

**APORTE DE NUTRIENTES E BIOMASSA VIA SERRAPILHEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM PARATY (RJ)**

## NUTRIENT DEPOSITION BY LITTER IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN PARATY (RJ)

Nina Duarte Silveira<sup>1</sup> Marcos Gervasio Pereira<sup>2</sup> José Carlos Polidoro<sup>3</sup>  
Sílvio Roberto de Lucena Tavares<sup>4</sup> Rodrigo Barcelar Mello<sup>5</sup>**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sustentabilidade ambiental de Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos (Safras), utilizando-se como indicadores de sustentabilidade ambiental o aporte de biomassa e nutrientes via serrapilheira de espécies arbóreas plantadas. Este trabalho faz parte das ações do PRODETAB – projeto 039 e foi desenvolvido na Fazenda Goura Vrindávna, Paraty, RJ. Foram plantadas 28 espécies arbóreas de múltiplos usos em três tratamentos agroflorestais, Safra Mínimo (sistema simplificado de enriquecimento de bananal), Safra Absoluto (sistema adensado e diversificado) e Safra Modificado (mesma composição do anterior e com adubação do solo). Para a avaliação do aporte de nutrientes via serrapilheira; foram coletadas amostras nos três tratamentos Safras e em dois tratamentos testemunhas (Bananal e Capoeira) por meio de coletores de 625 cm<sup>2</sup>, 15 meses após o plantio. Nas amostras, foram feitas as determinações dos teores e conteúdos de micro e macronutrientes. O Safra Mínimo foi o sistema que depositou maior peso de serrapilheira (32,4 Mg ha<sup>-1</sup>) e aportou maiores conteúdos de micro e macronutrientes. Com exceção do C e H, o N foi o que apresentou os maiores conteúdos nos cinco tratamentos, e em relação aos micronutrientes, o Fe foi o elemento de maior aporte. A poda da vegetação nos Safras favoreceu a ciclagem de nutrientes e contribuiu para elevação dos conteúdos destes na serrapilheira. Os Safras, sob o aspecto do aporte de nutrientes via serrapilheira, foram os sistemas mais promissores na recomposição dessas funções ecológicas, quando comparados à Capoeira e monocultura de banana.

**Palavras-chaves:** Sistemas agroflorestais; sustentabilidade; ciclagem de nutrientes.

**ABSTRACT**

The aim of this project was to evaluate the Regenerative and Analogous Agroforestry Systems (SAFRA) on environmental sustainability, using as indicators the biomass increase or accumulation and nutrients deposition through litter arboreal species. This work is part of PRODETAB/EMBRAPA - 39th Project – and was developed in Goura Vrindávna Farm, Paraty - RJ. 28 multipurpose arboreal species were cultivated in three agroforestry treatments, Minimum SAFRA (simplified system of the banana culture enrichment), Absolute SAFRA (dense and diversified system) and Modified SAFRA (the same composition of the latter SAFRA plus soil fertilization). For evaluating nutrients deposition through litter fifteen months after planting, samples of three Safra and two control treatments, banana culture and area in fallow, were collected with 625cm<sup>2</sup> collectors. Macro and micronutrients determinations were done in the samples. The Minimum SAFRA was the system that deposited the greatest weight in litter (32.4 t.ha<sup>-1</sup>) and the greatest content of micro and macronutrients. Excepting C and H, N was the one which presented greatest content in the five treatments, and Fe was the micronutrients of major deposition. The vegetation pruning in the SAFRA benefited the nutrients cycling and contributed to its content elevation in litter. Considering the nutrients deposition through litter, the SAFRAs were the most promissory systems in the re-establishing of these ecological functions, when compared to area in fallow and banana monoculture.

**Keywords:** Agroforestry systems; sustainability; nutrient cycling.

1. Engenheira Florestal, MSc. em Agroforesteria Tropical, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica (RJ).
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto, Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica (RJ). [gervasio@ufrj.br](mailto:gervasio@ufrj.br)
3. Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA Solos), Rua Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro (RJ). [polidoro@cnpq.embrapa.br](mailto:polidoro@cnpq.embrapa.br)
4. Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA Solos), Rua Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro (RJ). [22460-000.silviotavares@oi.com.br](mailto:22460-000.silviotavares@oi.com.br)
5. Engenheiro Agrônomo, Técnico do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA-REBIO), Praça XV de novembro, 42, 8º andar, CEP 20010-010, Rio de Janeiro (RJ).

