

# Diversidade da comunidade de plantas invasoras em sistemas agroflorestais com café em Turrialba, Costa Rica

Marta dos Santos Freire Ricci<sup>(1)</sup>, Elias de Melo Virgínio Filho<sup>(2)</sup> e Janaina Ribeiro Costa<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Agrobiologia, BR 465, Km 7, CEP 23890-000 Seropédica, RJ. E-mail: marta@cnpab.embrapa.br, janaina@cnpab.embrapa.br <sup>(2)</sup>Centro Agonómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Sede Central, nº 7.170, Cartago, 30501 Turrialba, Costa Rica. E-mail: eliasdem@catie.ac.cr

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade de plantas invasoras, em sistemas agroflorestais com cafeeiros (*Coffea arabica* L.) e em cafezal a pleno sol, sob manejo orgânico e convencional. Foram avaliados 20 tratamentos no delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas no tempo, com três repetições. Os tratamentos corresponderam à combinação entre sistemas agroflorestais e quatro níveis de manejo, baseados na intensidade das práticas e aplicação de insumos: alto e médio convencional, médio e baixo orgânico. Em julho de 2002 e setembro de 2005 foi realizado o levantamento de plantas invasoras. Determinaram-se a riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade. Observou-se redução nos valores médios de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade, em que os menores valores foram encontrados no tratamento com manejo alto convencional. Houve redução na frequência das trepadeiras, ciperáceas e espécies de folhas estreitas (má cobertura), e aumento das espécies de folhas largas (boa cobertura) e gramíneas. Nas duas épocas, os maiores percentuais de pontos com solo descoberto foram encontrados no tratamento alto convencional, e os menores percentuais foram encontrados em todos os tratamentos com manejo médio e baixo orgânico, e em três dos sete tratamentos com manejo médio convencional. Tais resultados demonstram que onde há aplicação freqüente de herbicida, a presença de árvores não evita exposição do solo.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, cobertura vegetal, diversidade, equitabilidade, fitossociologia, sombreamento.

## Diversity of weed community in agroforestry systems with coffee in Turrialba, Costa Rica

Abstract – The objective of this work was to evaluate the floristic composition of spontaneous species in coffee (*Coffea arabica* L.) cultivated in full sun and in agroforestry systems, under organic and conventional management. Twenty treatments were evaluated in a randomized complete block design, in a split plot in time, with three replicates. The treatments corresponded to combinations between types of agroforestry systems and four management system levels, based on practice intensity and inputs application: high and medium conventional, medium and low organic management. In July 2002 and September 2005 a spontaneous species survey was carried out. Richness, abundance, diversity and evenness index were determined. Reductions were observed in richness, abundance, diversity, and evenness values, and the smallest ones were found in high conventional treatment. There was reduction in the relative frequency of climbing plants, Cyperaceae, and monocot species (poor cover), and increase in broad-leaf species (good cover) and grasses. In both seasons, the highest percentages of points with bare soil were found in the high conventional treatment, while the lowest percentages were found in all treatments under medium and low organic management, and in three out of the seven treatments under medium conventional management. These results demonstrate that in treatments where herbicides are frequently applied, the presence of trees does not prevent the soil from being exposed.

Index terms: *Coffea arabica*, plant cover, diversity, evenness, phytosociology, shading.

### Introdução

Na Costa Rica, o cultivo do café em sistemas agroflorestais ou arborizados é uma prática muito comum, que visa tornar os cafezais mais sustentáveis e diminuir a dependência de insumos externos. As árvores apresentam um importante papel na dinâmica de nutrientes, o que interfere na fertilidade dos solos sob a

influência de suas copas, especialmente quando pertencentes à família das leguminosas, que são capazes de aumentar o aporte de nitrogênio via fixação biológica (Dias et al., 2006). A utilização de espécies arbóreas torna os agroecossistemas mais diversificados, favorece a conservação dos recursos naturais, tais como solo, água e biodiversidade (Altieri et al., 1999; Haggard et al., 2001; Alvarenga & Martins, 2004), e aumenta o

armazenamento de carbono e nitrogênio do solo (Payán et al., 2002), o que proporciona maior valor econômico às terras, em consequência dos serviços ambientais gerados (Ávila et al., 2001).

As plantas invasoras competem com o cafeeiro por água, energia e nutrientes, e podem ocasionar perdas de 60 a 80% da produção (Silva et al., 2006); seu controle pode representar cerca de 50% dos custos de produção, em cafezais orgânicos na América Latina (Soto-Pinto et al., 2002).

O grau de competição exercido pelas invasoras varia com a composição florística e com o tipo e a intensidade de manejo utilizado na área, tais como roçadas, capinas, aplicação de herbicidas, adubações, irrigação, entre outros fatores (Erasmus et al., 2004). Neste sentido, um importante benefício da arborização sobre os cafezais consiste na diminuição da competição exercida pelas espécies invasoras, ao se reduzir sua frequência e alterar sua composição (Nestel & Altieri, 1992; Beer et al., 1998), por reduzir a radiação solar incidente sobre o solo (Beer, 1987; Peláez, 2004) e por formar uma camada de serapilheira que constitui uma barreira física (Muschler, 2000), bem como por meio da liberação de compostos alelopáticos no solo, que impedem ou reduzem a germinação (Peláez, 2004).

De acordo com Erasmus et al. (2004), uma vez que as comunidades de plantas infestantes podem variar sua composição florística, em razão do tipo e da intensidade de tratamentos culturais impostos, o reconhecimento das espécies presentes torna-se fundamental para se entender a dinâmica da flora infestante e para se determinarem programas e estratégias de prevenção e manejo (Yanagizawa & Maimoni-Rodella, 1999; Figueroa et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a comunidade e a diversidade de plantas invasoras, em diferentes sistemas agroflorestais com cafeeiros submetidos a diferentes níveis de manejo orgânico e convencional.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Estação Experimental do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), em Turrialba, Costa Rica (9°53'N, 83°40'W), a 600 m de altitude, em área de 9,2 ha, com: relevo levemente inclinado (aproximadamente 5%); precipitação média de 2.651 mm por ano; temperatura de 21,8°C; umidade relativa do ar de 88%; e radiação solar de 16,9 MJ m<sup>-2</sup> por dia. Essa área foi anteriormente

cultivada com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*).

