

# **SISTEMA DE CULTIVO SOMBREADO DO CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) NA REGIÃO DE BATURITÉ, CEARÁ<sup>1</sup>**

Liv Soares Severino<sup>2</sup>  
Teogenes Senna de Oliveira<sup>3</sup>

## **1. INTRODUÇÃO**

A cafeicultura sombreada é um sistema de cultivo ainda muito utilizado, principalmente em países da América Central, América do Sul, México, Índia e alguns países da África (5, 16, 18, 19). O sistema agroflorestal oferece ao cafeeiro um ambiente mais próximo ao de uma floresta, onde ele evolutivamente originou-se. Desta forma, obtém-se uma produção mais estável, com melhor proteção do solo contra a erosão, microclima e umidade mais favoráveis, melhor aproveitamento da matéria orgânica e abrigo a muitos insetos benéficos que agem como controladores de pragas, dispensando ou minimizando o uso do controle químico (19). Para pequenos produtores, esta prática é uma estratégia de sobrevivência, pois a diversificação desse sistema com produção paralela de madeira, frutas e outros subprodutos (5) diminui os riscos de estar totalmente à mercê de variações nas cotações do café no mercado internacional, das grandes e rápidas mudanças sociais e das imprevisões da natureza, além de viabilizar a agricultura familiar (19).

O sombreamento dos cafezais cearenses começou a ser adotado ainda no século XIX, como uma das formas de elevar o rendimento quantitativo e qualitativo das lavouras, tendo se popularizado e

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 06.03.1999.

<sup>2</sup> Aluno de Agronomia/UFC.

<sup>3</sup> Dep. Ciência do Solo, Campus do Pici, 60455-760 Fortaleza, CE, Brasil. teogenes@ufc.br

permanecido até os dias de hoje como o sistema mais utilizado para o cultivo do cafeeiro (3). Por ocasião do Programa de Erradicação de Cafezais, criado pelo Governo Federal em meados da década de 60, grande parte do parque cafeeiro cearense foi destruído, com o objetivo de diminuir a produção nacional. Poucos anos depois, por mudanças conjunturais, o Governo Federal criou o Programa de Renovação e Revigoração de Cafezais, e houve a tentativa de replantio de cafeeiros no Ceará. Porém, devido à inadequação da tecnologia sugerida às condições locais, não ocorreu o restabelecimento dos níveis de produção anteriores (12).

Este trabalho teve como objetivos diagnosticar o sistema agroflorestal utilizado na região de Baturité, para quantificar e avaliar alguns dos fatores de produção do sistema, os reflexos sobre sua sustentabilidade e fornecer informações úteis ao desenvolvimento da cafeicultura da região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado entre os meses de junho e novembro de 1997, no Sítio São Roque, município de Mulungu, Estado do Ceará (39°00' W e 4°18' S), numa região abrangida pela Área de Proteção Ambiental de Baturité, distante 105 km da capital do estado, Fortaleza (21). A região tem média pluvial de 1.555 mm/ano, com pequeno déficit hídrico de 45 mm entre julho e janeiro e excedente de 783 mm entre fevereiro e junho, temperatura média anual de 20,7°C (11), declividade entre 21% e 42% e altitude variando de 690 a 820 m.

Foram detectados dois sistemas de consórcio predominantes: o primeiro composto basicamente por ingazeiras + cafeeiros (IC) e o segundo constituído de ingazeiras + bananeiras + cafeeiros (IBC). Dentro de cada uma dessas áreas foram selecionados cinco pontos de amostragem (PA). Ao redor de cada um, à semelhança de uma parcela experimental, utilizaram-se três áreas de formato circular com diferentes diâmetros, com 5 m de raio (78,54 m<sup>2</sup>), foi utilizada para determinação de produtividade e caracterização físico-química e biológica do solo; com 7 m de raio (153,93 m<sup>2</sup>), para determinação de densidade das bananeiras; com 12 metros de raio (452,38 m<sup>2</sup>), para as avaliações do nível de sombreamento, frequência e densidade do estrato arbóreo.

Determinou-se a produtividade, colhendo o café manualmente no mês de julho de 1997. Após pesado, foram retiradas subamostras para determinação da maturação.

As características e propriedades físico-químicas e biológicas do solo foram determinadas a partir de amostras compostas, obtidas de quatro amostras simples coletadas separadamente nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm. Para efeito comparativo, foram também

selecionadas três áreas próximas aos PAs, com condições similares de solo e clima, mas com manejos diferentes, a saber: uma mata sob vegetação nativa (VN), uma área de cultivo exclusivo de bananeiras (EB) e uma área exaurida por sucessivos ciclos anuais de culturas de subsistência (AD).

A atividade microbiana do solo foi estimada pelo método proposto por GRISI (9), modificado, utilizando garrafas plásticas de dois litros de volume e solução seqüestradora de NaOH 0,5 N. Os solos coletados na faixa de 0-10 cm (única profundidade analisada) foram peneirados em malha de 2 mm e umedecidos a, aproximadamente, 80% da capacidade de campo. Utilizaram-se três repetições de aproximadamente 120 g de solo cada, sendo incubados por 2, 5, 10, 15, 20 e 30 dias em temperatura ambiente (28°C), tendo um tratamento-testemunha para cada tempo. Decorrido o período de incubação, a solução foi titulada com HCl 1N na presença de um indicador ácido/base, e o CO<sub>2</sub> mineralizado foi calculado de acordo com a quantidade de ácido necessária para neutralizar a solução, sendo corrigido pela leitura do frasco-testemunha e pelo peso do solo em base seca.

Para a quantificação do material formador de serapilheira, em cada PA foi instalada uma rede coletora com 1 m<sup>2</sup> de área e formato quadrado, suspensa a 50 cm do solo. O material caído das árvores e retido nas redes foi coletado a intervalos quinzenais, acondicionado em sacos de papel, seco em estufa de circulação forçada a 72°C, pesado e posteriormente utilizado para análise do teor de nutrientes. O material proveniente das coletas quinzenais de cada PA foi agrupado em uma única amostra composta. Os teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, em extrato obtido por digestão com HNO<sub>3</sub>/HClO<sub>4</sub> (2:1) (14). O N foi determinado pelo método semimicro-Kjeldahl, utilizando titulação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> do NH<sub>3</sub> fixado pelo HBO<sub>3</sub> na presença de indicador ácido/base (4).

A entrada de nutrientes pela serapilheira foi calculada, multiplicando o total de serapilheira acumulado no período estudado pelo teor de cada nutriente em amostras representativas do mesmo material.

