

Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes

Maria Fabiana de Brito⁽¹⁾, Bruno Patrício Tsujigushi⁽²⁾, Auro Akio Otsubo⁽³⁾,
Rogério Ferreira da Silva⁽⁴⁾ e Fábio Martins Mercante⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rodovia Aquidauana/CERA, Km 12, Caixa Postal 25, CEP 79200-000 Aquidauana, MS, Brasil. E-mail: mfabiana.agroeco@gmail.com ⁽²⁾Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, nº 1.540, Juvevê, CEP 80035-050 Curitiba, PR, Brasil. E-mail: bruno_tsujigushi@hotmail.com ⁽³⁾Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brasil. E-mail: auro.otsubo@embrapa.br, fabio.mercante@embrapa.br ⁽⁴⁾Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rua Rogério Luiz Rodrigues, s/nº, Centro, CEP 79730-000 Glória de Dourados, MS, Brasil. E-mail: rogerio@uems.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade e a diversidade da fauna epigeica e edáfica de invertebrados em cultivos de mandioca consorciada com adubos verdes. O estudo foi realizado em cultivos de mandioca (M) em consórcios com feijão-de-porco (FP), milho (MI) e guandu-anão (G), em comparação ao cultivo de mandioca tradicional (ST), sem a presença de adubos verdes. Os invertebrados epigeicos foram coletados com armadilhas de queda (pitfall) e os edáficos foram coletados de monólitos de solo. Entre os invertebrados epigeicos, os grupos Collembola, Diptera e Formicidae predominaram em todos os consórcios, tendo sido mais de 80% da frequência relativa total (FR), enquanto entre os edáficos predominou o grupo Isoptera em todos os consórcios, com maior FR no M+G (90,2%), seguida por M+FP (83,1%) e M+MI (65,6%), e a menor FR ocorreu no ST (32%). O número de indivíduos epigeicos não variou entre os consórcios, mas o número de grupos de organismos variou significativamente. O sistema de consórcio M+MI apresentou a maior riqueza de grupos. A densidade total da fauna edáfica diferiu entre os consórcios e foi superior no M+G, em comparação ao ST. Os invertebrados epigeicos e edáficos respondem com o aumento de diversidade às alterações proporcionadas pelos consórcios com a mandioca.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, bioindicadores, fauna do solo, Isoptera, sustentabilidade.

Diversity of edaphic and epigeic invertebrate fauna in cassava intercropped with green manures

Abstract – The objective of this work was to evaluate the density and diversity of epigeic and edaphic invertebrate fauna in a cultivation of cassava intercropped with green manures. The study was carried out in soil cultivated with cassava (C) intercropped with jack-beans (JB), millet (MI), and pigeon pea (PP), in comparison with the traditional system of cassava cultivation (TS) without cover species. Invertebrates of the epigeic fauna were collected using pitfall traps and those of the edaphic fauna were collected in soil monoliths. Among the epigeic invertebrates, the Collembola, Diptera, and Formicidae groups were dominant in all intercropping, accounting for over 80% of total relative frequency (RF), while in the soil fauna the Isoptera group was dominant in all intercropping, with the highest RF for the C+PP intercropping (90.2%), followed by C+JB (83.1%) and C+MI (65.6%), and the lowest RF occurred for TS (32%). The number of individuals of the epigeic fauna did not vary among the intercropping systems; however, the number of organism groups varied significantly. The C+MI intercropping showed the greatest richness of groups. The total density of organisms of the edaphic soil fauna varied among intercropping systems, and the highest density was observed in C+PP, in comparison to TS. The edaphic and epigeic fauna invertebrates respond to changes, favored by the intercropping green manure with cassava, by increasing group diversity.

Index terms: *Manihot esculenta*, bioindicators, soil fauna, Isoptera, sustainability.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é tradicionalmente cultivada em todo o território nacional, nas mais variadas condições de solo e clima

(Otsubo et al., 2008). Na safra de 2014, a mandioca foi a oitava cultura com maior área plantada no país, com aproximadamente 1,6 milhões de hectares e produção superior a 23 milhões de toneladas. O Estado de Mato Grosso do Sul, o maior produtor da região Centro-Oeste

brasileira, na mesma safra, cultivou mais de 40 mil hectares dessa tuberosa, com produção superior a 880 mil toneladas de raízes (Levantamento, 2015).