Foram identificadas as seguintes classes de solos: Aluviais mistos, Podzólico e Cambissolo. As análises químicas e físicas foram realizadas no laboratório de Análises de Solos, Tecidos Vegetais e Água do Catie, segundo Díaz-Romeú & Hunter (1978) e Nelson & Sommer (1996), tendo apresentado as seguintes características: pH em água: 5,4 a 6,1; matéria orgânica (Walkley Black): 4,2 a 7,8; CTC (extração de NaCl 10% pH 2,5): 31 a 41 cmol kg<sup>-1</sup>; cálcio: 3,4 a 6,2 cmol kg<sup>-1</sup>; magnésio: 1,2 a 1,8 cmol kg<sup>-1</sup>; potássio: 0,4 a 1,1 cmol kg<sup>-1</sup> e sódio: 0,05 a 0,08 cmol kg<sup>-1</sup> (extraídos com acetato de amônio 1N pH 7); fósforo: 44 a 69%; ferro: 0,7 a 1,9% e alumínio trocável: 0,5 a 1,2% (extraídos com oxalato de amônio); densidade aparente: 1,1 g cm<sup>-3</sup>; areia: 100 a 450 g kg<sup>-1</sup>; silte: 360 a 600 g kg<sup>-1</sup>; e argila: 160 a 440 g kg<sup>-1</sup>.

O experimento teve início em agosto de 2000, com o plantio de mudas de café (*Coffea arabica*), cultivar Caturra, no espaçamento 2x1 m. Foram avaliados 20 tratamentos, dispostos no delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas no tempo (época de amostragem), com três repetições. Os tratamentos corresponderam à combinação entre sete tipos de sistemas de cultivo de café e quatro níveis de manejo, baseados na intensidade das práticas e aplicação de insumos, denominados manejo alto convencional (AC), médio convencional (MC), médio orgânico (MO) e baixo orgânico (BO). Os sete sistemas de cultivo utilizados foram: café cultivado com *Erythrina poeppigiana* (E) – eritrina, leguminosa; café com *Terminalia amazonia* (T) – terminalia, não leguminosa; *Chloroleucon eurycyclum* (C) – cashá, leguminosa; café com *T. amazonia* e *C. eurycyclum* (TC); café com *E. poeppigiana* e *T. amazonia* (ET); café com *E. poeppigiana* e *C. eurycyclum* (CE); e café cultivado a pleno sol (PS). Não foi avaliada uma testemunha absoluta, porém foram considerados como testemunha, os dois tratamentos em que o cafeeiro foi cultivado a pleno sol (Tabela 1). O plantio das espécies arbóreas foi feito no espaçamento 6 m (entre as linhas de plantio) por 4 m (dentro da mesma linha), em parcelas com tamanho médio de 1.056 m<sup>2</sup>.

O manejo alto convencional correspondeu à aplicação dos níveis mais altos de insumos e fertilizantes químicos, utilizados pelos cafeicultores na região estudada (300 kg ha<sup>-1</sup> por ano de N e 150 kg ha<sup>-1</sup> por ano de K<sub>2</sub>O). As quantidades de fertilizantes aplicadas objetivaram

proporcionar o aporte de nutrientes em quantidades mais elevadas do que as retiradas pelas colheitas. O controle de pragas e doenças foi feito com base na aplicação de defensivos químicos, tendo-se seguido um calendário de aplicação. O controle de invasoras foi feito por meio de herbicida (sete aplicações por ano) não seletivo, sistêmico, pós-emergente à base de glifosato, tendo-se deixado o solo descoberto.

No manejo médio convencional, foram utilizados níveis intermediários de fertilizantes e insumos, em relação aos utilizados no AC. As quantidades de fertilizantes aplicadas foram elevadas, porém menores que as do manejo AC (150 kg ha<sup>-1</sup> por ano de N e 75 kg ha<sup>-1</sup> por ano de K<sub>2</sub>O). O controle de pragas e doenças também foi feito com base na aplicação de defensivos químicos, porém realizado menos frequentemente, isto é, não seguiu o mesmo calendário do manejo AC. Foram utilizadas práticas manuais de controle das invasoras, associadas a aplicações menos frequentes de herbicida (glifosato) nas entrelinhas (cinco aplicações por ano), e capinas completas da linha de plantio do café.

No manejo médio orgânico, foram utilizados níveis intermediários de insumos e fertilizantes, bem como de práticas de manejo, sem, contudo, se correlacionar com o aporte de nutrientes do manejo convencional. Foram aplicados esterco de galinha (10 Mg ha<sup>-1</sup> por ano) e rocha moída (100 kg ha<sup>-1</sup> por ano) como fontes de P, Ca e Mg, para se devolverem quantidades maiores de nutrientes do que as retiradas pelas colheitas. O controle de pragas e doenças foi feito com aplicações foliares de produtos naturais e práticas manuais.

No manejo baixo orgânico, utilizaram-se 7 Mg ha<sup>-1</sup> por ano de esterco de galinha como fertilizante, sem aplicações de rocha moída como fonte de demais nutrientes, em quantidades que corresponderam às retiradas pelas colheitas. Para o controle de pragas e doenças, não foi utilizado nenhum produto natural, apenas a retirada dos frutos dos cafeeiros no final da colheita para se evitar a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*).

Tanto no MO como no BO, o controle de invasoras foi feito de oito a nove vezes por ano, com o auxílio de roçadeiras costais, tendo-se roçado de forma seletiva nas entrelinhas e capinado nas linhas.

Em julho de 2002 e setembro de 2005, na estação chuvosa, foi realizado o levantamento das espécies de plantas invasoras, pelo método “ponta do sapato”, adotado pelo Catie (Staver, 2001), que consistiu em se caminhar em linha reta em dez entrelinhas do cafeeiro

por parcela. Em cada entrelinha, foram avaliados dez pontos de leitura, no total de 100 pontos por parcela. Entre cada ponto, contaram-se dez passos, anotou-se a espécie encontrada no centro da ponta do sapato (diâmetro de um lápis), tendo-se contabilizado também os pontos com solo descoberto e com serapilheira. As espécies invasoras foram identificadas e posteriormente separadas por grupo, tendo-se somado as frequências individuais, e as frequências totais do agrupamento foram lançadas em tabelas pelo critério de serem ou não desejáveis aos sistemas, e por esta razão, foram denominadas, respectivamente, como boa cobertura e má cobertura. As espécies foram agrupadas em: trepadeiras ou cipós, a maioria considerada indesejável nos cultivos; espécies do gênero *Cyperus*, consideradas de má cobertura; espécies de folhas largas rasteiras, com altura menor que 12 cm e com raízes pouco profundas, boa cobertura; espécies de folhas largas indesejáveis, má cobertura; espécies com folhas estreitas consideradas boa cobertura; gramíneas, a maioria indesejável em um manejo seletivo; e outras espécies.

