

Macrofauna do solo cultivado com palma forrageira sem e com cobertura edáfica

Macrofauna of the soil cultivated with forage spineless cacti without and with edaphic coverage

José Thyago Aires **SOUZA**¹⁻³; Mileny dos Santos de **SOUZA**¹; Guilherme Ferreira Costa **LIMA**²; Lourival Ferreira **CAVALCANTE**¹; Jacinto de Luna **BATISTA**¹ & Márcio Raimundo de **MEDEIROS**^{2 3}

RESUMO

A macrofauna do solo constitui um bioindicador edáfico em áreas cultivadas. A palma forrageira caracteriza-se como elemento biológico compatível a condições semiáridas. Objetivou-se analisar a macrofauna do solo em cultivo de palma forrageira sob dois tipos de manejo do solo, no semiárido do estado do Rio Grande do Norte, de dezembro/2016 a janeiro/2017. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Armadilhas do tipo Provid, por um período de quatro semanas, foram instaladas aleatoriamente, mantendo as aberturas ao nível da superfície do solo para a captura dos indivíduos entomológicos. Fizeram-se as coletas semanalmente em cinco pontos de cada área, com e sem cobertura do solo com resíduos vegetais, totalizando 10 armadilhas. Após a contagem dos indivíduos, calculou-se a riqueza pelo número de grupos identificados, além dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H) e a uniformidade de Pielou (e). Por meio do *software* ANAFAU, calcularam-se os índices de frequência, abundância, dominância e constância. Verificou-se que o uso de cobertura morta em solo cultivado com palma forrageira eleva a quantidade de indivíduos da macrofauna edáfica, especialmente decompositores e trituradores. Os dípteros foram os mais abundantes dentre os grupos taxonômicos, principalmente no solo sob cobertura morta.

Palavras-chave: macrofauna edáfica; manejo conservacionista; *Nopalea cocholenifera*; semiárido.

ABSTRACT

The soil macrofauna is an edaphic bioindicator in cultivated areas. The forage palm is characterized as a biological element compatible with semi-arid conditions. The objective of this study was to analyze the soil macrofauna in forage palm cultivation under two types of soil management, in the semi-arid state of Rio Grande do Norte, from December 2016 to January 2017. The experiment was carried out in a completely randomized design with five replicates. Traps of the Provid type, for a period of four weeks, were randomly installed, keeping openings at ground level to capture entomological individuals. The collections were done weekly in five points of each area, with and without soil cover with vegetal residues, totaling 10 traps. After counting individuals, the richness was calculated by the number of groups identified, as well as the diversity indexes of Shannon-Wiener (H) and the uniformity of Pielou (e). Through the ANAFAU software, the frequency, abundance, dominance and constancy indexes were calculated. It was verified that the use of mulching in soil cultivated with forage palm increases the amount of individuals of the edaphic macrofauna, especially decomposers and crushers. Diptera were the most abundant among the taxonomic groups, mainly in the soil under mulching.

Keywords: macrofauna edaphic; conservation management; *Nopalea cocholenifera*; semiarid.

Recebido em: 18 mar. 2018

Aceitou em: 13 nov. 2018

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias – Campus III, Cidade Universitária – CEP 58397000, Areia, PB, Brasil.

² Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

³ Autor para correspondência: thyago.agro@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Rio Grande do Norte, o cultivo de plantas regidas pelos metabolismos C_3 e C_4 nem sempre é possível, por causa do balanço hídrico negativo, expresso pela supremacia da evaporação sobre a precipitação, na maior parte do ano. Nesse ambiente, as plantas xerófilas, como a palma forrageira, de metabolismo ácido das crassuláceas (MAC) sobressaem por serem compatíveis com as condições climáticas de semiaridez (RAMOS *et al.*, 2017).