O preparo do solo para cultivo de mandioca é realizado de forma convencional, por meio de uma aração e duas gradagens, o que pode comprometer a qualidade do solo, expondo-o a processos erosivos, de compactação, oxidação da matéria orgânica e redução da atividade biológica, com consequente diminuição de sua capacidade produtiva (Silva et al., 2007). Assim, a adoção de sistemas com redução no revolvimento do solo, como o plantio direto, associado ao uso de plantas de cobertura (adubos verdes), pode contribuir para a sustentabilidade dos sistemas produtivos de mandioca (Otsubo et al., 2008; Mercante et al., 2008).

O cultivo de mandioca em rotação e sucessão a espécies de cobertura tem sido mencionado por diversos autores como alternativa técnica e economicamente viável em relação ao preparo convencional do solo (Silva et al., 2007; Otsubo et al., 2008). Esses sistemas proporcionam melhorias das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, em decorrência do maior acúmulo de resíduos culturais em superfície, o que além de proteger o solo contra ação dos agentes erosivos, garante maior diversidade e atividade dos organismos do solo, com consequente incremento e manutenção do conteúdo de matéria orgânica e maior eficiência da ciclagem de nutrientes (Aquino et al., 2008; Santos et al., 2008).

O sistema solo-serapilheira serve de habitat para uma diversidade de organismos com metabolismos e tamanhos diferentes, responsáveis por diferentes funções, conjuntamente denominados fauna do solo. Esses organismos são classificados de acordo com aspectos funcionais, morfológicos (tamanho ou dimensão corporal) (Moço et al., 2005) e categorias ecológicas, segundo o critério de localização espacial e mobilidade (Bouché, 1977), de modo a facilitar o estudo dos diferentes grupos taxonômicos que compõem a fauna do solo. Neste sentido, a fauna edáfica refere-se aos organismos invertebrados que vivem permanentemente ou que passam algumas fases de desenvolvimento no solo ou na serapilheira (Aquino & Correia, 2005), tais como minhocas, coleópteros (larvas e adultos), centopeias, cupins, formigas, diplópodes, isópodes e aracnídeos, enquanto a fauna epigeica compreende a comunidade de invertebrados presentes na interface serapilheira-solo (Moço et al., 2005).

Os organismos da fauna do solo participam de processos-chave para o biofuncionamento deste ambiente, pois atuam diretamente sobre a dinâmica de decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, fragmentação dos resíduos vegetais, melhoria das propriedades físicas e equilíbrio da cadeia trófica (Lavelle & Spain, 2001).

As práticas agrícolas podem alterar a composição e diversidade dos organismos edáficos, em diferentes graus de intensidade, por meio das mudanças de habitat, fornecimento de alimentos, criação de microambientes e competição intraespecífica e interespecífica (Silva et al., 2011; Marques et al., 2014; Terry et al., 2015). Os invertebrados edáficos, principalmente os que vivem na interface serapilheira-solo, são afetados pelos processos de preparo do solo, em razão tanto de danos diretos, abrasão e esmagamento, quanto indiretos, como remoção da serapilheira e alterações no microclima próximo do solo (Silva et al., 2012). Portanto, práticas conservacionistas, como a adubação verde, plantio direto e sistemas agroflorestais, têm efeito positivo sobre a comunidade de organismos do solo (Silva et al., 2011; Cunha et al., 2014).

A sensibilidade dos invertebrados do solo aos diferentes sistemas de manejo dependem do quanto determinada prática pode ser considerada sustentável ou não, no que se refere à qualidade do solo (Correia, 2002). Pelo fato de esses organismos serem sensíveis e reagirem rapidamente às mudanças provocadas pelas atividades antrópicas e naturais, as alterações na estrutura da comunidade e diversidade da fauna edáfica e epigeica, bem como a presença de determinados grupos específicos, podem ser utilizadas para indicar a qualidade do solo e avaliar o nível de sustentabilidade dos sistemas de produção (Silva et al., 2011, 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade e a diversidade da fauna epigeica e edáfica de invertebrados em cultivos de mandioca consorciada com adubos verdes.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na aldeia Babaçu (19°57'06"S, 56°05'49"W, a 125 m de altitude), na Terra Indígena Cachoeirinha, Município de Miranda, MS, região Centro-Oeste do Brasil, em um solo com as seguintes características químicas e físicas da camada a 0,0-0,20 m de profundidade: pH (água), 5,8; P, 1,9 mg

dm⁻³; K, 0,38 cmol_c dm⁻³; Ca, 4,1 cmol_c dm⁻³; Mg, 1,1 cmol_c dm⁻³; Al, 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al, 3,5 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica, 22,21 g kg⁻¹; areia, 769 g kg⁻¹; silte, 101 g kg⁻¹; argila, 130 g kg⁻¹.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, clima tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, cujas médias de precipitação e temperatura estão apresentadas na Figura 1.

