

IPEF - ESALQ  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

SCIENTIA  
FORESTALIS

ISSN 1413-9324  
Nº 54, Dezembro, 1998

## Adição de nutrientes ao solo em sistema agroflorestal do tipo “cultivo em aléias” e em cerrado na região de Botucatu, SP

### *Soil Nutrient inputs in an agroforestry system using alley cropping in cerrado at Botucatu, SP*

Álvaro Luiz Mafra; Andreas Attila de Wolinsk Miklós  
Hugo Luiz Vocurca; Alexandre Humberto Harkaly; Eduardo Mendoza

---

RESUMO: O objetivo deste estudo foi de comparar a adição de nutrientes pelos componentes hídricos e vegetais num sistema agroflorestal e em cerrado e verificar seu efeito sobre a reserva de matéria orgânica e nutrientes do solo. O trabalho foi desenvolvido em Botucatu, SP, numa área de cerrado e num sistema agroflorestal do tipo “cultivo em aléias” durante o período de junho de 1995 a maio de 1996. Este sistema é composto por renques de leucena com espaçamento de 6 metros, periodicamente podados, permitindo o cultivo intercalar de cereais. As variáveis estimadas foram a entrada de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) pela chuva, o aporte pela fitomassa, gotejamento de caule e escorrimento de caule e a perda por escoamento superficial. Quantificou-se também a reserva de nutrientes e de matéria orgânica no solo. A chuva adicionou ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) 15,5 N; 2,8 P; 5,4 K; 13,0 Ca e 2,4 Mg. As perdas pela enxurrada nas duas áreas foram desprezíveis ( $< 3,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ). O aporte anual de fitomassa ao solo foi de  $11036 \text{ kg ha}^{-1}$  (massa seca) no cultivo em aléias e de  $2176 \text{ kg ha}^{-1}$  no cerrado. A serapilheira foi o principal componente responsável pela adição de nutrientes no cerrado, totalizando, em  $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ , 27,8 N; 1,1 P; 7,2 K; 13,2 Ca e 3,7 Mg. A contribuição da leucena e dos restos de cultura intensificaram a adição de nutrientes no cultivo em aléias, resultando em 126,4 N; 6,1 P; 63,6 K; 74,5 Ca e 29,7 Mg ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ). O maior aporte de carbono e nutrientes neste caso, proporcionou incremento nas reservas de matéria orgânica, N, P, Ca e Mg na camada superficial do solo (0-20 cm), em relação à condição original de cerrado.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado, Ciclagem de nutrientes, Cultivo em aléias, Latossolo, Sistema agroflorestal, Agrossilvicultura

ABSTRACT: The objective of the study was to compare nutrient inputs by hydrological and plant components in an agroforestry system and in cerrado, to find their effect on soil organic matter and nutrient reserves. This work was carried out in Botucatu, SP, in a cerrado site and in an agroforestry system using alley cropping, from June 1995 to May 1996. The agroforestry system comprises leucaena hedgerows 6 m apart, that are annually pruned, allowing cereal cultivation between rows. We estimated nutrient inputs (N, P, K, Ca and Mg) by rainwater, plant biomass, throughfall and stemflow and outputs by runoff. The nutrient and organic matter reserves in soil were also quantified. As a result, rainwater contributed in  $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ : 15,5 N; 2,8 P; 5,4 K; 13,0 Ca and 2,4 Mg. Nutrient losses in these two studied systems by runoff were negligible ( $< 3,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ ). The annual biomass turnover to the soil was  $11036 \text{ kg ha}^{-1}$  (dry matter) in the alley cropping system, and  $2176 \text{ kg ha}^{-1}$  in cerrado. Litterfall was the main process of nutrient cycling in the native vegetation, adding in  $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ : 27,8 N; 1,1 P; 7,2 K; 13,2 Ca and 3,7 Mg. The leucaena materials and crop residues were able

to enhance nutrient inputs in alley cropping system, resulting in 126 N, 6 P, 64 K, 74 Ca and 30 Mg ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ). The enhance in the organic carbon and nutrients inputs to the soil, deriving from alley cropping management, resulting in greater organic matter, N, P, Ca and Mg reserves in the superficial soil (0-20 cm), relative to the native cerrado soil.

KEYWORDS: Agroforestry system, Alley cropping, Cerrado, Nutrient cycling, Oxisoil.

## INTRODUÇÃO

A ciclagem mineral em um ecossistema compreende, de um lado, os processos de transferência de nutrientes entre o meio externo e o solo e, de outro, os processos internos entre vegetação e solo. O primeiro constitui o ciclo geoquímico: envolve ganhos a partir do intemperismo das rochas, da deposição de partículas em suspensão na atmosfera e perdas por lixiviação, escoamento superficial e volatilização. O segundo constitui o ciclo biogeoquímico: caracteriza-se por ganhos a partir da decomposição da matéria orgânica, atividade da fauna, lavagem da copa das árvores, escorrimento de caule, uso de fertilizantes e perdas através da absorção pelos organismos e remoção pela colheita (Landsberg, 1986).

O conhecimento da relação entre planta e solo quanto à dinâmica dos nutrientes auxilia na compreensão do funcionamento dos ecossistemas e permite prever o efeito da ação antrópica sobre o mesmo (Brown et al., 1994). No cerrado, onde os solos são pobres em nutrientes, a biota, em especial as plantas, regulam os processos de transferência ou ciclagem de nutrientes no solo. Sua adaptação em absorver e armazenar os minerais, condicionando um ciclo biogeoquímico praticamente fechado, determina sua capacidade de prosperar nesse meio (Pompéia, 1989). A substituição dessa vegetação nos agrossistemas em extensas áreas, sem levar em conta os processos de reciclagem biológica, ocasiona sistematicamente a perda acentuada do capital orgânico e mineral do solo, revertendo no declínio do seu potencial produtivo (Pereira e Peres, 1985).

A otimização dos sistemas de produção vigentes em prol da sustentabilidade dos recursos naturais exige o entendimento da estrutura e função de seus constituintes, especialmente no que diz respeito à dinâmica da matéria orgânica e dos nutrientes minerais no solo (Fasbender et al., 1991). A associação de árvores com culturas agrícolas, conhecida como sistema agroflorestal, concilia a produção de alimentos, a manutenção da capacidade produtiva dos solos e a conservação dos recursos naturais (Young, 1989). Um tipo de sistema agroflorestal, tradicionalmente empregado em regiões tropicais da África e Ásia, é o cultivo em aléias, no qual espécies agrícolas ocupam o espaço deixado entre linhas de árvores ou renques. Tais plantas são periodicamente podadas durante a época de cultivo e constituem, portanto, uma forma de adubação verde (Kang et al., 1981). O cultivo em aléias pode também reduzir as perdas por erosão, uma vez que promove maior cobertura do solo, diminuindo o impacto direto da chuva no solo. Os renques de árvores funcionam como uma barreira ao escoamento superficial, reduzindo a velocidade da enxurrada (Lal, 1989).

