

RECOLONIZAÇÃO DA FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE CAATINGA SUBMETIDAS A QUEIMADAS

Luís Alfredo Pinheiro Leal Nunes

Professor Adjunto, UFPI, Campus Cinobelina Elvas, CEP: 64.030370, Bom Jesus – PI
E-mail: lanunes@ufpi.br;

João Ambrósio de Araújo Filho

Professor Adjunto, UVA, Curso de Zootecnia, CEP: 62.030-370, Sobral
E-mail: ambrosio@embrapa.caprinos.br,

Rony Ítalo de Queiroz Menezes

Aluno do curso de Zootecnia, UVA, 62.030-370, Sobral – CE
E-mail: ronyitalo@bol.com.br

Resumo - A presente pesquisa se desenvolveu em uma área de 7 ha que foi dividida em sete sub-parcelas iguais e teve como objetivo avaliar o efeito da agricultura itinerante por meio de broca e queima da vegetação lenhosa, com subsequente plantio de milho e feijão, por até dois anos seguido de pousio por até cinco anos sobre a fauna edáfica. No período de pousio essas áreas foram utilizadas como área de manutenção de dez matrizes ovinas. Ao lado destes sistemas uma mata secundária estabelecida há 50 anos foi usada como controle. Foram instaladas armadilhas tipo "Pitfal" para a coleta da fauna do solo no período de chuva abundante e no período seco. As queimadas realizadas nos tratamentos cultivados com milho e feijão, contribuíram para uma drástica redução na diversidade da fauna do solo. Os grupos formicidae e coleópteras estiveram presentes mais abundantemente em todos os sistemas de manejo o que mostra suas presenças na caatinga mesmo em condições adversas. A época de coleta da fauna do solo influenciou nos atributos biológicos avaliados.

Palavras-chave: Diversidade da fauna edáfica, pousio, formicidae, coleópteras.

RECOLONIZATION OF FAUNA EDAFIC IN AREAS OF CAATINGA SUBMITTED OF FOREST FIRES

Abstract - The present research if developed in an area of 7 ha that it was divided in seven equal sub-parcels and it had as objective to evaluate the effect of itinerant agriculture by means of drill and forest fire of the lenhosa vegetation, with subsequente plantation of maize and beans, for up to two years followed of rest for up to five years on the edafic fauna. In the period of rest these areas had been used as area of maintenance of ten sheep matrices. To the side of these systems an established secondary bush has 50 years was used as control. Had been installed traps type "Pitfal" for the collects of the fauna of the soil in the period of abundant rain and the dry period. The forest fires carried through in the treatments cultivated with maize and beans, had contributed for a drastic reduction in the diversity of the soil fauna. The group's formicidae and coleopters had been gifts more abundantly in all the handling systems what it exactly shows its presences in caatinga in adverse conditions. The period of collects of the fauna of soil influenced in the evaluated biological attributes.

Key-words: diversity of the edafic fauna, rest, formicidae, coleopters

INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento no semi-árido brasileiro tem sido baseado na exploração madeireira predatória como fonte de energia, associada à pecuária extensiva por meio de superpastoreio e a uma agricultura intensiva com práticas de desmatamento e queimadas. As consequências desse modelo se fazem sentir principalmente nos recursos naturais renováveis da caatinga. Assim, já se observa perdas drásticas na diversidade florísticas e faunística, aceleração dos processos de erosão e declínio da fertilidade do solo

(ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 2000). A problemática sócio-econômica de grande parte da população residente nos domínios semi-árido da Caatinga, sem dúvida, contribuiu enormemente para esta degradação, uma vez que a exploração dos recursos naturais é a principal fonte de subsistência desta população (ARAÚJO FILHO, 2006).

As práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção podem afetar de forma direta e indireta a fauna do solo, o que reflete na sua densidade e diversidade. A queimada, prática comumente utilizada para limpar o terreno na Caatinga, em virtude da facilidade e do baixo

custo, elimina toda a cobertura do solo e, por conseguinte, a fonte de alimentos limitando o número de nichos ecológicos e acarretando ainda numa simplificação da rede alimentar (ARAÚJO FILHO E BARBOSA, 2000).