Recebido para publicação em 9/03/2005 e aceito em 4/04/2007.

## INTRODUÇÃO

O aporte de biomassa via serrapilheira é um dos mais importantes processos de transferência de nutrientes nos ecossistemas florestais tropicais (Martins e Rodrigues, 1999). Os ecossistemas florestais possuem um eficiente sistema de ciclagem de nutrientes, com altas taxas de ciclagem interna no sistema solo-planta (Delitti, 1995).

A serrapilheira é formada por fragmentos orgânicos de origem vegetal e animal, que caem sobre o solo por meio de diversos processos. A formação da serrapilheira depende da quantidade e da qualidade de biomassa produzida e aportada, assim como da taxa de decomposição desse material (Golley *et al.*, 1978).

A análise qualitativa e quantitativa do material orgânico da serrapilheira, assim como sua taxa de decomposição, são muito importantes para a compreensão da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas, pois são fatores condicionantes para a manutenção da fertilidade do solo e sustentação de ecossistemas tropicais, por constituírem um importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo (Andrade *et al.*, 1999).

Os sistemas agroflorestais regenerativos e análogos (SAFRA) são sistemas produtivos, em que espécies agrícolas, arbóreas de múltiplos usos, e/ou animais são combinadas no tempo e no espaço, de maneira a obter benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes (Ludgren e Raintree, 1982; Macdicken e Vergara, 1990). Esses sistemas se fundamentam na sucessão natural de espécies (vegetais e animais) e na substituição ecofisiológica das espécies vegetais, buscando formar um sistema produtivo com estrutura, composição e funcionamento semelhantes à vegetação natural local, cuja dinâmica leva à regeneração das funções ambientais, complexificação do ambiente e ao aumento da biodiversidade (Schultz *et al.*, 1994).

A presença do componente arbóreo e da biodiversidade constituinte desses sistemas produtivos contribui significativamente no aporte de serrapilheira e nutrientes no solo. As árvores especialmente influenciam na quantidade e disponibilidade de nutrientes na zona de absorção radicular das culturas associadas, pois suas raízes profundas podem interceptar os nutrientes lixiviados acumulados no subsolo, geralmente distantes da zona de absorção radicular das culturas, e retorná-los a superfície na forma de serrapilheira (Penreiro, 1999). No caso de sistemas agroflorestais, a biomassa que formará a serrapilheira é oriunda, além dos fatores genéticos e ambientais, sobretudo da poda direcionada das árvores e outras espécies.

A avaliação do aporte de nutrientes via serrapilheira faz parte do estudo de ciclagem de nutrientes, e esta resulta de vários processos interligados nos quais os recursos nutricionais são utilizados em sucessivos períodos de fixação de energia (Delitti, 1995). O fluxo de nutrientes se dá através de vários compartimentos acumuladores, distintos para cada ecossistema, entre eles, a serrapilheira.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o aporte de biomassa e nutrientes via serrapilheira em três tratamentos de Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos, área de plantio de banana tradicional e vegetação secundária.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em janeiro de 2001, na Fazenda Goura Vrindávna (23°09'62" S e 44°44'13" W e altitude de 312 m), localizada no Vale da Graúna no município de Paraty, Rio de Janeiro, em parcelas experimentais de 625 m<sup>2</sup> (25 x 25 m). O clima da região, segundo Köppen, é classificado como "Aw"-tropical quente e úmido (verão chuvoso com inverno seco). As principais classes de solos verificadas na área são os Cambissolos e Neossolos. Nesses sistemas, foram introduzidas 28 espécies arbóreas, de diferentes grupos ecológicos. A vegetação natural em estágio médio de regeneração e um bananal representativo do manejo tradicional da região foram também avaliados como contrastantes dos efeitos da implantação dos Safras (testemunhas). As avaliações de serrapilheira foram realizadas nos cinco tratamentos (três Safras e duas testemunhas).