Antes da instalação do experimento, a área havia sido mantida sob pousio por dois anos, tendo sido anteriormente cultivada com mandioca. No presente estudo, o preparo do solo foi realizado com duas arações e uma gradagem. Os sistemas de consórcio avaliados foram implantados com base em princípios agroecológicos. Realizou-se a adubação com termofosfato magnésiano, com 18% de P₂O₅, à dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para o controle de plantas espontâneas, foram realizadas capinas periódicas.

Avaliaram-se os sistemas com diferentes espécies de cobertura (adubos verdes), nos seguintes consórcios de mandioca: com feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.) D.C., (M+FP); com guandu-anão, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., (M+G); e com milheto, *Pennisetum glaucum* (L.), (M+MI); além de um sistema tradicional (ST), em área em pousio, seguida de uma aração e

duas gradagens. As parcelas foram estabelecidas numa área dividida em quatro faixas, em que cada uma delas constou de um sistema produtivo, com área de 589,68 m² (10,8 m x 54,6 m), exceto a do ST, com área de 327,6 m² (6,0 m x 54,6 m).

O plantio da mandioca foi realizado em outubro de 2013 com a cultivar IAC 576. Nos sistemas de consórcio, a mandioca foi disposta em quatro fileiras duplas, espaçadas de 2,00 m entre si e 0,70 m entre linhas simples, e no sistema tradicional, a mandioca foi plantada em fileiras simples, espaçadas de 1,00 m entre si. Em ambos sistemas, os espaçamentos entre plantas na linha foi de 0,70 m, num total de 13 plantas por linha.

Aos 30 dias após o plantio da mandioca, procedeu-se à semeadura das espécies de cobertura, entre cada fileira dupla de mandioca. Foram implantadas três linhas de adubos verdes, com espaçamento de 0,30 m entre linhas e densidade de semeadura de 6 sementes por metro linear para o feijão-de-porco, e 20 sementes por metro linear para guandu-anão e milheto.

A fauna invertebrada epigeica foi coletada com uso de armadilhas de queda (pitfall), que continham 200 mL de formol a 4%. Em cada sistema, foram instaladas dez armadilhas, que permaneceram pelo período de sete dias. Para a avaliação da fauna edáfica, foram coletadas, em cada sistema, 12 monólitos de solo de 0,25x0,25x0,10 m (comprimento x largura x profundidade), conforme metodologia de Anderson & Ingram (1993). Ambas as avaliações foram realizadas em fevereiro de 2014, anteriormente à roçada das espécies de cobertura.

Os monólitos de solo e as armadilhas foram triados manualmente, e os organismos encontrados foram extraídos e armazenados em solução de álcool a 70%. A identificação e a contagem dos organismos foram realizadas com auxílio de uma lupa binocular, com identificação até a classificação taxonômica de ordem e alguns organismos até a classificação de família.

Os atributos ecológicos da fauna foram obtidos com base nos seguintes critérios: número de indivíduos por armadilha; riqueza (n.º de grupos taxonômicos); e o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Magurran, 1988), que é dado pela fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i,$$

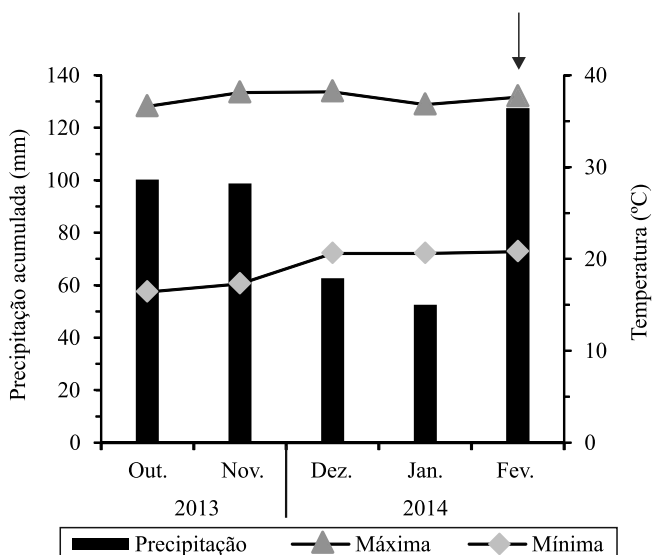


Figura 1. Precipitação pluviométrica acumulada e temperaturas máximas e mínimas mensais, registradas no período de condução do experimento em Miranda, MS. A seta indica a época de avaliação.

em que π é a proporção da espécie, em relação ao número total de espécimes encontrado nas avaliações realizadas. No caso do presente trabalho, π foi considerado o grupo taxonômico de ordem ou família.