Este trabalho compara um sistema agroflorestal do tipo cultivo em aléias com uma área sob vegetação de cerrado e tem por objetivo avaliar suas implicações na ciclagem de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) pelos componentes hídricos e vegetais. O estudo visa fornecer informações para o manejo de áreas agrícolas localizadas em solos pobres em nutrientes. Pretende-se identifi-

car a contribuição do cultivo em aléias na proteção contra a erosão hídrica e o papel do componente arbóreo na reciclagem de nutrientes. A hipótese a ser comprovada é que esse sistema agroflorestal intensifica a adição de nutrientes ao solo, pelo maior aporte de fitomassa, e isso ocasionaria a manutenção da reserva de nutrientes e matéria orgânica do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em Botucatu (SP), num Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, A moderado, textura média, derivado de arenito do Grupo Bauru (IPT, 1981). O clima é do tipo mesotérmico úmido com verão quente: Cfa segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 20 °C e a pluviosidade média é



Figura 1

Aspecto geral da vegetação de cerrado (a) e do cultivo em aléias, durante o preparo do solo para implantação das culturas (b).

*General view of cerrado vegetation (a) and alley cropping system, during soil tillage to sow cereal crops (b).*

de 1350 mm ano<sup>-1</sup>. A estação seca se desenvolve de abril a setembro. A temperatura média mínima anual é de 15,8 °C e a média máxima anual é de 25,1 °C. A umidade relativa do ar média anual é de 75 % (Nascimento e Pereira, 1988). A vegetação local é de cerrado, com predominância de arbustos pequenos (< 1 m de altura), em densidade de cerca de 6500 indivíduos ha<sup>-1</sup>, associados à cobertura permanente do solo por vegetação rasteira. Os arbustos com 1 a 3 m de altura apresentaram densidade de 770 indivíduos ha<sup>-1</sup> e as arvoretas, com altura superior a 3 m totalizaram 500 plantas ha<sup>-1</sup> (Mafra, 1996).

O sistema agroflorestal foi estabelecido em 1987, com o plantio de leucena (*Leucaena leucocephala* var. Peru) em linhas espaçadas de 6m e 0,43m entre plantas. Nesta ocasião, aplicou-se 20 kg ha<sup>-1</sup> de P como termofosfato e 2400 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, equivalente a 440 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 200 kg ha<sup>-1</sup> de Mg. O manejo das espécies arbóreas consistiu em podas anuais, a 60 cm de altura do solo, realizada antes da semeadura da cultura de verão. Distribuiu-se a fitomassa sobre o solo, nas faixas de cultivo. As espécies anuais intercalares, plantadas em consórcio, foram centeio e aveia, no período de maio a outubro de 1995, sucedidas pelo milho e feijão no período de outubro de 1995 a março de 1996.

A ciclagem de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) foi avaliada no período de junho de 1995 a maio de 1996, em dois sistemas: (a) no cerrado, numa área de 30 x 30 m e (b) no cultivo em aléias, em duas faixas de 22 x 8 m cada, adjacentes ao cerrado (Figura 1).

Os componentes do ciclo geoquímico avaliados foram a adição pela chuva e as perdas por escoamento superficial. O ciclo biogeoquímico englobou os componentes hídricos, tais como, gotejamento de copa e escoamento de caule e os componentes vegetais, como a serapilheira, e, no cultivo em aléias, estimou-se também a fitomassa dos ramos e folhas podados da leucena, os restos de cultura (parte aérea) e a produção de grãos.

A precipitação incidente foi obtida em dois pluviômetros de PVC, com 8,0 cm de diâmetro, instalados a 80 cm de altura do solo, fora da área coberta pelas árvores. A enxurrada foi coletada em cada tratamento, em uma parcela de 3,5 x 5,0 m. As áreas tinham declividade média de 11 % e foram delimitadas por chapas metálicas, convergindo a solução e os sedimentos para caixas coletoras. Os valores mensais foram utilizados como repetições.

O gotejamento de copa foi coletado em pluviômetros de PVC com 8,0 cm de diâmetro, instalados sob as árvores a uma altura de 80 cm do solo. No cerrado foram distribuídos de forma aleatória e no sistema agroflorestal, de forma sistemática, em alinhamentos transversais às linhas de leucena. Na coleta do escoamento de caule foram colocados anéis de plástico em volta do tronco, convergindo a solução para recipientes de armazenamento. Foram utilizadas 10 repetições desses componentes por tratamento, efetuando-se medidas semanais. Diversas alíquotas, proporcionais ao volume total, foram coletadas e conservadas após acidificação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> até pH 2,0, sob refrigeração. Em seguida efetuaram-se análises para dosagem de N, P, K, Ca e Mg, de acordo com Tedesco et al., (1985). A adição de nutrientes foi obtida multiplicando-se a concentração na solução pelo volume de cada componente acumulado mensalmente, subtraindo-se a fração presente na precipitação incidente.

Entre os componentes vegetais, a serapilheira foi coletada quinzenalmente em 10 bandejas de 0,5 m<sup>2</sup> por tratamento, dispostas a 50 cm de altura do solo. Sua distribuição foi sistemática no cultivo em aléias, em quatro alinhamentos transversais aos renques a fim de avaliar o gradiente de produção conforme a distância da leucena. No cerrado a distribuição das bandejas foi aleatória.

