

# A comunidade de macroartrópodos edáficos em uma plantação de *Coffea robusta* Linden (Rubiaceae) e em uma floresta primária em Linhares, Espírito Santo, Brasil

Roseli Pellens<sup>1</sup>

Irene Garay<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** The edaphic macroarthropods community in a plantation of *Coffea robusta* Linden (Rubiaceae) and in the primary forest in Linhares, Espírito Santo, Brazil. The composition and structure of the edaphic macroarthropod community of these two sites were comparatively studied. The results obtained show that the total densities in the plantation of *C. robusta* can be higher than in the primary forest. Even though, contrarily to the observed in the forest, this community is characterized by the dominance of some non social groups and by the concentration of most of its individuals in the litter layers. As a consequence, the entire community is more susceptible to seasonal variations in density. Thus, these results emphasize the importance of the leaf litter in providing habitat, food as well as more stable microclimatic conditions for the macroarthropods community. For this reason it is important to avoid any kind of land management that takes the litter from the soil.

**KEY WORDS.** Edaphic macroarthropods, table-land forest, *Coffea robusta*, intertropical region, community structure

O interesse no conhecimento das comunidades edáficas surge, hoje em dia, a partir da necessidade de utilização sustentada dos solos, devido à importância destes organismos tanto na ciclagem de nutrientes quanto na estruturação do solo (SWIFT *et al.* 1979; SEASTEDT & CROSSLEY 1984; HENDRIX *et al.* 1990).

Neste sentido, os efeitos das modificações da cobertura vegetal sobre a fauna edáfica, quer seja em diferentes estágios de regeneração das florestas secundárias (ADIS *et al.* 1987a,b; SILVA DEL POZO & BLANDIN 1991), na substituição das florestas por diversos cultivos (BANDEIRA & SOUZA 1982; ADIS *et al.* 1989) e por pastagens (BANDEIRA & TORRES 1985), ou em algumas outras formas de manejo do solo (LAVELLE & PASHANASI 1989), representam uma primeira abordagem para se compreender as comunidades de decompositores.

Nesta perspectiva, interessa avaliar as comunidades de macroartrópodos edáficos em uma cultura de *Coffea robusta* Linden (Rubiaceae), que representa hoje uma das mais importantes atividades agrícolas do estado do Espírito Santo (AMORIM 1984).

- 
- 1) Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 21941-590 Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
  - 2) URA 1183, CNRS "Fonctionnement, évolution et mécanismes régulateurs des écosystème forestiers tropicaux". Laboratoire d'Ecologie Générale, MNHN. 4, Avenue du Petit Château, 91800 Brunoy, France.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho é comparar as comunidades de macroartrópodos edáficos de uma plantação de *Coffea robusta* com o principal ecossistema natural da região – a Floresta de Tabuleiros – que, no caso, representa o sítio testemunha.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Reserva Florestal de Linhares (Brasil), que está situada entre 19°06' e 19°18'S e 39°45' e 40°19'W. O clima da região é do tipo Aw<sub>i</sub>, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os solos da região correspondem, em geral, ao tipo podzólico vermelho-amarelo de caráter distrófico (GARAY *et al.* 1995b). Sob a floresta nativa, o tipo de húmus é um *mull* tropical mesotrófico, o que indica tanto um funcionamento superficial do subsistema de decomposição quanto um rápido *turnover* dos aportes de matéria orgânica ao solo (GARAY *et al.* 1995a,b). As características gerais da reserva, principalmente no que concerne ao clima, geomorfologia, relevo, principais tipos de solo e de húmus foram descritas por GARAY *et al.* (1995b).

Dois áreas foram selecionadas para o estudo comparativo das comunidades de macroartrópodos edáficos. A primeira corresponde à floresta primária, ou seja, a Floresta dos Tabuleiros Terciários, cuja vegetação possui estrutura similar à da Floresta Amazônica, alta diversidade de espécies arbóreas e notório endemismo (RIZZINI 1979; PEIXOTO & GENTRY 1990; GENTRY 1992). A segunda área de estudo é uma plantação de *Coffea robusta* localizada numa faixa contígua a esta floresta. Esta plantação encontra-se com 10 anos, nunca foi submetida ao fogo, foi capinada somente na fase de implantação da cultura e, posteriormente, apenas submetida às intervenções antrópicas necessárias à realização de colheita anual.

Na floresta primária, uma parcela de 1 ha foi demarcada e posteriormente subdividida com estacas em 100 blocos numerados de 10m x 10m. Estes blocos ainda foram subdivididos em 16 quadrados de 2,5m x 2,5m no momento da coleta. Assim, a escolha dos pontos amostrais foi feita mediante dois sorteios aleatórios consecutivos: primeiro para determinar o bloco de amostragem e, posteriormente, o quadrado.

A plantação de *C. robusta* ocupa um único talhão de aproximadamente 5 ha com espaçamento de 3m x 2m. Uma parcela de aproximadamente 1 ha foi escolhida para o estudo, e a cada data traçava-se um transecto diagonal ao longo do qual eram selecionadas treze plantas que serviriam de referência para a escolha dos pontos amostrais.

Em ambos os sítios, as amostras eram coletadas a uma distância entre 1m e 2m da árvore mais próxima, onde procurava-se locais com quantidade de folhagem homogênea. Na plantação evitava-se sempre as bordas. Para a comparação das comunidades edáficas destes sítios foram realizadas duas amostragens: uma no período invernal (setembro de 1991) e outra no período estival (fevereiro de 1992).

A cada data de coleta foram retiradas 13 amostras com superfície de 0,25m x 0,25m de lado em cada sítio. Cada uma destas foi subdividida no próprio local de coleta em três subamostras, referentes às camadas de folhas inteiras – camada L-

folhas fragmentadas – camada F – e aos primeiros cinco centímetros do horizonte A<sub>1</sub> – o primeiro horizonte do perfil do solo e que está em contato direto com as folhas, sendo nitidamente mais orgânico e apresentando uma estrutura mais ou menos compacta.