Em seguida, determinou-se a riqueza (número de espécies), a abundância (número total de indivíduos da amostra), a frequência relativa (F) das espécies, o índice

**Tabela 1.** Número e código dos tratamentos, constituídos pela combinação entre os tipos de cobertura arbórea para sombreamento do cafeeiro e os níveis de intensidade de manejo do sistema.

Tipo de cobertura arbórea	Nível de manejo <sup>(1)</sup>	Número e código do tratamento
<i>Erythrina poeppigiana</i> (E), eritrina	AC, MC, MO, BO	1 (E-AC)
		2 (E-MC)
		3 (E-MO)
		4 (E-BO)
<i>Terminalia amazonia</i> (T), terminalia	AC, MC, MO, BO	5 (T-AC)
		6 (T-MC)
		7 (T-MO)
		8 (T-BO)
<i>Chloroleucon eurycyclum</i> (C), cashá	MC, MO	9 (C-MC)
		10 (C-MO)
Terminalia + cashá (TC)	MC, MO	11 (TC-MC)
		12 (TC-MO)
Eritrina + terminalia (ET)	MC, MO	13 (TE-MC)
		14 (TE-MO)
Eritrina + cashá (EC)	AC, MC, MO, BO	15 (CE-AC)
		16 (CE-MC)
		17 (CE-MO)
		18 (CE-BO)
Café a pleno sol (PS)	AC, MC	19 (PS-AC)
		20 (PS-MC)

<sup>(1)</sup>AC: alto convencional; MC: médio convencional; MO: médio orgânico; BO: baixo orgânico.

de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e o índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ). O valor de  $F$  foi calculado pela equação  $F = (F_0/F_1)100$ , em que:  $F_0$  é a frequência da espécie e  $F_1$  é a frequência total das espécies (Silva et al., 2006). A diversidade de Shannon foi calculada pela equação:  $H' = -\sum \ln p_i$ , em que:  $p_i = n/N$  (Magurran, 1988);  $n$  é o número de indivíduos de uma determinada espécie; e  $N$  é o número total de indivíduos ocorrentes. A equitabilidade foi calculada pela expressão:  $J' = H'/\ln S$  (Martins & Santos, 1999), em que:  $S$  é a riqueza.

A análise de variância dos dados, com aplicação do teste  $F$ , e a comparação de médias por meio do teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, foram feitas pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000). Os dados originais das variáveis espécies de folhas estreitas (boa cobertura), gramíneas (a maioria indesejáveis), outras espécies de invasoras e percentagem de pontos amostrados com solo descoberto foram transformadas para  $\arcsen(x/100)^{0,5}$ , para as análises estatísticas. Para a construção dos dendrogramas foi utilizado o programa

NTSys 2.1 (Rohlf, 2000) e, como medida de dissimilaridade, foram utilizados a distância euclidiana, indicada para dados quantitativos, e o método de agrupamento UPGMA (“unweighted pair group method with arithmetic mean”).

## Resultados e Discussão

Na primeira avaliação das espécies invasoras, realizada em 2002, dois anos após o estabelecimento do experimento, o valor da riqueza, considerando-se a média geral dos tratamentos, foi maior (15,4 espécies) do que o valor encontrado na segunda avaliação, realizada em 2005 (9,9 espécies), assim como o valor da abundância total (número de indivíduos por espécie) foi de 83,9 indivíduos em 2002, em comparação a 57,2 indivíduos em 2005 (Tabela 2). As reduções ocorridas nos valores de riqueza e abundância das espécies, entre as duas épocas, variaram com o tipo de cobertura arbórea e com a intensidade de manejo utilizado (práticas e aplicação de insumos), porém os menores valores foram obtidos nos tratamentos com

**Tabela 2.** Valores médios de riqueza e abundância (em 100 pontos amostrados) e índice de Shannon ( $H'$ ) e de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) dos tratamentos, em julho de 2002 e setembro de 2005<sup>(1)</sup>.

Tratamento <sup>(2)</sup>	Riqueza		Abundância		Índice de Shannon ( $H'$ )		Equitabilidade ( $J'$ )	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005
Alto convencional								
1 (E-AC)	6,0Ac	3,3Ac	13,7Ac	8,7Ac	1,56Ab	0,72Bb	0,88Aa	0,49Ba
5 (T-AC)	10,7Ab	1,0Bc	33,7Ab	3,3Bc	1,87Ab	0,00Bc	0,80Aa	0,00Bc
15 (CE-AC)	8,0Ac	2,3Bc	18,0Ac	4,7Ac	1,64Ab	0,69Bb	0,82Aa	0,56Ba
19 (PS-AC)	10,7Ab	3,0Bc	48,0Ab	18,0Bc	2,04Ab	0,53Bb	0,87Aa	0,27Bb
Médio convencional								
2 (E-MC)	18,3Aa	9,7Bb	88,7Aa	23,3Bb	2,50Aa	1,77Ba	0,86Aa	0,79Aa
6 (T-MC)	16,3Aa	15,3Aa	100,0Aa	83,0Ba	2,33Aa	1,76Ba	0,84Aa	0,63Aa
9 (C-MC)	18,0Aa	15,3Aa	97,0Aa	83,3Aa	2,50Aa	1,96Aa	0,87Aa	0,72Aa
11 (TC-MC)	19,3Aa	15,0Aa	99,0Aa	73,7Ba	2,45Aa	2,13Aa	0,83Aa	0,79Aa
13 (TE-MC)	16,7Aa	10,3Bb	98,3Aa	29,7Bb	2,31Aa	1,88Aa	0,82Aa	0,84Aa
16 (CE-MC)	18,3Aa	9,3Bb	96,3Aa	43,7Bb	2,17Aa	1,77Aa	0,75Aa	0,79Aa
20 (PS-MC)	22,3Aa	11,3Bb	97,3Aa	72,3Ba	2,57Aa	1,62Ba	0,84Aa	0,66Aa
Médio orgânico								
3 (E-MO)	13,7Ab	7,3Bc	96,0Aa	39,7Bb	2,26Aa	1,21Aa	0,87Aa	0,61Ba
7 (T-MO)	17,3Aa	14,3Aa	99,3Aa	77,3Ba	2,39Aa	2,08Aa	0,84Aa	0,78Aa
10 (C-MO)	17,7Aa	11,0Bb	100,0Aa	96,7Aa	2,40Aa	1,89Aa	0,83Aa	0,79Aa
12 (TC-MO)	16,3Aa	12,7Aa	97,0Aa	87,3Aa	2,36Aa	2,02Aa	0,85Aa	0,80Aa
14 (TE-MO)	20,3Aa	11,0Bb	98,7Aa	72,7Ba	2,62Aa	1,74Ba	0,87Aa	0,73Aa
17 (CE-MO)	14,7Aa	12,3Aa	98,3Aa	79,0Aa	2,20Aa	1,76Aa	0,82Aa	0,71Aa
Baixo orgânico								
4 (E-BO)	13,3Ab	9,7Ab	100,0Aa	69,0Ba	2,10Aa	1,49Aa	0,81Aa	0,66Aa
8 (T-BO)	15,0Aa	14,7Aa	98,3Aa	97,3Aa	2,28Aa	1,96Aa	0,85Aa	0,73Aa
18 (CE-BO)	15,7Aa	8,7Bb	99,0Aa	82,0Aa	2,37Aa	1,38Ba	0,86Aa	0,66Ba
Média	15,4A	9,9B	83,9A	57,2B	2,25A	1,52B	0,84A	0,65B
CV tratamentos (%)	19,2		12,1		19,4		23,9	
CV época (%)	25,3		17,9		17,9		16,7	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna (tratamento) e maiúsculas na linha (época), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>E: eritrina; T: terminalia; C: cashá; PS: pleno sol; AC: manejo alto convencional; MC: médio convencional; MO: médio orgânico; BO: baixo orgânico.