A fitomassa da poda da leucena foi amostrada em 10 plantas, escolhidas ao acaso. O material foi separado em folhas e ramos (com diâmetro superior a 0,5 cm). A poda realizada em outubro de 1995, deu-se após um período de crescimento

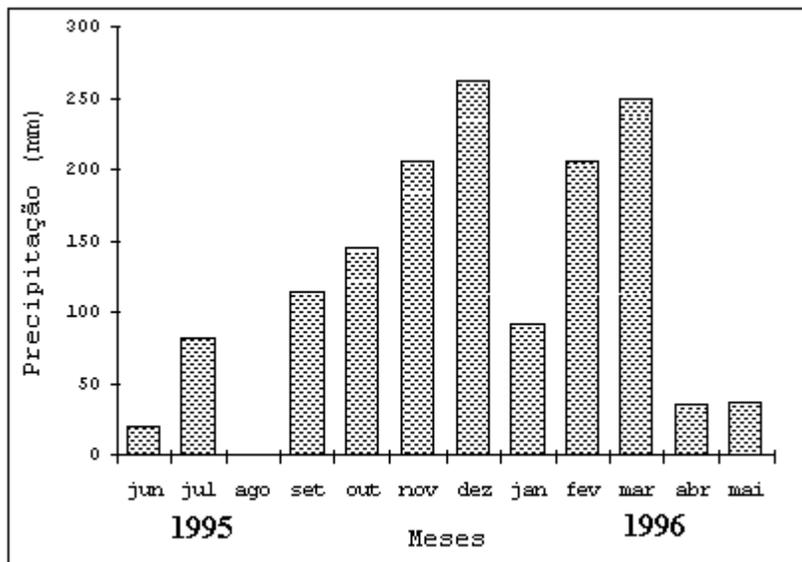


Figura 2

Distribuição mensal da precipitação em Botucatu, SP durante o período de execução do experimento.  
*Mensual variation of precipitation in Botucatu, SP, during experimental period.*

de 24 meses; os resultados foram convertidos de forma a obter a produção anual da leucena. Os grãos e os resíduos da parte aérea (restos de cultura) foram avaliados em 16 amostras de 1,0 m<sup>2</sup> coletadas sistematicamente em oito alinhamentos transversais aos renques.

A partir dos teores de nutrientes e matéria orgânica de quatro camadas do solo foram calculadas as reservas totais. Na camada superficial (0-20 cm de profundidade) foram analisadas duas amostras compostas (25 sub-amostras), coletadas a cada 3 meses, totalizando 10 amostras por tratamento. As outras camadas avaliadas foram 20-40 cm; 40-110 cm e 110-160 cm de profundidade, coletando-se duas amostras em cada camada, em trincheiras. As análises químicas de solo seguiram a metodologia descrita por Raij e Quaggio, (1983). A reserva de nutrientes e matéria orgânica foi calculada, multiplicando-se a concentração no solo pelo volume da camada considerada. Para a matéria orgânica, N e P considerou-se a densidade do solo igual a 1,0 g cm<sup>-3</sup>.

A comparação entre as médias dos diferentes componentes das duas áreas foi feita através do

teste t para dados não emparelhados, com variâncias populacionais desconhecidas, com 95 % de confiança. A produção de fitomassa e a adição de nutrientes a partir dos ramos e folhas da leucena e dos restos de cultura foram descritos pela média, calculando-se o intervalo de confiança pelo teste t com 5 % de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Componentes hídricos*

A precipitação anual totalizou 1447 mm, havendo concentração no período de outubro a março, com 1159 mm, ou seja, 80% do total (Figura 2). Este componente adicionou anualmente (kg ha<sup>-1</sup>) 15,5 de N, 2,8 de P, 5,4 de K, 13,0 de Ca e 2,4 de Mg.

As quantidades de nutrientes adicionados pela chuva no presente experimento foram similares àquelas encontradas em regiões tropicais úmidas

(Vitousek e Sanford, 1986), e ligeiramente superiores ao obtido em campo cerrado de Mogi-Guaçu, SP (Pompéia, 1989). A adição atmosférica é importante em sistemas onde a reserva mineral do solo é pequena.

As perdas de água por escoamento superficial durante o período foram de 31 mm no cerrado e 7 mm no sistema agroflorestal, perfazendo 2,1 e 0,5 % da chuva, respectivamente. O arraste anual de sedimentos pela enxurrada totalizou 1202 kg ha<sup>-1</sup> de solo seco no cerrado e 614 kg ha<sup>-1</sup> no cultivo em aléias. Como resultado, esse mecanismo removeu no cerrado (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) 1,4 de N, 0,4 de P, 1,9 de K, 3,5 de Ca e 0,2 de Mg. No sistema agroflorestal as perdas por escoamento superficial atingiram 0,5 de N, 0,2 de P, 0,9 de K, 0,5 de Ca e 0,2 de Mg (Tabela 1).

As menores perdas de N e Ca por escoamento superficial no cultivo em aléias em relação ao cerrado foram relacionadas com o menor volume de enxurrada. Percebe-se que a intensidade de erosão no cultivo em aléias é bem menor quando comparado a sistemas agrícolas convencionais baseados no monocultivo, onde a movimen-

tação do solo é maior e a densidade de cobertura vegetal menor. Num monocultivo de milho em solo de cerrado, submetido ao preparo convencional (aração + gradagem) em Planaltina, DF, as perdas por erosão atingiram 29 t ha<sup>-1</sup> de solo e 264 mm de água (Dedecek et al., 1986). A precipitação no período foi de 1243 mm e o solo era um Latossolo Vermelho Escuro argiloso, com declividade média de 5,5 %. Em outro experimento, Lal (1989), relata uma perda de água 4 vezes menor no cultivo em aléias em relação ao monocultivo e, para os sedimentos, essa relação foi 8 vezes menor. Observou-se, ainda, a remoção anual por enxurrada inferior a 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e Mg, atingindo até 7 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e K. Ressalta-se, evidentemente, que além da cobertura e tipo de preparo do solo, a intensidade de erosão é dependente da declividade e comprimento da rampa, erosividade da chuva e erodibilidade do solo.

O gotejamento de copa representou durante o período avaliado, 1330 mm no cerrado e 1333 mm no sistema agroflorestal. O escoamento de caule, totalizou durante o ano, 23 mm no cerrado e 12 mm no cultivo em aléias. A transferência de nutrientes pelo gotejamento de copa e escoamento de caule (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) no cerrado foi de 5,6 de N, 3,2 de P, 3,7 de K, 15,0 de Ca e 2,1 de Mg. No cultivo em aléias obteve-se 5,3 de N, 3,0 de P, 5,7 de K, 17,9 de Ca e 3,0 de Mg, não havendo diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

Em relação ao total precipitado, verificou-se que o gotejamento de copa totalizou nos dois sistemas estudados, um volume de solução equivalente a 92 % da precipitação no período considerado. A concentração de nutrientes nessa solução foi 1,4 a 2,6 vezes maior que na chuva incidente. Já o escoamento de caule representou cerca de 2,2 % da precipitação total no cerrado e 0,8 % no cultivo em aléias. O enriquecimento de nutrientes nessa solução foi de 2 a 23 vezes maior em relação à chuva incidente. A reciclagem mineral através desses componentes, embora em menor in-