Este material foi então acondicionado em sacos de papel, levado ao laboratório e submetido à extração, por um período de 15 dias, numa bateria de extratores do tipo Berlese-Tullgreen. Esta bateria de extratores é similar à descrita por GARAY (1989). Durante a extração, os animais eram recolhidos em vidros com uma solução de ácido salicílico, que no final foram completados com álcool. Os macroartrópodos obtidos foram triados com auxílio de um microscópio estereoscópico e posteriormente guardados em vidros com álcool a 75%. Todos os macroartrópodos coletados encontram-se em uma coleção no Laboratório de Relação Vegetação-Solo, no Depto. de Botânica da UFRJ. Após a extração finalizada, o material foliar oriundo das camadas L e F era recuperado e posteriormente separado dos galhos e restos diversos a fim de calcular seu peso após secagem em estufa a 60°C, até peso constante.

A identificação dos macroartrópodos foi feita a nível de grandes grupos taxonômicos de acordo com COSTA LIMA (1939-1962), BORROR & DELONG (1969) e BARNES (1984) e um total de vinte e oito grandes grupos taxonômicos foram recenseados. Entre estes, quatro ordens de insetos – Diptera, Trichoptera, Lepidoptera e Coleoptera – tiveram os jovens e adultos analisados separadamente devido às diferenças de hábitos e de funções que podem desempenhar no subsistema decompositor entre os dois estágios de desenvolvimento (COSTA LIMA 1939-1962).

A comparação das densidades e riqueza de grupos taxonômicos foi feita com o teste U de Mann-Whitney (SIEGEL 1975). A caracterização da distribuição horizontal foi feita através do índice de agregação de BLISS & FISHER (1953):  $X^2_{ob} = (s^2/\bar{x}) / (n-1)$ , significando ob., observado. Este teste indica uma distribuição contagiosa quando o resultado obtido, ou seja  $X^2_{ob}$ , for maior ou igual  $X^2_t$  (t= teórico) com n-1 graus de liberdade (gl=n-1). Um teste de Chi quadrado do tipo prova de aderência (SIEGEL 1975) foi utilizado para estudar a abundância relativa das formigas e a distribuição vertical da fauna edáfica. Em ambos os casos, os percentuais obtidos foram confrontados com um valor teórico de 50%.

Uma vez excluídos os insetos sociais, para cada sítio de estudo foi realizada uma análise de variância a fim de testar a homogeneidade das abundâncias relativas dos outros grupos de macroartrópodos. Em todos os casos foram utilizados os valores médios de abundância relativa obtidos a cada data, que são apresentados na tabela, transformados em raiz quadrada a fim de homogeneizar as variâncias e normalizar a distribuição das abundâncias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Comparação das densidades e riqueza

As comunidades edáficas da floresta primária e da plantação de *C. robusta* são caracterizadas pelas altas densidades totais no mês de setembro – quando chegam a 7100 ind/m<sup>2</sup> neste último sítio e a 6000 ind/m<sup>2</sup> na floresta – e pela brusca diminuição dos efetivos na amostragem de fevereiro, momento no qual o número

de indivíduos fica reduzido a 58% na floresta primária e a apenas 27% no solo sob o cultivo (Tab. I). Deste modo, para o total dos macroartrópodos edáficos não existem diferenças significativas entre os sítios de estudo no período das densidades máximas. Entretanto, na floresta nativa, eles são 1,8 vezes mais abundantes no final do verão.

Tabela I. Comparação da densidade dos insetos sociais, dos outros macroartrópodos e do total da fauna do solo, e também da riqueza média por amostra entre a floresta primária e a plantação de *Coffea robusta* e entre as amostragens de setembro e fevereiro em cada um desses sítios. Os valores de densidade foram arredondados para  $\pm 100$ . (F) Floresta primária, (C) *C. robusta*. Densidade:  $[\bar{x} \pm (s / \sqrt{n})]$  ind/m<sup>2</sup>, riqueza  $[\bar{x} \pm (s / \sqrt{n})]$  grupos por amostra. Teste U não paramétrico: (0) diferença não significativa  $\alpha > 0,05$ , (\*) diferença significativa  $\alpha \leq 0,05$ , (\*\*) diferença muito significativa  $\alpha \leq 0,02$ , (\*\*\*) diferença altamente significativa  $\alpha \leq 0,002$ , n1=n2=13 exceto na floresta em fevereiro quando n=12.

	Setembro			Fevereiro			F	C
	F	C	U	F	C	U		
Insetos sociais	3000 (900)	600 (100)	*** F>C	2600 (500)	500 (200)	*** F>C	0 S=F	* S>F
Outros macroartrópodos	3000 (200)	6500 (600)	**** F<C	900 (100)	1500 (100)	** F<C	*** S>F	*** S>F
Total	6000 (1000)	7100 (600)	0 F=C	3500 (500)	1900 (300)	** F>C	** S>F	*** S>F
Riqueza média por amostra	16,3 (0,4)	12,5 (0,3)	*** F>C	12,3 (0,5)	9,3 (0,5)	0 F=C	*** S>F	*** S>F

Considerando-se separadamente os macroartrópodos não sociais e os insetos sociais, verifica-se que estes últimos são de quatro a cinco vezes mais abundantes na floresta primária, onde a densidade é sempre superior a 2500 ind/m<sup>2</sup>. Em contrapartida, os macroartrópodos restantes se destacam numericamente no solo sob *C. robusta*, onde chegam a ter 6500 ind/m<sup>2</sup>, o que representa mais que o dobro do máximo observado na floresta primária (Tab. I). Um outro aspecto que contrapõe estes dois conjuntos de macroartrópodos é a variação sazonal das densidades: enquanto o número de insetos sociais oscila pouco de uma data a outra, o número de macroartrópodos não sociais registrado em fevereiro na floresta e no cultivo representa apenas 30% e 22%, respectivamente, do estimado para setembro (Tab.I).