manejo alto convencional (AC), em que o controle das invasoras foi feito com herbicida não seletivo.

O mesmo comportamento foi observado em relação à diversidade espacial ou heterogeneidade, expressa pelo índice de Shannon, isto é, independentemente do manejo, a média dos tratamentos apresentou redução de  $H'$  de 2,25 em 2002 para 1,52 em 2005 (Tabela 2). Em relação aos valores de referência citados por Cavalcanti & Larrazábal (2004), que consideraram a diversidade de Shannon alta quando está acima de 3, média entre 2 e 3, baixa entre 1 e 2 e muito baixa quando menor que 1, os valores médios de diversidade encontrados no presente trabalho foram de médios a baixos. De acordo com o nível de manejo, os valores de diversidade encontrados nos tratamentos com manejo AC não foram significativamente diferentes entre si (Tabela 2), tendo variado entre 1,56 e 2,04 (diversidade baixa a média) em 2002, e entre 0 e 0,72 (muito baixa) em 2005. Os tratamentos com manejo MC não apresentaram diferenças entre si, em nenhuma das épocas avaliadas, e os valores variaram entre 2,17 e 2,57 (média) em 2002, e entre 1,62 e 2,13 (de baixa a média) em 2005. Da mesma forma, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com os manejos MO e BO; no manejo MO, os valores variaram de 2,20 a 2,62 (média) em 2002, e entre 1,21 e 2,08 (de baixa a média) em 2005, e no manejo BO, de 2,10 a 2,37 (média) em 2002, e entre 1,38 e 1,96 (baixa) em 2005. Portanto, os menores valores de diversidade, em ambas as épocas avaliadas, foram encontrados nos tratamentos AC, que foram significativamente menores em relação aos demais tratamentos.

As reduções na diversidade (média dos tratamentos) observadas neste trabalho estão de acordo com estudo realizado por Silva et al. (2006), em que seis cafezais arborizados com diferentes densidades de plantio de *Grevillea robusta* foram comparados, em relação ao cultivo a pleno sol no Sudoeste da Bahia, Brasil, entre abril de 2004 e março de 2005. Os autores concluíram que o valor médio de diversidade (médias dos tratamentos), que em abril de 2004 variou de 0 a 3,5, foi de 0,6 a 1,2 em março de 2005. Entretanto, a diversidade de espécies invasoras, determinada pelo índice de Shannon, foi maior nos cafezais arborizados, em que maior número de espécies de plantas invasoras dicotiledôneas foram identificadas.

A equitabilidade, que expressa o grau de distribuição das espécies dentro de uma comunidade, avaliada pelo índice de Pielou, também diminuiu ao longo do período

avaliado. De acordo com Cavalcanti & Larrazábal (2004), a equitabilidade varia entre 0 e 1, e é considerada alta quando maior que 0,5. De acordo com esses autores, um baixo valor de equitabilidade significa que existe a dominância de uma ou mais espécies na comunidade estudada, enquanto equitabilidade alta significa distribuição uniforme entre as espécies na amostra e demonstra que, apesar da complexidade da comunidade, os indivíduos encontram-se bem distribuídos. A equitabilidade alta também explica a estabilidade ambiental, o que, segundo Levinton (1995), significa pequenas amplitudes nas variáveis ambientais em curto prazo.

Entre os tratamentos com manejo AC, a equitabilidade variou entre 0,80 e 0,88 (alta) em 2002, não tendo havido diferença significativa entre os tratamentos, e de 0 a 0,56 (de baixa a alta) em 2005, porém os tratamentos 5 (T-AC) e 19 (PS-AC) apresentaram valores significativamente mais baixos (Tabela 2). Nos tratamentos MC, a variação foi de 0,75 a 0,87 (alta) em 2002, e de 0,63 a 0,84 (alta) em 2005, não tendo havido diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma época avaliada. Nos tratamentos MO, a variação foi de 0,82 a 0,87 (alta) em 2002, e de 0,61 a 0,80 (alta) em 2005, e não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma época. No manejo BO, a equitabilidade variou de 0,81 a 0,86 (alta) em 2002, e de 0,61 a 0,80 (alta) em 2005, e também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos nas épocas avaliadas. Os valores de equitabilidade encontrados na maioria dos tratamentos, nas duas avaliações, foram considerados altos, o que significa que os sistemas estudados apresentaram boa distribuição das espécies invasoras, exceção feita aos tratamentos AC, durante a segunda avaliação, que apresentaram valores de equitabilidade significativamente reduzidos.

Em relação à frequência dos diferentes tipos de invasoras, com base na média dos tratamentos ao longo do período avaliado (Tabela 3), houve redução na frequência das trepadeiras, de ciperáceas e das espécies de folhas estreitas (boa cobertura), e aumento das espécies de folhas largas (boa cobertura), de gramíneas e de outras espécies de menor ocorrência, não tendo havido alteração na frequência de espécies de folhas largas (má cobertura).

Em 2002, as espécies consideradas indesejáveis, constituídas por espécies de trepadeiras, folhas largas (má cobertura), ciperáceas e gramíneas, constituíram 93,2% do total identificado, reduzido para 82,1% em 2005 (Tabela 3). Em 2002, as espécies consideradas como

**Tabela 3.** Frequências de espécies invasoras, agrupadas de acordo com o critério de boa ou má cobertura, em razão dos tratamentos e das épocas de amostragem (julho de 2002 e setembro de 2005)<sup>(1)</sup>.