Tabela 1

Adição e perda de nutrientes nos componentes hídricos no cerrado e no sistema agroflorestal.  
*Nutrient inputs and outputs by the hydrological components in the cerrado and in the agroforestry system.*

Componente	N	P	K	Ca	Mg
Entrada:	kg ha <sup>-1</sup>				
Precipitação	15,5	2,8	5,4	13,0	2,4
	Cerrado				
Enxurrada (Perda)	1,4 a	0,4 a	1,9 a	3,5 a	0,2 a
Gotejamento de copa	5,3 a	3,0 a	3,2 a	14,9 a	2,0 a
Escoamento de caule	0,3 a	0,2 a	0,5 a	0,1 a	0,1 a
Adição total	5,6 a	3,2 a	3,7 a	15,0 a	2,1 a
	Sistema agroflorestal				
Enxurrada (Perda)	0,5 b	0,2 a	0,9 a	0,5 b	0,2 a
Gotejamento de copa	5,2 a	2,9 a	4,7 a	17,8 a	2,8 b
Escoamento de caule	0,1 b	0,1 a	1,0 b	0,1 a	0,2 b
Adição total	5,3 a	3,0 a	5,7 a	17,9 a	3,0 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, com 5 % de significância, pela aplicação do teste t.

tensidade em relação à serapilheira, representa um aporte considerável às plantas, especialmente em condições de solos pobres e em função da ocorrência dos nutrientes na forma solúvel (Meguro et al., 1979).

### *Produção de fitomassa*

O acúmulo anual de serapilheira no cerrado foi de 2176 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS) e no cultivo em aléias a leucena proporcionou 2398 kg ha<sup>-1</sup> de serapilheira. Além da quantidade total adicionada ao solo, deve-se considerar também a velocidade de decomposição da serapilheira, o que irá determinar a efetiva liberação dos elementos nutritivos para o solo. A serapilheira de leucena tem uma rápida velocidade de decomposição, o que pode ser comprovado pela liberação de aproximadamente 80 % do nitrogênio em 12 meses após sua deposição (Sandhu et al., 1990). Na vegetação de cerrado, as taxas de decomposição da serapilheira são mais baixas, variando em torno de 15% ao ano num cerrado na região de Brasília, DF (Peres et al., 1983), até cerca de 35 % ao ano num campo cerrado em Corumbataí, SP (Santos e Rodrigues, 1982). Essa decomposição mais lenta da serapilheira na vegetação natural representa um maior acúmulo de fitomassa sobre o solo e uma liberação mais lenta dos nutrientes ao solo.

A adição anual de nutrientes ao solo do cerrado em kg ha<sup>-1</sup>, a partir da serapilheira foi de 27,8 de N; 1,1 de P; 7,2 de K; 13,2 de Ca e 3,7 de Mg (Tabela 2). A leucena adicionou pela serapilheira 52,3 de N; 2,7 de P; 12,7 de K; 40,4 de Ca e 14,2 de Mg.

O fornecimento de nutrientes ao solo pela serapilheira é dependente das condições edafoclimáticas e da densidade vegetal. Dessa forma, as quantidades obtidas no cerrado em Botucatu podem diferir daquelas obtidas em outra localidades. Por exemplo, em um campo cerrado em Mogi-Guaçu, SP, a serapilheira proporcionou um aporte anual (kg ha<sup>-1</sup>) de 43,7 de N, 1,5 de P, 6,3 de K, 24,8 de Ca e 5,7 de Mg

(Pompéia, 1989). Em um cerrado em Brasília, obteve-se uma adição de 17,8 de N, 1,3 de P, 3,3 de K, 6,7 de Ca e 2,5 de Mg (Peres et al., 1983).

A relação entre a produção de massa seca por unidade de nutriente reciclado pela serapilheira foi mais favorável na vegetação de cerrado, que produziu 1,6 a 3,5 vezes mais fitomassa por unidade de nutriente. Isso representa uma melhor adaptação das plantas nativas às condições de oligotrofismo. Contrariamente a isso, a adição de nutrientes ao solo (N, P, Ca e Mg) pela serapilheira no cultivo em aléias, foi maior em relação ao cerrado, em virtude da maior concentração na fitomassa, aproximadamente o dobro para todos os nutrientes.

A produção de fitomassa da leucena proveniente dos ramos e folhas podados foi de 4465 kg ha<sup>-1</sup> (MS). Os resíduos culturais do centeio e aveia totalizaram 923 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca. As culturas de verão produziram 3250 kg ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca (parte aérea sem os grãos). A fitomassa das culturas intercalares de verão representa nesse caso, eficiente cobertura de solo durante o período de chuvas mais intensas. As culturas de centeio e aveia produziram menor quantidade de fitomassa, em função da falta de água ocorrida durante a estação de crescimento (maio-outubro).

O rendimento médio de grãos do feijão adzuki foi de 175 kg ha<sup>-1</sup> (peso seco) e do milho foi de 1210 kg ha<sup>-1</sup>. O rendimento de grãos no cultivo em aléias foi relativamente menor em relação aos valores médios obtidos para as culturas de feijão e milho no Estado de São Paulo, que situaram-se em torno de 1000 e 2600 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nos anos agrícolas de 1993 e 1994 (IBGE, 1996). Salienta-se que os dados médios citados referem-se a produção normalmente obtida em monocultivo e inclui áreas irrigadas e com alta aplicação de insumos.

A produção total de fitomassa no cultivo em aléias atingiu cerca de 11036 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (MS). A maior contribuição na produção de fitomassa no cultivo em aléias é advinda do componente arbóreo: 6863 ±1918 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS, contra

apenas  $4173 \pm 664 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de MS produzida pelas culturas (Figura 3). Isso confirma o maior aporte de biomassa do sistema agroflorestal em relação a um sistema convencional, baseado somente em espécies anuais. Essa maior produção, além de ser mais vantajosa do ponto de vista da ciclagem do carbono, proporciona maior biodiversidade no agrossistema e maior cobertura do solo, protegendo-o contra a erosão.