Para o cálculo da quantidade de nutriente exportado pela colheita de frutos em cada PA, consideraram-se o teor de cada nutriente no fruto segundo MALAVOLTA *et al.* (13), a relação 312,83 kg de café cereja = 1 saco de café beneficiado (10) e a produção de cada área. Segundo MALAVOLTA *et al.* (13), não ocorre grande variabilidade na composição química de grãos de diferentes variedades. Considera-se que os resíduos de beneficiamento (casca) não retomam à lavoura.

Análises e cálculos de granulometria, CTC, soma e saturação de bases do solo foram feitos conforme EMBRAPA (4).

O Índice de Sombreamento (Is) foi calculado pela razão entre área de copas e área da parcela amostrada. Foram medidos dois diâmetros de

cada árvore presente na área de 12 metros de raio ao redor dos PAs e, assim, estimou-se a área de copas. Levou-se em consideração tanto as árvores que não estavam totalmente inseridas na parcela como a interseção de copas. Por essa razão, o  $I_s$  alcançou valores maiores que 1.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Densidades

O Quadro 1 apresenta a densidade das principais espécies do sistema estudado. A ingazeira (*Inga ingoides* W.) destaca-se como a principal árvore sombreadora, estando presente em todos os PAs sempre com a maior densidade entre as demais, o que confirma a informação da literatura, que cita esta árvore como a utilizada pelos cafeicultores do século passado para recuperação dos cafezais (3). Em segundo lugar, aparece o camunzé (*Pithecolobium polycephalum* Benth), árvore leguminosa nativa da região Nordeste do Brasil, que está presente em 60% dos pontos amostrados, confirmando que esse sistema de cultivo tem a capacidade de manter a biodiversidade natural e ser compatível com a flora nativa antecessora (2). Observa-se também grande variabilidade na densidade de cafeeiros e que, não necessariamente, onde há maior densidade de cafeeiros há menor densidade de bananeiras.

QUADRO 1 - Densidade (plantas x ha<sup>-1</sup>) das principais espécies presentes em sistema de cultivo de café em consórcio.

PA	Cafeeiro	Bananeira	Ingazeira	Camunzé	Fruteiras
1	3.057	715	221	22	-
2	2.930	-	265	-	-
3	2994	520	310	-	-
4	3.184	-	155	22	-
5	2.929	-	111	-	22
Média IC	3.019	247	212	9	4
6	2.165	1.754	22	-	22
7	3.184	1.884	111	44	22
8	3.439	2.599	88	22	-
9	3.694	2.144	111	44	-
10	2.420	1.624	88	22	22
Média IBC	2.980	2.001	84	26	13
Média	3.000	1.124	148	18	9

IC = Consórcio ingá-café e IBC = consórcio ingá-banana-café.

### 3.2. Índice de Sombreamento

O sombreamento é mais intenso nas áreas IC, onde observa-se média de 3,0 contra 1,7 das áreas IBC (Quadro 2). Esse índice não inclui o sombreamento realizado pelas bananeiras. Como o cafeeiro é originário das florestas equatoriais da Etiópia, evolutivamente ele está adaptado a um ambiente sombreado e não à exposição direta aos raios solares, pois sob irradiação moderada a fotossíntese líquida é maior que sob alta luminosidade (17), embora a maioria das plantações brasileiras sejam conduzidas a pleno sol. Mesmo com maior saldo de fotoassimilados, sabe-se que a produção em plantações sombreadas é menor devido à pequena quantidade de frutos produzida. Em campo, nota-se que o sol exerce certa regulação sobre a floração e pegamento dos frutos, mas ainda não se sabe com exatidão qual o mecanismo fisiológico responsável por este comportamento (17).

QUADRO 2 - Índice de sombreamento pelo estrato arbóreo em sistema de cultivo de café em consórcio.

PA	Índice de sombreamento	PA	Índice de sombreamento
1	3,2	6	1,8
2	2,5	7	1,3
3	4,6	8	1,2
4	2,5	9	1,8
5	2,3	10	2,3
Média IC	3,0	Média IBC	1,7

PA = Ponto de amostragem; IC = consórcio ingá-café; e IBC = consórcio ingá-banana-café.

### 3.3. Material Formador de Serapilheira

A produção total de serapilheira de cada PA encontra-se expressa no Quadro 3, onde se pode notar que, em coerência com os dados de densidade de árvores (Quadro 1) e de índices de sombreamento (Quadro 2), as áreas IC produziram mais serapilheira (média de 3.595 kg x ha<sup>-1</sup>) que as áreas IBC (média de 2.734 kg x ha<sup>-1</sup>). A serapilheira depositada sobre o terreno atua como cobertura morta do solo, melhora a retenção e infiltração de água, protege o solo contra erosão e ainda fornece nutrientes e matéria orgânica. A manta orgânica formada também serve de abrigo para insetos que são agentes importantes na manutenção do equilíbrio ecológico e no controle de pragas da lavoura.

QUADRO 3 – Produção de serapilheira pelo estrato arbóreo, acumulada no período de julho a novembro de 1997 em cada ponto de amostragem (PA) em sistema de cultivo de café em consórcio.			
PA	kg de MS x ha <sup>-1</sup>	PA	kg de MS x ha <sup>-1</sup>
1	3.679,40	6	1.755,60
2	4.675,40	7	2.693,50
3	3.291,60	8	2.684,30
4	2.855,90	9	3.166,60
5	3.474,70	10	3.426,10
Média IC	3.595,20	Média IBC	2.745,02
IC = Consórcio ingá-café e IBC = consórcio ingá-banana-café.			

Pode-se perceber na Figura 1 que ocorreu um pico de produção de folhas no início de agosto (438,28 e 223,01 kg x ha<sup>-1</sup> x 15 dias<sup>-1</sup> de IC e IBC, respectivamente), decrescendo a produção a partir do mês de setembro. Sabendo que o período chuvoso na região se inicia normalmente nos meses de janeiro/fevereiro (11) e que a maior parte da queda de folhas ocorre no segundo semestre do ano, a decomposição da serapilheira é mínima nessa época, pois a atividade microbiana é baixa devido à reduzida umidade do solo. Conseqüentemente, o material permanece por longo período sobre o solo, havendo maior proteção deste contra a ação erosiva da chuva do início da estação, tendo ainda a vantagem de mineralizar os seus nutrientes apenas no momento em que a planta apresenta demanda, ou seja, na época das águas para o crescimento vegetativo e enchimento dos grãos.