Tratamento <sup>(2)</sup>	Trepadeiras (a maioria indesejável)		Ciperáceas (má cobertura)		Espécies de folhas largas (boa cobertura)		Espécies de folhas largas (má cobertura)		Espécies de folhas estreitas (boa cobertura) <sup>(3)</sup>		Gramíneas (a maioria indesejável) <sup>(3)</sup>		Outras espécies <sup>(3)</sup>	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005
	Alto convencional													
1 (E-AC)	0,0Ab	0,0Aa	10,7Ab	0,0Aa	9,5Aa	0,0Ab	59,2Bb	96,5Aa	0,0Ab	0,0Aa	15,8Aa	3,5Ab	2,4Aa	0,0Aa
5 (T-AC)	1,4Ab	0,0Aa	2,6Ab	0,0Aa	0,0Aa	0,0Ab	87,1Aa	100,0Aa	0,0Ab	0,0Aa	8,8Aa	0,0Ab	0,0Aa	0,0Aa
15 (CE-AC)	1,8Ab	0,0Aa	2,2Ab	0,0Aa	0,0Aa	0,0Ab	92,5Aa	41,7Bb	0,0Ab	0,0Aa	3,5Aa	20,8Ab	0,0Aa	4,2Aa
19 (PS-AC)	0,0Ab	0,0Aa	5,5Ab	0,0Aa	2,4Aa	0,0Ab	73,6Aa	94,7Aa	1,6Aa	0,0Aa	16,9Aa	5,3Ab	0,0Aa	0,0Aa
Médio convencional														
2 (E-MC)	4,8Aa	0,0Ba	23,4Aa	1,3Ba	6,1Aa	2,8Ab	48,6Ab	33,8Ab	1,4Aa	0,0Ba	13,6Ba	50,9Aa	5,3Aa	5,9Aa
6 (T-MC)	0,3Ab	0,0Aa	19,0Aa	0,7Ba	1,7Aa	2,0Ab	60,3Ab	35,4Ab	1,7Aa	0,4Aa	17,0Ba	51,9Aa	0,0Aa	13,3Aa
9 (C-MC)	3,4Aa	0,0Ba	16,7Aa	0,3Ba	5,1Aa	5,7Ab	64,8Ab	36,4Ab	1,4Aa	0,0Ba	8,6Ba	44,6Aa	0,0Ba	12,9Aa
13 (TE-MC)	3,1Aa	0,0Aa	32,4Aa	2,9Ba	1,7Aa	6,3Ab	50,9Ab	53,0Ab	1,4Aa	0,0Ba	10,9Ba	35,3Aa	0,0Aa	3,0Aa
11 (TC-MC)	0,7Ab	0,9Aa	20,5Aa	0,0Ba	4,4Aa	10,0Ab	58,2Ab	48,0Ab	0,3Ab	0,0Aa	15,8Aa	29,5Aa	0,0Ba	17,3Aa
16 (CE-MC)	3,4Aa	0,7Ba	16,6Aa	0,0Ba	1,4Aa	6,6Ab	53,1Ab	36,3Ab	0,7Aa	0,0Aa	23,6Ba	48,2Aa	0,7Aa	12,3Aa
20 (PS-MC)	0,7Ab	0,7Aa	13,1Ab	0,0Aa	4,4Aa	4,2Ab	70,8Aa	45,4Ab	1,0Aa	0,0Aa	10,0Ba	43,5Aa	0,0Aa	6,2Aa
Médio orgânico														
3 (E-MO)	0,0Ab	0,0Aa	21,2Aa	0,0Ba	10,4Aa	21,7Aa	50,9Ab	63,5Ab	0,0Ab	0,0Aa	17,4Aa	10,4Ab	0,0Aa	4,3Aa
7 (T-MO)	1,6Ab	0,4Aa	20,8Aa	3,7Ba	5,0Aa	19,7Aa	42,7Ab	35,7Ab	0,0Ab	0,0Aa	28,3Aa	47,4Aa	1,6Aa	3,7Aa
10 (C-MO)	0,0Ab	0,6Aa	27,1Aa	0,8Ba	10,0Ba	32,7Aa	41,6Ab	39,7Ab	0,0Ab	0,0Aa	21,3Aa	20,0Aa	0,0Aa	7,8Aa
12 (TC-MO)	1,3Ab	0,6Aa	22,6Aa	0,0Ba	10,6Aa	24,8Aa	47,6Ab	29,6Ab	0,0Ab	0,0Aa	17,9Aa	38,0Aa	0,0Aa	8,1Aa
14 (TE-MO)	2,7Aa	1,7Aa	20,8Aa	3,2Ba	6,0Aa	14,7Ab	54,7Ab	58,4Ab	0,7Aa	0,0Aa	15,8Aa	24,8Aa	0,3Aa	7,6Aa
17 (CE-MO)	0,0Ab	0,4Aa	17,2Aa	1,9Ba	13,5Ba	38,0Aa	50,5Ab	51,8Ab	0,3Ab	0,0Aa	16,3Aa	8,7Ab	1,3Aa	4,1Aa
Baixo orgânico														
4 (E-BO)	0,0Ab	0,0Aa	31,1Aa	0,7Ba	7,8Aa	19,1Aa	37,4Ab	57,4Ab	0,0Ab	0,0Aa	23,7Aa	35,1Aa	0,0Aa	0,0Aa
8 (T-BO)	1,7Ab	0,0Aa	26,1Aa	3,0Ba	8,0Ba	27,9Aa	47,3Ab	28,4Ab	1,0Aa	0,0Aa	15,2Ba	44,2Aa	0,7Aa	0,0Aa
18 (CE-BO)	2,0Aa	0,0Aa	24,3Aa	0,6Ba	31,1Aa	6,4Ba	50,8Ab	58,6Ab	0,3Ab	0,0Aa	16,2Aa	10,3Ab	0,0Aa	5,8Aa
Média	1,5A	0,3B	18,8A	1,0B	5,6B	12,1A	57,1A	52,2A	0,6A	0,0B	15,8B	28,6A	0,6B	5,8A
CV tratamentos (%)	241		85,4		95,9		27,6		37,4		34,1		83,0	
CV épocas (%)	252		79,0		99,0		38,0		37,7		34,5		99,0	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna (tratamento) e maiúsculas na linha (época), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>E: eritrina; T: terminalia; C: cashá; PS: pleno sol; AC: manejo alto convencional; MC: médio convencional; MO: médio orgânico; BO: baixo orgânico. <sup>(3)</sup>Dados transformados para arc sen (x/100)<sup>0.5</sup>.

boa cobertura constituíram 6,2% do total, enquanto em 2005, este valor aumentou para 12,1%. Espécies com ocorrência rara nos sistemas, classificadas como “outras espécies”, que inicialmente totalizaram apenas 0,6%, tiveram a sua frequência aumentada para 5,8% em 2005.