A palma forrageira (*Nopalea cocholenifera* Salm Dyck), cactácea originária do México, pelo advento da estiagem de 2012 a 2018 transformou-se numa das culturas mais rentáveis e produtivas na região semiárida brasileira, pelo fato de as suas características fisiológicas, anatômicas e estruturais auxiliarem na manutenção do seu potencial produtivo mesmo em áreas sob baixos índices pluviométricos (ROCHA *et al.*, 2017). Entretanto, em algumas propriedades rurais, tal cactácea é conduzida na quase total ausência de tratamentos culturais adequados, e isso contribui para o baixo rendimento da cultura, em virtude da alta extração de nutrientes do solo pela palma forrageira (SILVA *et al.*, 2016).

O uso edáfico de forma intensa do solo para o cultivo das culturas em geral, inclusive da palma forrageira, além de propiciar desgaste ao solo, pode causar erradicação de alguns indivíduos da fauna edáfica e, conseqüentemente, perdas para o ambiente (AMORIM *et al.*, 2017). No entanto a utilização de manejos conservacionistas, como o uso da cobertura do solo com restos vegetais, além de minimizar o efeito desgastante do impacto direto das gotas de chuva sobre o solo e reduzir a temperatura no ambiente radicular, pode estimular a atividade dos indivíduos da macrofauna. Além dessa vantagem, a proteção do solo auxilia a decomposição dos resíduos, elevando a capacidade de ciclagem de nutrientes e, por conseguinte, aumentando o teor de matéria orgânica do solo (SOUZA *et al.*, 2016).

As práticas de manejo em um sistema de produção agrícola interferem de forma direta e indireta na diversidade da fauna do solo (NUNES *et al.*, 2009). Os invertebrados edáficos são importantes para os processos que estruturam os ecossistemas terrestres, sobretudo nos trópicos, pois apresentam sensibilidade às práticas de manejo do solo em diferentes graus de intensidade, relacionadas às mudanças de hábitat, de fornecimento de alimentos, criação de microambientes, competição intraespecífica e interespecífica, assim como aos impactos de origem antrópica e às propriedades ligadas ao agroecossistema, como clima, solo e vegetação (TERRY *et al.*, 2015), o que os torna indicadores eficientes da qualidade do solo.

Em áreas cultivadas com palma forrageira, geralmente o solo fica exposto às intempéries ambientais, principalmente às chuvas torrenciais que são características da região. Essas precipitações podem causar o arrasto de solo e matéria orgânica. A adição de cobertura morta sobre o solo é capaz de elevar o teor de matéria orgânica e, sobretudo, da atividade biológica de indivíduos da macrofauna por meio da incorporação desses resíduos. Pelo exposto, objetivou-se caracterizar a macrofauna do solo, sem e com cobertura morta de restos vegetais, cultivado com palma forrageira, no Seridó Potiguar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), localizada em Cruzeta (RN), microrregião Seridó Oriental, nas coordenadas 6°24'42"S e 36°47'22"W, com altitude de 278 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Bsh (semiárido quente), com chuvas de janeiro a abril, apresentando dados médios anuais de temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade de 27°C, 50% e 580 mm, respectivamente. Os dados médios climatológicos quanto à precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, durante o período experimental, estão na figura 1.

