológica dos solos e, sob tais condições, é importante adotar práticas de manejo que melhorem a qualidade do solo, dentre estas a adubação verde. A biomassa das culturas utilizadas como adubo verde é um aspecto relevante para os aspectos químicos, assim como para a biologia do solo.

Tecnologias consideradas simples, porém eficazes, podem contribuir para o aprimoramento de sistemas de produção

conservacionistas, onde devem ser consideradas as peculiaridades ecossistêmicas locais. A utilização de técnicas, dentre estas a adubação verde, favorece a produção sustentável, pois gera autossuficiência em termos de nutrientes do solo e confere ao agricultor autonomia em relação à disponibilidade de matéria orgânica e amplia o uso da biodiversidade dentro da propriedade agrícola (Espindola et al., 1997).

As culturas de cobertura têm sido muito utilizadas para gerir as pragas (Bone et al., 2009), oferecer abrigo ou um nicho agradável para os inimigos naturais (Lamondia et al., 2002), atuar como uma barreira para a circulação de insetos, favorecer a presença de presas alternativas e diminuir a predação intraguilddia (Finke & Denno, 2003). Nesse contexto, Dornelas et al. (2009) ressaltam que as práticas de manejo conservacionistas, como as culturas de cobertura, favorecem o aumento da biodiversidade.

A manutenção de cobertura vegetal na superfície do solo impede a perda da diversidade da macrofauna edáfica, e favorece ao mesmo tempo a atividade desses organismos (Santos et al., 2008). Para Macfadyen et al. (2009), os sistemas orgânicos apresentam biodiversidade significativamente maior do que sistemas convencionais.

Nesse contexto, os tipos de manejo refletem claramente o quanto uma determinada prática de gestão agrícola pode ser considerada ou não conservativa do ponto de vista da estrutura do solo. Correia (2002) aponta que tais características justificam a utilização da fauna invertebrada do solo como indicadora das alterações que o ambiente pode sofrer. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do cultivo da melancia em diferentes sistemas de manejo do solo na densidade e diversidade da macrofauna invertebrada do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Região de estudo

O estudo foi realizado entre os anos de 2011 e 2012 no município de Parnaíba, localizado na região norte do Piauí (Figura 1). A região encontra-se a 40 m acima do nível do mar, o clima é do tipo Tropical Chuvoso, caracterizado por temperatura média de 27°C, precipitação média anual de aproximadamente de 400 mm e umidade relativa girando em torno de 75% (Lima et al., 2008). A formação vegetacional é do tipo estacional de tabuleiros (Fernandes et al., 1996), que de acordo com Cunha et al. (2012), podem ser denominadas de cerrados litorâneos, estando alocado sobre um neossolo quartzarênico (Sampaio et al., 2008).

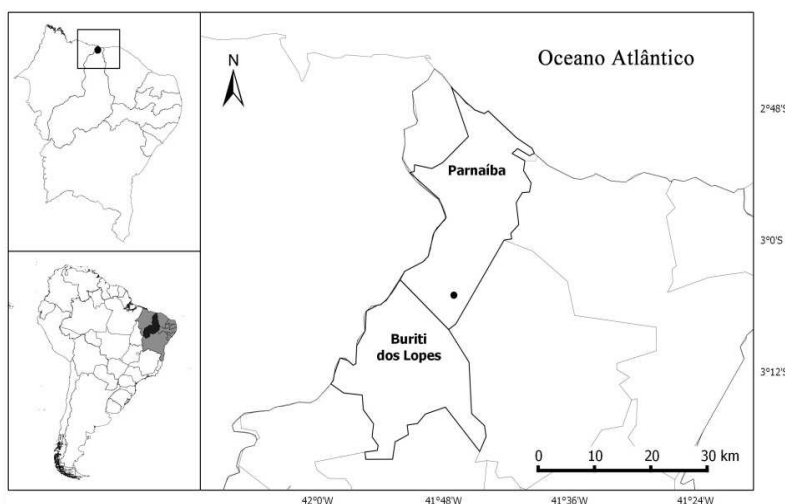


Figura 1. Localização geográfica da área de amostragem no distrito de irrigação dos tabuleiros litorâneos do Piauí, município de Parnaíba-PI.