#### 3.4. Atividade Microbiana do Solo

A taxa de mineralização de CO<sub>2</sub> medida pela respiração microbiana é indicadora da dinâmica de ciclagem dos nutrientes no ecossistema, e quanto maior a sua emanção, mais elevada é a formação de matéria orgânica nessa comunidade (9). Como se observa na Figura 2, os solos IC mineralizaram mais carbono (44,02 mg CO<sub>2</sub> x dia<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> de solo), sendo praticamente iguais à área sob vegetação nativa (42,69 mg CO<sub>2</sub> x dia<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> de solo). As áreas IBC apresentaram comportamento intermediário (27,15 mg CO<sub>2</sub> x dia<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> de solo), e as áreas EB e AD tiveram os dois menores valores: 16,97 e 14,59 mg CO<sub>2</sub> x dia<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> de solo, respectivamente.

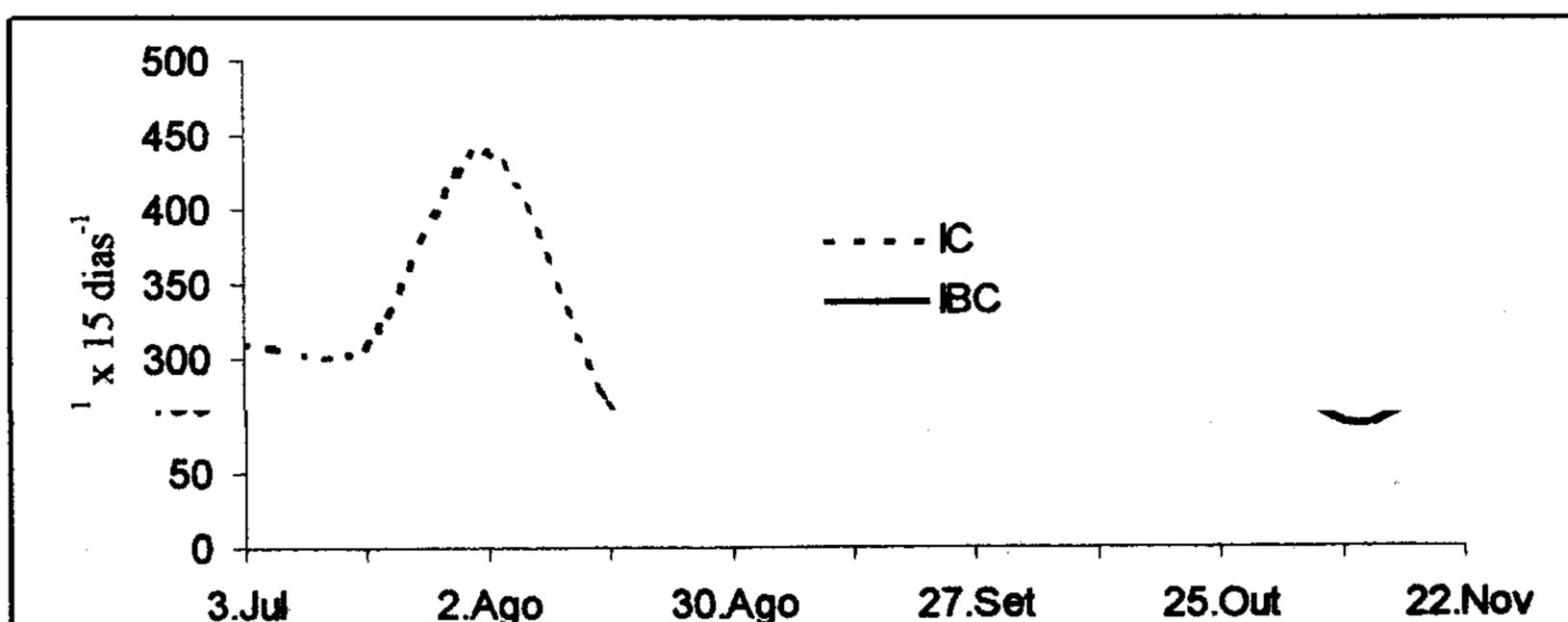


FIGURA 1 – Produção de serapilheira (kg de matéria seca x ha<sup>-1</sup> x 15 dias<sup>-1</sup>) pelo estrato arbóreo em sistemas de cultivo de café em consórcio ingá-café (IC) e ingá-banana-café (IBC), no período de julho a novembro de 1997.

Na camada 0-10 cm do solo, a correlação entre o CO<sub>2</sub> mineralizado e o teor de matéria orgânica foi de 0,92 nas áreas IC e 0,89 nas áreas IBC, mas muito baixa nas áreas comparativas. A pequena correlação nas áreas comparativas pode, em parte, ser atribuída à área EB, que possui alto teor de matéria orgânica (Quadro 4), mas baixa mineralização de CO<sub>2</sub> (Figura 2).

