

Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil

Soil nutrients return via litter fall deposition of four leguminous tree species in the region of Botucatu - São Paulo, Brazil

Maria José Alves Bertalot
Iraê Amaral Guerrini
Eduardo Mendoza
Eny Duboc
Ricardo Marques Barreiros
Fábio Moreira Corrêa

RESUMO: O trabalho objetivou avaliar a produção de biomassa, a concentração e acúmulo de macronutrientes de serapilheira de quatro espécies de leguminosas arbóreas nas quatro estações do ano. O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, textura média e as espécies estudadas foram: *Leucaena leucocephala*, *Acacia melanoxylon*, *Leucaena diversifolia* e *Mimosa scabrella*. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos (espécies) e quatro repetições. A serapilheira foi coletada em caixas com fundo de tela medindo 50 cm X 50 cm, com altura de 10 cm (0,025 m³), sendo colocadas duas caixas por parcela nas entrelinhas dos povoamentos. O material foi coletado mensalmente e seco, sendo, a cada três meses, pesado e analisado quimicamente. A quantidade de serapilheira depositada obedeceu a seguinte ordem: *M. scabrella* (7.051 kg ha⁻¹ ano⁻¹), *A. melanoxylon* (2.789 kg ha⁻¹ ano⁻¹), *L. diversifolia* (1.576 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e *L. leucocephala* (1.389 kg ha⁻¹ ano⁻¹). O retorno de nutrientes ao solo obedeceu a seguinte sequência: N>Ca>K>Mg>P>S, exceto a *L. leucocephala* que apresentou um retorno maior de S em relação ao P.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclagem de nutrientes, Leguminosas arbóreas, Produção anual, Serapilheira

ABSTRACT: The annual litter fall production and the concentrations of macronutrients of four leguminous tree species were evaluated. The experiment was installed in a dystrophic red yellow latosol (Oxisol), derivative of the Bauru sandstone group. The studied species were: *Leucaena leucocephala*, *Acacia melanoxylon*, *L. diversifolia* and *Mimosa scabrella*. The experimental design was randomized blocks, with four treatments (species) and four replications. The litter fall was collected in boxes measuring 50x50x10 cm, two boxes by treatment in each block. The material was collected monthly and dried, weighed and chemically analyzed. The litter fall deposition occurred in the following order: *M. scabrella* (7,051 kg ha⁻¹ ano⁻¹), *A. melanoxylon* (2,789 kg ha⁻¹ ano⁻¹), *L. diversifolia* (1,576 kg ha⁻¹ ano⁻¹) and *L. leucocephala* (1,389 kg ha⁻¹ ano⁻¹). The content of nutrients obeyed the following order: N>Ca>K>Mg>P>S, with the exception of *L. leucocephala* that presented a bigger content of S in relation to the P.

KEYWORDS: Annual production, Leguminous tree, Litter fall, Nutrients

INTRODUÇÃO

Pritchett (1986) admite dois ciclos de nutrientes no ecossistema florestal. O primeiro deles é o ciclo geoquímico ou aberto, que envolve a transferência de elementos dentro e/ou fora do ecossistema. As entradas no ecossistema são devido aos nutrientes presentes no ar, às precipitações, à intemperização das rochas, à fixação biológica do nitrogênio e também à fertilização. As saídas, por outro lado, são representadas pelas perdas por erosão, lavagens, volatilizações e pela remoção de nutrientes pela exploração florestal. O outro ciclo denomina-se ciclo biológico ou interno, que pode ser subdividido em ciclo bioquímico (dentro da planta) e ciclo biogeoquímico (entre solo e planta). Este último envolve algumas etapas: absorção, translocação, imobilização e restituição de nutrientes por parte da vegetação que constitui o ecossistema.

A vegetação devolve nutrientes ao solo através da circulação de matéria, que é representada pela deposição de serapilheira e pela morte de raízes, principalmente as finas (Vogt et al., 1986). Para Cuevas e Medina (1986), a quantidade e qualidade dos nutrientes fornecidos ao solo pela deposição de serapilheira são variáveis, sendo dependentes, principalmente, das espécies que compõem a formação florestal e da fertilidade do solo.