### Vegetação nativa de cerrado

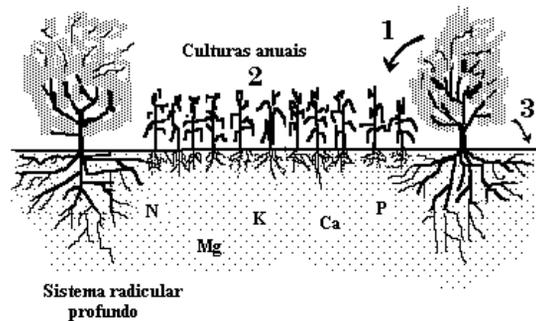


Serapilheira = 2176 kg

TOTAL = 2176 kg/ha

### Sistema agroflorestal

#### Aléias de leucena



1. Fitomassa da poda = 2398 kg

2. Restos de cultura = 4465 kg

3. Serapilheira = 2398 kg

TOTAL = 11036 kg/ha

Figura 3

Produção anual de fitomassa pelos componentes vegetais no cerrado e no sistema agroflorestal.

*Biomass annual production by plant components in the cerrado and in the agroforestry system.*

uma área de cerrado em Botucatu, SP, foram identificadas 54 diferentes espécies vegetais, somente nas classes de arvoretas e arbustos com circunferência de tronco superior a 10 cm (Gottsberger e Eiten, 1983). A mesma consideração deve ser levada em conta quando se compara a produção total de fitomassa entre os dois sistemas. Na área de cerrado, apenas a produção de serapilheira foi contabilizada, devendo-se lembrar também da apreciável quantidade de fitomassa viva presente nesse ecossistema natural. No caso de um campo cerrado em Mogi-Guaçu, SP, Delitti (1984) relata uma biomassa viva sobre o solo de

$23,8 \text{ t ha}^{-1}$  (MS). Além deste total, pode ser acrescida a biomassa das raízes, que nesta mesma área equivaleu a  $10,1 \text{ t ha}^{-1}$  (MS) na camada de solo de 0-36 cm de profundidade (Delitti et al., 1986).

#### Adição total de nutrientes

A fitomassa da poda da leucena (ramos e folhas), acumulada em 12 meses, proporcionou uma adição de nutrientes em  $\text{kg ha}^{-1}$ , de 62,5 de N; 3,8 de P; 22,6 de K; 23,9 de Ca e 8,6 de Mg (Tabela 2). Os restos de cultura (centeio + aveia e milho

+ feijão) contribuíram com 34,2 de N, 2,9 de P, 34,7 de K, 10,9 de Ca e 8,3 de Mg. As quantidades de nutrientes exportadas pelos grãos (milho + feijão) no cultivo em aléias foram de 22,7 de N, 3,3 de P, 6,4 de K, 0,7 de Ca e 1,4 de Mg. Destes elementos, o fósforo que é armazenado principalmente nos grãos, foi o que teve maior remoção pela colheita em relação à reciclagem total. Para os demais nutrientes, a maior parte do total ab-

sorvido, retorna ao solo com a palha das culturas.

A adição total pelos componentes vegetais no cerrado em kg ha<sup>-1</sup> foi de 27,8 de N, 1,1 de P, 7,2 de K, 13,2 de Ca e 3,7 de Mg (Tabela 2). No cultivo em aléias, a adição obtida, descontando-se a remoção pelos grãos, foi de 126,4 de N, 6,1 de P, 63,6 de K, 74,5 de Ca e 29,7 de Mg.

Tabela 2

Adição de nutrientes pelos componentes vegetais no cerrado e no sistema agroflorestal.  
*Nutrient inputs by the plant components in the cerrado and in the agroforestry system*

Componente	N	P	K	Ca	Mg
kg ha <sup>-1</sup>					
Cerrado					
Serapilheira	27,8 a	1,1 a	7,2 a	13,2 a	3,7 a
Sistema agroflorestal					
Serapilheira	52,3 b	2,7 b	12,7 a	40,4 b	14,2 b
Fitomassa da poda <sup>(1)</sup>	62,5±20,6	3,8±1,2	22,6±7,6	23,9±7,8	8,6±2,8
Restos de cultura <sup>(1)</sup>	34,2±6,7	2,9±1,0	34,7±7,6	10,9±2,5	8,3±1,9
Remoção pelos grãos <sup>(1)</sup>	22,7±3,5	3,3±0,6	6,4±1,0	0,7±0,1	1,4±0,2
Adição total	126,4	6,1	63,6	74,5	29,7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, com 5 % de significância, pela aplicação do teste t. 1. Médias seguidas do intervalo de confiança com 95 % de probabilidade

A leucena foi o componente do sistema agroflorestal estudado que contribuiu com a maior parte dos nutrientes, representando cerca de 70 a 85 % da adição total de N, P, Ca e Mg. A fitomassa das culturas, composta principalmente por gramíneas, teve participação significativa somente no caso do potássio. Esse resultado demonstra a importância do componente arbóreo do sistema agroflorestal, responsável pela absorção de nutrientes minerais em maiores profundidades (> 2,5 m) e sua transferência para a superfície do solo a partir da serapilheira e fitomassa podada, tornando-os, assim, disponíveis para as culturas (Mafra et al., 1996).

Essa adição total de nutrientes pelos componentes vegetais no cultivo em aléias equivale a uma adubação nitrogenada com 280 kg ha<sup>-1</sup> de uréia, juntamente com uma adição de fósforo da

ordem de 30 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e potássio, num total de 100 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio. Salienta-se que este resultado foi obtido em condições de baixa adição de insumos externos.

#### *Reserva de nutrientes no solo*

O cultivo em aléias, após 9 anos da sua implantação em Botucatu, proporcionou incrementos significativos nas concentrações de matéria orgânica na camada superficial do solo (0-20 cm), em relação à condição original de cerrado. Esse incremento pode ser explicado pela reciclagem contínua de carbono a partir da fitomassa podada da leucena, da serapilheira e dos restos culturais. O aumento da reserva de carbono no solo advinda

da implantação do sistema agroflorestal é um dos fatores mais positivos dessa prática em relação ao cultivo convencional, onde sistematicamente há um empobrecimento das reservas orgânicas do solo. De maneira geral, os sistemas agroflorestais podem fornecer, na camada superficial do solo, de 3 a 15 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de carbono, com um adicional de 1,3 a 6,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> através das raízes (Sanchez, 1995).

Com relação às alterações nos teores de nutrientes nos solos, verificou-se no cultivo em aléias, incrementos significativos para N, P, Ca e Mg na camada superficial (0-20 cm) (Tabela 3).

