

Macrofauna edáfica em sistemas agroflorestais e outros sistemas de uso da terra em Roraima – Resultados iniciais

Patrícia da Costa¹
Maria Ivoneide da Silva Costa²
Marcelo da Cunha Amaral³
Moisés Mourão Júnior⁴

A Floresta Amazônica, considerada como um dos ecossistemas de maior biodiversidade do planeta (Gentry, 1992), vem sofrendo os efeitos de uma crescente pressão antrópica, que pode ser constatada a partir da observação do incremento das taxas médias de deflorestamento bruto para fins agropastoris (INPE, 2002).

Sabe-se que, para maioria dos solos dos trópicos úmidos, a matéria orgânica é a principal fonte de nutrientes minerais às plantas (Franco et al., 1992). Por este motivo, quando há retirada de vegetação natural, freqüentemente seguida de práticas inadequadas de manejo, observa-se, após alguns anos, a degradação e perda da fertilidade do solo, como resultado de alterações na ciclagem de nutrientes. De fato, diversos autores tem observado um rápido declínio da produtividade de pastagem na Amazônia alguns anos após a sua abertura, o que comumente leva ao abandono destas com concomitante

abertura de novas áreas (Brienza et al., 1988).

Os sistemas agroflorestais surgem como uma alternativa de recuperação e inserção das áreas degradadas ou abandonadas no contexto produtivo, contribuindo assim, para a diminuição da pressão antrópica sobre as áreas de floresta primária. Tais sistemas caracterizam-se por aportar uma grande quantidade de biomassa ao solo, fato pelo qual contribuem para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos similares ao de uma floresta (Fernandes & Serrão, 1992; Fernandes & Matos, 1995).

A macrofauna do solo é representada por um grupo diverso que inclui minhocas, térmitas e diplópodes, entre outros, com diâmetro corporal superior a 2 mm. Este grupo funcional de invertebrados possui habilidade para cavar e criar estruturas específicas que permitem a sua movimentação e sobrevivência no solo,

¹ Pesquisadora, M. Sc. Manejo e Conservação de Solo. Embrapa Roraima. BR 174, km 08. Caixa Postal 133. Distrito Industrial. CEP: 69301-970. Boa Vista/RR. patricia@cpafrr.embrapa.br.

² Estudante de curso de Biologia. Universidade Federal de Roraima. miscosta@msn.com

³ Biólogo. Fundação Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia. Governo do Estado de Roraima. marcelosugera@yahoo.com.br

⁴ Pesquisador, M. Sc. Métodos Quantitativos em P&D. Embrapa Roraima. BR 174, km 08. Caixa Postal 133. Distrito Industrial. CEP: 69301-970. Boa Vista/RR. mmourao@cpafrr.embrapa.br.

como: buracos, galerias, ninhos e câmaras, além da deposição de fezes resultantes da sua atividade alimentar. Devido à sua capacidade de afetar profundamente a estrutura do solo, estes organismos também têm sido chamados de “engenheiros do ecossistema” (Stork & Eggleton, 1992). Seus efeitos diretos na ciclagem biogeoquímica ocorrem através da fragmentação e incorporação de detritos vegetais ao solo, promovendo um aumento na disponibilidade de recursos para os microrganismos e mediando a transferência de solutos e particulados no perfil do solo. Afetam também, a ciclagem biogeoquímica através do rearranjo físico das partículas do solo, alterando a distribuição de tamanho de poros e, como resultado, os padrões de infiltração e emissão de gases (Beare et al., 1995). Os efeitos das minhocas são universalmente conhecidos, mas o “turnover” do solo promovido por formigas e cupins pode ser igualmente importante (Lobry de Bruyn & Conacher, 1990).

