

Retorno, ao Solo, de Nutrientes de Serrapilheira de Pinus no Cerrado do Distrito Federal





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1676-918X

Dezembro, 2002

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 75

Retorno, ao Solo, de Nutrientes de Serrapilheira de Pinus no Cerrado do Distrito Federal

José Teodoro de Melo
Dimas Vital Siqueira Resck

Planaltina, DF
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73301-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

[http\www.cpac.embrapa.br](http://www.cpac.embrapa.br)

sac@cpac.embrapa.br

Supervisão editorial: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira /*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares /*

Rosângela Lacerda de Castro

Capa: *Chaile Cherne Soares Evangelista*

Editoração eletrônica: *Laila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza /*

Jaime Arbués Carneiro

1ª edição

1ª impressão (2002): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Cerrados.

M528r Melo, José Teodoro de.

Retorno, ao solo, de nutrientes de serrapilheira de pinus no cerrado do Distrito Federal / José Teodoro de Melo, Dimas Vital Siqueira Resck. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2002.

18 p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 75)

1. Pinus - reflorestamento. 2. solo - fertilidade. I. Resck, Dimas Vital Siqueira. II. Título. III. Série.

634.9751 - CDD 21

© Embrapa 2002

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	9
Conclusões	15
Referências Bibliográficas	15

Retorno, ao Solo, de Nutrientes de Serrapilheira de *Pinus* no Cerrado do Distrito Federal

*José Teodoro de Melo*¹

*Dimas Vital Siqueira Resck*²

Resumo - O objetivo deste trabalho foi comparar procedências de *Pinus caribaea* quanto à queda de serrapilheira e o retorno de nutrientes ao solo por essa via, no Cerrado, em Planaltina-DF. O experimento foi em um Latossolo Vermelho, argiloso, com relevo plano a suavemente ondulado, a 1170 m de altitude. As procedências avaliadas foram: *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, procedências PI 1576 e PI 2475 de Culmi e Los Limones, Honduras e *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, PI 7296 de Andros Islands, Bahamas. No centro das parcelas de 7 x 7 plantas, colocaram-se coletores de 1,0 x 1,0 m, rentes ao solo. De setembro de 1995 a agosto de 2000, mensalmente, o material foi recolhido e separado em acículas, galhos e frutos e medida a matéria seca. Antes da separação, retirava-se uma amostra do material para determinação dos teores de nutrientes e do carbono orgânico. As maiores deposições de acículas foram durante a época seca. A serrapilheira foi constituída basicamente por acículas, seguidas por galhos e frutos. A velocidade da decomposição e o tempo de residência da serrapilheira não dependeram da origem. As procedências PI 1576 e PI 2475 retornam mais nutrientes e carbono orgânico ao solo que a PI 7296 pela maior produção de serrapilheira e não pelo teor dos elementos.

Termos para indexação: ciclagem de nutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico, reflorestamento.

¹ Eng. Florest., D.Sc., Embrapa Cerrados, teodoro@cpac.embrapa.br

² Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, dvsresck@cpac.embrapa.br

The Return to the Soil of Nutrients from Pine Litter in the Savannah of the Federal District

Abstract - *The objective of this study was to compare provenances of Pinus caribaea for litterfall and the return of nutrients by litterfall in the planting of pine in Planaltina – DF. The planting took place on Red Latossol clay, on a plain to slightly undulated relief at 1170 m of altitude. The provenances evaluated were: Pinus caribaea var. hondurensis PI 1576 and PI 2475 from Culmi and Los Limones, Honduras, respectively, and Pinus caribaea var. bahamensis PI 7296 from the Andros Islands, Bahamas. In the center of the plots, formed by 7 x 7 plants, 1 m x 1 m collectors were placed, at ground level. From September 1995 to August 2000, on a monthly basis, the litterfall found in the collectors was removed and separated into needles, branches and fruits for the evaluation of the dry matter. Before of the separation, a sample of the material was removed to determine the nutrient and organic carbon content. The needle fall was highest during the dry season. The litter was formed mainly by needles followed by branches and fruit. The velocity of decomposition and the time of decomposition of the litter do not depend on the provenance. The provenances PI1576 and PI2475 returned more nutrients and organic carbon to the soil than the provenance PI7296 due to the higher litter production and not to element content.*

Index terms: nutrients cycling, organic matter, organic carbon, forestry.