Neste contexto, intensificam-se as repercussões sobre a diversidade da fauna do solo, visto que se encontra relacionada com a grande variedade de recursos e microhabitats que o sistema solo - serapilheira oferece, uma mistura de fases aquáticas e aéreas altamente compartimentalizadas, gerando um mosaico de condições microclimáticas e favorecendo, portanto, grande número de grupos funcionais associados (LAVELLE, 1996).

A composição da fauna do solo reflete o funcionamento do ecossistema, visto que ela exerce um papel fundamental na fragmentação do material vegetal e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interação em diferentes níveis com os microrganismos (CORREIA, 2002) e seu estudo é importante para a compreensão ecológica do funcionamento edáfico, já que o desequilíbrio destas comunidades pode resultar em desastres como a explosão de pragas ou a destruição da estrutura física do solo e consequente perda da fertilidade e da capacidade produtiva (BROWN, 2001). Para Lavelle et al., (1993) a ação da fauna do solo e microrganismos durante a decomposição de resíduos orgânicos aumenta a habilidade do solo para suportar o crescimento da planta ob qualquer sistema agrícola ou nativo.

Portanto, pela sua importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, a fauna edáfica é utilizada, dentre os diversos integrantes da biologia do solo, como importante indicador biológico de qualidade do solo, podendo ser útil na indicação de agroecossistemas degradados, uma vez que a diversidade da fauna edáfica tende a ser baixa em sistemas com muita perturbação humana (WINK, 2005).

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar qualitativa e quantitativamente a recolonização pela fauna em áreas de caatinga desmatadas e queimadas para o plantio de milho e feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localiza-se na Fazenda Crioula, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC) da EMBRAPA, estando situada no município de Sobral – CE. O município se encontra na região semi-árida cearense e está a 3° 41' S e 40° 20' W, com altitude de 69 m. A temperatura média anual é de 30 °C e a precipitação média anual de 798 mm com chuvas distribuídas de janeiro a maio (Figura 1). O solo dominante é um Luvissole Crômico Órtico pouco profundo e textura areno - argilosa.

A área de 7,0 ha foi dividida em sete sub-parcelas de 1,0 hectares. Anualmente e desde 1997, uma destas sub-parcelas é submetida às práticas da agricultura itinerante, ou seja, faz-se a broca e a queima da vegetação lenhosa, com posterior plantio de milho e feijão, por até

dois anos, em seguida a sub-parcela é deixada em pousio por até cinco anos, sendo que no período de repouso elas são utilizadas como área de manança por dez matrizes ovinas. Adjacente a estes sistemas de manejo tem uma mata com cerca de 50 anos de formação, considerada, nesta pesquisa, como controle. Foram selecionadas oito sistemas de manejo de solo:

- área que foi desmatada, queimada e plantada com milho e feijão no 1º ano (MF1);
- área que foi desmatada, queimada e plantada com milho e feijão no 2º ano (MF2);
- 5 áreas de caatinga que foram desmatadas, queimada e plantada com milho e feijão por dois anos e se encontram com 1 ano (P1), 2 anos (P2), 3 anos (P3), 4 anos (P4) e 5 anos (P5) de pousio.
- uma mata com cerca de 50 anos (Mata) que foi tomada como referência, visto que, teoricamente, é um sistema que está em equilíbrio e os processos de adição e perda de carbono orgânico se equivalem.

Nessas áreas, foram realizadas coleta da fauna do solo em dois períodos distintos do ano, a saber: a) março, período de chuvas abundantes; b) setembro, período seco e de temperaturas elevadas.