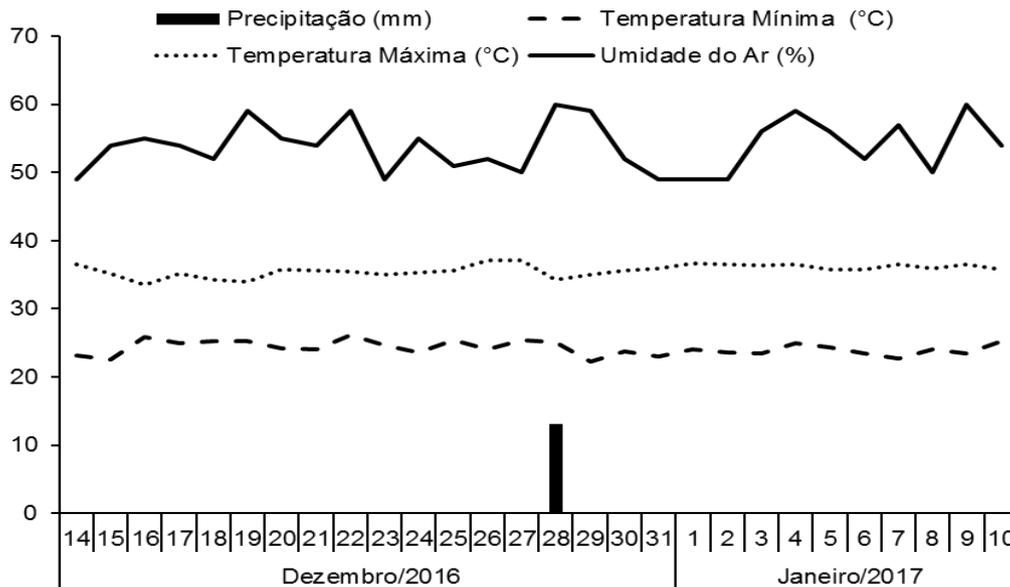


Figura 1 – Precipitação, temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar durante o período experimental em Cruzeta (RN).

A caracterização da macrofauna ocorreu em um palmar de *Nopalea cocholenifera* Salm Dyck, cv. miúda (figura 2), com 24 meses de idade, cultivada em espaçamento 1,0 x 0,25 m⁻¹ entre linhas e plantas, respectivamente, o que corresponde a uma densidade de 40.000 plantas ha⁻¹. O manejo da adubação foi executado de acordo com as recomendações de Santos *et al.* (2008). Quanto à irrigação, aplicou-se uma lâmina de 2 L por metro linear a cada 15 dias por gotejamento convencional, com eficiência de 95%, com uma pressão de serviço de 0,2 Mpa, usando fita gotejadora de 15 mm de diâmetro nominal com vazão de 5 L h⁻¹ m⁻¹, com espaçamento entre os gotejadores de 30 cm. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado; os tratamentos corresponderam ao solo sem e com cobertura vegetal em cinco repetições.



Figura 2 – Palmar de *Nopalea cocholenifera* Salm Dyck, cv. miúda cultivado em solo com (A) e sem cobertura morta (B).

Para a coleta dos indivíduos da macrofauna, adotou-se o método de captura do tipo Provid (ANTONIOLLI *et al.*, 2006), constituído por recipientes PET transparentes de capacidade de 2 L, com quatro aberturas de 2 cm² cada uma, a 20 cm da base e preenchidos com 200 ml de uma solução aquosa de detergente neutro a 10% e cinco gotas de formaldeído a 20%, ambos com os objetivos respectivos de capturar e conservar os espécimes.

As armadilhas foram instaladas aleatoriamente na área em dez pontos, cinco para o solo com e cinco para o solo sem cobertura morta com restos vegetais, totalizando dez armadilhas, de modo que as aberturas ficassem ao nível da superfície do solo, permanecendo no campo por um período de quatro semanas. As coletas foram realizadas semanalmente. Após cada coleta, os organismos eram armazenados em uma solução de álcool etílico a 70% e levados até o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, *Campus II* (Areia / PB), para contagem e identificação dos indivíduos.