A serapilheira é a principal via de transferência de carbono, nitrogênio, fósforo e cálcio; o potássio é devolvido principalmente através da precipitação interna, e a forma de transferência do magnésio é variável entre os diferentes tipos de florestas (Cole e Rapp, 1980). Para Poggiani (1985), a manutenção da produtividade das florestas naturais e plantadas, quando bem manejadas, está intimamente relacionada ao equilíbrio da ciclagem de nutrientes.

A tendência mundial nos países onde restam poucas áreas de floresta natural é de que nas áreas de agricultura que começam a ser abandonadas, devido ao seu esgotamento, sejam implantados reflorestamentos (Hunter e Smith, 1996). A utilização de espécies com habilidade de capturar e utilizar os nutrientes disponíveis de maneira eficaz torna-se bastante interessante, destacando-se neste aspecto as leguminosas, pela alta per-

centagem de espécies fixadoras de nitrogênio e de rápido crescimento (Kageyama et al., 1989 e Faria et al., 1984). A habilidade de algumas espécies de árvores em fixar nitrogênio atmosférico, assim como de apresentar um elevado teor de nitrogênio nas folhas e uma rápida decomposição das mesmas, são características desejáveis para a manutenção da fertilidade do solo (Kang et al., 1990).

As espécies arbóreas utilizadas neste estudo foram escolhidas por apresentarem essas características desejáveis e, também, por terem uso potencial em sistemas agroflorestais. A *Leucaena* spp. é nativa da América Central e sudeste do México, apresentando ampla distribuição. Ela é encontrada tanto em regiões de solos ácidos, com altos níveis de precipitação, como em solos calcários (Foroughbakhch e Hauad, 1990). A leucena, como é conhecida no Brasil, pode fixar de 75 a 584 Kg de N por ha⁻¹ ano⁻¹, o que além de satisfazer seus próprios requerimentos de nitrogênio, melhora a fertilidade do solo (Mitidieri, 1992). A *L. leucocephala* (Lam.) de Wit possui as seguintes características: rápido crescimento, uso múltiplo e facilidade de consórcio com culturas agrícolas. Com sistema radicular robusto, é tolerante à seca e à salinidade e pouco atacada por pragas e doenças (Resende e Medrado, 1994). É uma leguminosa perene, arbustiva ou arbórea, de folhas bipinadas (Alcântara e Bufarah, 1992), ocorrendo numa faixa de precipitação pluviométrica bastante ampla, variando de 700 a 4.000 mm. A *L. diversifolia* (Schlecht.) Bentham é leguminosa perene, arbustiva ou arbórea, que pode alcançar até três metros de altura no primeiro ano após o plantio. É uma espécie tropical de crescimento rápido, capaz de produzir uma grande quantidade de biomassa, com potencial para regiões subtropicais (Bertalot et al., 2002). Hutton (1981) observou que esta espécie é altamente tolerante a solos ácidos.

A *Acacia melanoxylon* R. Brown, espécie originária do sudeste da Austrália e da Tasmânia, pode alcançar até 35 m de altura, possuindo copa ampla e arredondada, com as folhas verdadeiras substituídas por filódios (pecíolos alargados). Seu crescimento pode ser rápido, atingindo dois metros por ano (Geilfus, 1994).

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) é originária do sul do Brasil, onde é usada como quebra ventos, em consórcio com culturas, sombreamento, para produção de adubos verdes (Geilfus, 1994) e produção de carvão. É planta característica de regiões de altitude, pioneira, heliófita, semidecídua, com florescimento durante todo o ano, de crescimento rápido, indiferente quanto às condições físicas do solo (Lorenzi, 1992).

Este trabalho objetivou avaliar a produção de biomassa, a concentração e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S de serapilheira de quatro espécies de leguminosas arbóreas nas quatro estações do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, A moderado, textura média, derivado de arenito do grupo Bauru. Os resultados da análise do solo da área experimental são apresentados na Tabela 1.