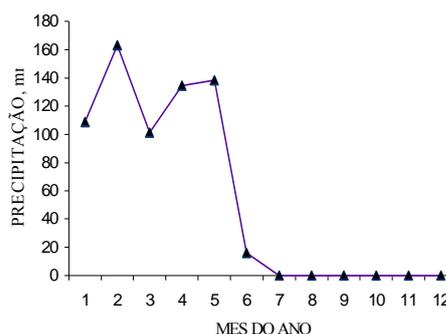


Figura 1. Média mensal de precipitação, registrada pela EMBRAPA - Caprinos, no período de janeiro a dezembro de 2005

Em cada sistema de manejo foram colocadas cinco armadilhas do tipo “pitfall” (MOLDENKE, 1994), para captura da fauna edáfica. Nesta técnica, recipientes plásticos de 10 cm de altura com 10 cm de diâmetro (contendo álcool a 50 % até cerca de 1/3 de seu volume) foram enterrados até que sua abertura ficasse exatamente no nível do solo, espaçados de cinco metros na forma de um transecto em sua parte central de cada sistema, onde permaneceram por sete dias. Os espécimes da fauna edáfica capturados foram identificados e quantificados com o auxílio de uma lupa binocular, quanto ao nível de grandes grupos taxonômicos.

A partir dos resultados obtidos, foi calculado o número de indivíduo por armadilha, a riqueza de fauna (número de grupos identificados) e os índices de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou de cada área.

O Índice de Diversidade de Shannon (H) (SHANNON & WEAVER, 1949), um índice extremamente apropriado para o uso em Ecologia do solo pois leva em consideração a riqueza das espécies e sua abundância relativa, sendo definido por:

$$H = - \sum p_i \cdot \log p_i$$

Em que

$p_i = n_i/N$;

n_i = valor de importância de cada espécie ou grupo;

N = total dos valores de importância.

O Índice de Uniformidade de Pielou (e) (PIELOU, 1977) é um índice de equitabilidade ou uniformidade, em que a uniformidade refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo definido por:

$$e = H / \log S$$

Onde

H = Índice de Shannon;

S = Número total de espécies ou grupos na comunidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se efeitos negativos da queimada sobre a fauna do solo que foram mais pronunciados a partir do 2º ano após a queima (MF1) permanecendo até o 2º ano de pousio (P2) (Tabela 1). No sistema (MF1) observou-se, inclusive, no período chuvoso, uma riqueza igual a da Mata, conforme também verificado por Menezes et al. (2005). Isto provavelmente ocorreu em função de uma melhor fertilização do solo que normalmente se dá após as queimadas pelo efeito das cinzas (NUNES, 2006; RHEINHEIMER et al., 2003 e FERNANDES & FERNADEZ 2002) e que pode ter contribuído de alguma forma para gerar um ambiente mais propício para o estabelecimento de invertebrados da fauna edáfica. No entanto, tal fato carece de uma investigação mais apurada.

A partir do tratamento P3 houve uma tendência a reocupação das áreas alcançando valores de fauna mais próximos ao controle (Tabela 1). Comumente, a recuperação da fauna edáfica em áreas degradadas se dá quando o ambiente permanece em repouso e se aproxima do clímax em função de uma maior disponibilidade de nichos ecológicos e consequente restauração das cadeias alimentares. Segundo Araújo Filho (2006), com base na sucessão secundária da vegetação da caatinga, o tempo de pousio em áreas que sofreram queimadas, deveria ser de pelo menos 40 anos.

Dessa forma, os sistemas de manejo P3, P4 e P5 e Mata, de uma maneira geral, mostraram valores de indivíduos superiores aos demais sistemas de manejo duas épocas de coleta, e de riqueza de fauna na época seca (Tabela 1). Sabe-se que quanto mais diversa for a cobertura vegetal, maior será a heterogeneidade da serapilheira, que apresentará maior diversidade das comunidades de fauna (Correia & Andrade, 1999), e, neste contexto, a cobertura do solo da caatinga,

geralmente formam uma camada espessa de folhas com vários extratos de matéria fresca em decomposição, (ARAÚJO FILHO, 2003; CARVALHO, 2003), sobretudo na época de estiagem, visto que as espécies lenhosas que compõem esse ecossistema são do tipo caducifolia e perdem a folhagem no início da estação seca (ANDRADE LIMA, 1992). Os recursos alimentares disponíveis, bem como a estrutura do microhabitat gerado nessas condições que mantém uma maior umidade do solo, possibilitaram a colonização de várias espécies de fauna do solo com estratégias diferentes de sobrevivência nos sistemas de manejo em questão.