Da mesma forma que o observado para a densidade total, em ambos os sítios a riqueza média por amostra também diminui acentuadamente na amostragem do final do verão. Deste modo, somente na amostragem de setembro os valores de riqueza são maiores na floresta primária (16,3 grupos por amostra) do que na plantação de *C. robusta* (12,5 grupos por amostra). O elevado valor de riqueza média por amostra, observado na floresta primária quando as densidades são mais elevadas, sugere que, embora a riqueza não esteja fortemente relacionada com a densidade, quando esta última é alta os diferentes grupos encontram-se distribuídos em maior número de amostras. Assim, um elevado valor de riqueza média representa uma maior coexistência dos diferentes grupos de macroartrópodos em cada ponto de amostragem e, provavelmente, reflete condições mais propícias à instalação e sobrevivência destas populações nas camadas húmicas. Por outro lado, o baixo valor de riqueza observado na plantação de *C. robusta* evidencia que o aumento da densidade neste sítio se deve principalmente à explosão populacional de alguns poucos grupos,

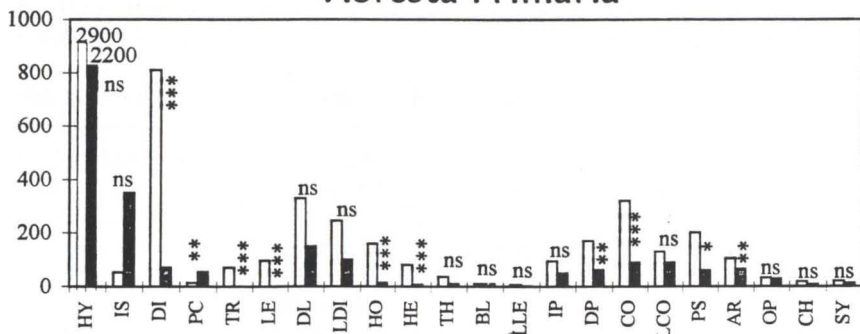
caracterizando assim, uma comunidade mais simplificada na qual alguns grupos "mais oportunistas" podem atingir densidades altíssimas quando as condições ambientais são favoráveis.

A comparação das densidades dos diferentes grupos (Tab. II) revela que Diplura, Pseudoscorpionida e Hymenoptera são mais abundantes na floresta primária. Hymenoptera é cerca de 4 a 5 vezes mais abundante, e Diplura e Pseudoscorpionida, que atingem densidades superiores a 200 ind/m<sup>2</sup> na floresta, estão praticamente ausentes no cultivo. Em contrapartida, Isopoda e os adultos de Coleoptera destacam-se numericamente na plantação de *C. robusta*, onde chegam a atingir densidades da ordem de 930 ind/m<sup>2</sup> e 1000 ind/m<sup>2</sup> para Isopoda e Coleoptera, respectivamente. Estes valores são superiores ao observado em ecossistemas florestais tanto de regiões temperadas (GEOFFROY *et al.* 1981; FLOGAITIS 1984; GARAY *et al.* 1986) quanto tropicais (BANDEIRA & TORRES 1985; SILVA DEL POZO & BLANDIN 1991). Da mesma maneira, no final do inverno as densidades de Homoptera (740 ind/m<sup>2</sup>) e das larvas de Diptera (870 ind/m<sup>2</sup>) são 4,6 e 3,5 vezes maiores do que as estimadas para a floresta primária (Tab. II). Valores estes bem mais elevados que os observados em outros ecossistemas tropicais (BANDEIRA & TORRES 1985; SILVA DEL POZO & BLANDIN 1991).

Tabela II. Densidade dos diferentes grupos de macroartrópodos edáficos na floresta primária e na plantação de *Coffea robusta*. Densidade:  $[\bar{x} \pm (s/\sqrt{n})]$  ind/m<sup>2</sup>; Teste U: (NS) diferença não significativa  $\alpha > 0,05$ , (\*) diferença significativa  $\alpha \leq 0,05$ , (\*\*) diferença muito significativa  $\alpha \leq 0,02$ , (\*\*\*) diferença altamente significativa  $\alpha \leq 0,002$ , n1=n2=13 exceto na floresta em fevereiro quando n=12.