Figure 1. Geographical location of the sampling area in the irrigation district of the Piauí coastal tablelands, municipality of Parnaíba-PI.

Para a realização do estudo foram selecionadas duas áreas de cultivos de melancia em diferentes sistemas de manejo, e uma área de vegetação natural. Foi selecionado um hectare em cada sistema: cultivo de melancia orgânica – manejada de forma ecológica, sem revolvimento do solo e adição de insumos químicos com três anos de adoção; cultivo de melancia convencional – com seis anos de adoção e manejada de forma convencional com revolvimento e adição de insumos químicos; e área de vegetação natural, selecionada como referência às condições naturais de solo e macrofauna.

Quanto aos plantios, para a melancia convencional, antes do plantio das mudas foi realizada a correção do solo, através da aplicação de calcário dolomítico. Em seguida, houve a gradagem e sulcamento em linhas com profundidade de 20 cm, espaçadas cerca de dois metros uma da outra. Posteriormente, realizada a adubação de fundação, com aplicação de 120 kg de N, 200 kg P₂O₅ e 120 kg de K₂O, sendo adicionados ainda N e K via fertirrigação e Ca e B via foliar no início da floração. A semeadura foi feita com espaçamento de 0,9 cm entre plantas, obedecendo ao espaçamento das linhas de dois metros. A cultura foi irrigada com o sistema de gotejamento, sendo os gotejadores espaçados a cada 0,5 m.

A preparação do solo para o plantio da melancia orgânica foi feita através do plantio a lanço de coquetel de adubos verdes: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper Tracy) Holland), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), milho (*Zea mays* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.), posteriormente roçados e acamados sobre o solo na época da floração. Em seguida foram abertas covas nos espaçamentos de 2 m entre linhas e 0,9 cm entre plantas para aplicação da compostagem (esterco de curral + leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) + palha de carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore) + farinha de osso). O plantio das mudas só foi realizado após a adubação das covas, sendo adotado também o sistema de

irrigação por gotejamento. A adubação de cobertura foi realizada quinzenalmente, através da biofertilização aeróbica (esterco + leucena + gramínea) e anaeróbica (esterco + cinza de madeira + material vegetativo de bananeira (*Musa* spp.).

A área de vegetação natural utilizada como referencial para as condições naturais de solo e macrofauna apresenta aspecto florestal fechado, com predominância do estrato arbóreo-arbustivo e grande concentração de serapilheira sobre o solo.

Planejamento da amostragem

Na amostragem do solo, em cada sistema, foram coletadas dez subamostras simples na profundidade de 0-20 cm, para formar amostras compostas por sistema, sendo estas coletadas nos cultivos de melancia aos 40 dias de cultivo e área de vegetação natural. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, identificados e encaminhados ao Laboratório de Solos da Embrapa Meio Norte/UEP-Parnaíba para posterior realização das análises. As amostras foram destorroadas, secas e pesadas para avaliação das características químicas do solo de acordo com Embrapa (1997).

A coleta da macrofauna invertebrada do solo se deu aos 50 dias de cultivo de melancia, nas duas áreas de cultivo bem como na área de vegetação natural, na época de baixa precipitação. A amostragem foi realizada utilizando-se armadilhas de interceptação e queda para invertebrados adaptados de Araújo et al. (2010). Foram cinco armadilhas compostas de copos de 500 mL enterradas contendo 200 mL de líquido conservante, composto de solução de cloreto de sódio a 10% e detergente. As armadilhas foram montadas em forma de cruz, com um copo no centro e um em cada extremidade, distante um metro do outro e ligadas por um dispositivo de plástico de 15 cm de altura, perfazendo uma área de coleta de 4 m². Estas armadilhas foram mantidas por cinco dias no campo e o conjunto de cada cinco armadilhas foi reunido em uma amostra. Foram duas amostras por área de estudo.