Os dados (x) obtidos quanto à densidade de indivíduos, em razão de sua variabilidade, foram transformados em $(x)^{0.5}$ e, depois, juntamente com os dados de riqueza de grupos, foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todos os dados correspondentes aos invertebrados do solo foram agrupados pelo método do vizinho mais distante ("complete linkage"), a partir da distância euclidiana, para a identificação dos atributos ecológicos que descrevem a similaridade entre os sistemas estudados.

Resultados e Discussão

Os consórcios avaliados foram semelhantes quanto à composição (frequência relativa, FR) dos principais grupos da fauna epigeica. Do total de 16 grupos taxonômicos relatados, os Collembola, Diptera e Formicidae ocorreram de forma dominante em todos os sistemas de cultivo e, juntos, representaram mais de 80% da FR total (Tabela 1).

Observou-se predominância da ordem Collembola nos sistemas M+G (58,2%), M+MI (49,2%) e ST (48,0%). Tal grupo de organismos é considerado ubíquo e independe das espécies utilizadas nos consórcios (Zeppelini Filho & Bellini, 2004). É sabido que os colêmbolos (Collembola) são abundantes particularmente em solos agrícolas que são formados organicamente (Axelsen & Thorup-Kristensen, 2000). Assim, esses organismos têm uma grande importância na decomposição de restos vegetais, o que contribui para a catalização das atividades microbianas, ciclagem de nutrientes, estruturação do solo (Zeppelini Filho & Bellini, 2004) e reposição de nutrientes na cadeia alimentar (Vieira & Santos, 2001), e sua diversidade é utilizada como indicador biológico da qualidade do solo (Ponge et al., 2003). A predominância desse grupo também foi verificada por Baretta et al. (2006), entre os diferentes sistemas de manejo avaliados, com mais de 35% da ocorrência total nos tratamentos estudados.

Os grupos Formicidae e Diptera da fauna epigeica também foram verificados com abundância entre os consórcios (Tabela 1). O grupo Formicidae foi o segundo de maior abundância observada entre os

consórcios M+MI (25,0%) e M+G (20,7%), enquanto os dípteros ocorreram com maior frequência nos consórcios M+FP (31,7%) e ST (22,5%). Portilho et al. (2011) avaliaram diferentes sistemas de manejo e também verificaram a predominância de organismos da família Formicidae (40,5%) no sistema plantio direto, com diversas culturas em rotação.

Estudos realizados por Silva et al. (2008) mostraram que os grupos de maior expressão nos sistemas cultivados foram os insetos sociais (Formicidae e Isoptera), responsáveis por mais de 50% do número de indivíduos dos sistemas cultivados, com predominância de Formicidae, em áreas com sistema convencional, em comparação ao manejo em integração lavoura-pecuária e pastagem cultivada continuamente. Este grupo está entre os mais importantes da fauna do solo, pois participa da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes. O grupo Formicidae é responsável por funções ecológicas, como dispersão de sementes, estruturação física e química do solo, predação, ciclagem de nutrientes, entre outras (Bolíco et al., 2012).

O grupo Araneae, que apresentou menor FR (4% do total) (Tabela 1), deve ter sua ocorrência destacada, uma vez que estes organismos atuam como predadores na cadeia trófica e podem atuar no controle biológico de pragas nos agroecossistemas. No presente estudo, a ocorrência da ordem Collembola pode ter contribuído indiretamente para o aparecimento de Araneae, uma vez que estes se alimentam, entre outros organismos, daqueles pertencentes à ordem Collembola (Moço et al., 2005).

Os consórcios apresentaram pouca variação quanto ao índice de diversidade (H') (Tabela 1), provavelmente associada à dominância dos grupos Collembola, Formicidae e Diptera, pois o domínio de uma ou poucas espécies acarreta redução do H' , o que é indicativo de menor diversidade nos sistemas avaliados (Silva et al., 2013).

O número de indivíduos da fauna epigeica não variou entre os diferentes consórcios (Figura 2 A), no entanto, houve variação significativa do número de grupos taxonômicos entre eles (Figura 2 B). O sistema de consórcio M+MI favoreceu a maior riqueza de grupos, que se mostrou significativamente superior à dos grupos do sistema M+FP.