As espécies utilizadas são apresentadas a seguir: Pioneiras: Acácia mangium (*Acacia mangium* Will), Pau-Jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart) Macbr), Albizzia guachapele (*Albizzia guachapele* Semillas), Gliricidia sepium (*Gliricidia sepium* jacquim) Kunth ex Walpers, Capixingui (*Croton floribundus* Spreng),

Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vel) Mornig; Secundárias: Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Ingá (*Inga edulis* Mart), Urucum (*Bixa orellana* L.), Jacarandá mimoso (*Jacaranda cuspidifolia* Kuntze), Araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), Ipê Amarelo (*Tabebuia alba* (Cham), Graviola (*Annona muricata* L.), Sipibiruna (*Caesalpineia peltophoroides* Benth), Açaí (*Euterpe oleracea* Mart), Cerejeira (*Amburaba cearensis* (Fr. All) A. C. Smith; Clímax: Sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), Sapopema (*Sloanea monosperma* Vell.), Grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.), Canela sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer, Palmito Juçara (*Euterpe edulis* Mart); Frutíferas: Mamão (*Carica papaya* L.), Pitanga (*Eugenia uniflora* L.), Citrus (*Citrus* sp.), Jaca (*Artocarpus integrifolia* L.), Jabuticaba (*Myrciaria trunciflora* Berg) e Ameixa (*Eriobotrya japonica* Lindl).

A vegetação existente nas parcelas Safra foi totalmente podada, com exceção de algumas árvores de interesse, como canela (*Ocotea* sp.) e louro (*Nectandra* sp.). O plantio das mudas foi feito em covas de 0,40 x 0,40 metros.

O desenho principal dos três sistemas implantados (Figura 1) tem como cultura principal a banana, que apresenta importância econômica no município de Paraty. O desenho básico é constituído de sete linhas de bananeiras (4 x 3 m), consorciadas na mesma linha com um conjunto de três espécies plantadas na mesma cova denominada de “triplex” (uma espécie pioneira, ingá e uma espécie de palmito (açai ou juçara), intercaladas por linhas de espécies arbóreas com espaçamento de 1 x 1 m, dispostas no seguinte ordenamento: citrus – espécie climax ou primária – frutífera – espécie secundária – frutífera – secundária – citrus.

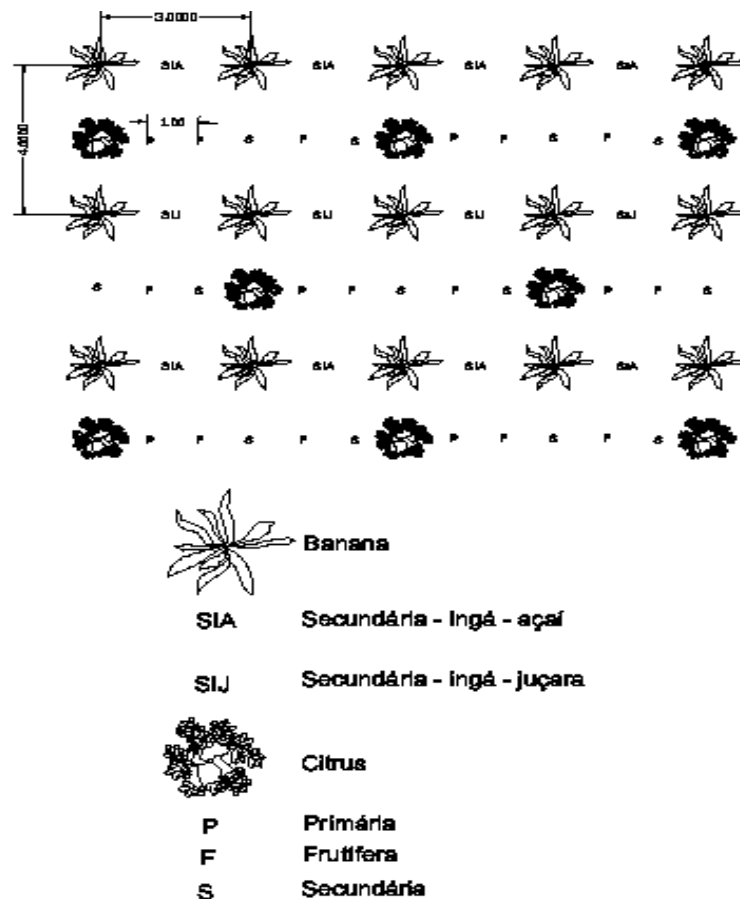


FIGURA 1: Desenho estrutural básico dos Safra Mínimo, Absoluto e Modificado, Paraty, RJ.