A triagem das amostras foi realizada manualmente, com a coleta de todos os indivíduos com mais de 10 mm de comprimento ou com diâmetro corporal superior a dois milímetros, que foram armazenados em solução de álcool a 70%. A identificação e a contagem foram efetuadas com auxílio de microscópio estereoscópicas. Todos os indivíduos coletados foram identificados e classificados de acordo com a classe e a ordem.

Quanto a análise de dados, os dados da macrofauna (x) foram transformados em logaritmo natural (\ln) de $x+1$, e submetidos à análise de variância (F) para verificar diferença dos grupos de organismos entre os sistemas. A densidade de macrofauna, assim entendida como o número de indivíduos por metro quadrado, foi determinada a partir da relação entre o número de indivíduos registrados em cada amostra e a área de cobertura das armadilhas em cada área. Para cada área foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), que considera a probabilidade de uma determinada espécie ser retirada ao acaso a partir de um conjunto de dados, e o índice de equitabilidade de Pielou (J'), que se refere ao padrão de distribuição das abundâncias dos indivíduos em cada espécie.

Um teste de correlação de Spearman foi utilizado para comparar a densidade total e os valores de matéria orgânica (MO) dos diferentes sistemas de cultivo. O padrão de correlação entre a matéria orgânica do solo (MOS) e o alumínio (Al) foi realizado através da análise de regressão linear.

Para verificar a relação existente os grupos de organismos e as variáveis químicas do solo em cada sistema, foi realizada uma Análise de Correlação Canônica (ACC), utilizando o programa PAST versão 2.17 (Hammer et al., 2001). O teste de Monte Carlos com (1.000 permutações) foi utilizado para verificar a significância estatística das correlações entre a macrofauna e os atributos do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores níveis taxonômicos observados foram: *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Araneae*, *Diptera*, *Orthoptera*, *Chilopoda*, *Diplopoda*, *Hemiptera*, *Isoptera*, *Blattodea* e *Dermaptera*. Apesar de não haver diferença estatística ($F = 0,0773$; $p = 0,9257$) entre a composição da macrofauna dos diferentes sistemas de manejo, observa-se maior densidade total de indivíduos por m^2 nos sistemas sob os manejos orgânico (119,2) e convencional (108,4) em relação à área natural (78,9).

Os diferentes tipos de manejo influenciaram as comunidades de invertebrados e os atributos químicos do solo (Tabela 1 e 2). A área natural e o sistema convencional apresentaram os maiores valores dos índices de diversidade e uniformidade, contudo esses valores não foram acompanhados pelos valores de riqueza. O sistema convencional apresentou a menor riqueza e maior predominância de coleópteros (52,25%) em relação aos demais sistemas, corroborando como trabalho de Silva et al. (2008) ao investigar a macrofauna de solo associada em sistema integrado de produção.

Tabela 1. Grupos da macrofauna associados aos diferentes sistemas de manejo (convencional, orgânico e vegetação natural) no distrito de irrigação dos tabuleiros litorâneos do Piauí, município de Parnaíba-PI, e seus respectivos valores de densidade (Ind./m²), riqueza (S), diversidade (H') e equitabilidade (J').

Table 1. Macrofauna groups associated with different management systems (conventional, organic and natural vegetation) in the irrigation district of the Piauí coastal tablelands, municipality of Parnaíba-PI, and their respective values of density (Ind./M²), richness (S), diversity (H') and evenness (J').