No período seco, os sistemas MF1 e MF2, por exemplo, registraram apenas quatro e seis grupos, respectivamente (Tabela 1), em função de mudanças nas condições de sobrevivência pela ausência de vegetação ocasionada principalmente pelas queimadas realizadas e agravada pelo déficit hídrico. Conforme Correia (1997) a queimada de áreas para fins de plantio ou colheita tem efeitos negativos drásticos sobre as populações de animais do solo, uma vez que, além da eliminação direta de praticamente todos os animais que vivem na superfície do solo, a exclusão da serapilheira elimina a fonte de alimentos e contribui para um baixo teor de umidade no solo. Nesta situação, as condições de colonização do meio ficam limitadas para poucas espécies mais resistentes ao déficit hídrico em detrimento de outras que podem ter migrado para a subsuperfície ou mesmo para outras áreas. Para Bandeira & Harada (1998) em ecossistemas tropicais, onde as estações chuvosas e secas são bem definidas, boa parte da fauna edáfica migra da superfície do solo, quando este apresenta deficiência de umidade, como foi o caso dos sistemas citados, para a camada mineral mais profunda, retornado para a superfície, quando a umidade é restabelecida.

O valor do índice de Shannon variou muito entre os sistemas de manejos sendo que em alguns casos os solos em pousio e que sofreram queimadas mostraram valores próximos ou mesmo superiores aos encontrados nos solos sob mata (Tabela 2). Isto acontece porque quando os valores de densidade não são muito discrepantes entre os grupos, o componente "equitabilidade" do índice de diversidade torna-se muito alto, puxando o índice de Shannon para cima. Este índice apresentou valores elevados na época de boa umidade no solo, com exceção dos sistemas P2, P4 e P5. Esses resultados evidenciam que o alto número de indivíduos de fauna nesta época do ano pode ter reduzido a diversidade, uma vez que, quanto maior o número de indivíduos, maior será a chance de algum grupo estar predominando e, portanto, reduzindo a equitabilidade (Índice de Pielou), e a diversidade de espécies está associada a uma relação entre número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER, 1989).

Tabela 1 – Número indivíduos e riqueza de espécies encontrados nos diferentes tipos de manejo nas duas épocas coletadas

Sistema de manejo	Indivíduos		Riqueza	
	Período úmido	Período seco	Período úmido	Período seco
	N ^o de indivíduos por armadilha por dia		----N ^o de grupos identificados----	
MF1	6,28	8,14	13	4
MF2	2,78	6,14	9	6
P1	2,5	6,40	9	8
P2	2,9	6,35	12	7
P3	7,10	9,46	12	10
P4	8,50	17,71	10	9
P5	6,42	14,71	9	9
Mata	8,25	22,96	11	11

* MF1 – Milho no 1º ano de cultivo; MF2 – Milho no 2º ano de cultivo; P1 – Caatinga com 1 ano de pousio; P2 – Caatinga com 2 anos de pousio; P3 – Caatinga com 3 anos de pousio; P4 – caatinga com 4 anos de pousio; P5 – Caatinga com 5 anos de pousio; M50 – Mata com 50 anos.

Tabela 2. Índice de Shannon e Índice de Pielou encontrados nos sistemas de manejos estudados nas duas épocas de coleta

Sistema de manejo	Índice de Shannon		Índice de Pielou	
	Período úmido	Período seco	Período úmido	Período seco
MF1	0,87	1,0	0,23	0,50
MF2	1,02	1,8	0,32	0,70
P1	0,95	1,28	0,31	0,43
P2	0,92	0,77	0,24	0,28
P3	1,34	2,33	0,37	0,70
P4	1,04	0,54	0,30	0,17
P5	1,56	0,94	0,49	0,30
Mata	1,12	1,17	0,32	0,34

* MF1 – Milho no 1º ano de cultivo; MF2 – Milho no 2º ano de cultivo; P1 – Caatinga com 1 ano de pousio; P2 – Caatinga com 2 anos de pousio; P3 – Caatinga com 3 anos de pousio; P4 – caatinga com 4 anos de pousio; P5 – Caatinga com 5 anos de pousio; M50 – Mata com 50 anos.