A área, com topografia suave ondulada, pertence ao conjunto Demétria, o qual se encontra próximo à rodovia Gastão Dal Farra, Km 04, em Botucatu, SP. Está localizada a 22° 57' S de latitude e 48° 25' O de longitude, e a 900 m de altitude. A média anual da temperatura é de 20,5°C e a de precipitação é de 1.549 mm, ocorrendo em maior quantidade de novembro a março, conforme dados registrados durante 20 anos na Estação Meteorológica da Fazenda Lageado, FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

As espécies utilizadas foram: *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit do tipo Havaiano, proveniente do banco de sementes da Nitrogen Fixing Tree Association – NFTA, Havaí - USA; *Acacia melanoxylon* R. Brown, proveniente do CSIRO, Divisão de Pesquisa Florestal da Austrália; *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Bentham K156, também proveniente do banco de sementes do NFTA e *Mimosa scabrella* Bentham, proveniente de Campo Largo, PR. As mudas foram produzidas no viveiro da Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, mediante semeadura em sacos de polietileno, com substrato contendo terra e húmus de minhoca numa proporção de 50% de cada material. As mudas foram plantadas em fevereiro de 1995, em covas, em solo arado e calcariado com objetivo de elevar a saturação por bases para 50%. A adubação de base foi constituída de 350 g de termofosfato Cotia e 300 g de Batata Plus Cotia Cooper húmus (contendo matéria orgânica = 25%, N total = 4%, P = 14%, K = 6%, Ca = 4% e Mg = 2%), por cova.

O experimento foi implantado em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro tratamentos (espécies) e quatro repetições. As parcelas de 10 x 7,5 m continham 20 plantas, em quatro linhas de cinco plantas, espaçadas de 2,5 x 2,5 m. O período de coleta de serapilheira, neste trabalho, iniciou-se em março 1997, quando as plantas estavam com 25 meses de idade, apresentando os dados de crescimento apresentados na Tabela 2 (Bertalot, 1997) e encerrou-se em fevereiro de 1998, aos 37 meses de idade.

Tabela 1
Características químicas e físicas do solo da área experimental.
(Soil chemical and physical characteristics of the experimental area)

Prof. (cm)	pH (CaCl ₂)	MO (g.dm ⁻³)	P (g.dm ⁻³)	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V (%)
						(mmol _c dm ⁻³)				
0 – 20	4,5	16	7	28	0,5	9	3	12	40	31
20 – 40	4,4	13	4	28	0,8	7	3	10	38	27

Prof. (cm)	Areia Total	Silte	Argila	Textura do solo
g kg ⁻¹				
0 – 20	790	30	180	Média

Fonte: Bertalot (1997).

Tabela 2

Crescimento dendrométrico de quatro leguminosas arbóreas, aos 24 meses de idade.
(Dendrometric growth of four leguminous tree species, at the age of 24 months)

Espécie	Altura (m)	Diâmetro (a 20 cm do colo) (cm)	DAP (cm)	Biomassa total (kg ha ⁻¹)
<i>L. leucocephala</i>	1,72b	2,22c	-	885d
<i>A. melanoxylon</i>	5,25a	7,12a	4,84a	14902b
<i>L. diversifolia</i>	4,97a	4,36b	3,32b	6217c
<i>M. scabrella</i>	4,42a	7,00a	4,32ab	17737a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: Bertalot (1997).

Para a coleta da serapilheira, composta por pecíolos, folhas, folíolos, botões florais, flores e galhos finos, foram colocadas caixas com fundo de tela medindo 50 cm x 50 cm, com altura de 10 cm (0,025 m³), na razão de duas caixas por parcela em cada bloco, num total de 32 caixas. O material foi coletado mensalmente, seco e pesado, formando amostras compostas a cada três meses, sendo então analisadas quimicamente. Chamou-se de verão, o período de coleta correspondente aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro; outono: março, abril e maio; inverno: junho, julho e agosto, e primavera: setembro, outubro e novembro.