Quanto à FR dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica, observou-se a predominância do grupo

Isoptera em todos os sistemas avaliados, com maior FR verificada nos consórcios de M+G (90,2%), seguida por M+FP (83,1%), M+MI (65,6%), e a menor FR ocorreu no ST (32%) (Tabela 1). De acordo com Silva et al. (2007), o tipo de manejo do solo pode influenciar a abundância de indivíduos e predominância de grupos em determinado sistema, e que a maior abundância do grupo Isoptera, nos sistemas de consórcio, pode

Tabela 1. Frequência relativa dos grupos taxonômicos da fauna invertebrada epigeica e edáfica, em cultivo de mandioca com diferentes consórcios com adubos verdes.

Grupo	ST	M + FP	M + MI	M + G
----- (%) -----				
Fauna epigeica				
Collembola	48,0	26,3	49,2	58,2
Formicidae	21,8	27,8	25,0	20,7
Diptera	22,5	31,7	8,5	10,3
Araneae	2,6	7,1	2,7	4,6
Hymenoptera ⁽¹⁾	1,0	1,3	3,9	0,5
Orthoptera	1,9	2,8	2,6	1,2
Coleoptera	0,9	0,8	2,5	1,1
Psocoptera	0,6	1,3	1,2	2,5
Hemiptera	0,0	0,1	4,0	0,6
Diplura	0,0	0,1	0,1	0,0
Lepidoptera	0,0	0,1	0,0	0,1
Blattodea	0,0	0,0	0,0	0,0
Dermaptera	0,0	0,0	0,0	0,0
Homoptera	0,2	0,5	0,0	0,0
Isopoda	0,0	0,0	0,0	0,0
Isoptera	0,2	0,0	0,0	0,2
Índice de Shannon (H')	0,7	0,6	0,6	0,7
Fauna edáfica				
Isoptera	32,0	83,1	65,6	90,2
Formicidae	16,0	2,3	16,1	3,3
Coleoptera	4,0	0,8	5,6	2,8
Oligochaeta	4,0	3,9	7,1	0,5
Collembola	4,0	6,2	0,0	0,3
Chilopoda	4,0	0,8	0,7	0,5
Araneae	8,0	0,0	0,7	0,0
Diptera	0,0	0,0	2,2	0,3
Diplopoda	0,0	1,2	0,0	1,8
Lepidoptera	24,0	0,8	0,0	0,0
Orthoptera	0,0	0,4	1,1	0,0
Symphyla	0,0	0,4	0,4	0,0
Dermaptera	4,0	0,4	0,0	0,0
Psocoptera	0,0	0,0	0,4	0,0
Isopoda	0,0	0,0	0,0	0,5
Índice de Shannon (H')	0,8	0,3	0,5	0,2

⁽¹⁾Exceto Formicidae. ST, sistema tradicional; M+FP, mandioca consorciada com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); M+MI, mandioca consorciada com milheto (*Pennisetum glaucum*); M+G, mandioca consorciada com guandu-anão (*Cajanus cajan*).

estar associada à maior diversidade e disponibilidade de recursos alimentares. Os isópteros alimentam-se especialmente de matéria vegetal e assimilam, principalmente, produtos de decomposição da celulose, tais como hemicelulose, amido e açúcares. Esses organismos têm uma série de simbiontes gastrointestinais que possibilitam a esse grupo resolver a questão da elevada razão C/N de seu recurso trófico (Medeiros, 2004).

Os Formicidae também estiveram presentes em todos os consórcios, tendo sido o segundo grupo de maior abundância verificado nos consórcios de M+MI (16,1%) e M+G (3,3%) e o terceiro no M+FP (2,3%) e ST (16%). Os Lepidoptera foram o segundo grupo de maior abundância no ST (24%), o que pode ser uma indicação da ocorrência de pragas nesse sistema.

Em relação ao índice de diversidade H', observou-se variação entre os consórcios e o sistema tradicional, possivelmente associado à predominância do grupo Isoptera observado nos consórcios com adubos verdes (Tabela 1).