Táxon	Convencional	Orgânico	Natural	Total
Aracnida	51	155	67	273
Blattodea	0	2	2	4
Coleoptera	453	93	80	626
Chilopoda	2	2	8	12
Díptera	52	29	50	131
Diplopoda	0	6	6	12
Dermaptera	1	0	0	1
Hymenoptera	279	607	386	1272
Hemiptera	0	0	6	6
Isopoda	2	2	1	5
Orthoptera	27	58	25	110
Total	867	954	631	2452
Ind./m ²	108,4	119,2	78,9	
S	8	9	10	
H'	1,18	1,16	1,30	
J'	0,57	0,53	0,56	

Apesar da maior predominância em sistema convencional e diminuição em relação ao sistema natural (12,68%) e orgânico (9,75%), os coleópteros são abundantes nos solos do Brasil e, embora algumas famílias sejam consideradas pragas em sistemas agrícolas, Silva et al. (2012), apontam que alguns podem contribuir para a integridade física e química do solo. Estes organismos atuam na incorporação e decomposição da matéria orgânica (Thomanzini & Thomanzini, 2002), sendo inclusive considerados por Lavelle & Spain, (2001) como indicadores da qualidade do solo.

O grande número de Hymenoptera no sistema orgânico foi favorecido pela concentração de formigas (63,63%) contribuindo no menor valor dos índices de Shannon e Pielou em

relação aos outros sistemas, além disso, favoreceu ainda para a maior densidade total de indivíduos, que junto com Araneae (16,25%) totalizaram quase 80% do número indivíduos registrados para este sistema. Estes resultados corroboram os trabalhos de Silva et al. (2007) e Santos et al. (2008), no qual observaram maior predominância de Formicidae em sistemas de plantio direto, com os trabalhos de Marín et al. (2001) e Benito (2002), onde registraram grande quantidade de aranhas em sistemas orgânicos, e com os achados de Cunha et al. (2014) o qual ressaltam a importância do manejo orgânico para manutenção de assembleias de aranhas e seus possíveis papéis funcionais em agroecossistemas.

Tabela 2. Características químicas, na camada de 0–20 cm de solo, registrados nos sistemas de cultivo de melancia convencional (Conv), orgânico (Orga) e vegetação natural (Natu) no distrito de irrigação dos tabuleiros litorâneos do Piauí, município de Parnaíba-PI.

Table 2. Chemical characteristics, at 0-20 cm of soil, recorded in conventional watermelon systems (Conv), organic (Orga) and natural vegetation (Natu) in the irrigation district of the Piauí coastal tablelands, municipality of Parnaíba-PI.

Sistemas	Atributos químicos de solo											
	MO	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTC	V%	
	g/kg	H ₂ O	mg/dm ³cmol _c /dm ³								
Conv	5,15	6,61	42,00	0,06	1,61	0,39	0,07	0,02	1,83	3,96	53,77	
Orga	9,76	6,30	66,20	0,18	2,18	0,97	0,20	0,00	1,73	5,26	67,08	
Natu	2,25	5,53	1,80	0,07	0,61	0,38	0,01	0,08	2,28	3,35	31,97	

A maior densidade desses grupos no ambiente orgânico provavelmente está relacionada à heterogeneidade estrutural fornecida pela diversidade de resíduos vegetacionais dos adubos verdes (Lourente et al., 2007). De acordo Marchão et al. (2009), o tipo de manejo e as práticas culturais determinam a presença da macrofauna do solo, e segundo Baretta et al. (2006), a redução na quantidade de resíduos provoca um desequilíbrio entre os invertebrados do solo, comprometendo a abundância e diversidade de espécies.

O sistema orgânico apresentou ainda duas ordens a mais em relação ao sistema convencional: *Blattodea* e *Diplopoda*. Este fato pode estar ligado ao tipo de manejo adotado, uma vez que estes grupos são sensíveis às modificações estruturais do solo (Seffrin et al., 2006). Essa mudança na estrutura das comunidades em relação ao tipo de manejo pode ser evidenciada ainda pela semelhança dos táxons entre o sistema orgânico e natural e corroborado pelos estudos de Decaëns et al. (2003) e Silva et al. (2006).