Taxa	Setembro			Fevereiro		
	Floresta	<i>C. robusta</i>	U	Floresta	<i>C. robusta</i>	U
Hymenoptera	2900,0 ± 880,0	610,0 ± 100,0	***	2200,0 ± 300,0	460,0 ± 200,0	***
Isoptera	54,0 ± 25,0	4,0 ± 1,9	NS	350,0 ± 330,0	-	NS
Diptera (adulto)	810,0 ± 110,0	1830,0 ± 350,0	*	70,0 ± 12,0	170,0 ± 25,0	**
Psocoptera	13,0 ± 3,6	85,0 ± 17,0	***	55,0 ± 12,0	55,0 ± 11,0	NS
Trichoptera (adulto)	70,0 ± 13,0	230,0 ± 40,0	***	-	1,2 ± 1,2	NS
Lepidoptera (adulto)	96,0 ± 15,0	110,0 ± 27,0	NS	-	1,2 ± 1,2	NS
Diplura	330,0 ± 75,0	-	***	150,0 ± 40,0	-	***
Diptera (larva)	245,0 ± 95,0	870,0 ± 200,0	**	100,0 ± 25,0	97,0 ± 21,0	NS
Homoptera	160,0 ± 32,0	740,0 ± 80,0	***	13,0 ± 5,9	9,8 ± 3,9	NS
Hemiptera	80,0 ± 11,0	85,0 ± 15,0	NS	6,7 ± 3,5	20,0 ± 8,3	NS
Thysanoptera	36,0 ± 12,0	60,0 ± 15,0	NS	10,0 ± 5,0	35,0 ± 18,0	NS
Blattaria	9,8 ± 2,9	25,0 ± 5,6	*	11,0 ± 3,6	16,0 ± 5,7	NS
Orthoptera	9,8 ± 5,3	1,2 ± 1,2	NS	13,0 ± 3,9	1,2 ± 1,2	*
Lepidoptera (larva)	7,4 ± 2,3	30,0 ± 5,8	NS	1,3 ± 1,3	10,0 ± 4,3	NS
Trichoptera (larva)	2,5 ± 1,7	1,2 ± 1,2	NS	5,3 ± 2,9	-	NS
Isopoda	95,0 ± 12,0	930,0 ± 240,0	***	50,0 ± 12,0	200,0 ± 45,0	**
Diplopoda	170,0 ± 30,0	70,0 ± 15,0	**	62,0 ± 14,0	250,0 ± 55,0	**
Coleoptera (adulto)	320,0 ± 30,0	1000,0 ± 110,0	***	90,0 ± 22,0	330,0 ± 90,0	**
Coleoptera (larva)	130,0 ± 20,0	160,0 ± 35,0	NS	90,0 ± 16,0	130,0 ± 30,0	NS
Pseudoscorpionida	200,0 ± 75,0	-	***	60,0 ± 16,0	2,5 ± 1,7	***
Araneae	105,0 ± 14,0	220,0 ± 40,0	NS	65,0 ± 27,0	97,0 ± 18,0	*
Opilionida	32,0 ± 12,0	-	**	29,0 ± 25,0	-	NS
Chilopoda	19,0 ± 5,8	12,0 ± 4,1	NS	9,3 ± 3,5	16,0 ± 5,7	NS
Symphyla	21,0 ± 18,0	7,4 ± 4,3	NS	12,0 ± 4,9	8,6 ± 3,4	NS
Scorpionida	1,2 ± 1,2	-	NS	-	-	-
Dermaptera	1,2 ± 1,2	-	NS	1,3 ± 1,3	-	NS
Paupoda	-	1,2 ± 1,2	NS	-	-	-
Neuroptera (larva)	2,5 ± 1,7	1,2 ± 1,2	NS	1,3 ± 1,3	-	NS
Embioptera	1,2 ± 1,2	1,2 ± 1,2	NS	-	-	-
Phasmida	2,5 ± 1,7	-	NS	-	-	-

## Floresta Primária



## Coffea robusta

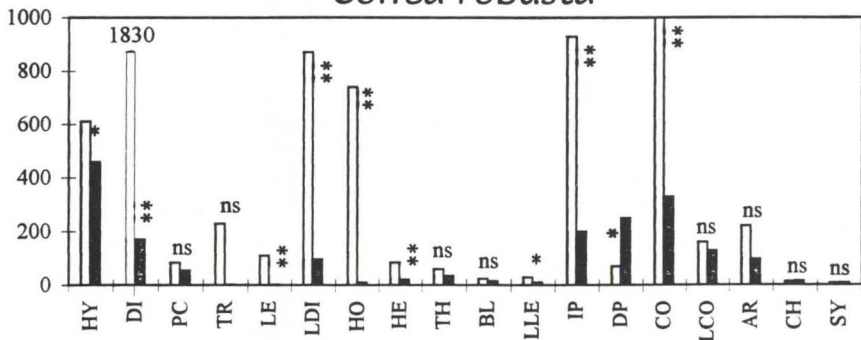


Fig. 1. Comparação das densidades dos macroartrópodos edáficos (ind/m<sup>2</sup>) entre os meses de setembro e fevereiro. (□) Setembro, (■) fevereiro, (HY) Hymenoptera, (IS) Isoptera, (DI) Diptera, (PC) Psocoptera, (TR) Trichoptera, (LE) Lepidoptera, (DL) Diplura, (LDI) larvas de Diptera, (HO) Homoptera, (HE) Hemiptera, (TH) Thysanoptera, (BL) Blattaria, (LLE) larvas de Lepidoptera, (IP) Isopoda, (DP) Diplopoda, (CO) Coleoptera, (LCO) larvas de Coleoptera, (PS) Pseudoscorpionida, (AR) Araneae, (OP) Opilionida, (CH) Chilopoda, (SY) Symphyla. Teste U: (ns) diferença não significativa  $\alpha > 0,05$ , (\*) diferença significativa  $\alpha \leq 0,05$ , (\*\*) diferença muito significativa  $\alpha \leq 0,02$ , (\*\*\*) diferença altamente significativa  $\alpha \leq 0,002$ , n1=n2=13 (exceto na floresta em fevereiro quando n=12).

Tanto na plantação de *C. robusta* quanto na floresta primária há uma tendência comum à redução das densidades no período estival, de modo que em cada um dos sítios nove grupos apresentam uma queda significativa dos efetivos no mês de fevereiro (Fig. 1). Apesar desta tendência geral, a redução das densidades é bem mais acentuada no solo sob *C. robusta* do que sob a floresta primária. De fato, no solo sob este cultivo, Homoptera e os adultos e larvas de Diptera têm seus efetivos reduzidos em cerca de 90% e Isopoda e os adultos Coleoptera em 78% e 67%, respectivamente. Na floresta primária, as maiores diferenças são registradas para os adultos de Diptera e de Coleoptera, que sofrem uma redução da ordem de 91% e

72%, respectivamente, em fevereiro. Para os demais grupos as diferenças entre as duas datas não são tão bruscas quanto no solo sob o plantio (Fig. 1).