As amostras secas de serapilheira foram moídas em moinho tipo Willey e mineralizadas por via úmida através de digestão nitroperclórica. Os teores de K, Ca, Mg e S foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica, o P pelo método do Vanado-molibdato de amônio e o N pelo método Kjeldahl, conforme Malavolta et al. (1997). Foi determinada a quantidade de serapilheira que, juntamente com os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, forneceram as quantidades de nutrientes retornadas. Também foram calculadas as quantidades de nutrientes retornadas ao solo via serapilheira, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Quantidade retornada (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{Teor (\%)} \times \text{Quantidade de serapilheira (kg ha}^{-1}\text{)}$$

Foi feita a análise de variância e teste de comparação de médias utilizando o teste de Duncan (0,05) e análise de correlação bivariada de nutrientes na serapilheira (q) através do Programa Statística 5.1 da Statsoft Inc.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de serapilheira

A Tabela 3 mostra os resultados de produção anual de serapilheira por época e por espécie. As leucenas apresentaram as menores taxas de produção anual, com máximos na primavera e no verão. A *A. melanoxylon* apresentou produção total de 2.789 kg ha⁻¹ ano⁻¹, sendo a maior contribuição na primavera e menor no período de outono e inverno. Porém, a *M. scabrella* apresentou uma produção total e em cada estação do ano superior às demais espécies, também com destaque para a primavera, como período de maior deposição de serapilheira e o inverno como o de menor deposição. As leucenas apresentaram semelhanças tanto em termos de produtividade total, quanto na variação desta ao longo do ano, enquanto que a bracinga e a acácia podem ser agrupadas em relação ao comportamento ao longo do ano.

A produção de serapilheira foi mais acentuada na seguinte ordem: primavera, verão, outono e inverno, para todas as espécies, mostrando comportamento semelhante ao descrito para a Floresta Pluvial Atlântica, em Boracéia, SP (Custódio Filho et al., 1996). O aumento da precipitação e da temperatura média mensal correspondeu ao aumento da produção de serapilheira (Figura 1). Resultados semelhantes foram encontrados em uma floresta de araucária no Paraná por Britez et al. (1992), que observaram uma maior queda de serapilheira na primavera, coincidindo com aumentos de precipitação e temperatura.

Tabela 3

Produção de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas ao longo de um ano (de março de 1997 a fevereiro de 1998).

(Annual litter fall production of four leguminous tree species (from March 1997 to February 1998))

Estação do ano	<i>L. leucocephala</i>	<i>A. melanoxyton</i>	<i>L. diversifolia</i>	<i>M. scabrella</i>
	kg ha ⁻¹			
Outono	246,0cB	485,0bC	317,0bcB	1.854,0aB
Inverno	179,5bB	278,0bC	293,0bB	677,5aC
Primavera	485,7cA	1.291,0bA	544,5cA	2.502,0aA
Verão	477,6cA	735,0bB	421,4cAB	2.017,7aB
Total	1.388,8	2.789,0	1.575,9	7.051,2

Letras minúsculas diferentes na linha (entre espécies) e letras maiúsculas diferentes na coluna (entre estações) indicam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 0,05.

Cunha et al. (1993) encontraram para uma floresta estacional decidual, em Santa Maria, RS, as maiores deposições de serapilheira na primavera, quando as precipitações foram abundantes e as temperaturas médias mensais estavam em elevação.

Jackson (1978) salienta que o pico na queda de folhas no período de máxima precipitação ocorre em regiões com moderada sazonalidade de temperatura e leve sazonalidade de estresse hídrico, sendo a queda de folhas e a formação de

folhas novas processos simultâneos, concordando com os resultados encontrados neste trabalho (Figura 1).

A baixa produção de serapilheira verificada nas leucenas, em especial a *L. leucocephala*, pode estar associada ao seu desenvolvimento vegetativo neste experimento (Tabelas 2 e 3). Garrido e Poggiani (1982) encontraram, em povoamento puro de ipê roxo em Assis, SP, pequena deposição de serapilheira, fração folhas, associada ao seu inexpressivo desenvolvimento dendrométrico.