FIGURE 1: Minimum Safra, Absolute Safra and Modified Safra structural draw, Paraty, RJ.

### Safra mínimo

O Safra Mínimo foi criado com o objetivo de estudar a aplicação de um modelo agroflorestal mais simplificado, com menor densidade de espécies e mais adequado à realidade cultural dos agricultores da

região, que não estão acostumados a plantar e manejar tantas espécies em conjunto no mesmo espaço físico e temporal.

O Safra Mínimo constitui-se do enriquecimento do bananal com mudas de 28 espécies arbóreas, seguindo um arranjo baseado na composição das espécies por grupos ecológicos, sem o plantio das culturas anuais e das culturas visando à adubação verde.

### **Safra absoluto**

O Safra Absoluto, também baseado na teoria da sucessão natural, possui um arranjo mais complexo, diversificado e mais adensado do que o Safra Mínimo.

Nesse manejo, além do desenho básico foram introduzidas sementes de milho (*Zea mays* L), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), mamona (*Ricinus communis* L), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L. (DC)), crotalária (*Crotalaria juncea* L), estacas de margaridão (*Tithonia diversifolia* Gray), capim napier (*Pennisetum purpureum* Schum.), hibisco (*Malvaviscus arboreus* Cav), amora (*Rubus brasiliensis* Mart), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e mudas de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), sem adubação.

### **Safra modificado**

O Safra Modificado possui o mesmo arranjo espacial (completo) do Safra Absoluto, com a diferença de se ter utilizado uma adubação com um litro de esterco de bovino + 50 gramas de termofosfato + 100 g de calcário dolomítico + 10 g de FTE BR 12, por cova das fruteiras e o dobro da medida nas covas "triplex". Os demais componentes do sistema não foram adubados.

Nesse tratamento, também foram introduzidas espécies leguminosas arbóreas utilizadas pela Embrapa Agrobiologia para a recuperação de áreas degradadas. As espécies Orelha de negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.)), Albizzia (*Albizzia guachapele* Semillas), Acacia mangium (*Acacia mangium* Willd) e Gliricídea (*Gliricidia sepium* Jacq) foram inoculadas com espécies de fungos micorrízicos e bactérias do grupo *rizobium* específicos.

### **Bananal**

Sistema tradicional de cultivo e manejo da cultura da bananeira feito em monocultura no espaçamento 4 x 3 m. Esse tratamento tem como objetivo monitorar os fenômenos, conseqüentes do manejo do bananal tradicional realizado pelos agricultores da região. O manejo tradicional consiste da roçagem periódica do bananal, em que são retiradas quase-todas as regenerações naturais, com exceção de eventuais espécies de valor comercial, como madeiras de boa qualidade.

As touceiras de bananeiras são mantidas com mais de quatro indivíduos e após a colheita os pseudo-caules permanecem em pé ou são colocados inteiros sobre o solo.

### **Capoeira**

Área composta por vegetação secundária onde freqüentemente são observados indivíduos de espécies arbóreas, tais como o tapiá (*Alchornea iricurana* Casar), mamica-de-porca (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam), pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.)), crindiuva (*Trema micrantha* L.), bico-de-pato (*Machaerium* sp.), carobinha (*Jacaranda puberula* Cham.) e canela (*Ocotea* sp.). Entre as espécies herbáceas estão presentes indivíduos das famílias Musaceae, Pteridophyta e Solanaceae, o que caracteriza essa vegetação em estágio sucessional inicial a médio de regeneração.

### **Práticas de manejo**

Cinco manejos foram realizados nos Safras, um a cada final das estações seca e chuvosa. Procurou-se ter homogeneidade no manejo entre os tratamentos Safra Mínimo, Absoluto e Modificado, só variando a quantidade e qualidade das espécies existentes em cada um, sendo que a Capoeira e o Bananal não foram manejados.

O procedimento de manejo agroflorestal variou com a situação encontrada no sistema. As informações que norteiam cada intervenção foram obtidas pela observação das plantas.