Na avaliação do comportamento ecológico da macrofauna, classificaram-se os indivíduos com base na literatura especializada ao nível de ordem, sendo mensurados, além do número total de indivíduos, os índices de dominância, abundância, frequência e constância, obtidos com a ajuda do *software* ANAFU (SILVEIRA NETO *et al.*, 2005). A dominância (D), a ação exercida pelos organismos dominantes de uma comunidade, consiste na capacidade da espécie em modificar, em seu benefício, o impacto recebido do ambiente, podendo assim causar o aparecimento ou desaparecimento de outros organismos, e foi analisada pelo método de Laroca & Mielke (1975), em que ND = não dominante, D = dominante, SD = superdominante. A abundância (S) refere-se ao número de indivíduos por unidade de superfície ou volume e varia no espaço e no tempo, sendo estabelecidas as seguintes classes de abundância: rara (r), dispersa (d), comum (c), abundante (a) e muito abundante (ma). A frequência (F) corresponde à porcentagem de indivíduos de uma espécie em relação ao total de insetos coletados, classificando-se como: pouco frequente (PF), frequente (F), muito frequente (MF). A constância equivale à porcentagem de espécies presentes nos levantamentos efetuados, sendo separadas em categorias, segundo a classificação proposta por Bodenheimer (1955): a) espécies constantes (W) = presentes em mais de 50% das coletas, b) espécies acessórias (Y) = presentes em 25-50% das coletas, c) espécies acidentais (Z) = presentes em menos de 25% das coletas.

A partir do número total de indivíduos, calculou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H) ($H = - \sum p_i \cdot \log p_i$, em que $p_i = n_i/N$, n_i = densidade de cada grupo e $N = \sum$ da densidade de todos os grupos), com obtenção de resultados variando de 0 a 5, sendo os menores valores indicativos de menor diversidade e correspondentes a maior dominância de um ou mais grupos na comunidade (PASQUALIN *et al.*, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2015). O índice de uniformidade de Pielou (e) ($e = H/\log S$, com H = índice de Shannon-Wiener e S = número de grupos) varia de 0 a 1, com o valor mais elevado indicando maior homogeneidade e, portanto, máxima equabilidade, uma vez que todos os grupos são igualmente abundantes (RICKLEFS, 2003).

Os dados foram submetidos à análise de variância e os valores comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o *software* estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No somatório das quatro coletas, identificaram-se 5.354 indivíduos, distribuídos em 11 ordens: dez pertencentes ao filo Insecta e uma ao filo Aracnida. Comparando os diferentes tipos de manejo do solo, apenas as ordens Coleoptera, Hemiptera e Mallophaga apresentaram maior número de indivíduos no solo sem cobertura morta (SC) do que no solo com cobertura morta (CC) (figura 3). Entretanto a maioria das ordens apresentou incremento ($P > 0,05$) em função da cobertura do solo com resíduos vegetais. A ordem Hymenoptera, composta em sua totalidade por formigas (indivíduos trituradores), obteve acréscimo superior a 131% no solo com cobertura. Quanto à ordem Diptera, do total de 3.315 indivíduos, 538 foram identificados no solo sem cobertura morta, perfazendo incremento de 482% em função do uso da cobertura morta do solo.