Adensidade total e a riqueza de grupos da fauna edáfica diferiram entre os consórcios (Figura 3). No sistema M+G, constatou-se densidade de indivíduos superior ao ST e similar aos demais consórcios (Figura 3 A). De modo semelhante, verificou-se redução da riqueza da fauna invertebrada do solo no ST, comparado ao sistema M+MI, que não diferiu dos demais sistemas de consórcio (Figura 3 B). Este fato ocorreu em razão da ausência de cobertura vegetal e da baixa deposição de resíduos observados no ST. A redução da densidade e riqueza de invertebrados do solo no ST resultaram da menor disponibilidade de alimentos e das condições edafoclimáticas desfavoráveis (temperatura e umidade) ao seu desenvolvimento (Baretta et al., 2006). O uso de adubos verdes nos sistemas de consórcio, em especial da família Fabaceae (leguminosas), pode ter favorecido o aumento da densidade de organismos da fauna edáfica, sobretudo pela preferência alimentar desses organismos por tais espécies (Santos et al., 2008), o que pode estar relacionado à sua baixa relação C/N (Silva et al., 2007). Portanto, a adoção de práticas de manejo que propiciem a adição de resíduos em cobertura ao solo influenciam positivamente a densidade e riqueza de grupos da fauna edáfica, durante o desenvolvimento da cultura da mandioca (Silva et al., 2009).

Na análise de agrupamento a partir da distância euclidiana, observou-se a formação de dois grupos

distintos entre os sistemas de manejo (G1 e G2) (Figura 4). O G1 formou-se apenas pelo ST, enquanto o G2 abrangeu os demais sistemas de consórcio, com a formação de dois níveis de agrupamento (nível 1 e 2).

O primeiro nível englobou apenas o consórcio de M+G, que apresentou 59% de similaridade com o segundo nível, formado pelo agrupamento dos sistemas M+FP e M+MI, que apresentaram 93% de semelhança entre si, o que permite afirmar que a distância entre eles é inferior a 7%. A formação do G2, possivelmente, está associada à maior deposição de materiais vegetais no solo, proporcionada pelos sistemas de consórcio, o

que favoreceu a maior disponibilidade de alimentos e micro-habitats, bem como condições de temperatura e umidade favoráveis à comunidade de organismos invertebrados do solo (Silva et al., 2007).

Assim, com a formação de dois grupos distintos, que separou o ST dos sistemas de consórcio (M+G, M+MI e M+FP), evidenciou-se a influência direta dos resíduos das coberturas vegetais na biota do solo e que as plantas de cobertura, em consórcio com a mandioca, favorecem a melhoria da qualidade do solo e representam alternativa promissora para o melhor manejo desta cultura.

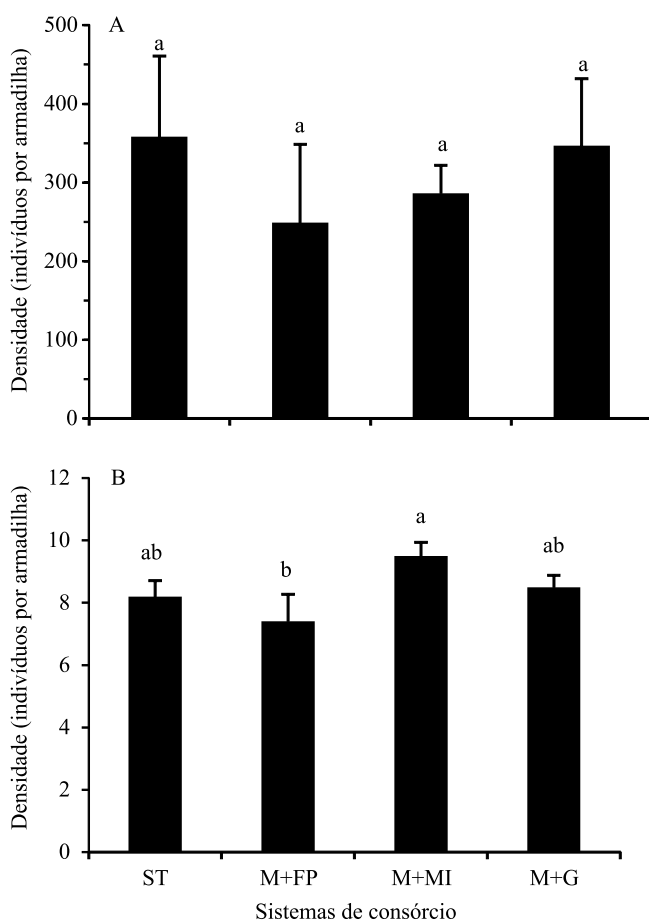


Figura 2. Número de indivíduos (A) e riqueza (B) da comunidade de fauna epigeica, em cultivos de mandioca consorciada com adubos verdes. ST, sistema tradicional; M+FP, mandioca consorciada com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); M+MI, mandioca consorciada com milheto (*Pennisetum glaucum*); M+G, mandioca consorciada com guandu-anão (*Cajanus cajan*). Médias com letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