Esse aumento na concentração de nutrientes no solo sob sistema agroflorestal relaciona-se com sua eficiência na ciclagem pela fitomassa e pelas baixas perdas por erosão hídrica, semelhantes à vegetação natural. Outro efeito responsável pelo aumento no teor de cátions (Ca e Mg) na camada superficial foi a aplicação de calcário na sua implantação (Vocurca et al., 1996).

Com relação ao aumento no teor de nitrogênio na camada superficial do solo, a fixação biológica é um dos principais efeitos benéficos das leguminosas arbóreas no cultivo em aléias. Este componente, não contabilizado no presente experimento, foi estimado para a leucena em culti-

Tabela 3

Reserva de matéria orgânica e nutrientes em diferentes camadas do solo no cerrado e no sistema agroflorestal.

*Organic matter and nutrient reserves in different soil layers in the cerrado and in the agroforestry system.*

Profundidade (cm)	MO	N	P	K	Ca	Mg
	t ha <sup>-1</sup>					
<b>Cerrado</b>						
0-20	36,2 a	1800 a	8,5 a	23,4 a	96,3 a	39,8 a
20-40	28,0	800	2,0	11,7	40,8	24,4
40-110	119,0	2800	7,0	68,3	142,8	85,1
110-160	40,0	2000	10,0	48,8	102,0	60,8
<b>Total</b>	<b>223,2</b>	<b>7400</b>	<b>27,5</b>	<b>152,2</b>	<b>381,9</b>	<b>210,1</b>
<b>Sistema agroflorestal</b>						
0-20	52,0 b	2660 b	22,5 b	19,9 a	760,1 b	231,8 b
20-40	38,0	4600	4,0	23,4	204,0	97,6
40-110	91,0	7000	21,0	81,9	428,4	255,2
110-160	45,0	3500	5,0	39,0	204,0	121,5
<b>Total</b>	<b>226,0</b>	<b>17700</b>	<b>52,5</b>	<b>164,2</b>	<b>1596,5</b>	<b>706,1</b>

MO: matéria orgânica;

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, com 5 % de significância, pela aplicação do teste t.

vo em aléias num solo aluvial e pobre em nutrientes da Tanzânia, obtendo-se 110 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio (Högberg e Kuarnström, 1982).

O impacto dos sistemas agroflorestais na ciclagem de nutrientes e carbono e na modificação dos seus teores no solo dependem basicamente da capacidade do sistema radicular das árvores de interceptar os nutrientes, liberando-os posteriormente na superfície do solo (Ruhigwa

et al., 1993). Esses efeitos são influenciados ainda pela quantidade de nutrientes extraídos pelas colheitas, pela intensidade das perdas por erosão e lixiviação e pelo potencial de fixação biológica de nitrogênio das árvores. Tais modificações variam com as condições edafoclimáticas, espécies de árvores e culturas envolvidas e tipo de manejo adotado (Sanchez, 1995).

A reserva total de N, P, Ca e Mg, de 0 a 160 cm de profundidade, foi maior no solo sob cultivo em aléias em relação ao cerrado (Tabela 3). As maiores diferenças ocorreram com o Ca e Mg, cuja reserva foi de 4,2 e 3,4 vezes superior, respectivamente. O nutriente com menor reserva no solo foi o fósforo, podendo ser considerado o elemento mais limitante ao crescimento vegetal. O suprimento deste elemento nos sistemas agroflorestais tem sido muitas vezes limitante ao desenvolvimento das culturas, em função dos baixos teores encontrados no subsolo e a expressiva remoção junto com os grãos: cerca de 60 a 70% do total absorvido pelas plantas (Sanchez, 1995). Os sistemas agroflorestais podem, entretanto, aumentar a disponibilidade desse elemento através do aporte pela fitomassa. No caso de um cultivo em aléias com *Albizia julibrissia* em um ultissolo arenoso, no noroeste da Geórgia, USA, verificou-se após 2 anos, aumento do estoque de P na camada superficial do solo (0-7,5 cm de profundidade), em relação ao sistema com leguminosas anuais, mesmo sem aplicação de fertilizante mineral (Matta-Machado e Jordan, 1995).

No sistema agroflorestal estudado, o incremento nos teores de P no solo observado deveu-se em parte à adubação empregada na implantação do sistema agroflorestal. Essa quantia, no entanto, é inferior a remoção pelos grãos, que representa ao longo de 9 anos de cultivo, cerca de 30 kg ha<sup>-1</sup> de P, nos níveis atuais de rendimento de grãos. Pode-se verificar, portanto, uma adição importante proporcionada pela fitomassa no cultivo em aléias.

O nutriente com maior reserva no cultivo em aléias foi o nitrogênio. Considerando que este elemento é encontrado predominantemente na forma orgânica e assumindo uma taxa de mineralização entre 1 e 3%, pode-se ter um suprimento razoável para as culturas, representando uma economia de uso de fertilizantes para o agricultor (Cantarella et al., 1992).

A reserva de matéria orgânica e nutrientes nos solos tropicais sob vegetação de floresta natural

tem sido variável (Fasbender, 1985). Segundo este autor e, considerando profundidades de até 100 cm, normalmente são estocados 100 a 350 t ha<sup>-1</sup> de matéria orgânica. As quantidades de nitrogênio, na mesma profundidade, são ainda mais variáveis: entre 1000 e 12000 kg ha<sup>-1</sup>. Para o P, tem-se de 100 a 300 kg ha<sup>-1</sup> e para o K, os valores são de 50 a 400 kg ha<sup>-1</sup>. No caso dos sistemas agroflorestais, Kang et al. (1981), ao estudar o potencial do cultivo em aléias em modificar a fertilidade do solo, mostram em experimento com alamedas de leucena, desenvolvido num entissolo arenoso em Ibadan, Nigéria, um aumento significativo na reserva de N no solo (camada de 0-15 cm de profundidade), após 4 anos de implantação, em comparação ao monocultivo. Mais tarde, Atta-Krah (1990), trabalhando em condições similares (cultivo em aléias com leucena), relata incrementos significativos no teor de matéria orgânica e nitrogênio em relação ao monocultivo de milho e feijão miúdo. Na região amazônica verificou-se igualmente, após três anos da implantação de um cultivo em aléias, um aumento significativo no teor de matéria orgânica e N na camada de 0-10 cm de profundidade (Brasil, 1992).

## CONCLUSÃO

As perdas de nutrientes por escoamento superficial foram desprezíveis nos dois sistemas. Isso ressalta o potencial dos sistemas agroflorestais no controle da erosão hídrica.