O manejo ecológico exercido no sistema orgânico, mais precisamente o aporte de adubos verdes, contribuiu para aumentar a taxa de MO o que levou ao estabelecimento da fauna edáfica e diminuição dos teores de Al ($F = 6,968$; $R^2 = 0,75$). Os resultados apresentados aqui corroboram Calegari (2006), ao afirmar que entre os principais efeitos das culturas de cobertura sobre a fertilidade do solo, estão o aumento do teor de matéria orgânica e a diminuição dos teores do

alumínio. Além disso, os valores de densidade total apresentaram correlação positiva e significativa com MO ($r = 0,9240$; $p < 0,05$), evidenciando o papel da matéria orgânica como fonte de energia para os organismos da macrofauna (Silva et al., 2008).

Vários autores citam a ocorrência de isópteros como os principais representantes da macrofauna edáfica em sistema de manejo orgânico e vegetação natural (Silva et al., 2006, 2007; Lima et al., 2010). Segundo Lima et al. (2010), a presença desses organismos é influenciada pela cobertura do solo decorrente do manejo com poda e roça que promovem melhorias nas condições microclimáticas e disponibilidade de alimentos. Contudo, a ausência desses organismos no presente estudo diverge da maioria dos trabalhos sobre macrofauna do solo. Essa diferença pode estar relacionada à metodologia aqui adotada, que se mostrou mais eficaz com organismos que ocupam a superfície do solo, uma vez que a ordem Isoptera habita ninhos e câmaras construídas sob o solo (Anderson, 2009).

A Análise de Componentes Principais (ACC) realizada entre as abundâncias de cada grupo e as variáveis químicas do solo nos diferentes sistemas neste estudo evidenciou apenas dois eixos de significância, representando 100% da variação total (Figura 2). O eixo 1 apresentou autovalor igual a 0,2181 (99,99% de explicação) e eixo 2 apresentou autovalor de 0,0215 (9,01 % de explicação). Apesar dos eixos manterem a totalidade das combinações lineares entre a macrofauna e as variáveis químicas dos sistemas estudados, o teste de

permutação não revelou importância significativa nas correlações, indicando que as composições entre os grupos da macrofauna

não se correlacionaram com as variáveis químicas dos sistemas estudados.