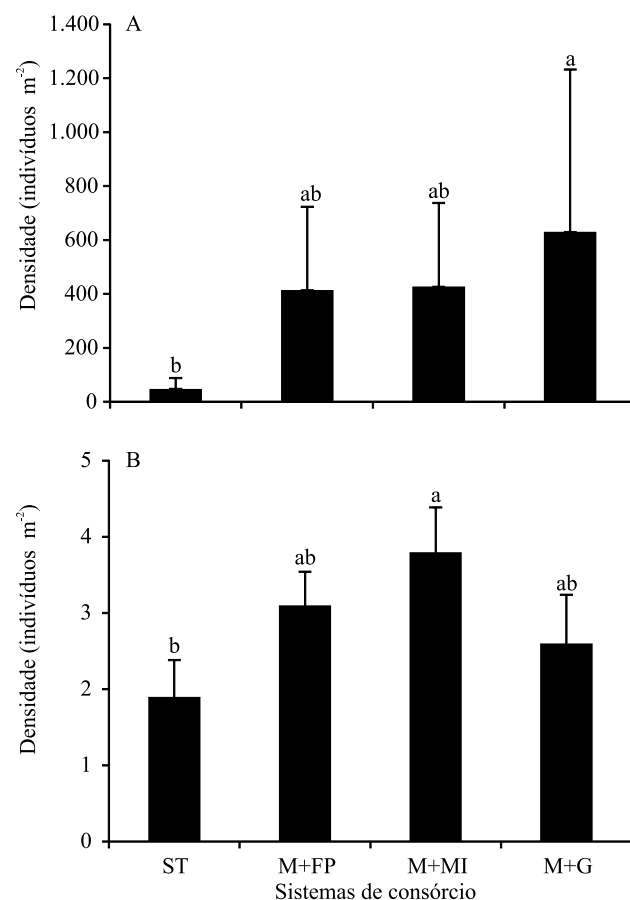


Figura 3. Densidade (A) e riqueza (B) da comunidade de fauna edáfica, em cultivo de mandioca consorciada com adubos verdes. ST, sistema tradicional; M+FP, mandioca consorciada com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); M+MI, mandioca consorciada com milheto (*Pennisetum glaucum*); M+G, mandioca consorciada com guandu-anão (*Cajanus cajan*). Médias com letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

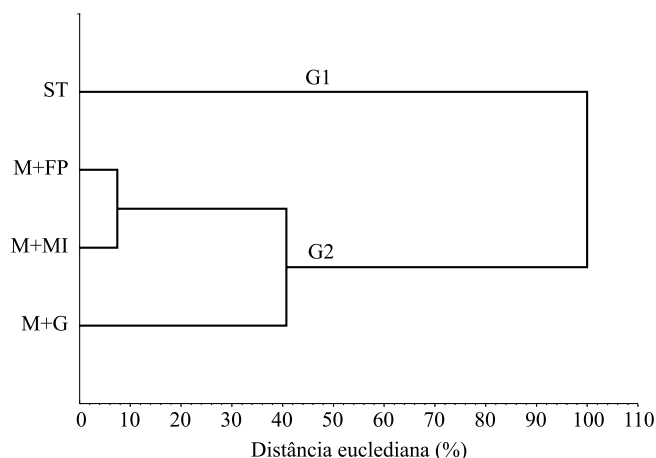


Figura 4. Dendrograma de similaridade construído a partir das médias dos atributos da fauna epigeica e edáfica, nos diferentes sistemas de consórcio: ST, sistema tradicional; M+FP, mandioca consorciada com feijão de porco (*Canavalia ensiformis*); M+MI, mandioca consorciada com milho (*Pennisetum glaucum*); M+G, mandioca consorciada com guandu-anão (*Cajanus cajan*).

Conclusões

1. Entre os sistemas de consórcio, os grupos Collembola, Formicidae e Diptera são os mais frequentes entre os organismos da fauna epigeica, e o grupo Isoptera, da edáfica.

2. O consórcio de mandioca com adubos verdes não afeta o número de indivíduos invertebrados epigeicos do solo.

3. O cultivo de mandioca com guandu-anão é o consórcio que proporciona maior riqueza à comunidade da fauna edáfica em comparação ao sistema tradicional.

4. Os invertebrados da fauna epigeica e edáfica respondem com aumento de diversidade às alterações proporcionadas pelos consórcios com a mandioca.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas.

Referências

ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. (Ed.). **Tropical soil biology and fertility**: a handbook of methods. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 1993. 221p.

AQUINO, A.M. de; CORREIA, M.E.F. **Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 201).