Devido à estreita associação da comunidade da fauna com os processos que ocorrem no subsistema decompositor e a sua sensibilidade a interferências no ecossistema, sua abundância e composição podem refletir o padrão de funcionamento do ecossistema. Desta forma, alterações na composição de espécies e na abundância relativa dos invertebrados do solo tem sido sugeridos como bons indicadores de uso sustentável dos recursos naturais em

agroecossistemas (Linden et al., 1994; Stork & Eggleton, 1992).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a macrofauna do solo em sistemas agroflorestais e em outros sistemas de uso da terra, visando utilizá-la como bioindicadora de qualidade do solo. O estudo foi conduzido no Campo Experimental Confiança, da Embrapa Roraima, Município do Cantá, Estado de Roraima, em áreas de Floresta Primária (FP), Floresta Secundária de 8 anos (FS), Floresta Secundária recém Queimada (FSQ), Pastagem Degradada (PD), sistemas agroflorestais implantados com (HI) e sem (LI) a utilização de insumos.

A área de estudo apresenta vegetação de floresta com clima Ami (Köppen); domínio de clima tropical chuvoso com nítida estação seca, com a amplitude térmica entre as médias do mês mais quente e do mês mais frio, inferior a 5°C. A precipitação pluvial apresenta valores médios de 1.795-2.385 mm.ano⁻¹, em que os meses de maio, junho e julho assinalam mais de 55 % do total de precipitação, sendo que maio é o mês de maior precipitação (292-552 mm.mês⁻¹) (Mourão Jr. et al., 2003). O solo da área é um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (Arco-Verde & Mourão Jr., 2003; Melo et al., 2003).

Os sistemas agroflorestais foram implantados em 1995 em parcelas de 48 m x 48 m (2.304 m²) com as seguintes espécies em espaçamento 3,0 m x 2,0 m:

cupuaçu *Theobroma grandiflorum*, ingá-de-metro *Inga edulis*, banana *Musa* sp, pupunha *Bactris gasipaes*, guaraná *Paulinia cupana*, cupiúba *Goupia glabra*, castanha-do-brasil *Bertholletia excelsa*. No entorno de toda a parcela foram plantadas gliricídias *Gliricidia sepium*, formando uma cerca-viva. O tratamento inicial com alto insumo (HI) incluiu calagem, aplicação P_2O_5 e FTE BR 12; enquanto que o tratamento de baixo insumo (LI) diferenciou-se por não ter sido realizada a correção do solo, nem tão pouco a fosfatagem (para maiores informações sobre os sistemas agroflorestais consultar Schwengber et al., 1999). Atendendo a necessidade de manejo, o desenho inicial dos sistemas agroflorestais foi modificado com a retirada das bananeiras, em 2000, e com a substituição das plantas de ingá-de-metro por café *Coffea arabica*, a partir de 2002.

A macrofauna do solo foi avaliada em abril de 2004, mês que se caracteriza pela transição entre o período de seca e o período chuvoso. Foram realizadas três amostragens aleatórias em cada um dos sistemas de uso da terra descritos anteriormente, seguindo a metodologia do “Tropical Soil Biology and Fertility Programme” (TSBF) (Anderson & Ingram, 1989). Para tanto, no campo, foi utilizada uma sonda de 25 cm x 25 cm para delimitar a área a ser amostrada. Cada amostra foi decomposta em quatro subamostras: serapilheira; solo de 0-10 cm; solo de 10-20

cm e solo de 20-30 cm de profundidade. As subamostras foram conduzidas ao laboratório onde a macrofauna foi triada e os organismos identificados em grandes grupos taxonômicos.

Em cada sistema de uso da terra, foram obtidos os valores médios e erros padrão de densidade de indivíduos da macrofauna edáfica coletados nas profundidades de amostragem. Os contrastes entre as densidades e os sistemas de uso da terra foram modelados segundo o modelo linear geral. Por meio de uma análise de agrupamento, utilizando como distância de Bray-Curtis e método de ligação do vizinho mais distante, foram arranjados os sistemas de uso da terra em função da densidade dos grupos taxonômicos assinalados. As análises foram conduzidas com auxílio da planilha eletrônica Excel e do software gratuito BioDiversityPro.