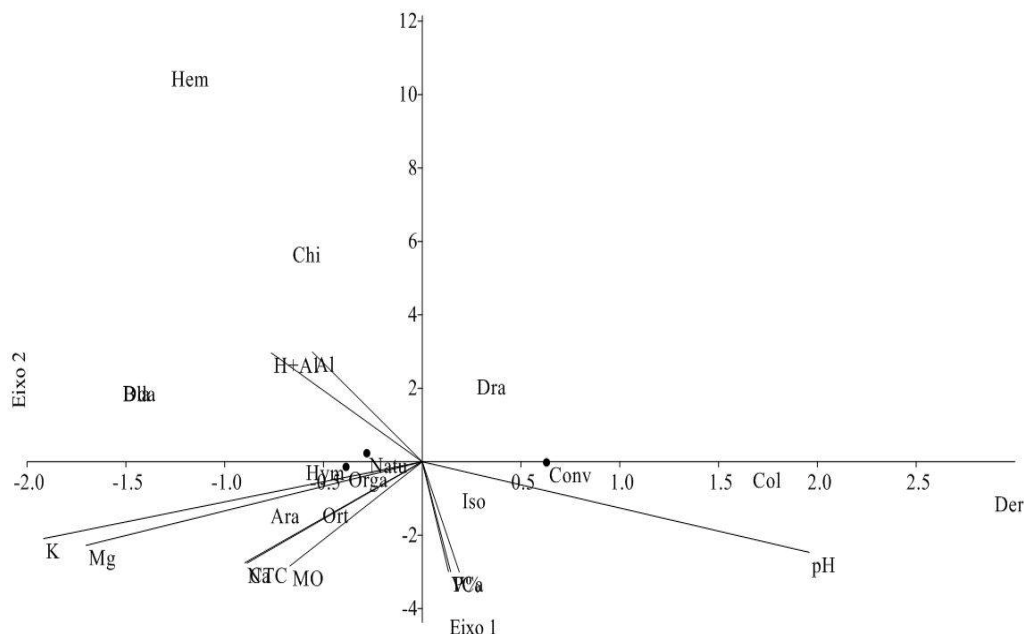


Figura 2. Análise de Correspondência entre os grupos da macrofauna e os atributos químicos nos sistemas de manejo convencional (Conv), orgânico (Orga) e vegetação natural (Natu) no distrito de irrigação dos tabuleiros litorâneos do Piauí, município de Parnaíba-PI. Ara = Aracnida; Bla = Blattodea; Col = Coleoptera; Chi = Chilopoda; Dra = Díptera; Dda = Diplopoda; Der = Dermaptera; Hym = Hymenoptera; Hem = Hemiptera; Iso = Isopoda; Ort = Orthoptera.

Figure 2. Correspondence analysis between macrofauna groups and chemical attributes in the conventional management systems (Conv), organic (Orga) and natural vegetation (Natu) in the irrigation district of the Piauí coastal tablelands, municipality of Parnaíba-PI.

O triplot revelou uma distribuição intermediária dos dados entre os dois eixos, contudo é possível observar uma associação entre as concentrações de bases e a matéria orgânica resultante do sistema sob manejo orgânico, isso indica a importância desse tipo de manejo para melhoria da qualidade do solo. O maior teor de K no sistema orgânico pode estar relacionado à aplicação de biofertilizantes devido à presença de gramíneas e material vegetativo de bananeira. Pacheco et al. (2011) ressaltam a eficácia de ciclagem de K pelas gramíneas. Cavalcante et al. (2007) observaram que o acúmulo de K é atribuída ao não revolvimento do solo, prática exercida neste estudo no sistema orgânico de produção.

A manutenção dos valores de P elevados é indispensável em solos arenosos como os encontrados nos tabuleiros litorâneos, uma vez que o neossolo quartzarênico é naturalmente pobre nesse nutriente (Frazão et

al., 2008). Os organismos que mais se associaram ao sistema orgânico foram às aranhas, formigas e gafanhotos, que de acordo com Pimentel et al. (2011), a abundância desses grupos está relacionada à presença da cobertura de solo, ao oferecer recursos e habitats mais diversificados, essenciais a esses organismos.

O solo da região dos tabuleiros litorâneos do Piauí é potencialmente ácido. Isto pode ser evidenciado pelos maiores teores de H e de Al associados ao ambiente natural (Figura 2). O que justifica a necessidade de calagem feita no sistema convencional de produção. Essa aplicação é necessária devido à presença de altas concentrações de alumínio para estes tipos de solo (Streck et al., 2002). Os grupos mais relacionados a este sistema foram: Chilopoda, Hemiptera, Blattodea e Diplopoda. De acordo com Frazão et al. (2008), uso do calcário, além de corrigir a

acidez, contribui para a diminuição dos teores de Al.

O pH do solo apesar de semelhante em todos os sistemas, foi ligeiramente mais elevado e associado ao sistema de cultivo convencional. De acordo com Zalameña (2008), sistemas convencionais e orgânicos apresentam maiores teores de pH quando comparados com ambientes naturais. Em sistemas convencionais, esse aumento se deve principalmente à calagem aplicada para correção do solo (Prado & Natale, 2003), enquanto em sistema orgânico, segundo Falleiro et al. (2003), deve-se ao fato do não revolvimento do solo e à ciclagem dos nutrientes pelas culturas de cobertura, as quais contribuem ainda no aumento dos valores de Ca e Mg, conferindo com os resultados obtidos pelo presente trabalho no sistema orgânico.