Introdução

O reflorestamento ocorre, muitas vezes, em solos de menor fertilidade ficando os mais férteis reservados às atividades agropecuárias. O uso de fertilizantes em reflorestamento é feito, na maioria das vezes, na época do plantio, sendo o modo de aplicação quase sempre na cova. Essa forma de adubar que concentra os nutrientes em pequeno volume de solo juntamente com a falta de adubação depois do plantio faz com que os nutrientes exigidos na fase de crescimento sejam supridos pela reserva do solo e pela ciclagem do material orgânico.

Entre os fatores responsáveis pelo crescimento vegetal, os relacionados com o solo, em geral, são mais facilmente manejados. A baixa fertilidade pode ser corrigida com a aplicação de fertilizantes, proporcionando ganhos consideráveis de produtividade.

A deposição de material orgânico, que constitui a serrapilheira, é uma das principais formas de transferência de nutrientes no ecossistema florestal, sendo parte importante no ciclo biogeoquímico ([Poggiani & Monteiro Júnior, 1990](#); [Peres et al., 1983](#)). Os ecossistemas apresentam diferentes produções de serrapilheira que, ao serem incorporados ao solo, devolvem a maior parte dos nutrientes absorvidos pela árvore. A porcentagem de restituição por esse processo varia com a espécie, local e idade do povoamento (Haag, 1985), com a densidade, composição de espécies, época do ano e atividade dos microrganismos ([Fonseca et al., 1993](#)).

De acordo com [Resck et al. \(1991\)](#) é importante o conhecimento da matéria orgânica do solo tanto no estado virgem quanto nos sistemas cultivados, para se entender melhor sua dinâmica e, conseqüentemente, sua contribuição para as propriedades físicas e químicas do solo. Esses autores afirmam que os sistemas de manejo com menor perturbação (Cerradão, Pastagem e Florestas) são mais eficientes na conservação da matéria orgânica que aqueles com maior frequência de movimentação do solo. O aumento da matéria orgânica tende a reduzir o Al trocável em qualquer nível de pH e diminuir os valores de pH nos quais a toxidez de Al ocorre, resultando em melhor crescimento das plantas ([Hargrove & Thomas, 1981](#)). Entretanto, Rocha Filho (1978), citado por [Haag \(1985\)](#) e [Fonseca et al., \(1993\)](#) estudando a ciclagem de nutrientes em florestas plantadas, observaram aumento no teor de Al trocável atribuído à diminuição de bases.

Comparações quantitativas entre nutrientes retidos na copa e aqueles devolvidos ao solo por meio da deposição de folheto podem fornecer uma idéia sobre as estratégias predominantes de ciclagem em diferentes espécies florestais. Esses processos são importantes para se compreender a forma de conservação de nutrientes e a adaptação das espécies aos solos de baixa fertilidade ([Poggiani, 1985](#); [Binkley, 1986](#); [Cole, 1986](#); [Lima, 1987](#)).

Diferenças no comportamento nutricional entre espécies florestais têm sido observadas quanto à habilidade de absorção e quanto à utilização de nutrientes através do ciclo biogeoquímico ([Vetorazzo et al., 1993](#)). Em estudo realizado por [Silva \(1983\)](#), em vegetação natural de Cerrado, a queda de serrapilheira foi maior na época seca, atingindo 401 kg ha⁻¹ em agosto e menor no período chuvoso, chegando a 64 kg/ha em janeiro. Os maiores teores de Al, Ca e Mg na serrapilheira ocorreram na época seca e os de K e P em outubro, já no período chuvoso.

O objetivo deste trabalho foi comparar procedências de *Pinus caribaea* quanto à queda de serrapilheira e o retorno de nutrientes ao solo por esta via, no Cerrado, em Planaltina-DF.

Material e Métodos

Realizou-se o estudo em um ensaio de espécies e procedências de pinus com 16 anos de idade, localizado no campo experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina – DF (15° 35' 33" de latitude Sul e 47° 42' 30" de longitude Oeste). A área, localizada a 1170 m de altitude, é de relevo plano a suavemente ondulado. O solo é classificado como Latossolo Vermelho, argiloso (52% de argila, 13% de silte, 3% de areia grossa e 25% de areia fina) e distrófico. A adubação, por ocasião do plantio, foi 60 g de sulfato de amônio, 40 g de superfosfato triplo, 20 g de cloreto de potássio, 3 g de sulfato de zinco e 2 g de bórax por cova de 20 x 20 x cm. No centro das parcelas de pinus, constituídas por 7 x 7 plantas (49 indivíduos no espaçamento 3 x 3 m), foram instaladas caixas coletoras de 1 x 1 m, 15 cm de profundidade e fundo de plástico de polietileno preto para avaliar a queda de serrapilheira. No período de setembro de 1995 a agosto de 2000, o material depositado foi recolhido mensalmente e separado em acículas, galhos e frutos, seco em estufa a 65 °C até peso constante para determinação da matéria seca. Para a serrapilheira, foram determinados os teores de macro e micronutrientes e carbono orgânico. Os