Esta acentuada redução da densidade dos macroartrópodos não sociais, registrada em ambos os sítios na amostragem de verão, parece estar relacionada com a variação nas quantidades de folhas em decomposição, que na floresta primária passam de  $6,0 \pm 0,5$  ton/ha em setembro para  $3,2 \pm 0,5$  ton/ha em fevereiro, e na plantação de *C. robusta* decresce de  $6,5 \pm 0,6$  ton/ha, em setembro, para  $3,3 \pm 0,3$  ton/ha, em fevereiro. Não se deve descartar, entretanto, a influência das altas temperaturas estivais sobre o grau de hidratação do material foliar.

Deste modo, estes resultados sugerem que apesar de ambos os sítios terem semelhantes quantidades de folhas acumuladas sobre o solo, e de ambas as comunidades estarem submetidas às mesmas condições climáticas gerais, a fauna edáfica da plantação de *C. robusta* coloniza um substrato cujas condições microclimáticas seriam menos estáveis. Como conseqüência, a variação das densidades de grupos importantes para o subsistema decompositor é mais marcada.

### Distribuição horizontal

A análise do índice de agregação revela que a maior parte dos grupos se distribui de maneira contagiosa, sendo os casos de distribuição aleatória geralmente acompanhados por densidades muito baixas (Tab. III). Desta maneira, o número de grupos que se distribui de maneira agregada é maior no período das densidades máximas, em setembro, tanto na floresta primária (15 em um total de 22) quanto na plantação de *C. robusta* (15 em um total de 19). Em fevereiro, com a redução das densidades, este número diminui, principalmente na plantação de *C. robusta* (11 em um total 19). Na floresta primária são encontrados 13 grupos, em um total de 20, com distribuição agregada.

Tabela III. Distribuição dos macroartrópodos nas amostras. Valores do índice de agregação de Bliss & Fisher  $X^2 = (s^2/\bar{x}) \cdot (n-1)$ . (0) distribuição aleatória  $\alpha > 0,05$ , (\*) distribuição agregada  $\alpha \leq 0,05$ , (\*\*) distribuição bastante agregada  $\alpha \leq 0,01$ , (\*\*\*) distribuição altamente agregada,  $\alpha \leq 0,001$  (gl=11), (ad) adultos, (lv) larvas.

Taxa	Setembro		Fevereiro	
	Floresta primária	Plantação de <i>C. robusta</i>	Floresta primária	Plantação de <i>C. robusta</i>
Hymenoptera	2580,4 ***	159,6 ***	342,1 ***	883,6 ***
Isoptera	112,0 ***	10,0 0	2825,1 ***	-
Diptera (adulto)	137,9 ***	649,1 ***	18,2 0	41,5 ***
Psocoptera	9,1 0	32,9 ***	22,0 *	24,0 *
Trichoptera (adulto)	25,3 **	68,7 ***	-	12,0 0
Lepidoptera (adulto)	24,0 *	67,1 ***	-	12,0 0
Diplura	167,6 ***	-	79,4 ***	-
Diptera (larva)	371,5 ***	443,8 ***	52,8 ***	47,1 ***
Homoptera	66,6 ***	88,0 ***	21,2 *	14,8 0

Cont.

Tabela III. Continuação.

Taxa	Setembro		Fevereiro	
	Floresta primária	Plantação de <i>C. robusta</i>	Floresta primária	Plantação de <i>C. robusta</i>
Hemiptera	15,5 0	26,9 **	16,6 0	36,1 ***
Thysanoptera	36,9 ***	39,9 ***	19,0 0	86,2 ***
Blattaria	8,3 0	13,2 0	10,0 0	20,0 0
Lepidoptera (larva)	7,0 0	12,3 0	11,0 0	18,0 0
Isopoda	14,3 0	582,8 ***	24,5 **	93,1 ***
Diplopoda	45,9 ***	30,3 **	29,4 **	110,1 ***
Coleoptera (adulto)	26,6 **	123,1 ***	46,3 ***	240,6 ***
Coleoptera (larva)	24,2 **	70,1 ***	23,2 *	74,3 ***
Pseudoscorpionida	262,1 ***	—	40,0 ***	11,0 0
Symphyla	158,1 ***	24,3 *	16,3 0	13,4 0
Araneae	18,6 0	81,8 ***	96,9 ***	32,3 **
Opilionida	42,0 ***	—	197,2 ***	—
Chilopoda	16,5 0	13,4 0	11,9 0	20,0 0

Assim, as diferenças no índice de agregação são mais acentuadas entre as datas do que entre os sítios de estudo. Ou seja, aparentemente mais agregados são formados, por unidade de área, com o aumento da densidade populacional. Este tipo de agregação, de acordo com USHER (1976), sugere que as espécies em questão têm nichos bastante amplos, o que, de certa forma, confere uma grande plasticidade às comunidades. Esta plasticidade das comunidades edáficas, por sua vez, pode ser o fator responsável pelas elevadas densidades encontradas na plantação e pode representar um elemento extremamente importante no sentido de resgatar a diversidade de ambientes submetidos à ação antrópica.

### Distribuição vertical

A colonização das diferentes camadas orgânicas acontece de maneira contrastante entre a floresta primária e a plantação de *C. robusta* (Fig. 2). Se na floresta uma proporção semelhante de indivíduos coloniza por um lado o folhíço e por outro o horizonte A<sub>1</sub>, no cultivo a maior parte destes concentra-se nos restos foliares e não no solo. Isto é sobretudo observado no período das máximas densidades, em setembro. No final do verão as folhas mortas de *C. robusta* contêm um número de indivíduos similar ao do horizonte A<sub>1</sub>, fato devido, com certeza, à redução do número de indivíduos nas camadas de folhas.

No que diz respeito à distribuição vertical (Fig. 3), os diferentes grupos podem ser reunidos em três categorias principais. A primeira delas corresponde aos macroartrópodos para os quais a proporção de indivíduos nas duas camadas se mantém mesmo com a redução das densidades. Este é o caso de Thysanoptera e



Diptera (adultos e larvas), que se concentram sobretudo na camada de folhas mortas, das larvas de Coleoptera, cujos percentuais são similares entre as duas camadas, e de Chilopoda, que se abrigam preferencialmente no horizonte A<sub>1</sub>.