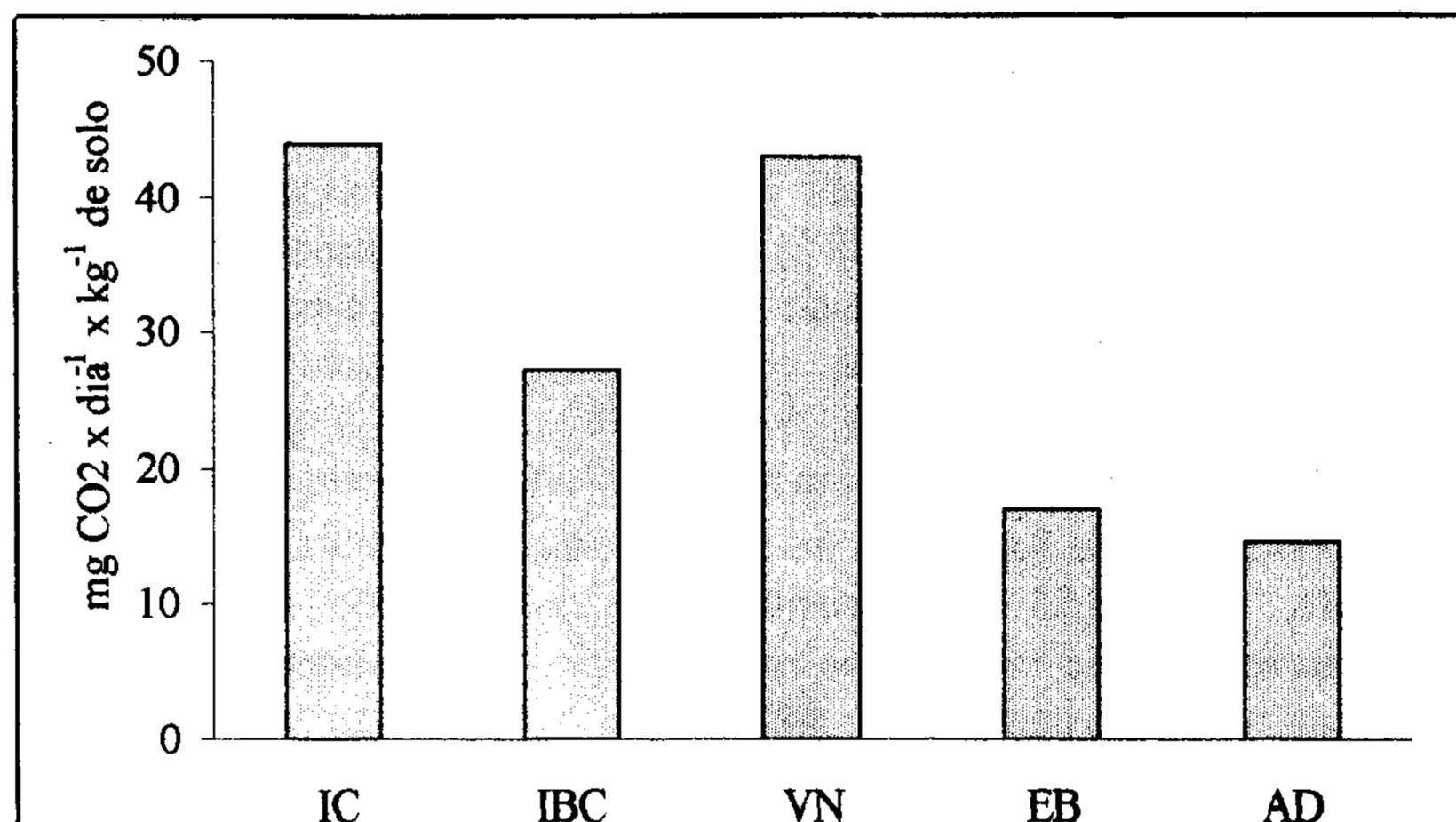


FIGURA 2 – Médias de CO<sub>2</sub> mineralizado, *in vitro*, em solo sob consórcio ingá-café (IC), consórcio ingá-café-banana (IBC), sob vegetação nativa (VN), cultivado exclusivamente com banana (EB), e de área degradada (AD).

### 3.5. Entrada de Nutrientes via Serapilheira e Exportação pela Colheita

A principal fonte de matéria orgânica dos solos é a serapilheira (8), que é a principal responsável pelo aporte de energia e nutrientes ao sistema (7). As árvores, possuidoras de sistema radicular profundo, são capazes de extrair nutrientes de camadas mais profundas e devolvê-los às camadas superficiais via queda de folhas (7). O sistema florestal em estudo é muito dependente de suas árvores sombreadoras tanto pela ciclagem de nutrientes realizada como por haver predominância de espécies pertencentes à família das leguminosas que realizam a fixação simbiótica de  $N_2$  atmosférico, enriquecendo o sistema com esse nutriente.

A Figura 3 compara a entrada de nutrientes via serapilheira com a exportação de nutrientes por meio da colheita. É expressiva a entrada de N via serapilheira. Em média, foram fornecidos  $49 \pm 16$  kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>, somente no período de quatro meses estudado, havendo áreas em que a entrada foi de 79 kg  $\times$  ha<sup>-1</sup>.

O sincronismo entre a disponibilização de nutrientes e a necessidade da cultura é um dos meios de alcançar grande eficiência em sistemas agroflorestais (15). Esses 49 kg de N correspondem a 109 kg de uréia (adubo comercial), com a vantagem de ser liberado paulatinamente à medida que a matéria orgânica é decomposta, diminuindo as perdas por lixiviação e volatilização. Os valores aqui apresentados estão próximos ao encontrado por ROSKOSKI (20), que, estudando a nodulação de *Inga jinicuil* em cafezais do México, estimou a fixação de N em aproximadamente 35 kg  $N_2$   $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>.

O aporte de P situou-se na faixa de  $2,9 \pm 1,4$  kg  $\times$  ha<sup>-1</sup> (Figura 3), um valor pequeno, mas que reflete os baixos níveis de P nos solos estudados (Quadro 4). O PA 8, que possui alta densidade de cafeeiros e bananeiras (Quadro 1), embora seja área IBC, apresentou produtividade comparável às áreas IC. Este PA destoa dos demais ao apresentar elevado teor de P, supondo-se que este seja um dos fatores que se somam para promover a sua alta produtividade. A entrada de K foi de  $136 \pm 40$  kg  $\times$  ha<sup>-1</sup>, quantidade relativamente elevada e que também reflete o alto teor desse elemento no solo.

Os nutrientes fornecidos ao sistema pela serapilheira excedem, sem exceção, a extração de nutrientes pela colheita dos frutos, mesmo considerando o não retorno dos resíduos após beneficiamento (casca). A extração de macronutrientes dificilmente aproxima-se da metade da quantidade fornecida pela serapilheira, deixando ainda grande excedente. Apenas N, P e Mg, em alguns PAs, foram exportados em quantidades próximas ao aporte. No balanço dos micronutrientes, apenas o Zn pode trazer alguma preocupação, visto que no PA 4 a exportação representa

59% da entrada via serapilheira, embora na média ela seja 26% da entrada. Para os demais micronutrientes (Cu, Fe e Mn) existe grande excedente, como é o caso do Mn, onde apenas 1,8% da quantidade aportada é retirada do sistema pela colheita.