nutrientes foram extraídos por digestão úmida com ácido perclórico ([Adler & Wilcox, 1985](#)) e os elementos determinados pelo plasma. O carbono orgânico foi identificado pelo método de Walkley & Black ([Embrapa, 1997](#)).

Em julho de 2000, foi definida, em cada parcela, a quantidade de serrapilheira depositada no solo, coletando-se uma amostra de um metro quadrado. Pela relação entre a serrapilheira total depositada durante o ano e a acumulada no solo estabelecendo-se o coeficiente k , indicador da velocidade de decomposição e o tempo de residência t_r ($t_r = 1/k$) (Anderson & Swift, 1983) citados por [Andrade et al. \(2000\)](#).

As espécies e as procedências avaliadas foram: *Pinus caribaea* var. *hondurensis* PI 1576 e PI 2475 de Culmi e Los Limones, Honduras e *Pinus caribaea* var. *bahamensis* 7296 de Andros Islands, Bahamas. O experimento foi em blocos ao acaso com três tratamentos (procedências) e cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

As maiores taxas de deposição mensal de acículas ocorreram no período de maio a outubro em cada ano avaliado, quando ocorreu deficit hídrico na região ([Figura 1](#)). Esse padrão já foi observado para outras espécies originárias de regiões tropicais ([Swamy & Proctor, 1994](#); [Andrade et al., 2000](#)) e para espécies de Cerrado e Cerradão ([Peres et al., 1983](#); [Prazeres et al., 1998](#)). As procedências PI 1576 e PI 2475 apresentaram comportamento similar quanto à queda de acículas com valor máximo em agosto. Para a procedência PI 7296, a maior queda foi observada em setembro. Segundo [Delitti \(1989\)](#) o padrão de produção de folheto é influenciado primariamente pelo estresse hídrico, indicado pela ocorrência de picos de queda na estação seca. O padrão de queda de serrapilheira aqui observado, provavelmente deveu-se a esse fator.

As procedências PI 2475 e PI 7296 apresentaram comportamento semelhante quanto à queda de galhos com maiores valores em setembro ([Figura 2](#)). A procedência PI 1576 teve maior queda em dezembro e janeiro, período chuvoso. Não se observou clara relação com o período seco, mesmo para as procedências PI 2475 e PI 7296. Isso provavelmente ocorreu pelo fato de os galhos serem material lenhoso e sua queda dependeria mais da deterioração da madeira que de

eventos climáticos. Outra possível causa seria a dimensão dos coletores, quiçá não muito apropriada para essa fração. A maior queda de frutos ocorreu em fevereiro, período chuvoso, entretanto, à semelhança dos galhos, não mostrou clara correlação com eventos climáticos (Figura 3). A ausência de queda observada em vários meses do ano, deveu-se à sazonalidade da frutificação ou à dimensão dos coletores, talvez não muito apropriados para essa fração, visto que os coletores de pequena área de captação podem não ser adequados para coleta de galhos e frutos que, pelas dimensões e peso, não se distribuem igualmente pela área.

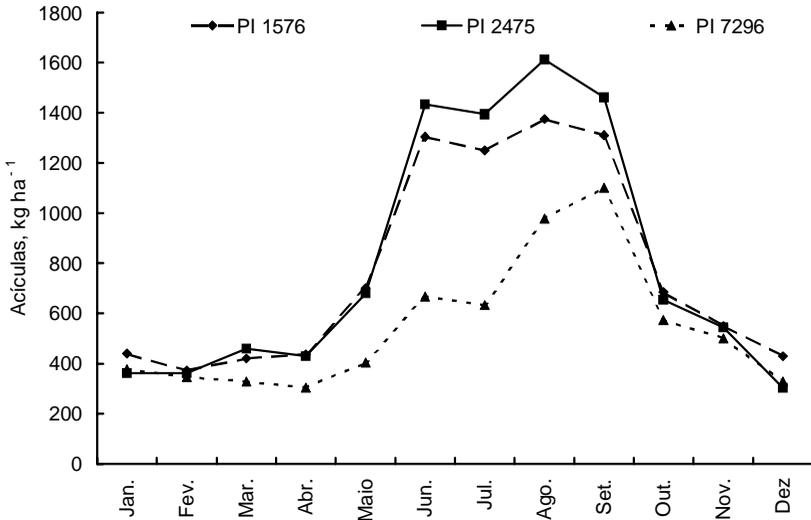


Figura 1. Queda anual de acículas de procedências de Pinus instaladas em Latossolo Vermelho, distrófico em Planaltina - DF.