O índice de Pielou variou entre os sistemas de manejo nas duas épocas de coleta. Os sistemas P4, P5 e mata apresentaram uma maior redução deste índice no período seco. Entretanto, nos demais sistemas de manejo, houve aumento do índice de Pielou na época de chuvas (Tabela 2). Neste último caso houve um aumento de densidade e decréscimo na riqueza favorecendo o aumento da uniformidade na distribuição dos grupos de fauna.

Os grupos Ortópteros, Coleópteros, Dípteros, Formicidae e Araneae estiveram presentes em todos os sistemas estudados no período chuvoso em boas proporções (Tabela 3). Segundo Brown (1997), os indivíduos ou espécies destas ordens constituem-se nos mais importantes bioindicadores da fauna do solo, com exceção dos indivíduos do grupo araneae.

Na Tabela 3 verifica-se ainda que as larvas de díptera ocorreram em boas proporções apenas na Mata no período chuvoso. Este grupo podem ser tanto saprófagos quanto predadores em termos de suas funções nos ecossistemas. Para Frouz, (1999) em ecossistemas de florestas e campos as larvas destes insetos representam os organismos mais abundantes quando comparados a

agroecossistemas, em função de fatores favoráveis como maior camada de resíduos orgânicos e umidade.

Os grupos Formicidae e Coleóptero, que apresentam organismos saprófagos e predadores e que exercem simultaneamente estas duas funções, registraram presença em todos os sistemas estudados no período seco, o que poderia se supor que estes dois grupos são mais predominantes na caatinga em situação de déficit hídrico. No entanto, estes dois grupos seguiram diferentes padrões de comportamento quanto à época avaliada.

Houve uma tendência de um maior número de indivíduos do grupo formicidae, representado pelas formigas, no período mais seco, principalmente nos sistemas P4, P5 e mata, época em que estes insetos apresentaram maior atividade (Tabela 3), resultados parecidos aos encontrados por Nunes (2003) em ecossistemas de floresta úmida. Por sua vez, os coleópteros mostraram um comportamento contrário, com maior número de indivíduos nas áreas mais degradadas no período seco e nas áreas mais preservadas no período úmido (Tabela 3). Esses organismos representaram cerca de 40% do total de indivíduos da Mata na época de chuvas sendo favorecido pela ela densa serrapilheira,

usada como fonte de alimento aliado a boa umidade do solo. Para Escobar, (1997), citado por Assis Júnior, (2000), os picos de riqueza, abundância e biomassa de

alguns coleópteros ocorrem na estação chuvosa, quando esses besouros apresentam máxima atividade diária.

Tabela 3 – Números total de indivíduos por grupo taxonômico em sistemas cultivados na caatinga