**QUADRO 4 - Características químicas do solo de sistemas de cultivo de café em consórcio nas profundidades de 0-10 cm e 10-40\* cm dos PAs e áreas comparativas: vegetação nativa (VN), exclusivamente banana (EB) e área degradada (AD). Teores de matéria orgânica (MO), N, P, K, Ca, Mg, Al e pH.**

PA	Prof. (cm)	MO	N	P	K	Ca	Mg	Al	pH
		— g x kg <sup>-1</sup> —	mg x kg <sup>-1</sup>		—————	cmol <sub>c</sub> x kg <sup>-1</sup>	—————		
1	0-10	31,2	1,3	25	0,74	7,0	1,3	0,1	5,3
	10-40	19,4	0,8	10	0,67	4,6	1,0	0,1	5,4
2	0-10	53,1	2,1	12	0,81	12,4	2,4	0	6,0
	10-40	20,6	0,9	17	0,68	6,9	1,1	0	5,7
3	0-10	32,4	1,3	13	0,66	7,3	0,9	0,1	5,2
	10-40	16,8	0,7	9	0,72	3,1	1,3	0,7	4,6
4	0-10	46,2	2,0	12	1,16	7,9	2,3	0,0	5,7
	10-40	17,2	0,7	7	0,86	2,7	0,8	0,3	5,0
5	0-10	45,7	2,0	117	0,78	8,8	1,4	0	5,7
	10-40	24,6	1,2	107	0,66	5,1	0,6	0	5,5
6	0-10	46,2	2,0	13	0,92	9,3	1,6	0	6,0
	10-40	19,6	0,7	8	0,50	4,1	0,7	0,2	5,2
7	0-10	26,7	1,2	4	0,33	3,5	0,7	0,1	5,2
	10-40	16,0	0,7	3	0,25	1,6	1,2	0,4	4,8
8	0-10	44,1	2,0	93	0,33	10,2	0,8	0	5,8
	10-40	14,8	0,6	60	0,28	3,9	0,6	0,1	5,4
9	0-10	40,0	1,8	3	0,99	5,5	1,5	0,1	5,4
	10-40	12,1	0,5	4	0,32	1,4	0,7	0,5	4,7
10	0-10	29,1	1,2	6	0,69	3,1	1,6	0,1	5,0
	10-40	14,3	0,6	5	0,40	1,1	0,9	0,8	4,5
VN	0-10	20,2	0,9	30	0,87	4,5	2,4	0	6,0
	10-40	11,1	0,5	15	0,38	3,2	1,8	0,1	5,7
EB	0-10	56,2	2,3	4	0,50	4,5	3,1	0,3	5,0
	10-40	28,5	1,2	2	0,31	1,4	1,7	1,2	4,6
AD	0-10	18,3	0,8	3	0,45	2,0	1,7	0,1	5,3
	10-40	11,2	0,5	2	0,30	1,5	0,8	0,2	5,4

\* Média ponderada dos valores de 10-20 e 20-40 cm.

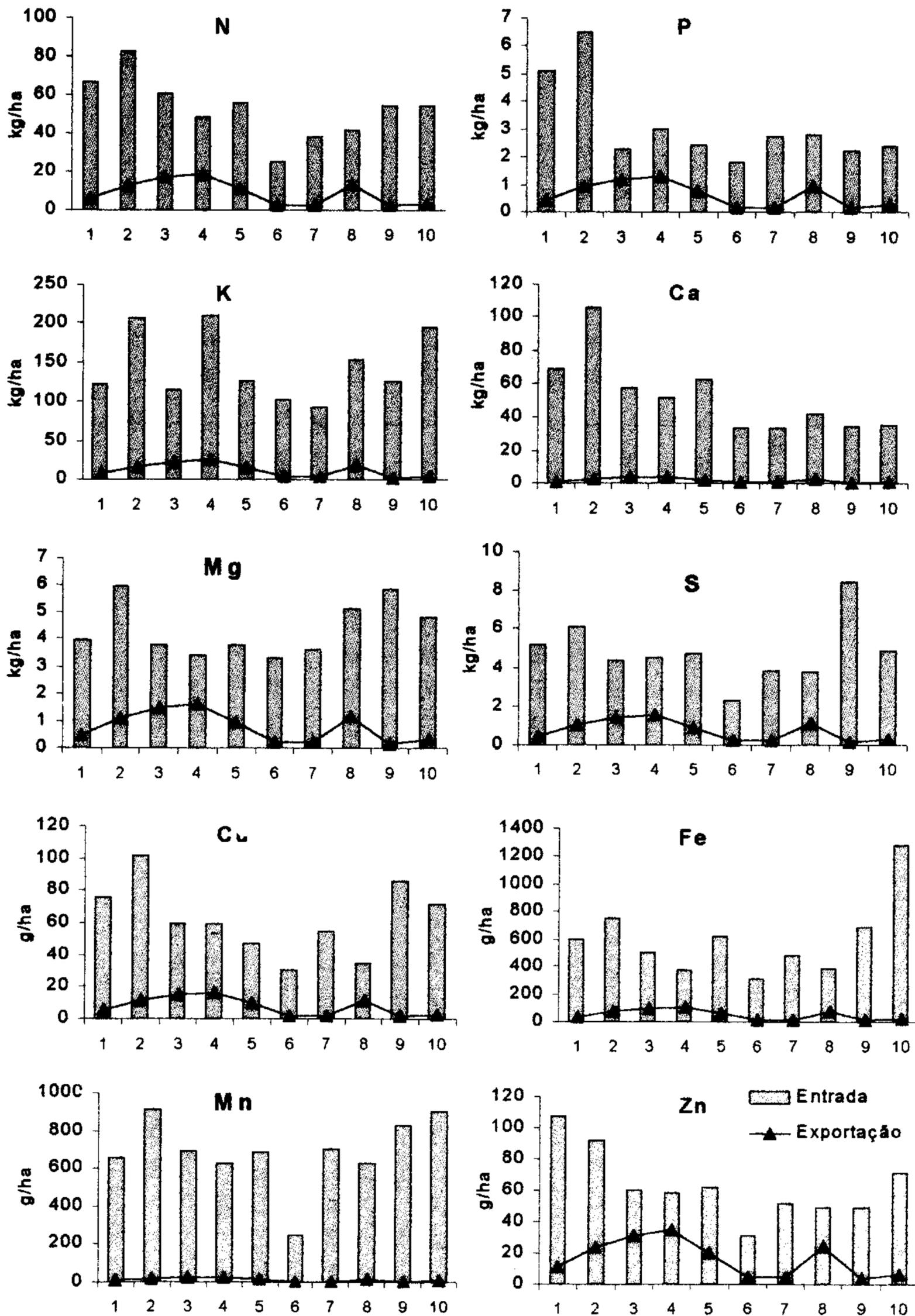


FIGURA 3 – Entrada de macro e micronutrientes via serapilheira no período de julho a novembro de 1997 e exportação pela colheita de frutos nos pontos de amostragem (PAs 1 a 10) de sistema de cultivo de café em consórcio.