No início, o manejo consistiu do corte rente ao solo do capim napier (*Panicum purpureum* Schum), das ervas nativas espontâneas (heliconia, urtiga, trapoeraba e samambaia). Algumas árvores que regeneravam

excessivamente, como a *Zanthoxylum rhoifolium* Lam (mamica-de-porca), *Piptadenia gonoacantha* foi feita uma poda visando à condução de suas copas a um estrato acima das bananeiras. A biomassa foi depositada preferencialmente ao redor das mudas, mas normalmente cobrindo o solo por completo. Alguns indivíduos das espécies arbóreas pioneiras e secundárias presentes na regeneração, tais como tapiá (*Alchornea glandulosa* Poepp. e Endl.) e crindiuva (*Trema micrantha* (L.)) e canela (*Ocotea* sp.), foram mantidos na área para gerar mais biomassa, por meio de podas periódicas, e compor a estratificação do sistema.

As touceiras de banana foram manejadas retirando-se as folhas secas e raleando os brotos para que permaneçam apenas três gerações de bananeiras em cada touceira, e as bananeiras doentes com o “mal do Panamá”, parasitadas por *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense (Smith) Snyder & Hansen (Borges *et al.*, 1997) foram podadas. Os pseudo-caules das bananeiras foram cortados em forma de telha e depositados sobre o solo próximo à base das mudas mais exigentes em umidade e nutrientes, visando também a não-proliferação de pragas, como o coleóptero conhecido vulgarmente como “moleque da banana” (*Cosmopolites sordidus* (Germ.)), que foi observado em algumas touceiras, quando da instalação do experimento. Após o manejo foram plantadas mudas de taioba e inhame junto com sementes de feijão de porco nos espaços com maior intensidade luminosa.

Cada unidade experimental foi dividida em três terços de acordo com sua posição altimétrica no relevo e estes, foram divididos em três subparcelas ou repetições.

Ao final dos quinze meses, foram coletadas três amostras de serrapilheira por subparcelas, num total de nove amostras, com coletores de madeira de 25 x 25 cm em cada unidade experimental. As amostras devidamente identificadas foram secas em estufa 65°C, pesadas em balança digital, moídas em moinho tipo Willey, homogêneas e encaminhadas para o laboratório onde foram feitas as extrações e leituras de macro e micronutrientes conforme a metodologia da Tedesco *et al.* (1995).

Os dados foram avaliados com relação à homogeneidade entre as variâncias dos erros aleatórios, normalidade da distribuição e variâncias dos efeitos dos tratamentos estudados pelo uso do teste F e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa estatístico SAEG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos por amostragem em quadrados de 0,0625 m<sup>2</sup>, correspondem à quantidade estocada no momento da coleta, 15 meses pós plantio. Os dados de teor dos nutrientes foram convertidos em peso referente à massa da amostra e calculou-se o conteúdo, em kg ha<sup>-1</sup>, de nutriente aportado.

Em relação à deposição média de serrapilheira nos cinco tratamentos, os maiores valores de matéria seca foram encontrados nos Safra Mínimo (32,4 Mg.ha<sup>-1</sup>), Absoluto (20,26 Mg.ha<sup>-1</sup>) e Modificado (16,32 Mg.ha<sup>-1</sup>) seguidos do Bananal (13,52 Mg.ha<sup>-1</sup>) e da Capoeira (12,31 Mg.ha<sup>-1</sup>) (Figura 2).

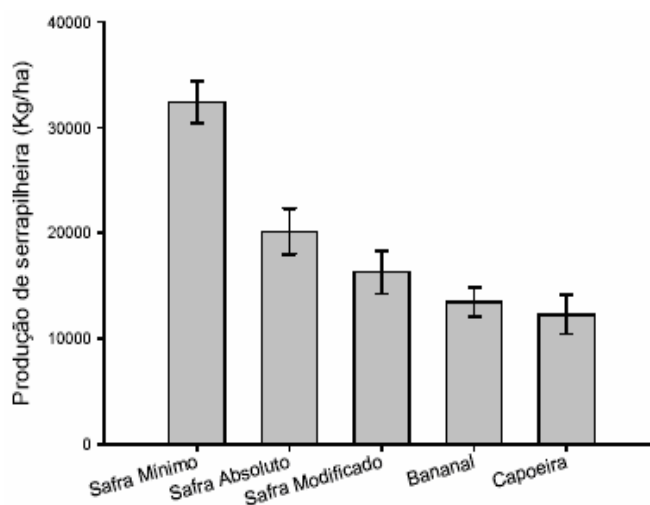


FIGURA 2: Produção de serrapilheira (kg ha<sup>-1</sup>) nas cinco áreas estudadas.