RESULTADOS

A densidade global de indivíduos situou-se no intervalo de confiança de 599-2.720 ind.m⁻². A FS apresentou a maior densidade de indivíduos, seguida da FP (Tabela 1). Os sistemas agroflorestais apresentaram valores médios intermediários de densidade de indivíduos da macrofauna edáfica, uma vez que as menores densidades médias foram observadas na PD e na FSQ (Tab. 1), indicando que a macrofauna edáfica apresenta-se como um indicador sensível às alterações nas formas de uso da terra.

De maneira geral, os diferentes sistemas de uso do solo apresentaram densidades médias da macrofauna edáfica inferiores às observadas por Lavelle & Pashanasi (1989), em Yurimaguas, na Amazônia peruana. Neste trabalho foram observados 4.304 ind.m⁻² em floresta primária e 4.099 ind.m⁻² em uma floresta secundária de 15 anos, durante a estação chuvosa, quando

presumivelmente as comunidades apresentam um pico de abundância (Lavelle & Pashanasi, 1989). Assim, as menores densidades podem ser atribuídas ao fato de que este trabalho foi conduzido na transição entre o período de seca e o período chuvoso.

Tabela 1. Valores médios e erro padrão de densidade (ind.m⁻²) em função dos usos da terra e profundidades de amostragem.

Profundidade	HI	LI	FP	FS	FSQ	PD	Total
Liteira	123±56	155±71	5.269±4.360	64±18	~	21±5	1.126±922
00-10cm	3.957±1644	5.211±2095	2.368±1.462	12.981±9.767	43±11	299±66	4.143±1.780
10-20cm	1.696±1007	784±285	1.563±542	587±56	64±37	549±454	874±226
20-30cm	736±418	267±227	1.152±478	165±86	0	117±79	406±137
Total	1.628±608	1.604±778	2.588±1105	3.449±2.663	36±15	247±116	1.660±531

Onde: HI – sistema agroflorestal sob alto insumo; LI - sistema agroflorestal sob baixo insumo; FP – floresta primária; FS – floresta secundária de 08 anos; FSQ – floresta secundária queimada; PD – pastagem degradada.

Quando avalia-se a distribuição vertical da densidade da macrofauna do solo, verifica-se que somente a FP apresentou maior densidade de indivíduos na serapilheira (Tab. 1). Entretanto, deve-se destacar que tanto na FS, quanto em HI e LI, a profundidade de 00-10 cm foi a que apresentou maiores densidades (Tab. 1). Por sua vez, para PD e FSQ as maiores densidades foram observadas na profundidade de 10-20 cm (Tab. 1). Percebe-se assim, a existência de três padrões de distribuição vertical, similares aos observados por Barros et al. (2002).

Em sistemas florestais nos trópicos úmidos a atividade biológica está, em geral, concentrada na serapilheira e no solo superficial (Costa, 2002), o que foi observado em todos os sistemas florestais, exceto na área de floresta secundária queimada.

O fogo é uma ferramenta amplamente utilizada por agricultores familiares na Amazônia brasileira para a conversão de áreas de floresta primária ou secundária em pastos ou áreas agrícolas. Como efeito direto do fogo, muitos organismos são completamente eliminados, especialmente

aqueles que têm como habitat a serapilheira ou os organismos menos móveis que vivem no solo (Neary et al., 1999). O fogo também reduz ou elimina a camada de serapilheira, o que diminui marcadamente a disponibilidade de microhabitats para a fauna do solo (Warren et al., 1987). Como efeitos indiretos, pode-se apontar a redução do conteúdo de carbono e nutrientes do solo, alterações na velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo e alterações microclimáticas (Juo e Manu, 1996). Todos estes efeitos conjugados levam à redução do número de espécies e à redução da densidade de invertebrados no solo.

Por sua vez, a conversão de áreas de floresta primária na Amazônia em pastagens induz, via de regra, uma redução na diversidade e na densidade de organismos da macrofauna edáfica (Lavelle & Pashanasi, 1989; Tab. 1), com implicações sobre as características morfológicas e hidráulicas do solo (Chauvel et al., 1999; Barros et al., 2004).