Considerando-se que não houve perturbação do sistema estudado, quer dizer, mediu-se a produção de serapilheira e o teor de nutrientes nela contido sem induzir qualquer tratamento, e que a lavoura está em produção por tempo suficientemente longo para entrar em equilíbrio, há margem para se inferir que anualmente ocorre o mesmo excedente de macro e micronutrientes. Deve-se considerar que outras espécies ocorrem na área e mesmo as árvores produtoras de serapilheira vão reabsorver esse excedente. Mesmo assim, o número é um indicador de equilíbrio e sustentabilidade, visto que ao menos não ocorre déficit no balanço de nutrientes. As perdas de nutrientes são minimizadas, pois o solo encontra-se bem protegido da erosão, principalmente no início do período chuvoso (item 3.3), as árvores podem absorver nutrientes lixiviados para camadas mais profundas (7) e grande parte dos nutrientes está retida no material orgânico (itens 3.3, 3.5 e 3.6).

### 3.6. Caracterização Físico-Química dos Solos

A classificação textural dos solos é apresentada na forma de frequência no Quadro 5. Os solos em sua maioria são classificados como franco-argilo-arenosos e possuem, em média, 29% de argila, 20% de silte e 51% de areia.

QUADRO 5 - Frequência de classes texturais em solos sob sistema de cultivo de café em consórcio ingá-café (IC), ingá-banana-café (IBC), vegetação nativa (VN), exclusivamente banana (EB) e área degradada (AD).						
	Prof. (cm)	Franco-arenoso	Franco-argilo-arenoso	Franco-argiloso	Argilo-arenoso	Argiloso
PAs 1 a 5 (áreas IC)	0-10	20%	60%	20%		
	10-20	20%	40%	20%		20%
	20-40	20%	40%	20%		20%
PAs 6 a 10 (áreas IBC)	0-10		100%			
	10-20		80%	20%		
	20-40		20%	20%	40%	20%
VN	0-10	100%				
	10-20	100%				
	20-40		100%			
EB	0-10		100%			
	10-20		100%			
	20-40		100%			
AD	0-10		100%			
	10-20		100%			
	20-40			100%		
MÉDIA*		13%	59%	15%	5%	8%

\*Média ponderada, IC: n=5; IBC: n=5; VN, EB; e AD: n=1.

Analisando-se os dados de S, CTC efetiva, CTC potencial e V apresentados no Quadro 6 encontram-se maiores valores nas áreas IC e também observa-se que, ao longo do perfil do solo, as áreas IC sofrem menor redução relativa. A saturação de bases (V) das áreas sob cultivo de café situa-se na faixa de 60 a 70%, um valor satisfatório.

Comparando-se as áreas de consórcio café-ingá (IC) com a área de vegetação nativa (VN) (Quadro 7), observa-se que esse sistema de cultivo alcança níveis de fertilidade do solo possivelmente superiores à sua condição original, ou seja, antes de ser cultivado, pois do ponto de vista químico (inclua-se a matéria orgânica) o cultivo melhorou o solo ao invés de exauri-lo. As áreas IC mostraram-se superiores em matéria orgânica (88% maior), nitrogênio (73% maior), fósforo (63% maior) e potássio (50% maior).

O coeficiente de correlação ( $r^2$ ) entre o teor de nitrogênio e o de matéria orgânica é de 0,97 na camada 0-10 cm, 0,99 na de 10-20 e 0,88 na camada de 20-40 cm, o que demonstra grande participação de N-orgânico no solo ou grande parte do N-inorgânico sendo provida pela mineralização da MO.

O teor de P na maioria dos solos é muito baixo e em alguns casos chega a extremos, como, por exemplo, o PA 9 com  $3 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$  de P e a área de cultivo exclusivo de bananeiras (EB) com  $2 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$ , ambos na camada 0-10. Apenas duas áreas, PA 8 e PA 5, por fatores não identificados, apresentaram teores de P discrepantes (acima) dos demais. A ocorrência de Al em nível alto está restrita a algumas manchas de solo de pH mais ácido, não se constituindo um problema generalizado. A acidez do solo chega a ser alta em alguns pontos, sendo 5,0 o valor mais ácido na faixa 0-10 cm (PA 10 e EB) e 4,5 na faixa 20-40 cm (PAs 3 e 10) (Quadro 4).

De acordo com os índices para solos do Estado do Ceará (6), a maioria dos PAs na camada 0-10 cm apresenta níveis médios/altos de K, e quase todos altos em Ca e Mg. A acidez em nenhum ponto atingiu nível considerado alto, embora o alumínio tenha atingido.

### *3.7. Produtividade e Época de Maturação*

De forma geral, as melhores produtividades estão associadas às áreas sem bananeiras (Quadro 8). Todos os PAs do sistema IBC produziram abaixo da média do sistema IC, com apenas uma exceção no PA 8. Esse melhor desempenho do PA 8 supõe-se estar associado ao nível de fósforo notavelmente superior ao das demais áreas (Quadro 4) e à localização do mesmo em um microvale, condição que supostamente propicia maior disponibilidade de água. Mesmo entre as áreas de consórcio IC existe grande variabilidade (CV = 35%), podendo esta ser devida a diversos fatores, como diferentes níveis de sombreamento, variação na fertilidade do solo ou aporte de nutrientes pela serapilheira, diferentes densidades e idade da lavoura.

**QUADRO 6 - Características químicas dos solos sob cultivo em consórcio ingá-café (IC) e ingá-banana-café (IBC), sob vegetação nativa (VN), cultivado exclusivamente com banana (EB) e sob área degradada (AD): soma de bases (S), CTC efetiva, CTC potencial e saturação de bases (V).**

Área	Prof.	S	CV	CTC <sub>efet.</sub>	CV	CTC <sub>pot</sub>	CV	V	CV
	cm			cmol <sub>c</sub> x kg <sup>-1</sup>				%	
IC	0-10	11,3	21,2	11,3	21,1	16,10	13,0	70	8,0
	10-20	7,04	28,4	7,18	26,5	11,8	13,6	59	14,9
	20-40	6,06	24,8	6,28	22,3	10,38	8,7	58	16,9
IBC	0-10	8,30	36,1	8,36	34,7	13,04	19,9	61	18,0
	10-20	4,58	45,9	4,90	38,8	9,34	20,3	47	25,5
	20-40	3,22	24,8	3,74	18,8	7,42	10,8	43	17,4
VN	0-10	7,90	-	7,9	-	9,7	-	81	-
	10-20	6,10	-	6,2	-	8,6	-	71	-
	20-40	5,10	-	5,1	-	7,4	-	69	-
EB	0-10	8,20	-	8,5	-	17,3	-	47	-
	10-20	4,40	-	5,1	-	11,3	-	39	-
	20-40	3,00	-	4,5	-	9,4	-	32	-
AD	0-10	4,20	-	4,3	-	7,0	-	60	-
	10-20	3,00	-	3,1	-	5,3	-	57	-
	20-40	2,60	-	2,9	-	5,2	-	50	-
<b>MÉDIA*</b>		<b>8,51</b>	<b>-</b>	<b>6,63</b>	<b>-</b>	<b>10,88</b>	<b>-</b>	<b>56</b>	<b>-</b>

\* Média ponderada; IC: n=5; IBC: n=5; VN, EB e AD: n=1.  
CV = Coeficiente de variação (%) (n=5) e CTC = capacidade de troca de cátions.