FIGURE 2: Litter production (kg ha<sup>-1</sup>) in the studied areas.

Houve diferença significativa ( $F = 17,43$ ;  $P = 0,05$ ) entre o Safra Mínimo e os demais tratamentos

comparando-se os valores médios pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O superior aporte de matéria seca no Safra Mínimo está relacionado com a maior biodiversidade e adensamento de plantas, quando comparado às áreas de Capoeira e Bananal. O manejo da poda dado aos Safras também influencia nos resultados, o que pode ser percebido pela tendência dos maiores valores de produção de serrapilheira expressos pelos demais safras. Segundo Peneireiro (1999), a poda da vegetação permite uma maior absorção dos nutrientes em profundidade no perfil do solo para a superfície, pois a raiz, ao explorar um volume maior do substrato por causa da renovação constante, pode extrair mais nutrientes da matriz do solo e contribuir para um maior aporte de nutrientes. Além disso, a biomassa aportada pode conter maiores teores de nutrientes, visto que, durante a poda, os nutrientes não foram translocados internamente pela planta, como ocorre no processo de abscisão foliar. Esse fato pode gerar maior disponibilidade de nutrientes às culturas anuais e outras plantas associadas.

Arato *et al.* (2003), estudando a produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal em Viçosa, MG, verificou produção anual de serrapilheira de 10,16 Mg/ha<sup>-1</sup> (67,46% de folhas, 19,87% de material reprodutivo e 12,67% de ramos). Os maiores valores de produção ocorreram no final da estação seca.

A análise química da serrapilheira mostrou diferença estatística ( $P = 0,01$ ) para todos os nutrientes, demonstrando superior estoque de nutrientes no Safra Mínimo, em relação às demais áreas experimentais (Tabela 1) Os maiores valores médios de N, S, P, K, Ca, Mg, C, H e N foram encontrados na serrapilheira do Safra Mínimo. A Capoeira apresentou os menores valores nas médias dos nutrientes N, P, K mas estes não diferenciaram significativamente dos valores obtidos nos Safras Absoluto e Modificado e Bananal. Na área do Bananal, foram encontrados os menores valores médios para os nutrientes Ca, S e Mg, que também não apresentaram diferença significativa dos Safras Absoluto e Modificado e Capoeira. De maneira geral, os Safras Absoluto e Modificado apresentaram valores intermediários nas médias de conteúdos de nutrientes na serrapilheira, mas não diferiram das testemunhas.

Peneireiro (1999), ao comparar o aporte de nutrientes na serrapilheira de um sistema agroflorestal orientado pela sucessão natural e de uma área de capoeira de mesma idade, histórico e características ambientais, na Floresta Ombrófila Densa Submontana, Sul da Bahia, obteve conteúdos de N, Mg, Ca, e S inferiores aos obtidos no presente estudo. O mesmo autor estimou uma devolução, em kg/ha<sup>-1</sup>, de 233,28 e 191,68 de N; 59,70 e 20,50 de Mg; 243,87 e 248,07 de Ca, e 9,68 e 13,16 de S, contidos na serrapilheira do sistema agroflorestal e da capoeira respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, a mesma autora concluiu que o manejo da poda da vegetação foi o maior responsável pelas diferenças entre as duas áreas em estudo, conduzindo a área manejada (SAF) a uma condição sucessional mais avançada, com maior oferta de matéria orgânica e concentração de nutrientes do que a área de capoeira.

Mafrá *et al.* (1998), avaliando a produção de fitomassa e atributos químicos do solo sob cultivo em aléias e sob vegetação nativa de cerrado em Botucatu (SP), verificaram que a produção anual de fitomassa no sistema agroflorestal foi de 11.036 Kg. ha<sup>-1</sup> de massa seca, com um aporte mineral pelas plantas de (kg. ha<sup>-1</sup>) 149,0 de N; 9,4 de P; 70,0 de K; 75,2 de Ca e 31,1 de Mg, valores inferiores aos observados neste estudo. Os mesmos autores constataram que a adubação verde, sobretudo a fitomassa de leucena (espécie utilizada) colaborou na alteração dos teores de matéria orgânica, N e P no solo sob cultivo em aléias.