A serapilheira constitui a principal via de reciclagem mineral no cerrado, colaborando também na proteção do solo contra a erosão. Já no sistema agroflorestal, a maior contribuição na ciclagem foi da fitomassa podada da leucena.

A quantidade de fitomassa adicionada ao solo a partir do sistema agroflorestal foi de 11036 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (MS). Tal aporte mantém um equilíbrio no ciclo do carbono no solo e evita a perda gradativa da matéria orgânica constatada normalmente no monocultivo.

A colheita de grãos no sistema agroflorestal foi um importante componente responsável pela exportação de nutrientes do solo, principalmente N, K e P. Dentre estes, o K e P são os mais limitantes ao rendimento das culturas, sugerindo-se estudos de forma a repor as quantidades extraídas via adubações complementares.

A adição de fitomassa no cultivo em aléias resultou num aporte anual (kg ha<sup>-1</sup>) de 126 N, 6

P, 64 K, 74 Ca e 30 Mg. Essa intensa reciclagem biológica dentre outros benefícios, representa uma economia no uso de fertilizantes.

O cultivo em aléias possibilitou aumentos significativos nos teores de matéria orgânica, N, P, Ca e Mg na camada superficial do solo (0-20 cm), em relação à condição original de cerrado. Concomitantemente, as reservas totais de N, P, Ca e Mg até a profundidade de 160 cm, também, foram maiores.

---

## AUTORES E AGRADECIMENTOS

ÁLVARO LUIZ MAFRA é Doutorando do Departamento de Solos e Nutrição da ESALQ / USP - Escola de Agricultura Luiz de Queiroz - Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9 - 13400-970 - Piracicaba, SP - E-mail = allmafra@carpa.ciagri.usp.br

ANDREAS ATILA DE WOLINSKI MIKLÓS é Professor Doutor do Departamento de Solos e Nutrição da ESALQ / USP - Escola de Agricultura Luiz de Queiroz - Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9 - 13400-970 - Piracicaba, SP - E-mail = awmiklos@carpa.ciagri.usp.br

HUGO LUIZ VOCURCA é graduando do Curso de Agronomia da ESALQ / USP - Escola de Agricultura Luiz de Queiroz - Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9 - 13400-970 - Piracicaba, SP

ALEXANDRE HUMBERTO HARKALY é Engenheiro Agrônomo do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural - Caixa Postal 321 - 18603-970 - Botucatu, SP

EDUARDO MENDOZA é Engenheiro Agrônomo do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural - Caixa Postal 321 - 18603-970 - Botucatu, SP

Este artigo é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Trabalho financiado pela FAPESP.

Os autores agradecem ao Prof. Hilton Thadeu Zarate do Couto do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP pelo auxílio no planejamento do experimento.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTA-KRAH, A.N. Alley farming with leucaena: effect of short grazed fallows on soil fertility and crop yields. *Experimental agriculture*, v.26, p.1-10, 1990.

BRASIL, E.C. Sistema de cultivo em faixas como alternativa ao sistema tradicional de agricultura (Shifting cultivation): primeiras experiências no nordeste paraense. *Documentos EMBRAPA/CPATU*, n.67, p.9-26, 1992.

BROWN, S.; ANDERSON, J.M.; WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J.; BARRIOS, E. Soil biological processes in tropical ecosystems. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J. *The biological management of tropical soil fertility*. Chichester: John Wiley, 1994. cap. 2, p.17-46.

- CANTARELLA, H.; ABREU, C.A.; BERTON, R.S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo: problemas e soluções. In: GUERRINI, I.A.; BÜLL, L.T. *Encontro sobre matéria orgânica do solo: problemas e soluções*. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, 1992. p.63-122.
- DEDECEK, R.A.; RESCK, D.U.S.; FREITAS JR., E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em latossolo vermelho escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *Revista brasileira de ciência do solo*, v.10, p.265-272, 1986.
- DELITTI, W.C.C. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliotti var. elliotti (Mogi-Guaçu, SP)*. São Paulo, 1984. 298p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- DELITTI, W.B.C.; SANTOS, A.L.P.; GARBER, V.R. Biomassa hipogéia da vegetação de cerrado. *Ciência e cultura*, v.38, supl., p.697-698, 1986.
- FASBENDER, H.W. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em ecossistemas florestais dos trópicos. In: ROSAND, P.C. *Reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos*. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.203-230.
- FASBENDER, H.W.; BEER, J.; HEUVELDOP, J.; IMBACH, A.; ENRIQUEZ, G.; BONNEMANN, A. Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. *Forest ecology and management*, v.45, p.173-183, 1991.
- GOTTSBERGER, I.S.; EITEN, G. Fitossociologia de um hectare de cerrado. *Brasil florestal*, v.54, p.55-70, 1983.
- HÖGBERG, P.; KUARNSTRÖM, M. Nitrogen fixation by woody legume *Leucaena leucocephala* in Tanzania. *Plant and soil*, v.66, p.21-28, 1982.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Anuário estatístico do Brasil 1996*. Rio de Janeiro: IBGE, 1996. v.56.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Mapa geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT/Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981. v.1.
- KANG, B.T.; WILSON, G.F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize and leucaena in Southern Nigeria. *Plant and soil*, v.63, p.165-179, 1981.
- LAL, R. Agroforestry systems and soil surface management of a tropical alfisol: 2- water runoff, soil erosion and nutrient loss. *Agroforestry systems*, v.8, p.97-111, 1989.
- LANDSBERG, J.J. *Physiological ecology of forest production*. London: Academic Press, 1986. p.111-132.
- MAFRA, A.L. *Balanço de nutrientes em um sistema agroflorestal no cerrado de Botucatu, SP*. Piracicaba, 1996. 64p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- MAFRA, A.L.; MIKLOS, A.A.W.; VOCURCA; H.L., HARKALY, A.H.; MENDOZA, E. Aporte de nutrientes e rendimento das culturas em um sistema agroflorestal no cerrado de Botucatu, SP. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22. Manaus, 1996. *Resumos*. Manaus: SBCS, 1996. p.262-263.
- MATTA-MACHADO, R.P.; JORDAN, C.F. Nutrient dynamics during the first three years of an alley cropping agroecosystem in southern USA. *Agroforestry systems*, v.30, p.351-362, 1995.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária: 2- o papel da precipitação na importação e transferência do potássio e fósforo. *Boletim de botânica da Universidade de São Paulo*, v.7, p.61-67, 1979.
- NASCIMENTO, C.M.; PEREIRA, M.A.M.G. *Atlas climatológico do Estado de São Paulo (1977-1988)*. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 93p.
- PEREIRA, J.; PERES, J.R.R. Manejo da matéria orgânica. In: GOEDERT, W.J. *Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. São Paulo: Nobel; Brasília: EMBRAPA/CPAC, 1985. cap.10, p.261-284.
- PERES, J.R.R.; SUEHT, A.R.; VARGAS, M.A.T.; DROZDOWICZ, A. Litter production in areas of brazilian cerrados. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.18, p.1037-1043, 1983.
- POMPÉIA, S.L. *Aspectos da dinâmica dos nutrientes minerais em solo sob vegetação de campo-cerrado (Mogi-Guaçu, SP)*. São Paulo, 1989. 137p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências da USP.
- RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1983. 42p. (Boletim Técnico, 81)
- RUHIGWA, B.A.; GICHURU, M.P.; TAPIAH, H.M.; ISIRIMAH, N.O.; DOUGLAS, D.C. Spatial variability in soil chemical properties under *Dactyloctenium aegyptium*, *Alchornea cordifolia*, *Senna siamea* and *Gmelina argorea* hedgerow on an acid ultisol. *Experimental agriculture*, v.29, p.365-372, 1993.
- SANCHEZ, P.A. Science in agroforestry. *Agroforestry systems*, v.30, p.5-55, 1995.
- SANDHU, J.; SINHA, M.; AMBASHT, R.S. Nitrogen release from decomposing litter of *Leucaena leucocephala* in the dry tropics. *Soil biology and biochemistry*, v.22, p.850-863, 1990.