Grupos taxonômicos	MF1	MF2	P1	P2	P3	P4	P5	Mata
----- Período úmido -----								
Collembola	25	-	1	6	123	17	5	1
Ortóptera	8	10	7	12	7	4	11	2
Blattodea	-	-	4	2	-	-	2	3
Isoptera	1	-	-	1	12	-	-	-
Heteroptera	4	-	-	-	-	-	-	-
Homóptera	14	2	-	-	2	3	-	-
Coleóptera	19	7	10	15	5	61	11	92
Lepidóptera	1	2	-	1	1	-	-	1
Diptera	42	10	15	13	5	64	17	12
Hymenoptera	4	8	-	2	1	5	-	-
Formicidae	24	29	19	10	10	12	117	47
L. de díptera	-	-	-	-	-	-	-	46
L. de coleóptera	1	-	-	1	4	3	1	8
Dipliopoda	-	-	1	-	-	-	-	-
Aranae	32	8	12	16	28	68	15	16
Pseudoscorpionida	-	-	-	-	1	1	1	1
Scorpionida	1	2	1	1	-	-	-	-
Total	176	78	70	81	199	238	180	231
----- Período seco -----								
Collembola	2	-	37	-	2	6	4	10
Ortóptera	-	2	6	2	2	-	4	5
Blattodea	-	-	-	-	1	-	5	1
Isoptera	-	-	-	-	-	1	-	2
Heteroptera	-	-	-	2	-	-	1	1
Homóptera	-	-	7	-	-	1	-	1
Coleóptera	166	50	48	6	11	9	22	8
Lepidóptera	-	-	4	-	-	-	-	-
Diptera	-	4	1	-	-	1	1	5
Hymenoptera	4	8	6	2	3	-	4	-
Formicidae	58	56	114	158	137	434	357	475
L. de díptera	-	-	-	-	-	-	-	-
L. de coleóptera	-	-	-	-	-	-	-	-
Dipliopoda	-	-	-	-	-	-	-	-
Aranae	-	22	42	6	23	13	22	141
Pseudoscorpionida	-	-	1	2	2	1	-	1
Scorpionida	-	-	-	-	-	2	-	-
Total	228	172	265	178	179	468	412	643

* **MF1** – Milho no 1º ano de cultivo; **MF2** – Milho no 2º ano de cultivo; **P1** – Caatinga com 1 ano de pousio; **P2** – Caatinga com 2 anos de pousio; **P3** – Caatinga com 3 anos de pousio; **P4** – caatinga com 4 anos de pousio; **P5** – Caatinga com 5 anos de pousio; **M50** – Mata com 50 anos.

A ocorrência do grupo Formicidae em maiores proporções nos sistemas P4, P5 e Mata (Tabela 3) pode ser um indicativo de equilíbrio destes sistemas, visto que a relevância desse grupo para a comunidade da fauna edáfica é atribuída ao hábito social e a repartição do trabalho, pois elas operam na redistribuição das

partículas, dos nutrientes e da matéria orgânica, melhoram a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e a aeração (BRUYN, 1999) sendo, em geral, abundante e considerado de fundamental importância para os processos de decomposição em ecossistemas tropicais (ASSAD, 1997). Ademais, as formigas ocupam nichos

diversificados no ecossistema (SILVA & BRANDÃO, 1999), e atuam como dispersores de sementes de espécies de plantas da caatinga (LEAL, 2004). Sua presença nas mais adversas condições se deve ao fato de que estas compreendem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, ou ainda, por serem importantes na ciclagem de nutrientes e regeneração florestal, facilidade de coleta e identificação (SOUZA et al., 2001; HARADA, 2003; LOPES et al., 2003), podendo ser potencialmente utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental.

CONCLUSÕES

As épocas de coleta influenciaram a variação da densidade de fauna, riqueza de espécies, índice de Shannon e índice de Pielou.

Os organismos da fauna edáfica mostraram-se sensíveis aos efeitos das queimadas o que levou a uma redução na diversidade, sobretudo no período seco.

Os grupos formicidae e coleópteras apresentaram-se mais resistentes às condições adversas de manejo do solo na caatinga.