O aporte significativo do conteúdo de nutrientes no Safra Mínimo pode estar relacionado ao manejo da poda nesse sistema. Segundo Delitti (1995), a vegetação constitui o compartimento de maior estoque de nutrientes. Nesse sentido, nos Safras Absoluto e Modificado, grandes quantidades de nutrientes podem estar estocadas nas culturas agrícolas e florestais e no Safra Mínimo, por apresentar menor densidade de cultivos, esses nutrientes podem estar sendo absorvidos por plantas de ocorrência espontânea que, quando podadas, formam a serrapilheira e promovem a reciclagem desses nutrientes.

Resultados inferiores aos observados no presente estudo também foram apresentados por Nóbrega *et al.* (2002), ao estudarem o aporte de biomassa e nutrientes em sistema agroflorestal com dois anos de idade, implantado sobre Planossolo em Seropédica, RJ. Neste trabalho a análise dos conteúdos de macronutrientes representou 247,74 Mg ha<sup>-1</sup> de N, 17,42 Mg ha<sup>-1</sup> de P, 105,92 Mg ha<sup>-1</sup> de K, 170 Mg ha<sup>-1</sup> de Ca e 34,83 Mg ha<sup>-1</sup> de Mg.

TABELA 1: Conteúdos médios de macronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) na serrapilheira produzida nas cinco áreas de estudo, Paraty, RJ.TABLE 1: Litter macronutrients average content (kg ha<sup>-1</sup>) produced in five study areas, Paraty (RJ).

Elemento	Safra Mínimo	Safra Absoluto	Safra Modificado	Capoeira	Bananal
N	462,88 a	285,55 b	238,27 b	174,77 b	218,14 b
S	32,95 a	27,61 ab	20,59 b	17,52 b	15,80 b
P	30,40 a	22,10 ab	20,25 ab	13,72 b	15,23 b
K	76,64 a	46,48 ab	46,58 ab	0,09 c	37,24 b
Ca	222,05 a	153,09 ab	125,29 b	131,77 b	103,09 b
Mg	56,93 a	27,86 b	21,04 b	19,86 b	19,28 b

Em que: Valores médios de nove repetições. Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p = 0,05$ ).

Os baixos conteúdos de K encontrados na serrapilheira da Capoeira podem estar relacionados à ausência de bananeiras na capoeira, pois segundo Borges *et al.* (1997), o potássio é o macronutriente em maior concentração nas folhas e frutos da bananeira e é considerado o nutriente mais importante para a produção dessa espécie. A Cordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati, 2001), orienta que, no estado de São Paulo, bananais da cultivar Nanicão produzem entre 30 e 50 Mg ha<sup>-1</sup> dependendo das condições de manejo da cultura durante seu desenvolvimento. Segundo Alves (2001), a produtividade desses pomares no estado de São Paulo, sob condições de irrigação, pode atingir 60 t/ha/ciclo. Portanto, a presença de pseudocaules e folhas da bananeira sob o solo, pós colheita, pode ser um fator altamente contribuinte para o aumento do conteúdo desse nutriente nos Safras e no Bananal. A prática utilizada nos três Safras, de cortar os pseudocaules em telhas e depositá-los sobre o solo, possivelmente pode ter influenciado ainda mais no aporte superior de potássio por esses tratamentos. Tais dados são corroborados pelos de Borges e Kiehl (1997) que constataram, em um Latossolo, maiores valores de V% em glebas cultivadas com banana quando comparada com mata e mandioca apresentando diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Com relação ao conteúdo de micronutrientes na serrapilheira, o Fe e o Cu foram os que apresentaram os maiores e menores valores respectivamente nos cinco tratamentos. Apesar dos valores distintos, os micronutrientes apresentaram um comportamento semelhante em todas as áreas de estudo (Tabela 2). Elevados valores de Fe e baixos de Cu também foram verificados por Toledo *et al.* (2002) estudando a produção e decomposição de serrapilheira em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral (RJ).

TABELA 2: Conteúdo médio de micronutrientes (g.ha<sup>-1</sup>) na serrapilheira produzida nas cinco áreas de estudo.TABLE 2: Litter micronutrients average content (g.ha<sup>-1</sup>) produced in five studied areas.