- SANTOS, P.F.; RODRIGUES, G.S. Avaliação de métodos para estimativa da decomposição do folheto em ecossistema de cerrado (Corumbataí-SP). *Ciência e cultura*, v.34, supl., p.559, 1982.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. *Análise de solos, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS, 1985. (Boletim técnico, 5)
- VITOUSEK, P.M.; SANFORD, R.L. Nutrient cycling in moist tropical forest. *Annual review of ecology and systematics*, v.17, p.137-167, 1986.
- VOCURCA, H.L.; MIKLÓS, A.A.W.; MAFRA, A.L.; HARKALY, A. Alterações de atributos químicos em solo de cerrado a partir do cultivo em aléias: agrossilvicultura. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. *Anais*. Piracicaba: SLACS/SBCS/ESALQ, 1996. (Compact Disc).
- YOUNG, A. Ten hypotheses for soil-agroforestry research. *Agroforestry today*, 1:13-15, 1989.

• **TRABALHOS DE PESQUISA** • EFEITO DA CAMADA DE RESÍDUOS FLORESTAIS NA COMPACTAÇÃO DO SOLO CAUSADA PELO TRANSPORTE PRIMÁRIO DA MADEIRA. • *FERNANDO SEIXAS; EZÉR DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR; CÍNTIA RODRIGUES DE SOUZA* • CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICULAR EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTOS PROPAGADOS POR SEMENTES E ESTACAS. • *SÉRGIO LUÍS DE MIRANDA MELLO; JOSÉ LEONARDO DE MORAES GONÇALVES; LUIS EUGÊNIO GONÇALVES DE OLIVEIRA* • NÍVEIS CRÍTICOS DE FÓSFORO NO SOLO E NAS FOLHAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE *EUCALYPTUS GRANDIS* HILL EX MAIDEN, EM QUATRO TIPOS DE SOLOS. • *JOÃO JOSÉ ISMAEL; SÉRGIO VALIENGO VALERI; LENINE CORRADINI; SILVIO FERNANDES ALVARENGA; CELINA FERRAZ DO VALLE; MANOEL EVARISTO FERREIRA; DAVID ARIIVALDO BANZATTO* • ADIÇÃO DE NUTRIENTES AO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL DO TIPO “CULTIVO EM ALÉIAS” E EM CERRADO NA REGIÃO DE BOTUCATU, SP. • *ÁLVARO LUIZ MAFRA; ANDREAS ATILA DE WOLINSK MIKLÓS; HUGO LUIZ VOCURCA; ALEXANDRE HUMBERTO HARKALY; EDUARDO MENDOZA* • VARIAÇÃO GENÉTICA DE INDICADORES DE TENSÃO DE CRESCIMENTO EM CLONES DE *EUCALYPTUS UROPHYLLA*. • *LOTHAR SCHACHT; JOSÉ NIVALDO GARCIA; ROLAND VENCOVSKY* • ESTABILIDADE DIMENSIONAL DO COMPENSADO UTILIZANDO RESINA DE ALTA REATIVIDADE. • *DIMAS AGOSTINHO DA SILVA; IVAN TOMASELLI; SETSUO IWAKIRI* • DURABILIDADE NATURAL DE 46 ESPÉCIES DE MADEIRA AMAZÔNICA EM CONTATO COM O SOLO EM AMBIENTE FLORESTAL. • *MARIA APARECIDA DE JESUS; JOSÉ WELLINGTON DE MORAIS; R. LIÉGE SOUZA DE ABREU; MARIA DE FÁTIMA C. CARDIAS* • ESTIMATIVAS E TESTES DA DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA PARA *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS*, ATRAVÉS DA DISTRIBUIÇÃO  $S_B$ , POR DIFERENTES MÉTODOS DE AJUSTE. • *JOSÉ ROBERTO S. SCOLFORO; AGUINALDO THIERSCHI* • AVALIAÇÃO DE IMAGENS-ÍNDICE E IMAGENS-PROPORÇÃO NA IDENTIFICAÇÃO DE PLANTIOS FLORESTAIS DESFOLHADOS POR GEADAS E PELO ATAQUE DE INSETOS. • *FLÁVIO JORGE PONZONI* • COMPARANDO TRÊS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM: MÉTODOS DE DISTÂNCIAS, CONTAGEM DE QUADRATS E CONGLOMERADO ADAPTATIVO. • *ILKA AFONSO REIS; RENATO MARTINS ASSUNÇÃO* • PROGRAMAS EDUCATIVOS COM FLORA E FAUNA (EXPRESSIONES DA BIODIVERSIDADE) E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL. • *JOÃO LUIZ PEGORARO; MARCOS SORRENTINO* • **COMUNICAÇÕES** • ZONEAMENTO ECOLÓGICO DAS BACIAS DO PARANÁ E ALTO PARAGUAI (MS) PARA *EUTERPE EDULIS* MART. • *OMAR DANIEL; SILVIO NOLASCO OLIVEIRA NETO*