AQUINO, A.M. de; SILVA, R.F. da; MERCANTE, F.M.; CORREIA, M.E.F.; GUIMARÃES, M. de F.; LAVELLE, P. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. **European Journal of Soil Biology**, v.44, p.191-197, 2008. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2007.05.001.

AXELSEN, J.A.; THORUP-KRISTENSEN, K. Collembola and mites in plots fertilised with different types of green manure. **Pedobiologia**, v.44, p.556-566, 2000. DOI: 10.1078/S0031-4056(04)70071-2.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.S.; BERTOL, I.; ALVES, M.V.; MANFOI, A.F.; BARETTA, C.R.D. M. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no Planalto Sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.5 p.108-117, 2006.

BOLICO, C.F.; OLIVEIRA, E.A.; GANTES, M.L.; DUMONT, L.F.C.; CARRASCO, D.S.; D'INCAO, F. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de duas marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS: diversidade, flutuação de abundância e similaridade como indicadores de conservação. **EntomoBrasilis**, v.5, p.11-20, 2012. DOI: 10.12741/ebrazilis.v5i1.147.

BOUCHÉ, M.B. Strategies lombriciennes. **Ecological Bulletins**, v.25, p.122-132, 1977.

CORREIA, M.E.F. **Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 33p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 156).

CUNHA, J.A. da S.; ANDRADE, E.B. de; BARROS, R.F.M. de. Associação da diversidade de artrópodes com características do solo em diferentes plantios de melancia. **Revista Biociências**, v.20, p.22-31, 2014.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 654p.

LEVANTAMENTO sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, v.29, n. 3, 2015. 81p.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croom Helm, 1988. 179p. DOI: 10.1007/978-94-015-7358-0.

MARQUES, D.M.; SILVA, A.B. da; SILVA, L.M. da; MOREIRA, E.A.; PINTO, G.S. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, v.30, p.1588-1597, 2014.

MEDEIROS, M.B. de. Metabolismo da celulose em isoptera: como agem os flagelados que nidificam o intestino de cupins inferiores. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.33, p.76-81, 2004.

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F. da; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.34, p.479-485, 2008. DOI: 10.4025/actasciagron.v30i4.5301.

- MOÇO, M.K. da S.; GAMA-RODRIGUES, E.F. da; GAMA-RODRIGUES, A.C. da; CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.555-564, 2005. DOI: 10.1590/S0100-06832005000400008.
- OTSUBO, A.A.; MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F. da; BORGES, C.D. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.327-332, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000300006.
- PONGE, J.F.; GILLET, S.; DUBS, F.; FEDOROFF, E.; HAESE, L.; SOUZA, J.P.; LAVELLE, P. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. **Soil Biology and Biochemistry**, v.35, p.813-826, 2003. DOI: 10.1016/S0038-0717(03)0018-1.
- PORTILHO, I.I.R.; CREPALDI, R.A.; BORGES, C.D.; SILVA, R.F. da; SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1310-1320, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000027.
- SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M. da; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.115-122, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000100015.
- SILVA, C.F. da; MARTINS, M.A.; SILVA, E.M.R. da; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F. Influência do sistema de plantio sobre atributos dendrométricos e fauna edáfica em área degradada pela extração de argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1742-1751, 2013. DOI: 10.1590/S0100-06832013000600030.
- SILVA, C.F. da; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F.; SILVA, E.M.R. Fauna edáfica em áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba (SP). **Revista Ciências Agrárias**, v.52, p.107-115, 2009.
- SILVA, J.; JUCKSCH, I.; TAVARES, R.C. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, p.112-125, 2012.
- SILVA, R.F. da; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, p.725-731, 2008. DOI: 10.4025/actasciagron.v30i5.5974.
- SILVA, R.F. da; GUIMARÃES, M. de F.; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1277-1283, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000023.
- SILVA, R.F. da; 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, p.865-871, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000600014.
- TERRY, I.M.F.; GONZÁLEZ, L.C.; GALLARDO, M.F.; CAIRO, N.C.; ACOSTA, N.R.; PRADO, R. de M. Macrofauna del suelo en cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica en el Municipio Cruces, Cuba. **Centro Agrícola**, v.42, p.43-52, 2015.
- VIEIRA, M.H.P.; SANTOS, H.R. Impacto de herbicidas sobre a mesofauna edáfica em sistema de plantio direto. **Revista Cerrados**, v.2, p.17-19, 2001.
- ZEPPELINI FILHO, D.; BELLINI, B.C. **Introdução ao estudo dos Collembola**. João Pessoa: Universitária, 2004. 82p.

Recebido em 2 de julho de 2015 e aprovado em 18 de fevereiro de 2016