Elemento	Safra Mínimo	Safra Absoluto	Safra Modificado	Capoeira	Bananal
Mn	287,57 a	159,77 b	109,52 b	89,35 b	145,47 b
Fe	1375,16 a	574,49 b	482,13 b	775,50ab	365,88 b
Zn	19,21 a	8,07 b	7,39 b	3,71 b	7,49 b
Cu	3,58 a	2,01 b	1,88 b	1,91 ab	1,81 b

Em que: Valores médios de nove repetições. Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p = 0,05$ ).

A análise estatística dos dados revela diferenças significativas nos conteúdos médios de Fe ( $F = 4,59$ ;  $P = 0,01$ ), Zn ( $F = 10,7$ ;  $P = 0,01$ ), Mn ( $F = 9,9$ ;  $p = 0,01$ ) e Cu ( $F = 5,03$ ;  $P = 0,01$ ) entre o Safra Mínimo e os demais tratamentos, sendo o Safra Mínimo o que apresentou os maiores valores.

## CONCLUSÕES

Após 15 meses de implantação dos experimentos, verifica-se que o Safra Mínimo é o sistema que depositou as maiores quantidades de serrapilheira (32442,65 kg ha<sup>-1</sup>) e aporta maiores conteúdos de micro e macronutrientes.

Dentre os macronutrientes avaliados, o nitrogênio foi aquele adicionado em maiores quantidades em todos os sistemas.

A prática da poda de componentes vegetais no Safra Mínimo favorece a ciclagem de nutrientes e

contribui para elevação do conteúdo de nutrientes na serrapilheira.

Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos, sob o aspecto do aporte de nutrientes via serrapilheira, são os sistemas mais promissores na recomposição de formações vegetais de Mata Atlântica, quando comparados à Capoeira e à monocultura de banana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S.A.M. **Cultura da banana**. Disponível em: <<http://www.cursosagricolas.hpg.ig.com.br/cultivares.htm>>. Acesso em: 13 ago. 2001.
- ANDRADE, A. G.; CABALERO, S. U; FARIA, S. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22p. (Documentos, n. 13).
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p. 715-721, 2003.
- CATI. Disponível em: <<http://www.estado.estadão.com.br/jornal/suplem>>. Acesso em: 13 ago. 2001.
- BORGES, A.L.; KIEHL, J.C. Cultivo de frutíferas perenes e de mandioca sobre propriedades químicas de um latossolo amarelo álico de Cruz das Almas (BA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.341-345, 1997.
- DELITTI, W.B.C. Estudo de ciclagem de nutrientes: instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres In: Esteves, F.A. (Ed). **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.1, p. 469-486. 1995.
- GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.L.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em ecossistemas de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1978. 256 p.
- LUNDGREN, B.L.; RAIN TREE, J.B. Sustained agroforestry. In: ISNAR, B. **Agricultural research for development: potentials and challenges in Asia**. Nestel: The Hague, 1982. p.37-49.
- MAC DICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 382 p.
- MAFRA, A.L; MIKLÓS, A.A.W; VOCURCA, H. L., HARKALY, A. H.; MENDOZA, E. Produção de fitomassa e atributos químicos do solo sob cultivo em aléias e sob vegetação nativa de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.1, p. 43-48, 1998.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p. 405-412. 1999.
- MATOS, A. P; BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; FANCELLI, M.; SILVA, S. O; OLIVEIRA, S. L.; CORDEIRO, Z. J. M.; MEDINA, V. M.; ALVES, E. J.; SOUZA, L. S.; SOUZA, J. S.; COSTA, D. C.; ALMEIDA, C. O.; CARDOSO, C. A. L.; SILVEIRA, J. R. S.; OLIVEIRA, R. P.; MATSUURA, F. C. A. U. **O cultivo da banana**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1997. 110p. (Embrapa-CNPMPF. Circular Técnica, 27).
- NÓBREGA, P.O; CAMPELLO, E.F.C; SPINELLI, B. M; GUERRA, J. G. M; FRANCO, A.A. Aporte de biomassa e nutrientes em sistema agroflorestal implantado em um planossolo degradado no estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** 2002. p. 518-520.
- PENEIREIRO, F.M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. 138f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 1999.
- SCHULZ, B.; BECKER, B; GÖTSCH, E. Indigenous knowledge in a “modern” sustainable agroforestry system – a case study from eastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 25, n. 1, p. 59-69, Jan. 1994.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p.
- TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G; MENEZES, C. E. G. Produção e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, p. 9-16, 2002.