Considerando a densidade de indivíduos por grupo taxonômico, observa-se a dominância quase absoluta de Isoptera para as áreas de FP e FS, com respectivamente 91,5% e 95,6% da densidade total de indivíduos da macrofauna edáfica (Tab. 2).

Nos sistemas agroflorestais observa-se que um maior número de grupos taxonômicos respondem por cerca de 95 % da densidade total, quais sejam: Isoptera (1253,33 ind.m⁻²), Formicidae (162,67 ind.m⁻²), Oligochaeta (80 ind.m⁻²) e Diplopoda (54,67 ind.m⁻²), para HI; e Isoptera (1200 ind.m⁻²), Formicidae (221,33 ind.m⁻²) e Diplopoda (106,67 ind.m⁻²), para LI (Tab. 2).

Estes resultados mostram que, adicionalmente a redução na densidade de organismos da macrofauna edáfica, alterações na estrutura das comunidades tanto no nível taxonômico quanto funcional também ocorrem com a substituição de florestas primárias por agroecossistemas.

Tabela 2. Valores médios de densidade dos táxons constituintes dos grupos funcionais assinalados nas diferentes sistemas de uso da terra avaliados.

Grupo Funcional	Grupo Taxonômico		HI	LI	FP	FS	FSQ	PD
Fitófagos	Hemiptera	Ninfa	1,33		5,33			
		Adulto	1,33	2,67		1,33		
	Heteroptera	Ninfa			1,33	5,33		
Micrófagos	Acari		12	1,33		2,67		
	Collembola		1,33			5,33		
	Diptera	Larva	4,00		5,33			2,67
Saprófagos	Coleoptera	Larva	4,00	1,33	4,00	8,00	1,78	
	Blattaria				1,33			
	Diplopoda		54,67	106,67	1,33	2,67		
	Diplura		6,67	2,67	2,67	6,67		
	Gastropoda		8,00					
	Isopoda		2,67		4,00			
	Oligochaeta		80,00	52,00	93,33	60,00	17,78	46,67
	Orthoptera		1,33				7,11	
	Psocoptera		1,33		1,33	1,33		
	Symphyla		6,67	4,00				
	Thysanoptera				1,33			
Parasita	Nematoda		2,67	1,33	1,33	1,33		
Parasitóides	Hymenoptera		12,00	4,00	1,33			
Predadores	Araneae		2,67		1,33	2,67		
	Chilopoda			4,00	16,00	12,00	1,78	
Sociais	Formicidae		162,67	221,33	72,00	36,00	3,56	42,67
	Isoptera		1253,33	1200,00	2368,00	3297,33	3,56	154,67
Outros	Coleoptera		9,33	2,67	6,67	6,67		
Total			1.628	1.604	2.588	3.449	36	247

As formigas e os cupins estão entre os mais abundantes artrópodes dos trópicos úmidos (Bandeira, 1985; Bandeira & Macambira, 1988; Lavelle & Pashanasi, 1989), sendo importantes componentes detritívoros da cadeia trófica (Martius, 1994). Estes organismos, conhecidos como “engenheiros do ecossistema” (Lavelle, 1996), possuem a habilidade de modificar o ambiente, influenciando grandemente a atividade microbiana, a decomposição e a ciclagem de nutrientes, entre outros processos do solo, através da construção de galerias e ninhos (Lavelle et al., 1994).

Na PD e FSQ também observa-se um maior número de grupos taxonômicos dominando a comunidade. Isoptera continua como grupo dominante na PD, com 62,7 % do total de indivíduos da macrofauna edáfica ($154,67 \text{ ind.m}^{-2}$), seguido de Oligochaeta ($46,67 \text{ ind.m}^{-2}$) e Formicidae ($42,67 \text{ ind.m}^{-2}$) (Tab. 2). Por sua vez, na FSQ observa-se uma redução relativa dos efetivos de Isoptera. Neste sistema, Oligochaeta apresenta-se como grupo dominante com 50,0% do total de indivíduos ($17,78 \text{ ind.m}^{-2}$), seguido de Orthoptera ($7,11 \text{ ind.m}^{-2}$), Isoptera ($3,56 \text{ ind.m}^{-2}$), Formicidae ($3,56$

ind.m⁻²) (Tab. 2). Barros et al. (2004) observaram que com a introdução de pastagens em áreas de floresta primária na Amazônia, houve uma redução na diversidade de organismos da macrofauna edáfica que foram substituídos por uma grande população da minhoca *Pontoscolex corethrurus*.