**QUADRO 7 - Teores de N, P, K e matéria orgânica na profundidade 0-40 cm\* em solos sob cultivo de café em consórcio com ingazeira (IC) e em área sob vegetação nativa (VN).**

Elemento	IC	VN
	g x kg <sup>-1</sup>	
Nitrogênio	1,09	0,63
Fósforo	0,031	0,019
Potássio	0,75	0,50
Matéria orgânica	25,22	13,40

\* Média ponderada dos valores das profundidades 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm.

**QUADRO 8 - Produtividade e maturação (percentual de grãos cereja no início da colheita) de sistemas de cultivo de café em consórcio em cada ponto de amostragem (PA).**

PA	Produtividade sacos beneficiados x ha <sup>-1</sup>	Maturação (% grãos maduros)
1	3,74	64
2	8,37	44
3	11,04	40
4	12,02	48
5	7,14	61
6	1,57	79
7	1,50	52
8	8,66	38
9	1,31	53
10	2,18	68
Média	5,76	55

IC = Consórcio ingá-café; e IBC = consórcio ingá-banana-café.

A área de maior produtividade (PA 4: 12,02 sacos beneficiados x ha<sup>-1</sup>) produziu 5,4 vezes mais que a de menor (PA 9: 1,31 saco beneficiado x ha<sup>-1</sup>). Essa grande diferença deixa margem para se supor que é possível aumentar o rendimento dessa lavoura, pois acredita-se que a produtividade no PA 9 é baixa como resposta aos fatores nele encontrados: alta densidade de bananeiras, índice de sombreamento, baixa atividade microbiana, fertilidade etc.

Devido ao elevado número de fatores que potencialmente podem interferir na produtividade de uma lavoura, não foi possível correlacionar os dados de produção com qualquer uma das características aqui diagnosticadas.

O ponto ideal para a colheita do café seria quando 95% dos frutos estivessem no estágio cereja, sendo tolerável até 80% para atingir boa qualidade de bebida (1). No cafezal estudado, a condição de 80% maturado na hora da colheita é difícil de ser alcançada, devido à grande desuniformidade de maturação. Embora a colheita seja manual, ela não é seletiva e colhem-se indistintamente grãos verdes e maduros. Se a mesma for antecipada, a presença de grãos verdes prejudica a qualidade da bebida, e se for tardia, os frutos de maturação precoce irão atingir, em grande quantidade, o estágio passa (secos na planta), que também exerce efeito negativo. O grau de maturação dos frutos no dia em que foi realizada a colheita comercial do Sítio São Roque encontra-se no Quadro 8. Na data, apenas uma área apresentou aproximadamente 80% dos grãos maturados. As áreas de maturações precoce e tardia não estão ligadas à ausência ou presença de bananeiras.

A maturação desuniforme pode ser uma característica tolerável quando se realiza a catação manual do café cereja, um método que possibilita a obtenção de bebida de alta qualidade. Esta prática é bastante utilizada em países da América Central e América do Sul (3,5,19), mas no Ceará não foi encontrado nenhum relato da sua utilização na literatura e em observações de campo.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o sistema de cultivo predominantemente empregado no Maciço de Baturité, Estado do Ceará. O estudo foi realizado no município de Mulungu, em um cafezal sombreado em atividade produtiva há cerca de 50 anos. Dez pontos de amostragem (PA) representativos foram escolhidos na área, sendo cinco deles localizados em áreas de consórcio ingá-café (IC) e cinco em áreas ingá-banana-café (IBC). Solos de áreas adjacentes foram analisados para comparação: vegetação nativa (VN), cultivo somente de banana (EB), e uma área exaurida por sucessivos ciclos de culturas anuais (AD). As seguintes determinações foram feitas em cada PA: produtividade, características e propriedades físico-químicas e biológicas dos solos, densidade das principais espécies arbóreas, índice de sombreamento (Is), quantificação da queda de folhas, entrada de nutrientes (via serapilheira) e exportação de nutrientes pela colheita dos frutos.

A densidade média de cafeeiros foi de 3.000 plantas x ha<sup>-1</sup> e a de árvores variou de 22 a 310 plantas x ha<sup>-1</sup> com média de 148 plantas x ha<sup>-1</sup>. Ingazeiras (*Inga spp.*) são as principais sombreadoras, ocorrendo também outras árvores, inclusive fruteiras. O sombreamento é mais intenso nas áreas IC, em que Is = 3,0 contra 1,7 das áreas IBC. A produção média de serapilheira no período estudado de cinco meses foi de 3.595 kg x ha<sup>-1</sup> em IC e 2.734 kg x ha<sup>-1</sup> nas áreas IBC. A atividade microbiana foi mais intensa em IC (44,02 mg CO<sub>2</sub> x dia<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> de solo), praticamente igual à área VN (42,69 mg CO<sub>2</sub> x dia<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> de solo). A entrada de nutrientes via queda de folhas é importante, principalmente para N (49 kg x ha<sup>-1</sup>) e K (136 kg x ha<sup>-1</sup>). A exportação de nutrientes pela colheita foi sempre muito menor que a entrada via serapilheira, mesmo considerando que a casca do café não retorna à lavoura.

Predominam os solos franco-argilo-arenosos. Os valores de soma de bases, CTC potencial e efetiva e saturação de bases são sempre maiores nas áreas IC em relação às IBC. Do ponto de vista químico, as áreas de consórcio café-ingá (IC) mostram fertilidade superior às áreas sob vegetação nativa (matéria orgânica, N, P e K). A produtividade média é de 5,76 sacos beneficiados x ha<sup>-1</sup>, sendo maior em IC.

O sistema agroflorestal estudado aproxima-se do padrão sustentável, por ser capaz de se manter produtivo mesmo sem a utilização de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas, além de apresentar algumas características de solo superiores às de áreas ainda não manipuladas pelo homem.