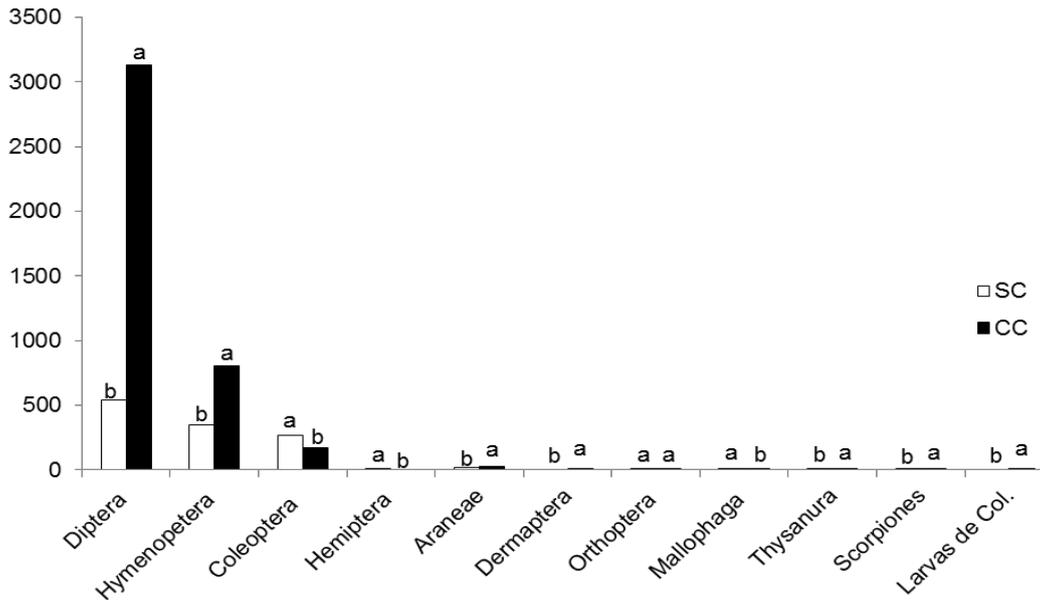


Figura 3 – Distribuição do número de indivíduos da macrofauna em cultivo de palma forrageira de acordo com o grupo taxonômico no solo sem cobertura morta (SC) e com cobertura morta (CC). Legenda: Larvas de Col. = larvas de coleópteros.

No solo sem cobertura morta foram identificadas nove ordens, havendo predominância populacional para: Diptera > Hymenoptera > Coleoptera > Araneae > Hemiptera = Mallophaga > Orthoptera = Thysanura > Scorpiones. Entretanto, no solo com cobertura, registraram-se dez ordens, prevalecendo a seguinte sequência: Diptera > Hymenoptera > Coleoptera > Araneae > Scorpiones > Thysanura > Mallophaga = Larvas de coleópteros > Orthoptera > Dermaptera.

A maior população de himenópteros e dípteros no solo coberto pode auxiliar o processo de trituração e decomposição dos resíduos vegetais, além de possibilitar ganhos consideráveis na manutenção da umidade e redução da temperatura edáfica. De acordo com Santos *et al.* (2017), o comportamento desses artrópodes torna-se imprescindível em cultivo de palma forrageira, pois a maior parte do seu sistema radicular se concentra nas camadas de solo de 0-10 e 0-20 cm. Os resultados obtidos no presente trabalho divergem dos encontrados por Souza *et al.* (2016), que constataram maior presença das ordens Hymenoptera, Coleoptera e Araneae em cultivo de palma forrageira (*Opuntia ficus indica*), no solo sem cobertura morta, na microrregião do Cariri Paraibano.

Embora a decomposição e a ciclagem sejam funções específicas dos microrganismos, a macrofauna facilita a execução desses processos, pelo fato de alguns componentes triturarem os detritos e dispersarem os propágulos microbianos (BENAZZI *et al.*, 2013). Na pirâmide de fluxo de energia, os himenópteros (formigas) possuem uma importante atuação, tendo em vista que agem na ciclagem de nutrientes e no controle da população de outros invertebrados, por meio do predatismo; as formigas estão entre as maiores predadoras de outros insetos, além de atuarem como dispersoras de sementes (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Na tabela 1 observa-se que, no palmar cultivado em solo descoberto, apenas os dípteros mostraram-se superdominantes (SD); indivíduos himenópteros, coleópteros e aracnídeos foram dominantes (D). Todavia, no solo sob manejo conservacionista, a adição de resíduos vegetais como cobertura propiciou superdominância às ordens Diptera, Hymenoptera, Coleoptera e Araneae. Com relação à abundância, houve tendência semelhante à observada na dominância, e no solo coberto a ordem Scorpiones foi classificada como muito abundante. Possivelmente, o ambiente mais úmido e de temperatura mais baixa influenciou tal resultado. Swift *et al.* (2010) ressaltam a importância dos escorpiões nas interações da fauna do solo e os classificam como predadores, por se alimentarem de outros organismos vivos, regulando suas populações.