Por meio da análise de agrupamento (Fig. 1) foram identificados dois conjuntos de sistemas de uso da terra que não apresentaram nenhuma similaridade entre si. No primeiro grupo temos PD e FSQ, enquanto que no segundo grupo temos FP, FS e os sistemas agroflorestais – HI e LI (Fig. 1).

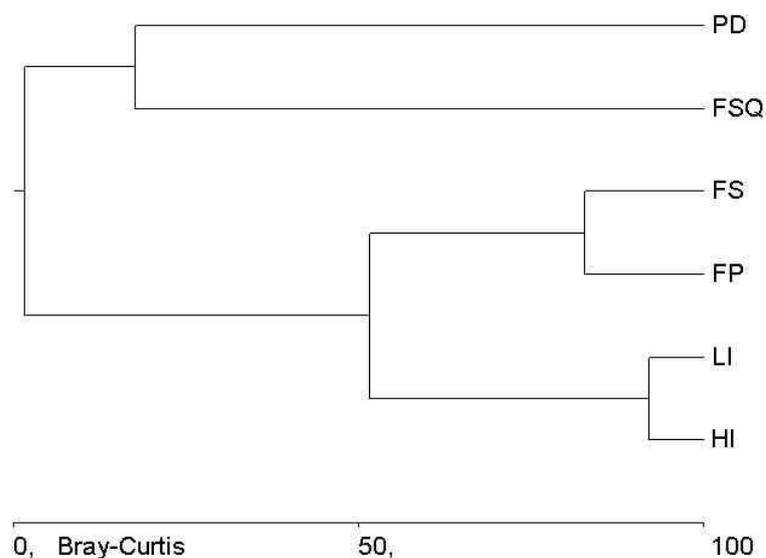


Fig.1. Dendrograma de similaridade entre a densidade de indivíduos dos grupos taxonômicos nos sistemas de uso da terra e profundidades de amostragem

Deve-se notar que o agrupamento formado pela pastagem degradada e pela floresta secundária queimada tem como característica comum as menores densidades da macrofauna edáfica observadas neste trabalho. No entanto, este agrupamento apresenta uma baixa similaridade interna, apenas 17,6% de similaridade entre seus componentes (Fig. 1), o que pode ser explicado pelas

diferenças observadas na composição relativa dos grupos taxonômicos (Fig. 1).

O segundo agrupamento pode ser dividido em dois componentes: o primeiro englobando as florestas FP e FS, com 62,8% de similaridade interna; e o segundo formado pelos sistemas agroflorestais HI e LI (Fig. 1). Deve-se destacar que este último componente apresenta uma forte similaridade interna (92,7%), resultado de

valores de densidade (Tab. 1) e composição relativa de grupos taxonômicos (Tab. 2) semelhantes.

CONCLUSÕES

A macrofauna edáfica apresenta-se como um indicador sensível às alterações no manejo entre os diferentes sistemas de uso da terra avaliados, uma vez que diferenças marcadas foram observadas tanto na densidade média, distribuição vertical, quanto na composição relativa de grupos taxonômicos entre os sistemas de uso da terra avaliados.

Os diferentes sistemas de uso da terra apresentaram diferenças marcadas em termos de densidade média de indivíduos da macrofauna edáfica, com as maiores densidades observadas nas áreas de floresta secundária e primária e as menores densidades nas áreas de pastagem degradada e na floresta secundária recém queimada, indicando a existência de comunidades da macrofauna edáfica mais estruturada em sistemas florestais em avançado estágio de regeneração.