Em 2005, a frequência das espécies de folhas largas (boa cobertura) aumentou significativamente, considerando-se a média dos tratamentos (Tabela 3), em que os aumentos mais significativos foram observados nos tratamentos 10 (C-MO), 17 (CE-MO) e 8 (T-BO). Por sua vez, a frequência das gramíneas (média dos tratamentos) aumentou, resultado que possivelmente está relacionado ao uso de herbicida nos manejos AC e MC, o que explica as reduções observadas nos tratamentos AC e MC, nos valores de diversidade ( $H'$ ), e nos valores de equitabilidade observados nos tratamentos AC (Tabela 2). A utilização de herbicidas promove a permanência de espécies tolerantes ou resistentes, as quais têm a sua frequência aumentada por ficar livre da competição de outras espécies (Aguilar et al., 1997).

Alguns trabalhos têm relatado a influência do sombreamento e do tipo de manejo sobre a frequência e composição das espécies invasoras em cafezais. Nestel & Altieri (1992) avaliaram sistemas agroflorestais com café no México e observaram que espécies da família *Commelinaceae*, que competem pouco com o café e são de fácil controle, predominaram nos sistemas arborizados, enquanto no cultivo a pleno sol predominaram famílias de espécies mais agressivas das famílias *Poacea* e *Compositae*. Silva et al. (2006) observaram que a arborização de cafezais com *Grevillea robusta* reduziu a frequência e aumentou a diversidade de espécies invasoras, tendo sido encontradas 5 espécies monocotiledôneas e 16 espécies dicotiledôneas. Soto-Pinto et al. (2002) avaliaram a ocorrência de espécies invasoras, em sistemas agroflorestais com café e relataram que 69% do total de invasoras identificadas foram constituídas por espécies de folhas largas (dicotiledôneas), e 31% por espécies de folha estreita (em geral monocotiledôneas). Em estudo anterior, Aguilar et al. (1995) concluíram que o manejo convencional, com herbicidas e capina não seletiva, promoveu aumento na frequência de gramíneas, quando comparado ao controle feito por meio de capinas seletivas.

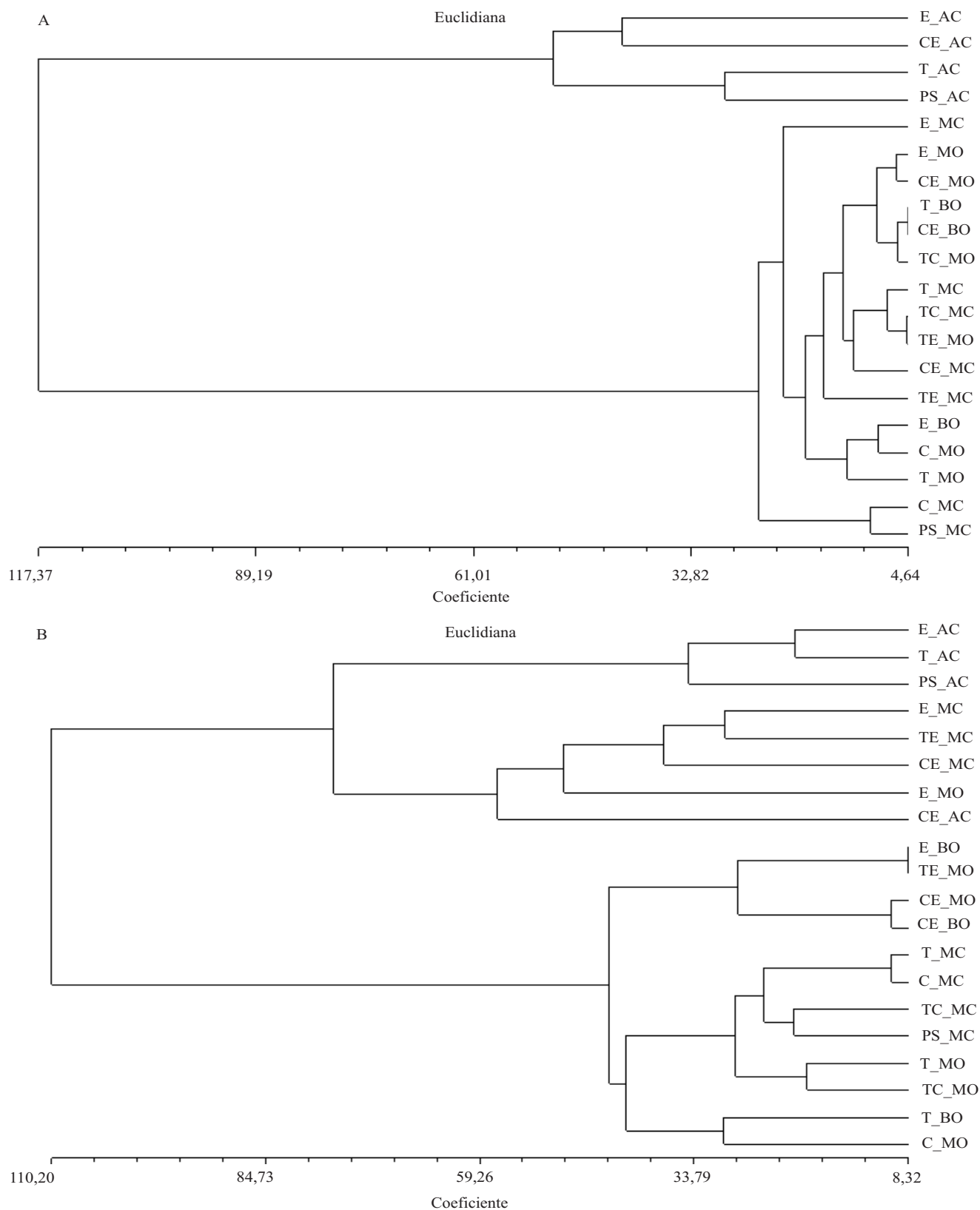
Dos 20 tratamentos avaliados, 18 foram constituídos por SAFs e apenas 2 a pleno sol (tratamentos 19 e 20). A alteração na frequência e na composição das

espécies invasoras foi mais influenciada pelo tipo de manejo adotado do que pelo tipo de cobertura superior do café (SAFs). Esta afirmação fica evidenciada nos dendrogramas de dissimilaridade dos 20 tratamentos, nas duas épocas de avaliação, que mostram a formação de grupos bem distintos (Figura 1). Em 2002, observou-se a formação de dois grupos homogêneos, o grupo 1, formado pelos tratamentos com manejo AC, e o grupo 2, formado pelos demais tratamentos. Em 2005, observou-se a formação de três grupos distintos, o grupo 1, formado por três dos quatro tratamentos AC; o grupo 2, formado pelos tratamentos E-MC, E-MO, TE-MC, CE-AC e CE-AC, e o grupo 3, formado pelos demais tratamentos.