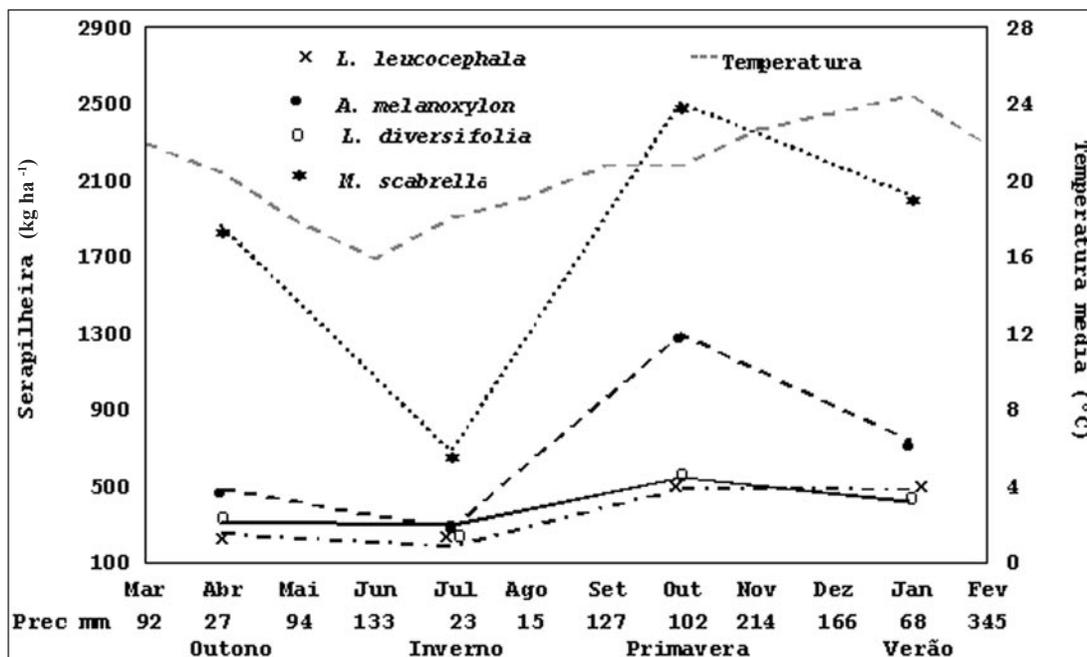


Figura 1

Variação do acúmulo de serapilheira de quatro leguminosas arbóreas, da temperatura média mensal e da precipitação de março de 1997 a fevereiro de 1998, em Botucatu – SP.

(Cumulative variation of litter fall of four leguminous tree species, mean monthly temperature and precipitation from march/1997 to february/1998, in Botucatu, State of São Paulo.)

Teores de nutrientes na serapilheira

A Tabela 4 apresenta os dados de concentração dos nutrientes na serapilheira por época do ano e por espécie. Todas as espécies apresentaram comportamento semelhante quanto aos teores de nutrientes na serapilheira, na seguinte ordem: N>Ca>K>Mg>P>S, com exceção da *L. leucocephala* que apresentou um maior teor de S em relação ao P. As leucenas, em comparação com as demais espécies, tenderam a apresentar maiores concentrações de nutrientes no inverno, exceção feita ao Ca, coincidindo com suas menores produções de serapilheira, indicando um efeito de concentração devido ao baixo desenvolvimento dessas espécies, conforme pode ser observado nas Tabelas 2 e 3. A menor concentração de Ca absorvido pelas leucenas, expli-

ca-se pelo fato do Ca geralmente ser absorvido pela planta por fluxo de massa (Malavolta, 1980), e este processo é dificultado pela menor umidade do solo no inverno. Analisando-se os teores dos elementos dentro de cada espécie, as leucenas mostraram comportamentos semelhantes, com tendência a apresentar maiores teores de N, P, K e S no inverno e menores variações de Ca e Mg durante o ano.

A bracinga somente apresentou diferenças significativas entre as estações com relação ao K, cujos maiores teores foram encontrados na primavera, e com relação ao P, que apresentou os maiores teores no verão em relação ao outono e inverno. Nota-se uma tendência de maior teor de todos os nutrientes na primavera/verão para essa espécie.