O período seco permitiu estabelecer maiores diferenças entre as diferentes coberturas vegetais estudadas do que o período úmido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE LIMA, D. **O domínio das caatingas**. Recife: UFRPE-Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e CNPq, 1992, 48p.
- ARAÚJO FILHO, J.A. O bioma caatinga. In: FALCÃO SOBRINHO, J & FALCÃO, C.L.C. **Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006, p. 49-70.
- ARAÚJO FILHO, J.A. Sistemas de produção sustentáveis para a região da caatinga. **Relatório Final de Projeto**. EMBRAPA – CNPC, Sobral, 2003. 14p.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; BARBOSA, T.M.L. Manejo agroflorestal de Caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JUNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, 2000, p. 47-57.
- ASSAD, M.L.L. Papel da macrofauna edáfica de invertebrados no comportamento de solos tropicais. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro. **Conferências...**, CD-ROOM, Rio de Janeiro, SBCS, 1997.
- ASSIS JÚNIOR, S.L. **Sistemas agroflorestais versus Monoculturas: coleóptera, scarabaeidae e microbiota do solo como bioindicadores de sustentabilidade**, 2000,
- 70p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- BANDEIRA, A.G. & HARADA, A.Y. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia central. **Acta Amazônica**, 28: 191-204, 1998
- BROWN, G.G. Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Londrina. **Anais...**, Londrina, SBCS, 2001, p. 56 (palestra 23).
- BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H.L. & MAIA, N.B. **Indicadores ambientais**. Sorocaba: s.n., 1997. p.143-151.
- BRUYN, L.A.L. de. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 74: 425-441, 1999.
- CARVALHO, F.C. **Sistema de produção agrossilvopastoril para a região semi-árida do Nordeste do Brasil**, 2003, 77p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- 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. Documento, 156).
- CORREIA, M. E .F. Organização de comunidades da fauna de solo: o papel da densidade e da diversidade como indicadores de mudanças ambientais In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro. **Conferências...**, CD-ROOM, Rio de Janeiro, SBCS, 1997.
- CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.G. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.G. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**, Porto Alegre: Gênese, 1999, p. 197-255.
- FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. **Características químicas do solo em área de pastagem nativa recém queimada no Pantanal arenoso, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 18p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 36).
- FROUZ, J. Use of soil dwelling Diptera (Insecta Díptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 74: , p. 167-186, 1999.

- HARADA, A.Y. Biodiversidade de formigas na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p.2-6.
- LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, 33:3-16, 1996.
- LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, S.; MARTIN, A.; BAROIS, S.; TOUTAIN, F.; SPAIN, A. & SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystem. Application to soils in the humid tropics. **Biotropica**, 25:130-150, 1993.
- LEAL, I. R. Dispersão de sementes por formigas na caatinga. In LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Ed.) **Ecologia e conservação da Caatinga**: uma introdução ao desafio. Recife: EDUFPE, 2004, p. 593-624.
- LOPES, D.T.; LOPES, J.; BACCARO, F.B.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Comunidade de formigas (Formicidae) em mata e pastagem: uma análise comparativa. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p.435-436.
- MENEZES, R.I.Q.; NUNES, L.A.P.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; SILVA, N.L. Efeito da queimada e do pousio sobre a fauna de um solo sob caatinga no semi-árido nordestino. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **CD room...**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- MOLDENKE, A.R. Arthropods In WEAVER, R.W., ANGLE, S., BOTTOMLEY, P., BEZDICEK, D., SMITH, S., TABATABAI, A., WOLLUM, A. eds. **Methods of soil analysis** Microbial and biochemical properties. Part 2. Madison: SSSA, 1994, p. 517-542.
- NUNES, L.A.P.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; MENEZES, R.I.Q. Impacto da queimada e do pousio sobre a qualidade de um solo sob caatinga no semi-árido nordestino. **Revista Caatinga**, 19: 200 -208, 2006.
- NUNES, L.A.P.L. **Qualidade de um solo cultivado com café e sob mata secundária no município de Viçosa – MG**. 2003, 102p. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003, 102p.
- PIELOU, E.C. **Mathematical ecology**. New York, Wiley, 1977, 385p.
- RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, J.C.P.; FERNANDES, V.B.B.; MAFRA, A.L.; ALMEIDA, J.A. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, 33: 49-55, 2003
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana, Universidad Illinois Press, 1949, 117p.
- SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, 12 (2): 55-73, 1999.
- SOUZA, A.L.B. de; CARVALHO, K.S.; PEREIRA, M.S.; SAMPAIO, C.P. Mirmecofauna de mata de cipó (transição entre mata Atlântica e Caatinga) no semi-árido baiano. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.333-335.
- WALKER, D. Diversity and stability. In: CHERRETT, J.M., ed. **Ecological concepts**. Oxford, Blackwell Scientific Public, 1989, p.115-146.
- WINK, C; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K. , ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. Dissertação (Doutorado em Zootecnia). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 4 : 60-71, 2005.