Tabela 1 – Dominância (D), abundância (S), frequência (F) e constância (C) de indivíduos da macrofauna em solo com cobertura morta (CC) e sem cobertura morta (SC) cultivado com palma forrageira. Legenda: ND = não dominante; D = dominante; SD = superdominante; sa = superabundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = rara; SF = superfrequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente; W = espécies constantes = presentes em mais de 50% das coletas; Y = espécies acessórias = presentes em 25-50% das coletas; Z = espécies acidentais = presentes em menos de 25% das coletas.

Classe/Ordem taxonômica	D		S		F		C	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC	SC	CC
Diptera	SD	SD	Sa	sa	SF	SF	W	W
Hymenoptera	D	SD	Ma	sa	MF	SF	W	W
Coleoptera	D	SD	A	sa	MF	SF	W	W
Hemiptera	ND	-	C	-	F	-	Y	-
Dermaptera	-	ND	-	r	-	PF	-	Y
Orthoptera	ND	ND	C	d	F	PF	Y	Y
Mallophaga	ND	ND	C	c	F	F	W	W
Thysanura	ND	ND	C	c	F	F	Y	W
Larvas de col.	-	ND	-	c	-	F	-	Y
Araneae	D	SD	C	sa	F	SF	W	W
Scorpiones	ND	D	C	ma	F	MF	Y	W

Quanto à frequência da macrofauna, a ordem Coleoptera destacou-se dentre as demais, principalmente por estar presente sob duas formas, como indivíduos adultos e como larvas, sendo respectivamente superfrequente e frequente no solo com cobertura morta. Marques *et al.* (2014) obtiveram maior frequência de indivíduos desse grupo em área de mata ciliar em comparação ao solo cultivado com cafeeiro robusta (*Coffea canephora* Pierre) e eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), apontando a serapilheira existente na mata como a causa desses incrementos. Conforme Catonazi (2010), ainda que muitos possam cavar galerias no solo, no caso das larvas, os coleópteros são encontrados com maior frequência na serapilheira ou sob resíduos orgânicos utilizados na proteção do solo. Esse comportamento está em acordo também com o que descreve Braga (2009), quando relata correlação positiva entre a disponibilidade de matéria orgânica e a presença de coleópteros, que utilizam essa matéria orgânica como fonte de energia.

A relevância do manejo conservacionista do solo torna-se mais nítida ao se observa a constância da macrofauna, em que 70% das ordens identificadas na área com o solo coberto foram constantes, ou seja, estiveram presentes em mais de 50% das coletas, enquanto na ausência de cobertura morta apenas 55,5% se mostraram constantes. Souza *et al.* (2015) ressaltam que a manutenção da cobertura vegetal na superfície do solo contribui para o aumento da diversidade da macrofauna e favorece a atividade dos organismos “engenheiros do ecossistema”, contribuindo para a sua sobrevivência.

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H) e de uniformidade de Pielou (e) estão entre os mais comumente empregados e são apropriados para o uso em ecologia do solo, uma vez que atribuem maiores valores às espécies raras presentes na comunidade (SOUZA *et al.*, 2017), ou seja, quanto maior o valor desses índices, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é alta.

O índice de Shannon-Wiener (tabela 2) indicou que, com exceção de Diptera e Scorpiones, a cobertura do solo elevou a biodiversidade da macrofauna no palmar em relação ao palmar de solo descoberto, partindo de incrementos de 5,4% para os indivíduos de Thysanura e chegando até 117% para os coleópteros. Apesar dos aumentos expressivos, nota-se que os menores valores desse índice em ambas as situações para a ordem Diptera propiciaram uma dominância acentuada desta

sobre as demais e, como consequência, menor uniformidade, constatada pelos menores valores do índice de Pielou (e).

Tabela 2 – Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H) e índice de uniformidade de Pielou (e) da macrofauna em solo com cobertura morta (CC) e sem cobertura morta (SC) cultivado com palma forrageira.