Tabela 4

Concentração de nutrientes na serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas, ao longo de um ano. (Nutrient concentration in the litter fall of four leguminous tree species along the year)

Nutriente	Estação do ano	<i>L. leucocephala</i>	<i>L. diversifolia</i>	<i>A. melanoxylon</i>	<i>M. scabrella</i>
N	Outono	18,00aBC	12,50aB	11,00aB	14,25aA
	Inverno	29,00aA	29,25aA	12,50bB	15,25bA
	Primavera	16,50aC	15,00aB	16,50aAB	20,00aA
	Verão	23,75aAB	22,50aA	22,25aA	18,00aA
P	Outono	0,80aB	0,32aB	0,32aB	0,50aB
	Inverno	1,82aA	1,82aA	0,35bB	0,52bB
	Primavera	0,80aB	1,27aAB	1,30aA	1,25aAB
	Verão	0,95aB	1,25aAB	1,02aA	1,45aA
K	Outono	3,00aB	2,25aB	1,50aA	1,00aB
	Inverno	8,50aA	6,00aA	2,75bA	2,25bAB
	Primavera	5,25aB	4,75aAB	4,50aA	4,50aA
	Verão	3,25aB	3,25aAB	3,00aA	3,75aAB
Ca	Outono	9,75aA	9,75aA	10,50aA	10,00aA
	Inverno	7,50aA	6,50aAB	9,50aA	7,25aA
	Primavera	9,25aA	8,75aAB	9,75aA	8,25aA
	Verão	7,00abA	6,25bB	8,50abA	10,00aA
Mg	Outono	2,67aA	2,72aA	1,52aA	1,60aA
	Inverno	2,62abA	3,22aA	1,35bA	1,52bA
	Primavera	2,82aA	3,05aA	2,90aA	2,87aA
	Verão	2,40aA	2,35aA	2,45aA	2,60aA
S	Outono	0,90aAB	0,65abB	0,50bB	0,60abA
	Inverno	1,12aA	1,10aA	0,65bAB	0,70bA
	Primavera	0,82aB	0,80aAB	0,82aAB	0,92aA
	Verão	1,17aA	1,00aA	0,97aA	0,92aA

Para cada nutriente, letras minúsculas diferentes na linha (entre espécies) e letras maiúsculas diferentes na coluna (entre estações) indicam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 0,05.

A acácia apresentou significativamente maiores teores de N, P e S no verão, embora todos os nutrientes tenham apresentado tendência de maior acúmulo na primavera/verão, como ocorreu na bracinga.

O comportamento quanto aos teores de N e K na serapilheira das quatro espécies foi semelhante para as estações outono, primavera e verão e o teor de N apresentou correlação positiva com K e S ($r = 0,85$ e $0,82$, respectivamente), para as quatro espécies ao longo do ano.

Quantidades de nutrientes retornadas ao solo via serapilheira

Pela Tabela 5, observa-se que, de um modo geral, o retorno de nutrientes para o solo via serapilheira das quatro espécies obedeceu à seguinte ordem: $N > Ca > K > Mg > P > S$, excetuando-se a *L. leucocephala* que apresentou retorno maior de S em relação ao P. Os resultados de Bertalot (1997), para esse mesmo experimento aos 12

meses de idade, demonstram retorno semelhante, com exceção da *L. leucocephala* que apresentou maiores valores de K em relação ao Ca.

Garrido e Poggiani (1982) verificaram que a quantidade de deposição seguiu a ordem de: $N > Ca > K > Mg > P$ para os povoamentos de aroeira e angico; $Ca > N > K > Mg > P$ para o de ipê roxo e $K > N > Ca > Mg > P$ para o de cambará. Para a região de Piracicaba, SP, num estudo com *Eucalyptus saligna*, Poggiani (1976) encontrou o seguinte fluxo de nutrientes na serapilheira: $Ca > N > K > Mg > P$.

Das quatro espécies estudadas, a bracinga foi a que mais produziu serapilheira, retornando ao solo mais que o dobro de nutrientes em relação à segunda espécie (Acácia), especialmente nitrogênio, comprovando observações realizadas por Bertalot (1997), que diz ser a bracinga uma espécie que poderia ser utilizada na recomposição de áreas degradadas e em sistemas agroflorestais.