Com relação à cobertura do solo, pela média dos tratamentos, em 2002, 84,3% dos pontos se encontravam com invasoras, 7% com serapilheira e 8,7% com solo descoberto, enquanto em 2005, 57,4% dos pontos se encontravam com invasoras, 33,8% com serapilheira e 8,8% com solo descoberto (Tabela 4). Portanto, ao longo do período avaliado, ocorreu redução da presença de invasoras e aumento dos pontos com serapilheira, mas não houve alteração no número de pontos com solo descoberto.

A influência das árvores sobre a ocorrência de invasoras em cultivos de café foi relatada por outros autores. No México, Nestel & Altieri (1992) observaram no final do período chuvoso, que nos cafezais a pleno sol a produção de biomassa pelas invasoras foi mais do que o dobro do encontrado no sistema arborizado (sombreado), o que levou esses autores a concluir que a diversificação dos cultivos pode ser uma alternativa para pequenos produtores controlar o surgimento de invasoras. Muschler (1998) observou redução da biomassa de invasoras de 3,6 Mg ha<sup>-1</sup> em cultivos de café a pleno sol, para menos de 0,1 Mg ha<sup>-1</sup> em cultivos com 50% ou mais de sombra. Staver et al. (2001) explicam que a quantidade de biomassa de invasoras, presentes em um sistema agroflorestal com café, é extremamente dependente da quantidade de luz filtrada pelas espécies arbóreas e pelo dossel dos cafeeiros presentes nos sistemas.

Nos tratamentos com manejo MC, o tipo de cobertura arbórea foi determinante em 2005, e nos tratamentos com a eritrina, o percentual de invasoras foi sempre menor em comparação aos demais tratamentos com o mesmo manejo (6, 9, 11 e 20) (Tabela 4). Nos tratamentos AC, a cobertura de solo foi influenciada muito mais pela intensidade de manejo, do que pelo tipo de cobertura arbórea, e, nesses tratamentos, foram observados os menores percentuais de invasoras e os maiores valores com solo descoberto.



**Figura 1.** Dendrogramas de dissimilaridade dos tratamentos estudados, em julho de 2002 (A) e setembro de 2005 (B). E: eritrina; T: terminalia; C: cashá; PS: pleno sol; AC: manejo alto convencional; MC: médio convencional; MO: médio orgânico; BO: baixo orgânico.



**Tabela 4.** Percentagem de invasoras, solo com serapilheira e solo descoberto dos pontos amostrados pelo método “ponta do sapato” (total de 100 pontos)<sup>(1)</sup>.

Tratamento <sup>(2)</sup>	Com invasoras		Com serapilheira		Solo descoberto	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005
Alto convencional						
1 (E-AC)	13,6Ac	8,7Ac	52,1Aa	62,3Ab	34,3Aa	29,0Aa
5 (T-AC)	33,9Ab	3,3Bc	20,3Bb	78,7Aa	45,8Aa	18,0Ba
15 (CE-AC)	18,0Ac	4,7Ac	38,7Ba	68,7Aa	43,3Aa	26,7Aa
19 (PS-AC)	48,4Ab	18,0Bc	15,8Bb	44,7Ab	35,8Aa	37,3Aa
Médio convencional						
2 (E-MC)	92,0Aa	23,4Bb	5,0Bb	74,6Aa	6,3Ab	2,0Ac
6 (T-MC)	100,0Aa	83,3Aa	0,0Ab	11,4Ac	0,0Ab	5,3Ac
9 (C-MC)	100,0Aa	83,3Aa	0,0Ab	8,0Ac	0,0Bb	8,7Ab
11 (TC-MC)	99,3Aa	73,7Ba	0,0Ab	15,0Ac	0,7Bb	11,3Ab
13 (TE-MC)	99,0Aa	29,7Bb	0,7Bb	62,0Ab	0,3Bb	8,3Ab
16 (CE-MC)	97,0Aa	43,7Bb	2,0Bb	49,0Ab	1,0Ab	7,3Ab
20 (PS-MC)	97,3Aa	75,3Ba	1,0Bb	23,0Ac	1,7Ab	1,7Ac
Médio orgânico						
3 (E-MO)	96,0Aa	39,5Bb	2,7Bb	57,8Ab	1,3Ab	2,7Ac
7 (T-MO)	100,0Aa	77,1Ba	0,0Bb	19,9Ac	0,0Ab	3,0Ac
10 (C-MO)	99,7Aa	96,7Aa	0,0Ab	3,0Ac	0,3Ab	0,3Ac
12 (TC-MO)	100,0Aa	86,3Aa	0,0Ab	13,0Ac	0,3Ab	0,7Ac
14 (TE-MO)	99,7Aa	72,8Ba	0,3Bb	23,2Ac	0,0Ab	4,0Ac
17 (CE-MO)	98,3Aa	79,2Aa	0,7Ab	19,1Ac	0,3Ab	1,7Ac
Baixo orgânico						
4 (E-BO)	97,4Aa	70,0Ba	1,3Bb	26,6Ac	1,3Ab	3,4Ac
8 (T-BO)	99,3Aa	98,0Aa	0,0Ab	1,0Ac	0,7Ab	1,0Ac
18 (CE-BO)	99,7Aa	82,0Aa	1,3Ab	14,7Ac	0,3Ab	3,3Ac
Média	84,3A	57,4B	7,0B	33,8 A	8,7A	8,8A
CV tratamentos (%)	12,3		56,8		50,4	
CV épocas (%)	18,1		55,1		45,1	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna (tratamento) e maiúsculas na linha (época), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>E: eritrina; T: terminalia; C: cashá; PS: pleno sol; AC: manejo alto convencional; MC: médio convencional; MO: médio orgânico; BO: baixo orgânico.

Com relação à exposição do solo, os maiores percentuais de pontos com solo descoberto foram encontrados nos quatro tratamentos com manejo AC, em ambas as épocas; nesta intensidade de manejo, os três tratamentos com cobertura arbórea não foram diferentes do tratamento a pleno sol, o que demonstra que quando a aplicação de herbicida é freqüente, a presença de árvores no sistema não garante a cobertura do solo com serapilheira. Além disso, os menores percentuais de solo descoberto, em 2005, foram encontrados em todos os tratamentos com manejo MO e BO, e em três dos sete tratamentos com manejo MC (Tabela 4).