Classe/Ordem taxonômica	H		e	
	SC	CC	SC	CC
Diptera	0,34	0,12	0,11	0,03
Hymenoptera	0,53	0,71	0,17	0,19
Coleoptera	0,64	1,39	0,21	0,38
Hemiptera	2,37	–	0,77	–
Dermaptera	–	3,61	–	1,00
Orthoptera	2,77	3,31	0,90	0,91
Mallophaga	2,37	3,01	0,77	0,83
Thysanura	2,77	2,92	0,80	0,90
Larvas de col.	–	3,01		0,83
Araneae	1,79	2,15	0,58	0,59
Scorpiones	3,07	2,84	1,00	0,78

Balin *et al.* (2017), analisando a fauna do solo sob diferentes sistemas de manejo edáfico para produção de cucurbitáceas, obtiveram alta frequência da ordem Diptera, principalmente em área sob plantio direto de forrageiras consorciadas abóbora (*Cucurbita moschata* L.) / milho (*Zea mays* L.) + guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill). Martins *et al.* (2017) ressaltam que a presença de invertebrados dípteros é influenciada pelo aumento do conteúdo de carbono orgânico no solo, corroborando os resultados do presente trabalho, em que a cobertura do solo possibilitou acréscimos populacionais dos indivíduos da suprarreferida ordem.

CONCLUSÃO

As ordens predominantes no solo sem cobertura morta foram Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Araneae e Hemiptera, enquanto no solo com cobertura predominaram as ordens Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Araneae e Scorpiones.

A cobertura do solo com restos vegetais em cultivo de palma forrageira eleva a quantidade e a biodiversidade de indivíduos da macrofauna edáfica, especialmente decompositores e trituradores.

A ordem Diptera foi a mais abundante dentre os grupos taxonômicos identificados, sobretudo no solo sob cobertura morta.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. A. X.; J. S. Souto & A. P. Andrade. Sazonalidade da macrofauna edáfica do Curimataú da Paraíba, Brasil. *Revista Ambiência*. 2015; 11(2): 393-407.
- Amorim, D. M.; T. G. F. Silva; P. C. Pereira; L. S. B. Souza & R. B. Minuzzi. Phenophases and cutting time of forage cactus under irrigation and cropping systems. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2017; 47(1): 62-71. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632016v4742746>.