Tabela 5

Quantidades de nutrientes retornadas ao solo, via serapilheira, de quatro espécies leguminosas arbóreas, no período de março/97 a fevereiro/98 em Botucatu, SP.
(Soil nutrients return via litter fall deposition of four leguminous tree species, from march/1997 to february/1998 at Botucatu, SP)

Espécie	Época	N	P	K	Ca	Mg	S	Serapilheira
<i>L.leucocephala</i>	Outono	4,43	0,20	0,74	2,40	0,66	0,44	246,0
	Inverno	5,21	0,33	1,52	1,35	0,47	0,20	179,5
	Primavera	8,01	0,39	2,55	4,49	1,37	0,40	485,7
	Verão	11,34	0,45	1,55	3,34	1,15	0,56	477,6
	Total	28,99	1,37	6,36	11,58	3,65	1,60	1388,8
<i>A.melanoxylon</i>	Outono	5,34	0,16	0,73	5,09	0,74	0,24	485,0
	Inverno	3,48	0,10	0,76	2,78	0,38	0,18	278,0
	Primavera	21,30	1,68	5,81	12,59	3,74	1,06	1291,0
	Verão	16,35	0,75	2,21	6,25	1,80	0,71	735,0
	Total	46,47	2,69	9,51	26,71	6,66	2,19	2789,0
<i>L.diversifolia</i>	Outono	3,96	0,10	0,71	3,09	0,86	0,21	317,0
	Inverno	8,57	0,53	1,76	1,90	0,94	0,32	293,0
	Primavera	8,17	0,69	2,59	4,76	1,66	0,44	544,5
	Verão	9,48	0,53	1,37	2,63	0,99	0,42	421,4
	Total	30,18	1,85	6,43	12,38	4,45	1,39	1575,9
<i>M.scabrella</i>	Outono	16,42	0,93	1,85	18,54	2,97	1,11	1854,0
	Inverno	10,33	0,35	1,52	4,91	1,03	0,47	677,5
	Primavera	50,04	3,13	11,26	20,64	7,18	2,30	2502,0
	Verão	36,32	2,93	7,57	20,18	5,25	1,86	2017,7
	Total	123,11	7,34	22,2	64,27	16,43	5,74	7051,2

CONCLUSÕES

✓ Houve diferenças entre as espécies quanto à produção de serapilheira, sendo a *M. scabrella* (bracatinga) superior às demais espécies estudadas (*A. melanoxylon*, *L. diversifolia* e *L. leucocephala*);

✓ A produção de serapilheira pelas espécies acompanhou as variações climáticas, ou seja, maior produção nas estações com maiores temperatura e precipitação pluviométrica;

✓ A produção de serapilheira foi mais acentuada na seguinte ordem: primavera, verão, outono e inverno, para todas as espécies;

✓ O fluxo de nutrientes para o solo, via serapilheira das quatro espécies, obedeceu a seguinte ordem: $N > Ca > K > Mg > P > S$, exceto a *L. leucocephala* que apresentou retorno maior de S em relação ao P;

✓ Em relação ao teor de nutrientes na serapilheira, o teor de N teve correlação positiva com o K e o S ao longo do ano para as quatro espécies.

AUTORES

MARIA JOSÉ ALVES BERTALOT é Pesquisadora da Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica – Caixa Postal 1016 – Botucatu, SP – 18600-971 – E-mail: eduardoemaria@biodinamica.org.br

IRAÊ AMARAL GUERRINI é Professor Adjunto do Departamento de Recursos Naturais da FCA/UNESP – Caixa Postal 237 – Botucatu, SP – 18603-970 - E-mail: iguerrini@fca.unesp.br

EDUARDO MENDOZA é Pesquisadora da Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica – Caixa Postal 1016 – Botucatu, SP – 18600-971 – E-mail: eduardoemaria@biodinamica.org.br

ENY DUBOC é Pesquisadora da EMBRAPA/CPAC – Caixa Postal 08223 – Planaltina, DF – 73301-970 – E-mail: enyduboc@cpac.embrapa.br