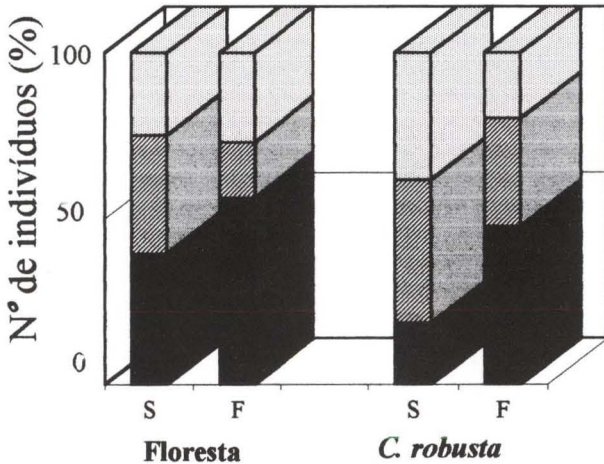


Fig. 2. Distribuição do total dos macroartrópodos nas camadas L, F e horizonte A<sub>1</sub>, de cima para baixo, respectivamente. (S) Setembro, (F) fevereiro.

Na segunda categoria podemos reunir aqueles grupos de macroartrópodos para os quais a variação das densidades ocorre sobretudo no folhiço e desta maneira o percentual de indivíduos que coloniza o horizonte A<sub>1</sub> tende a aumentar com a redução da densidade. É o caso de Homoptera, Hemiptera, adultos de Coleoptera, Isopoda e Araneae (Fig. 3).

O terceiro conjunto de macroartrópodos compreende aqueles grupos que se distribuem de maneira distinta na floresta e na plantação de *C. robusta*. Neste caso encontramos Psocoptera, Diplopoda, Hymenoptera, Pseudoscorpionida e Diplura. Psocoptera e Hymenoptera, que não apresentam preferência por uma determinada camada na floresta primária, se concentram em elevado percentual no folhiço de *C. robusta*. Esta diferença é sobretudo mais marcante para Hymenoptera, cujas densidades são muito inferiores na plantação. É possível, porém, que as espécies de Hymenoptera presentes na floresta difiram daquelas que colonizam o solo sob o plantio. Para Diplura e Pseudoscorpionida, que estão praticamente ausentes no cultivo, a maior parte dos indivíduos coloniza preferencialmente o horizonte A<sub>1</sub> da floresta. É difícil precisar a distribuição vertical de Isoptera, Diplopoda, Symphyla e Opilionida: os dois últimos por terem densidades muito baixas; Diplopoda por não apresentar tendência clara de distribuição; e Isoptera por estar fortemente concentrado em uma ou poucas amostras (Fig. 3).

De maneira geral, estes resultados demonstram que a comunidade de macroartrópodos sob *C. robusta* coloniza sobretudo as camadas de folhas, e por isso a

densidade da maioria dos grupos diminui tão bruscamente em fevereiro, quando esta se torna menos espessa e mais suscetível, seguramente, à maior variabilidade microclimática do que o folhicho sob a floresta primária. Concomitantemente à colonização das camadas superficiais, na plantação de *C. robusta* faltam Diptera e Pseudoscorpionida, grupos que geralmente se abrigam abaixo das camadas de folhas, e que são extremamente sensíveis a diversos tipos de intervenção antrópica tanto em região tropical (BANDEIRA & TORRES 1985; ADIS *et al.* 1989; SILVA DEL POZO & BLANDIN 1991) quanto temperada (HOEKSTRA *et al.* 1995).

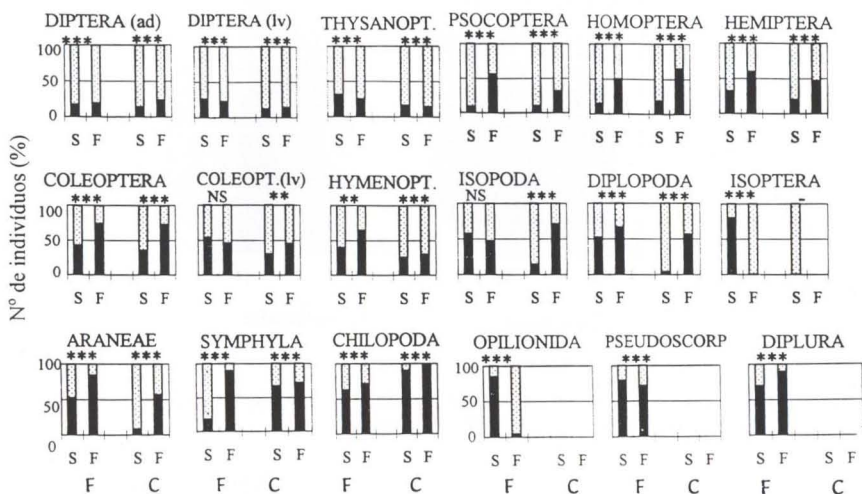


Fig. 3. Distribuição dos diferentes grupos de macroartrópodos no folhicho e no horizonte A<sub>1</sub>. (□) Folhicho (camadas L e F), (■) horizonte A<sub>1</sub>; (S) setembro, (F) fevereiro, (F) floresta primária, (C) plantação de *C. robusta*, (ad) adultos, (lv) larvas. Os valores médios estimados para o horizonte A<sub>11</sub> foram comparados com o valor teórico de 50% com um teste de 2: (NS) diferença não significativa  $p \leq 0,05$ , (\*) diferença significativa  $p \geq 0,02$ , (\*\*) diferença muito significativa  $p \geq 0,01$ , (\*\*\*) diferença altamente significativa  $p \geq 0,001$ . Para cada grupo foram excluídas as datas em que a densidade é menor que 5 ind/m<sup>2</sup>.