Embora os parâmetros avaliados tenham sido influenciados pelo tipo de cobertura arbórea e pelo tipo de manejo, a análise de agrupamento demonstrou que o tipo de manejo influenciou mais na separação dos tratamentos em grupos do que o tipo de cobertura arbórea (Figura 1), o que mostra ter ocorrido uma nítida separação dos tratamentos E-AC, T-AC, PS-AC, em ambas as épocas avaliadas, com exceção do tratamento CE-AC em 2002.

## Conclusões

1. Ao longo do tempo, ocorre redução nos valores de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade da comunidade de plantas invasoras, em que os menores valores são encontrados nos tratamentos com manejo alto convencional.
2. Com exceção dos tratamentos com manejo alto convencional, a equitabilidade é alta, o que significa que os sistemas estudados apresentam distribuição equilibrada das invasoras.
3. Ao longo do tempo, observa-se redução da presença de invasoras e aumento da serapilheira.
4. O tipo e a intensidade de manejo diferencia mais os tratamentos do que o tipo de cobertura arbórea.

## Agradecimentos

Ao Sr. José Luiz Rodrigues Zupanni e à Sra. Maria Fernanda do Prado, respectivamente, dos cursos de Engenharia Florestal e Biologia da Universidade Federal de Lavras, pela coleta dos dados.

## Referências

- AGUILAR, A.; STAVAR, C.; AGUILAR, V.; SOMARRIBA, S. Manejo selectivo de malezas para la conservación del suelo en café: evaluación de sistemas químico/mecánico y mecánico sin y con *Arachis pintoi*. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE CAFEICULTURA, 18., 1997, San José. **Memorias**. San José: IICA, 1997. p.85-92.
- AGUILAR, V.; SOMARRIBA, S.; STAVAR, C. Cinco sistemas de manejo de malezas en café con y sin herbicidas, coberturas sembradas y malezas de cobertura: evaluación preliminar de composición botánica y custos. In: SIMPÓSIO SOBRE CAFEICULTURA LATINOAMERICANA, 16., 1993, Managua. **Memoria**. Tegucigalpa: IICA: CONCAFE, 1995. v.2. p.190-200.
- ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.74, p.19-31, 1999.
- ALVARENGA, M.I.N.; MARTINS, M. Fatores edáficos de cafezais arborizados. In: MATSUMOTO, S.N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Uesb, 2004. p.45-84.
- ÁVILA, G.; JIMÉNEZ, F.; BEER, J.; GÓMEZ, M.; IBRAHIM, M. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, v.8, p.32-35, 2001.
- BEER, J. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. **Agroforestry Systems**, v.5, p.3-13, 1987.
- BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, v.38, p.139-164, 1998.
- CAVALCANTI, E.A.H.; LARRAZÁBAL, M.E.L. de. Macrozooplâncton da zona econômica exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em *Copepoda* (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, p.467-475, 2004.
- DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S.; MOREIRA, J.F.; POLIDORO, J.C.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **Pasturas Tropicais**, v.28, p.8-17, 2006.
- DÍAZ-ROMEÚ, R.; HUNTER, A. **Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero**. Turrialba: Catie, 1978. 68p.
- ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, p.195-201, 2004.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e resumos**. São Carlos: Ufscar, 2000. p.255-258.
- FIGUEROA, I.; STAY, M.E.; PLANES, M.; OLIVARES, K. La integración del árbol y del arbusto en la incidencia de malezas en el cultivo del café (*Coffea arabica* L.). **Café Cacao**, v.3, p.9-12, 2002.
- HAGGAR, J.P.; SCHIBLI, C.; STAVAR, C. ¿Cómo manejar árboles de sombra en cafetales? **Agroforestería en las Américas**, v.8, p.37-41, 2001.
- LEVINTON, J.S. **Marine biology: function, biodiversity, ecology**. New York: Oxford University Press, 1995. 420p.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.
- MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Holos**, v.1, p.236-267, 1999.
- MUSCHLER, R.G. **Árborles en cafetales: proyecto agroforestal CATIE/GTZ**. Turrialba: CATIE, 2000. 139p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal, 5).
- MUSCHLER, R.G. **Tree-crop compatibility in agroforestry: production and quality of coffee grown under managed tree shade in Costa Rica**. 1998. 219p. Thesis (Ph.D.) - University of Florida, Gainesville.
- NELSON, D.W.; SOMMER, L.E. Total carbon and organic matter. In: SPARKS, D.L. **Methods of soil analysis: part 3: chemical methods**. 3<sup>rd</sup> ed. Madison: ASA; SSSA, 1996. p.961-1110.
- NESTEL, D.; ALTIERI, M. The weed community of Mexican coffee agroecosystems: effect of management upon plant biomass and species composition. **Acta Oecologica**, v.13, p.715-726, 1992.
- PAYÁN, F.Z.; BEER, J.; JONES, D.; HARMAND, J.M.; MUSCHLER, R. Concentraciones de carbono y nitrógeno en el suelo bajo *Erythrina poeppigiana* en plantaciones orgánicas y convencionales de café. **Agroforestería en las Américas**, v.9, p.10-15, 2002.
- PELÁEZ, J.J.Z. **Dinámica da matéria orgânica del suelo en sistemas agroforestales de café con *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook en Costa Rica**. 2004. 116p. Tesis (Mestrado) - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba.
- ROHLF, F.J. **NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1**. New York: Exeter Software, 2000.
- SILVA, S.O.; MATSUMOTO, S.N.; BEBÉ, F.V.; SÃO JOSÉ, A.R. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevileas. **Coffee Science**, v.1, p.126-134, 2006.
- SOTO-PINTO, L.; PERFECTO, I.; CABALLERO-NIETO, J. Shade over coffee: its effects on berry borer, leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas, México. **Agroforestry Systems**, v.55, p.37-45, 2002.
- STAVAR, C. ¿Cómo tener más hierbas de cobertura y menos malezas en nuestros cafetales? **Agroforestería en las Américas**, v.8, p.30-32, 2001.
- STAVAR, C.; GUHARAY, F.; MONTERROSO, D.; MUSCHLER, R.G. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. **Agroforestry Systems**, v.53, p.151-170, 2001.
- YANAGIZAWA, Y.A.N.P.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S. Composição florística e estrutura da comunidade de plantas do estrato herbáceo em áreas de cultivo de árvores frutíferas. **Planta Daninha**, v.17, p.459-468, 1999.

Recebido em 30 de novembro de 2007 e aprovado em 30 de junho de 2008