CONCLUSÃO

De modo geral, o sistema sob manejo orgânico promoveu a melhoria dos indicadores químicos do solo e aumento dos teores de nutrientes em relação aos demais sistemas, o que refletiu diretamente na estrutura da macrofauna, apresentando maior densidade de indivíduos. Além de melhorar os atributos químicos, a manutenção da cobertura vegetal no sistema orgânico proporcionou maior diversidade de microhabitats, o que gerou o aumento de grupos de interesse como o das aranhas, que são consideradas como bioindicadoras e predadores naturais. O sistema convencional apresentou a menor taxa de riqueza, implicando numa pobreza de indivíduos nesse sistema. O resultado da análise de correspondência canônica revelou que os atributos químicos considerados não foram suficientes para explicar as variações da macrofauna, mas que existe uma tendência à neutralização do sistema convencional.

AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela

bolsa concedida junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente ao primeiro autor deste trabalho, e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio-Norte/UEP Parnaíba), pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.M. 2009. Why should we care about soil fauna? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44: 835-842.
- ARAÚJO, C.S.; CANDIDO, D.M.; ARAÚJO, H.F.P.; DIAS, S.C. VASCONCELLOS, A. 2010. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. **Zoologia**, 27(3): 372-376.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; BERTOL, I.; ALVES, M.V.; MANFOI, A.F.; BARETTA, C.R.D.M. 2006. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 5: 108-117.
- BENITO, N.P. 2002. **Interferência de sistemas de cultivos sobre a macrofauna invertebrada do solo**. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- BONE, N.J.; THOMSON, L.J.; RIDLAND, P.M.; COLE, P.; HOFFMANN, A.A. 2009. Cover crops in victorian apple orchards: effects on production, natural enemies and pests across a season. **Crop Protection**, 28: 675-683.
- CALEGARI, A. 2006. **Sequestro de carbono, atributos físicos e químicos em diferentes sistemas de manejo em um Latossolo argiloso do Sul do Brasil**. 191 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- CAVALCANTE, E.G.S.; ALVES, C.A.; PEREIRA, G.T.; SOUZA, Z.M. 2007. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. **Ciência Rural**, 37: 394-400.
- CORREIA, M.E.F. 2002. **Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de composição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas**. Seropéica: Embrapa Agrobiologia. (Embrapa Agrobiologia, Documentos 156)
- CUNHA, J.A.S.; BARROS, R.F.M.; MHEL, H.U.; SILVA, P.R.R. 2014. Atributos agroecológicos de solo e caracterização de predadores generalistas no cultivo de melancia nos tabuleiros litorâneos do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 9(1): 269-281.
- CUNHA, J.A.S.; ARZABE, C.; BRESCOVIT, A D. 2012. Diversidade preliminar de aranhas de solo em áreas de Cerrado Litorâneo com diferentes níveis de conservação, Maranhão, Brasil. **Revista Biociências, Taubaté**, 18:(1) 5-13.