### Abundância relativa

Para a análise da abundância relativa foram excluídos os artrópodos não edáficos, ou seja, os adultos de Diptera, Lepidoptera e Trichoptera, e também todos os indivíduos da ordem Psocoptera, por se tratar de formas muito pequenas (COSTA LIMA 1939-1962) e que assim teriam uma participação bastante distinta na composição da comunidade, quando comparados com os demais macroartrópodos aqui considerados.

No que concerne às abundâncias relativas, a comunidade de macroartrópodos edáficos da floresta primária difere daquela da plantação de *C. robusta* sob dois aspectos principais: a abundância das formigas e a heterogeneidade na repartição das densidades entre os outros grupos (Tab. IV).

Tabela IV. Abundância relativa dos macroartrópodos edáficos.

Taxa	Setembro		Fevereiro	
	Floresta	<i>C. robusta</i>	Floresta	<i>C. robusta</i>
Hymenoptera	58,8	12,6	66,1	27,3
Isoptera	1,1	0,1	10,5	–
Diplura	6,7	–	4,5	–
Diptera (larva)	5,0	18,0	3,0	5,8
Homoptera	3,2	15,3	0,4	0,4
Thysanoptera	0,7	1,2	0,3	2,1
Isopoda	1,9	19,3	1,5	11,9
Diplopoda	3,4	1,4	1,9	14,9
Coleoptera (adulto)	6,5	20,7	2,7	19,6
Coleoptera (larva)	2,6	3,3	2,7	7,7
Pseudoscorpionida	4,1	–	1,8	0,1
Araneae	2,1	4,6	2,0	5,8
Outros *	3,9	3,4	2,7	4,5

(\*) Qualquer grupo com abundância relativa < 2%.

Na floresta primária, as formigas são sempre muito abundantes e representam 63% do total dos indivíduos ( $\chi^2 = 6,44$   $\alpha \leq 0,02$ ). Por outro lado, na plantação de *C. robusta* estes animais não são tão numerosos e sua abundância relativa não ultrapassa 20% do total dos macroartrópodos desta comunidade ( $\chi^2 = 38,29$   $\alpha \leq 0,001$ ).

Com relação aos demais macroartrópodos, observa-se que na floresta primária as abundâncias médias dos diferentes grupos são muito semelhantes (Anova  $p = 0,161$ ). Este padrão é completamente inverso na plantação de *C. robusta*, onde se constata a dominância de alguns poucos grupos em ambas as datas de amostragem, (Anova  $p = 0,047$ )

A redução dos efetivos das formigas, bem como de sua abundância relativa, no folhíço e no solo de ambientes submetidos à ação antrópica também foi observada em vários outros ecossistemas de região tropical (BANDEIRA & SOUZA 1982; BANDEIRA & TORRES 1985; ADIS *et al.* 1989). Este fato provavelmente está relacionado com a forma de manejo do solo para o plantio, que em geral leva à destruição dos ninhos mais superficiais.

Por outro lado, a dominância de alguns grupos de macroartrópodos não sociais na plantação pode ser resultado da própria natureza monoespecífica do cultivo que, provavelmente, proporciona um conjunto de condições – sejam elas de natureza química, como a qualidade do material foliar, ou físicas, como, por exemplo, a própria estrutura das folhas, ou ainda a sincronicidade na queda e na decomposição das folhas – mais homogêneas que na floresta primária e, deste modo, cria um ambiente que pode ser bem mais favorável para alguns grupos do que para outros.

## CONCLUSÕES

O conjunto de resultados aqui apresentados evidencia que a plantação de *C. robusta* proporciona condições para o estabelecimento de uma comunidade edáfica que pode ser tão abundante quanto aquela observada na floresta primária.

Apesar disso, a comunidade sob este plantio apresenta uma estrutura bastante distinta daquela sob a floresta: a maior parte dos indivíduos coloniza preferencialmente as camadas de folhas em decomposição – faltando inclusive grupos que na floresta se abrigam no horizonte A<sub>1</sub>, como é o caso de *Diplura* e *Pseudoscorpionida*; as densidades variam mais acentuadamente entre o inverno e o verão; os insetos sociais são menos abundantes; e há dominância de certos grupos não sociais.

Todos esses fatores ressaltam a grande plasticidade das comunidades edáficas, que se reestrutura para colonizar um ambiente onde as condições gerais parecem ser mais homogêneas e também parece estar submetido a condições microclimáticas mais extremas. Neste sentido, destaca-se a importância do folhicho, seja como habitat ou como alimento, na promoção de condições que facilitam o estabelecimento da comunidade de macroartrópodos edáficos no plantio.

Deste modo, a partir dos resultados aqui analisados pode-se concluir que a manutenção do folhicho sobre o solo representa uma importante estratégia de manejo no sentido de se resgatar a diversidade das comunidades edáficas e, conseqüentemente, a fertilidade do solo.