## 5. SUMMARY

### (SHADED CROPPING SYSTEM OF COFFEE (*Coffea arabica* L.) AT BATURITÉ, CEARÁ STATE)

The objective of this study was to characterize a coffee growing system predominant at Maciço de Baturité, Ceará state, Brazil. The study was carried out at Mulungu, CE on a shaded coffee plantation approximately 50 years old. Ten representative sampling points (PA) were chosen, five located at an associated coffee-inga tree predominant area (IC) and five at an associated coffee-banana-inga tree predominant area (IBC). Soils of adjacent areas were analyzed for comparison: natural vegetation (VN), banana cropping only (EB) and an area cultivated with annual cropping for several years (AD). The following determinations were performed in each PA: productivity, soil characteristics and chemical-physical-biological properties, density of the main arboreal species, shadowing index (Is), quantification of the litter fall, nutrient entry (by litter fall) and nutrient export by harvesting.

The coffee average density was 3.000 plants x ha<sup>-1</sup> while that of inga tree ranged from 22 to 310 plants x ha<sup>-1</sup>, reaching an average of 148 plants x ha<sup>-1</sup>. "Ingazeiras" (*Inga* spp.) are the main shadowing occurring over other shading trees, including some fruit trees. Shading is more intensive in IC areas where Is = 3.0 relatively to 1.7 in the IBC areas. Litter average production accumulated in the five months studied was 3,595 kg x ha<sup>-1</sup> in IC and 2,734 kg x ha<sup>-1</sup> at the IBC areas. The microbial activity was more intense in IC (44.02 mg CO<sub>2</sub> x day<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> of soil), close to the value obtained from VN area (42.69 mg CO<sub>2</sub> x day<sup>-1</sup> x kg<sup>-1</sup> of soil). The nutrient entry by litter fall is important mainly for N supply (average of 49 kg x ha<sup>-1</sup>) and K (average of 136 kg x ha<sup>-1</sup>). Nutrient exporting by harvest is always lower than entry by litter fall even considering that the coffee husk does not return to the system.

Sand-clay loamy soils are predominant and the values of bases addition, potential and effective CEC (cation-exchange capacity) as well as base saturation are always higher in IC areas as compared to IBC areas. Areas IC have superior fertility levels in relation to those of the area under natural vegetation (organic matter, N, P and K). The average productivity was 345 kg raw coffee x ha<sup>-1</sup>, being higher in IC.

The agroforestry system studied approaches the sustainable pattern, since it maintains its productive capacity with low (or no) input (chemical fertilizers and agrotoxic), besides presenting some soil characteristics superior to the area under natural vegetation.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Sr. Gerardo Farias, proprietário do Sítio São Roque, aos funcionários do Dep. Ciência do Solo da UFC e à Fundação CEPEMA.

## 7. LITERATURA CITADA

1. BÁRTHOLO, G. F. & GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. *Informe Agropecuário*, 18 (187): 33-42. 1997.
2. BEZERRA, C. L. F.; RAMOS, E. J. E. & CAJAZEIRAS, D. M. *Avaliação de frequência de espécies de mata úmida do Maciço de Baturité*. Fortaleza, SEMACE, 1995. 30p.
3. CEPA. *Café: análise da produção e consumo: Subsídios à implantação de um programa de incentivo à cafeicultura no Estado do Ceará*. Fortaleza, 1971. 112p.
4. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
5. ESCALANTE, E. Café y agroforesteria en Venezuela. *Agroforesteria en las Americas*, 4 (13): 13-17. 1997.
6. FERNANDES, V. L. B. (ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará*. Fortaleza, UFC, 1993. 248 p.
7. FROUFE, L. C. M.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. & CAMPELLO, E. F. C. Produção de serapilheira e ciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio em plantios puros e consorciados de *Eucalyptus grandis* e *Albizia guachapele*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3º, Ouro Preto, 1997. Anais, Ouro Preto, SOBRADE, 1997. p. 205-214.
8. GOLLEY, F. B. Decomposição. In: GOLLEY, F. B. (ed.). *Tropical rain forest ecology: Structure and function*. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1983. p. 157-166.
9. GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. *Ciência e Cultura*, 30 (1): 82-88. 1978.
10. GROSSI, J. C. Avaliação do custo da colheita mecanizada em relação à manual na região de Patrocínio/MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIRA, 22º, Águas de Lindóia, 1996. Anais, Águas de Lindóia, 1996. p. 115-116.
11. IPLANCE. *Atlas do Ceará*. Fortaleza, 1995. p. 11-23.
12. KASPRZYKOWSKY, J. W. A. *Fatores para o desenvolvimento da cafeicultura no Nordeste*. Fortaleza, BNB.ETENE, 1973. p. 1-3.
13. MALAVOLTA, E.; GRANER, E. A.; SARRUGE, J. A. & GOMES, L. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro e micronutrientes na colheita pelas variedades Bourbon Amarelo, Caturra Amarelo e Mundo Novo. *Turrialba*, 13 (3): 188-189. 1963.
14. MALAVOLTA, E.; VITTI, C. G. & OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 210 p.
15. MYERS, R. J. K.; PALM, C. A.; CUEVAS, E.; GUNATILLEKE, I. U. N. & BROSSARD, M. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient

- demand. In: WOOMER, P. L. & SWIFT, M. (eds.). *The biological management of tropical soil fertility*. S.l., Wiley-Sayce, 1994. p. 81-116.
16. OTHMAN, A. R. A note on intercropping of coffee with *Araucaria huesteini* and *Pinus merkusii* trees in peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 4 (2): 179-181. 1991.
17. RENA, A. B. & MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. & YAMADA, T., (eds.). *Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-85.
18. RAJU, T. & GOVINDARAJAN, T. S. Low cost technology for coffee cultivation in the Pulneys in Tamil – Nadu. *Indian Coffee*, 57 (10): 5-8. 1993.
19. RICE, R. A. & WARD, J. R. *Coffee, conservation and commerce in the Western Hemisphere: How individuals can promote ecologically sound farming and forest management in Northern Latin America*. Washington, Smithsonian Migratory Bird Center, 1998. 99 p.
20. ROSKOSKI, J. P. Nodulation and N<sub>2</sub> fixation by *Inga jinicuil*, a woody legume in coffee plantations. I. Measurement of nodule biomass and field C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> reduction rates. *Plant Soil*, 59 (2): 201-206. 1981.
21. SAMPAIO FILHO, D. & XAVIER, R. P. *Municípios do Ceará*. Fortaleza, Multigraf Editora Ltda., 1994. p. 235-236.