- DECÄENS, T.; JIMÉNEZ, J.J.; RANGEL, A.F.; CEPEDA, A.; MORENO, A.G.; LAVELLE, P. 2003. Impacto del uso de latierra em la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. In: JIMÉNEZ, J.J.; THOMAS, R.J. (Ed.). **El arado natural: las comunidades de macroinvertebrados Del suelo em las savanas neotropicales de Colombia**. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p.21- 45. (Publicación CIAT, 336).
- DORNELAS, M.; MOONEN, A.C.; MAGURRAN, A.E.; BARBERI, P. 2009. Species abundance distributions reveal environmental heterogeneity in modified landscapes. **Journal of Applied Ecology**, 46: 666–672.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. **Manual de métodos e análise de solo**. 2.ed., Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPQ. Documento 1).
- ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. 1997. **Adubação Verde: Estratégia para uma agricultura Sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997.
- FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. 2003. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 27: 1097-1104.
- FERNANDES, A.G.; LOPES, A.S.; SILVA, E.V.; CONCEIÇÃO, G.M.; ARAÚJO, M. F. V.1996. VI - Componentes biológicos: Vegetação. In: CEPRO. **Macrozoneamento costeiro do estado do Piauí: relatório geoambiental e socioeconômico**. Teresina. p. 43- 72.
- FINKE, D.L.; DENNO, R.F. 2003. Intra-guild predation relaxes natural enemy impacts on herbivore populations. **Ecological Entomology**, 28: 67–73.
- FRAZÃO, L.A.; PÍCCOLO, M.C.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. 2008. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43: 641-648.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaentologia Electronica**, 4(1): 1-9.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA: banco de dados agregados. **Produção agrícola nacional: lavouras temporárias**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=18&u2=3&u3=1&u4=6&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 16 abr.2013.
- LAMONDIA, J.A.; ELMER, W.H.; MERVOSH, T.L.; COWLES, R.S. 2002. Integrated management of strawberry pests by rotation and intercropping. **Crop Protection**, 21: 837-846.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. 2001. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic,
- LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.G.; ARAÚJO FILHO, J.M.; SANTOS, F.J.S.; PEREIRA, W.E. 2008. Qualidade da água em canais de irrigação com cultivo intensivo de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Revista de Ciências Agrônômicas**, 39: 531-539.
- LIMA, S.S.; AQUINO, A.M.; LEITE, L.F.C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P.2010. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45(3): 322-331.
- LOURENTE, E.R.P.; SILVA, R.F.; SILVA, D.A.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTES, F. M.2007. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**, 29(1): 17-22.
- MACFADYEN, S.; GIBSON, R.; POLASZEK, A.; MORRIS, R.J.; CRAZE, P.G.; PLANQUE, R. 2009. Differences in food web structure between organic and conventional farms affect the ecosystem service of pest control? **Ecology Letters**, 12: 229-238.
- MARCHÃO, R.L.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. 2009. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferral sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44: 1011-1020.
- MARÍN, E.P.; FEIJOO, A.; PEÑA, J.J. 2001. Cuantificación de la macrofauna en un vertisol bajo diferentes sistemas de manejo en el Valle del Cauca, Colombia. **Revista Suelos Ecuatoriales**, 31: 233-238,
- PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. 2011. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46: 17-25.
- PIMENTEL, M.S.; CARVALHO, R.S.; MARTINS, L.M.V.; SILVA, A.V.L. 2011. Seasonal response of edaphic bioindicators using green manure in Brazilian semi-arid conditions, **Revista Ciência Agrônômica**, 42(4): 829-836.
- PRADO, R.M.; NATALE, W. 2003. Alterações na granulometria, grau de floculação e propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico, sob plantio direto e reflorestamento. **Acta Scientiarum: Agronomy**, 25(1): 45-52.
- SAMPAIO, D.B.; ARAUJO, A.S.F.; SANTOS, V.B. 2008. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência e Agrotecnologia**, 32(2): 353-359.

SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C. 2008. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(1): 115-122.

SEFFRIN, R.C.A.S.; COSTA, E.C.; DEQUECH, S.T.B. 2006. Artropodofauna do solo em sistemas direto e convencional de cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na região de Santa Maria, RS. **Ciências Agrotécnica**, 30(4): 597-602.

SILVA, R.F.; SCHEID, D.L.; CORASSA, G.M.; BERTOLLO, G.M.; KUSS, C.C.; LAMEGO, F.P. 2012. Influência da aplicação de herbicidas pré-emergentes na fauna do solo em sistema convencional de plantio de cana-de-açúcar. **Biotemas**, 25(3): 227-238.

SILVA, R.F.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M.F. 2008. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, 30: 725-731.

SILVA, R.F.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M.F. 2006. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 697-704.

SILVA, R.F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C.R.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M. 2007. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42: 865-871.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P. 2002. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.

THOMANZINI, M.J.; THOMANZINI, A.P.B.W. 2002. **Levantamento de insetos e análise entomofauna em florestas, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano**. Rio Branco: Embrapa (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).

ZALAMENA, J. 2008. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto-RSN**. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

Recebido em 9 de abril de 2014. Aprovado em 9 de dezembro de 2014.