Valores similares de densidade da macrofauna edáfica e a forte similaridade interna observada na estrutura das comunidades dos sistemas agroflorestais, implantados com alto e baixo aporte de insumos, indicam que não mais existem diferenças entre estes sistemas, principalmente em relação aos processos

do sub-sistema decompositor, o que precisa ser posteriormente avaliado.

Adicionalmente, estes sistemas apresentam uma comunidade da macrofauna edáfica que guarda maior similaridade às comunidades de florestas primárias e secundárias, do que com sistemas como a pastagem ou áreas recém abertas para agricultura com uso do fogo. Este resultado aponta para o fato de que tais sistemas a longo prazo podem ser capazes de manter processos, como decomposição e ciclagem de nutrientes, similares aos de áreas de florestas, com menor impacto sobre as comunidades de organismos do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical Soil Biology and Fertility Programme: a handbook of methods**. 2. ed. Wallingford: C.A.B. International, 1993. 221p.
- ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JR., M. **Produção de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) como componente de sistemas agroflorestais em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 5p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 16).
- BANDEIRA, A. G. Cupinzeiros como fonte de nutrientes em solos pobres da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série: Zoologia**, Belém, v. 2, n. 1, p. 39-48, 1985.

BANDEIRA, A. G.; MACAMBIRA, M. L. J..
Térmitas de Carajás, Estado do Pará,
Brasil: composição faunística, distribuição e
hábito alimentar. **Boletim do Museu
Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia**,
Belém, v. 4, n. 2, p. 175-190, 1988.

BARROS, E.; PASHANASI, B;
CONSTANTINO, R.; LAVELLE, P. Effects of
land-use system on the soil macrofauna in
western Brazilian Amazonia. **Biology and
Fertility of Soils**, n. 35, p. 338-347. 2002.

BARROS, E.; GRIMALDI, M.; SARRAZIN,
M.; CHAUVEL, A.; MITJA, D.;
DESJARDINS, T.; LAVELLE, P. Soil
physical degradation and changes in
macrofaunal communities in Central
Amazon. **Applied Soil Ecology**, v. 26, p.
157-168, 2004.

BEARE, M. H.; COLEMAN, D. C.;
CROSSLEY JR., D. A., HENDRIX, P. F.;
ODUM, E. P. A hierarchical approach to
evaluating the significance of soil
biodiversity to biogeochemical cycling. **Plant
and Soil**, v.170, p.5-22, 1995.

BRIENZA, S. JR. VIELHAUER, K.; VLEK,
P.L. G. Enriquecimento de capoeira:
mudando a agricultura migratória na
Amazônia Oriental Brasileira. In: DIAS, L. E.
D.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de
áreas degradadas**. Viçosa, MG:UFV,
Departamento de Solos / Sociedade
Brasileira de Recuperação de Áreas
Degradadas, 1988. p. 177-182.

CHAUVEL, A.; GRIMALDI, M.; BARROS,
E.; BLANCHART, E.; DESJARDINS, T.;
SARRAZIN, M.; LAVELLE, P. Pasture
damage by an Amazonian earthworm.
Nature, v. 398, p. 32-33, 1999.

COSTA, P. **Fauna do solo em plantios
experimentais de *Eucalyptus grandis*
Maiden, *Pseudosamanea guachapele*
Dugand e *Acacia mangium* Willd.** 2002.
93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia,
Área de Concentração em Ciência do Solo)
– Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro.

FERNANDES, E. C. M.; SERRÃO, E. A. S.
Protótipo e modelos agrossilvipastoris
sustentáveis. In: **Seminário Internacional
sobre Meio Ambiente, Pobreza e
Desenvolvimento da Amazônia -
SINDAMAZÔNIA**, 1992, Belém. Anais.
Belém: PRODEPA, 1992. p. 245-251.