- Antoniolli, Z. I.; P. C. Conceição; V. Böck; O. Port & R. F. Silva. Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Ciência Florestal*. 2006; 16(4): 407-417. doi: <http://dx.doi.org/10.5902/198050981922>.
- Balin, N. M.; C. Bianchini; A. R. D. Ziech; A. V. Luchese; M. V. Alves & P. C. Conceição. Fauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo do solo para produção de cucurbitáceas. *Revista Scientia Agraria*. 2017; 18(3): 74-84. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i3.52133>.
- Benazzi, E. S.; M. O. Bianchi; M. E. F. Correia; E. Lima & E. Zonta. Impactos dos métodos de colheita da cana-de-açúcar sobre a macrofauna do solo em área de produção no Espírito Santo – Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*. 2013; 34(6): 3425-3442. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3425>.
- Bodenheimer, F. S. *Precis d'ecologie animale*. Paris: Payot; 1955. 315 p.
- Braga, R. F. Efeitos da alteração do uso do solo na Amazônia brasileira sobre serviços ecológicos proporcionados pelos Scarabaeinae (Coleoptera, Escarabeidae) [Dissertação de Mestrado]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2009.
- Catanozi, G. Análise espacial da macrofauna edáfica sob diferentes condições ambientais dos trópicos úmidos [Tese de Doutorado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2010.
- Ferreira, D. F. *Sistema de análises estatísticas*. Lavras: UFLA; 2003. 32 p.
- Laroca, S. & O. H. H. Mielke. Ensaio sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná – BR, (Lepidoptera). *Revista Brasileira de Biologia*. 1975; 35(1): 1-19.
- Marques, D. M.; A. B. Silva; L. M. Silva; E. A. Moreira & G. S. Pinto. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. *Bioscience Journal*. 2014; 30(5): 1588-1597.
- Martins, L. F.; J. M. Pereira; M. Tonelli & D. Baretta. Composição da macrofauna do solo sob diferentes usos da terra (cana-de-açúcar, eucalipto e mata nativa) em Jacutinga (MG). *Revista Agrogeoambiental*. 2017; 9(1): 11-22. doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n12017913>.
- Nunes, L. A. P. L.; J. A. Araújo Filho & R. I. Q. Menezes. Diversidade de fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semiárido nordestino. *Scientia Agraria*. 2009; 10(1): 43-49.
- Pasqualin, L. A.; J. A. Dionísio; M. A. C. Zawadneak & C. T. Marçal. Macrofauna edáfica em lavouras de cana-de-açúcar e mata no noroeste do Paraná – Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012; 33(1): 7-18. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p7>.
- Ramos, J. P. F.; J. T. A. Souza; E. M. Santos; E. C. Pimenta Filho & O. L. Ribeiro. Crescimento e produtividade de *Nopalea cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina. *Revista Electrónica de Veterinária*. 2017; 18(8): 1-12.
- Ricklefs, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. 542 p.
- Rocha, R. S.; T. V. Voltolini & C. A. T. Gava. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. *Archivos de Zootecnia*. 2017; 66(5): 363-371.
- Santos, D. C.; M. A. Lira; J. C. B. Dubeux Júnior; M. V. F. Santos & A. C. L. Mello. Recomendação de adubação para a palma forrageira. In: Cavalcanti, F. J. A. (Ed.). *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco*. 2. ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco; 2008. p. 178-188.
- Santos, M. R.; A. J. P. Silva; V. A. Fonseca; A. R. F. Campos & M. A. Lisboa. Irrigação na palma forrageira. *Informe Agropecuário*. 2017; 38(296): 76-90.
- Silva, J. A.; S. L. R. Donato; P. E. R. Donato; E. S. Souza; M. C. Padilha Júnior & A. A. Silva Junior. Extraction/export of nutrients in *Opuntia ficus-indica* under different spacings and chemical fertilizers. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2016; 20(3): 236-242. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p236-242>.
- Silveira Neto, S.; M. L. Haddad; R. C. B. Moraes & A. E. Lai Reyes. ANAFU – análise faunística. Piracicaba: Editora ESALQ; 2005. 38 p.
- Souza, M. H.; B. C. R. Vieira; P. G. Oliveira & A. A. Amaral. Macrofauna do solo. *Enciclopédia Biosfera*. 2015; 11(22): 115-131.
- Souza, J. T. A.; A. A. Farias; R. C. C. Ferreira; S. J. C. Oliveira; L. F. Cavalcante; L. F. Figueiredo & F. G. Correia. Macrofauna edáfica em três ambientes diferentes na região do Cariri Paraibano, Brasil. *Revista Scientia Agraria Paranaensis*. 2016; 15(1): 94-99. doi: <http://dx.doi.org/10.1818/sap.v15i1.13074>.
- Souza, J. T. A.; S. J. C. Oliveira; F. A. M. Nápoles; M. S. Souza & M. R. Medeiros. Diversidade de macrofauna edáfica em diferentes ambientes de cultivo no agreste da Paraíba, Brasil. *Revista de Agricultura Neotropical*. 2017; 4(3): 55-60.

Swift, M. J.; D. Bignell; F. M. S. Moreira & J. Huising. O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: Moreira, F. M. S.; E. J. Huising & D. E. Bignell (Eds.). Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade. Lavras: Editora da UFLA; 2010. p. 23-41.

Terry, I. M. F.; L. C. González; M. F. Gallardo; N. C. Cairo; N. R. Acosta & R. M. Prado. Macrofauna del suelo em cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica em el municipio Cruces, Cuba. Centro Agrícola. 2015; 42(2): 43-52.