AGRADECIMENTOS. Este trabalho é parte da dissertação de mestrado de Roseli Pellens, dissertação esta desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, e financiada pela CAPES. Este projeto foi realizado a partir de um acordo de cooperação entre CNRS-CNPq (França-Brasil) e também teve o apoio da FAPERJ, Fundação José Bonifácio e SR2. Somos muito gratas a todas essas instituições. Ele faz parte do subprojeto do PROBIO “Conservação e Recuperação da Floresta Atlântica de Tabuleiros, em Linhares, Espírito Santo, com base na avaliação funcional da biodiversidade”. Queremos agradecer ao Engenheiro Florestal Renato Moraes de Jesus, Gerente Geral da Reserva Florestal da C.V.R.D., pelo apoio dado a toda a equipe envolvida neste projeto, ao Técnico Sérgio del Pietro, que muito nos auxiliou no trabalho de campo, e às colegas de trabalho Maria Elisabeth Fernandes Correia e Liane da Silva Pinheiro, por terem cedido os dados brutos relativos à floresta primária. Agradecemos também aos dois leitores anônimos da Revista Brasileira de Zoologia, pela leitura crítica do texto e por suas valiosas sugestões, que muito contribuíram para a qualidade final deste artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIS, J.; J.W. MORAIS & H.G. MESQUITA. 1987a. Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a Neotropical secondary forest during the rainy season. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 22: 189-197.
- ADIS, J.; J.W. MORAIS & E.F. RIBEIRO. 1987b. Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a Neotropical secondary forest during the dry season. **Tropical Ecology** 28: 174-181.
- ADIS, J.; E.F. RIBEIRO & M.O. ALBUQUERQUE. 1989. Impact of deforestation on soil invertebrates from Central Amazonian inundation forests and their survival strategies to long-term flooding. **Water Quality Bulletin** 14 (2): 88-98.
- AMORIM, H.B. 1984. **Inventário das florestas nativas dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo**. Brasília, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento

Florestal, 204p.

- BANDEIRA, A.G. & P.C.S. SOUZA. 1982. Influência do pinheiro (*Pinus caribaea*) sobre a fauna do solo na Amazônia. **Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi, Zool.**, **144**: 1-13.
- BANDEIRA, A.G. & M.F.P. TORRES. 1985. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. **Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi, Zoologia**, **2**: 13-38.
- BARNES, R.D. 1984. **Zoologia dos Vertebrados**. São Paulo, Livraria Rocca., 4ª ed., 1179+XVIIp.
- BLISS, C.I. & R.A. FISHER. 1953. Fitting the negative binomial distribution to biological data. **Biometrics** **9**: 176-200.
- BORROR, D.J. & D.M. DELONG. 1969. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 653p.
- COSTA LIMA, A. 1939-1962. **Insetos do Brasil**. Vol. 1-12. Rio de Janeiro, Escola Nac. Agronomia, Sér. Didática.
- FLOGAITIS, E. 1984. Le peuplement de macroarthropodes édaphiques d'une forêt tempérée mixte: composition, phenologie et organisation spatiale. **Pedobiologia** **26**: 1-14.
- GARAY, I. 1989. **Relations entre l'hétérogénéité des litières et l'organisation des peuplements d'arthropodes édaphiques**. Paris, Publ. Lab. Zool. E.N.S., vol. 35, 192p.
- GARAY, I.; A. MOLLON & E. FLOGAITIS. 1986. Étude d'une litière forestière mixte à charme (*Carpinus betulus* L.) et chêne (*Quercus sessiliflora* Smith). II. – Succession des macroarthropodes au cours de la décomposition. **Acta OEcologica** **7**: 263-288.
- GARAY, I.; A. KINDEL; A. CALLIPO; M.E.O. BARROS & R.M. JESUS. 1995a. Formas de húmus em ecossistema de floresta costeira intertropical. I.- A Mata Atlântica de Tabuleiros, p.1-18. *In*: F. ESTEVES (Ed.). **Oecologia Brasiliensis vol I: Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas**. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 597p.
- GARAY, I.; A. KINDEL & R.M. JESUS. 1995b. Diversity of humus forms in the Atlantic Forest ecosystems (Brazil). The Table-land Atlantic Forest. **Acta OEcologica** **16**: 553-570.
- GENTRY, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. **Oikos** **63**: 19-28.
- GEOFFROY, J.J.; T. CHRISTOPHE; S. MOLFETAS & P. BLANDIN. 1981. Étude d'un écosystème forestier mixte. III – Traits généraux du peuplement de Macroarthropodes édaphiques. **Rev. Écol. Biol. Sol** **18** (1): 39-58.
- HENDRIX, P.F.; D.A. CROSSLEY JR.; J.M. BLAIR & D.C. COLEMAN. 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems, p.637-654. *In*: **Sustainable Agricultural Systems**. Iowa, Soil Water Conservation Society, 701p.
- HOEKSTRA, M.J.; T.B. RUSSEL; A.E. LAUNER & D.D. MURPHY. 1995. Soil arthropod abundance in coast redwood forest: effect of selective timber harvest. **Environmental Entomology** **24** (2): 246-252.
- LAVELLE, P. & B. PASHANASI. 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). **Pedobiologia** **33**: 283-291.

- PEIXOTO, A.L. & A. GENTRY. 1990. Diversidade e composição florística da Mata de Tabuleiros, na Reserva Florestal de Linhares, (Espírito Santo, Brasil). *Revta bras. Bot.* **13**: 19-25.
- RIZZINI, C.T. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil, aspectos sociológicos e florísticos. 2.** São Paulo, Hucitec-Edusp, 374p.
- SEASTEDT, T.R. & D.A. CROSSLEY JR. 1984. The influence of arthropods on ecosystems. *Bioscience* **34** (3): 157-161.
- SIEGEL, S. 1975. **Estatística não Paramétrica para as Ciências do Comportamento.** São Paulo, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 350p.
- SILVA DEL POZO, X. & P. BLANDIN. 1991. Les peuplements de macroarthropodes édaphiques à différentes étapes de la reconstitution de la forêt mésothermique en Équateur occidental. *Rev. Écol. Biol. Sol.* **28**: 435-442.
- SWIFT, M.J., O.W. HEAL & J.M. ANDERSON. 1979. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Berkley, University of California Press, 372p.
- USHER, M.B. 1976. Agregation responses of soil arthropods in relation to the soil environment, p.61-94. *In*: J.M. ANDERSON & A. MACFADYEN (Eds). **The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes.** Oxford, Blackwell Scientific Publications, 258p.

---

Recebido em 20.X.1997; aceito em 11.III.1999.