FERNANDES, E. C. M.; MATOS, J. C.
Agroforestry strategies for alleviating soil
chemical constrains to food and fiber
production in brazilian Amazon. In: P. R.
SEIDL; O. R. GOTTLIEB; M. A. C. KAPLAN
(Ed.). **Chemistry of the Amazon:**
biodiversity, natural products and
environmental issues. Washington, DC:
American Chemical Society, 1995. p. 34-50.
(ACS Series, no. 588).

FRANCO, A. A., CAMPELLO, E. F., SILVA,
E. M. R. DA, FARIA, S. M. DE.
Revegetação de Solos Degradados.

Itaguaí: Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia, 1992. 9 p. (Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia. Comunicado Técnico, 9).

GENTRY, A. H. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservation significance. **Oikos**, v. 63, p. 19-28. 1992

INPE. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA.

Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite 2000-2001, 2002 19p.

JUO, A. S. R.; MANU, A. Chemical dynamics in slash-and-burn agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 58, p. 49-60. 1996.

LAVELLE, P. Diversity of Soil Fauna and Ecosystem Function. **Biology International**, n. 33, p. 3-16. 1996.

LAVELLE, P.; PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). **Pedobiologia**, n. 33, p. 283-291. 1989.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSAARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P. L. & SWIFT, M. J. **Biological Management of Tropical Soil Fertility**. [s. l.], 1994. p. 137-169.

LINDEN, D. R., HENDRIX, P. F., COLEMAN, D. C.; VAN VLIET, P. C. J. Faunal Indicators of Soil Quality. In: J. W. DORAN; D. C. COLEMAN; D. F. BEZDICEK; B. A. STEWART (Ed.). **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. Winsconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 1994. p. 91-106. (SSSA Special Publication n. 35).

LOBRY DE BRUYN, L. A.; CONACHER, A. J. The role of termites and ants in soil modification: A review. **Australian Journal of Soil Research**, v.28, p.55-93. 1990.

MARTIUS, C. Diversity and ecology of termites in Amazonian forests. **Pedobiologia**, v. 38, p. 407-428, 1994.

MELO, V. F. DE; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. **Características edafológicas dos solos do Estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 28p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).

MOURÃO JR., M.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M.; MOURA NETO, M. A.; ARCOVERDE, M. F.; PEREIRA., P. R. V. S.; TONINI, H. 2003. **Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 7p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 17).

NEARY, D. G.; KLOPATEK, C. C.;
DEBANO, L. F.; FFOLIOTT, P. F. Fire
effects on belowground sustainability: a
review and synthesis. **Forest Ecology and
Management**, v. 122, p. 51-71. 1999.

SCHWENGBER, D. R.; ARCO-VERDE, M.
F.; DUARTE, O. R.; NOGUEIRA FILHO, G.
C. **Comportamento de culturas anuais e
frutíferas em sistemas agroflorestais em
Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima,
1999. 7p. (Embrapa Roraima. Comunicado
Técnico, 8).

STORK, N. E.; EGGLETON, P.
Invertebrates as determinants and indicators
of soil quality. **American Journal of
Alternative Agriculture**, v. 7, n. 1/2, p. 38-
47. 1992.

WARREN, S. D.; SCIFRES, C. J.; TEEL, P.
D. Response of grassland arthropods to
burning: a review. **Agriculture,
Ecosystems and Environment**, v. 19, p.
105-130. 1987.

Comunicado
Técnico, 18

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser
adquiridos na:
Embrapa Roraima
Rodovia Br-174, km 8 - Distrito Industrial
Telefax: (95) 626 71 25
Cx. Postal 133 - CEP. 69.301-970
Boa Vista - Roraima- Brasil
sac@cpafrr.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2004): 100

Comitê de
Publicações

Presidente: Oscar José Smiderle
Secretário-Executivo: Aloisio Alcantara Vilarinho
Membros: Bernardo de Almeida Halfeld Vieira
Hélio Tonini
Jane Maria Franco de Oliveira
Patrícia da Costa
Roberto Dantas de Medeiros

Expediente

Editoração Eletrônica: Maria Lucilene Dantas de Matos