RICARDO MARQUES BARREIROS é Professor Assistente da Unidade Diferencial de Itapeva/UNESP – Rua Geraldo Alckmin, 519 - 18409-010 - Itapeva-SP – E-mail: rmbarreiros@itapeva.unesp.br

FÁBIO MOREIRA CORRÊA é Pesquisador do Instituto Oceanográfico – USP - Praça do Oceanográfico, 190 - Cidade Universitária – São Paulo, SP - E-mail: fabiocanho@hotmail.com

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1992. 162p.
- BERTALOT, M.J.A. **Crescimento e avaliação nutricional de leguminosas arbóreas potenciais para ecossistemas agroflorestais num solo de cerrado**. Botucatu, 1997. 63p. Tese (Mestrado). Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.
- BERTALOT, M.J.A.; GUERRINI, I.A.; MENDOZA, E. Growth parameters and nutrient content in four multipurpose tree species with potential characteristics for agroforestry systems in a Cerrado region in Botucatu, São Paulo State, Brazil. **Journal of sustainable forestry**, v.15, n.2, p.87-105, 2002.
- BRITEZ, R.M.; REISSMANN, C.B.; SILVA, S.M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Matheus do Sul. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, p.766-772, 1992.
- COLE, D.; RAPP, M. Elemental cycling in forested ecosystems. In: REICHLER, D.E., ed. **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980. p.341-409.
- CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient dynamics within amazonian forest ecosystems. In: Nutrient flux in fine litter fall and efficiency of nutrient utilization. **Dodecologia**, v.68, p.446-472, 1986.
- CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D.A. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência florestal**, v.3, n.1, p.35-64, 1993.
- CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G.A.D.C.; POGGIANI, F.; DIAS, A.C. Produção de serapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica – Estação biológica de Boracéia (São Paulo – Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, v.8, n.1, p.1-16, 1996.
- FARIA, S.M.; MOREIRA, V.C.G.; FRANCO, A.A. Seleção de estirpes de *Rhizobium* para espécies leguminosas florestais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.19, p.175-179, 1984.
- FOROUGHBAKHCH, R.; HAUAD, L. Comparative performance of fourteen species and varieties of *Leucaena* in Northeastern Mexico. **Leucaena research report**, v.11, p.79-80, 1990.
- GARRIDO, M.A.O.; POGGIANI, F. Avaliação da quantidade e do conteúdo de nutrientes do folheto de alguns povoamentos puros e misto de espécies indígenas. **Silvicultura em São Paulo**, v.15/16, p.1-22, 1981/1982.
- GEILFUS, F. **El arbol al servicio de la agricultura**. Turrialba: CATIE, 1994. 778p.
- HUNTER, I.R.; SMITH, W. Principles of forest fertilization: illustrated by New Zealand experience. **Fertilizer research**, v.43, n.1/3, p.21-29, 1996.
- HUTTON, E.M. Natural crossing and acid tolerance in some *Leucaena* species. **Leucaena research report**, v.5, p.2-4, 1981.

- JACKSON, J.F. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, v.10, p.38-42, 1978.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, São Paulo, 1989. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.130-143
- KANG, B.T.; REYNOLDS, L.; ATTA-KRAH, A.N. Alley farming. **Advances in agronomy**, v.34, p.315-359, 1990.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras, manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 500p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 201p.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo: Nobel, 1992. 198p.
- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*: implicações silviculturais**. Piracicaba, 1985. 211p. Tese (Livre-docência). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo
- POGGIANI, F. Ciclo de nutrientes e produtividade de floresta implantada. **Silvicultura**, v.1, n.3, p.45-48, 1976.
- PRITCHETT, W.L. **Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento**. México: Limusa, 1986. 634p.
- RESENDE, R.D.V.; MEDRADO, M.J.S. Aspectos metodológicos no melhoramento genético de *Leucaena leucocephala*, uma espécie florestal autógama. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, Porto Velho, 1994. **Resumos**. Colombo: CNPFlorestas/ EMBRAPA, 1994. p.233-248
- VOGT, K.A.; GRIER, C.C.; VOGT, D.J. Production, turnover and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forest. **Advances in ecological research**, v.15, p.303-377, 1986.