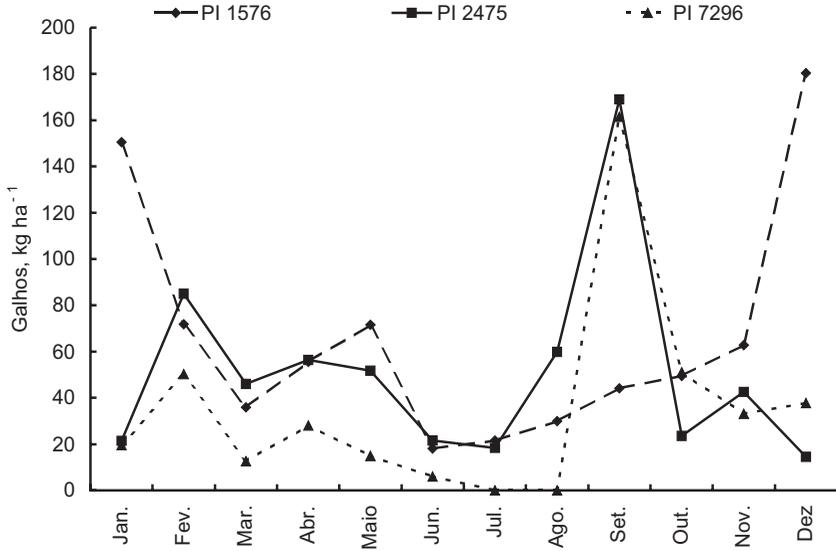


Figura 2. Queda anual de galhos de procedências de Pinus instaladas em Latossolo Vermelho, distrófico em Planaltina – DF.

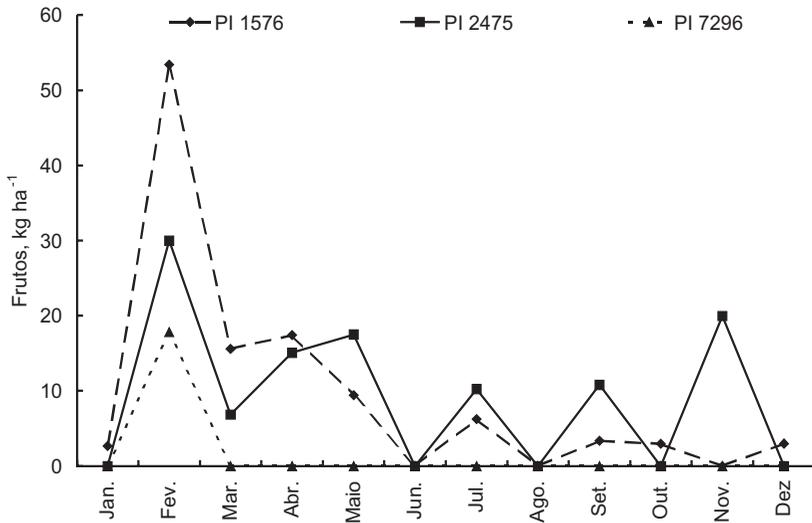


Figura 3. Queda anual de frutos de procedências de Pinus instaladas em Latossolo Vermelho, distrófico em Planaltina – DF.

A serrapilheira produzida durante o ano foi constituída, principalmente, por acículas que representaram mais de 90% do total retornado ao solo, seguido por galhos com cerca de 6% a 8% e frutos com 0,3% a 1,1% (Tabela 1). Em florestas tropicais, também, constataram-se que na formação da serrapilheira o percentual de folhas foi mais elevado com 70% (Morellato, 1992); já em área de Cerrado foi de 85% (Silva, 1983); sendo 76% em Cerrado e 86% em Cerradão (Peres et al., 1983). Esses valores são um pouco menores que os obtidos neste experimento, porém confirmaram o percentual elevado de folhas na formação da serrapilheira. De acordo com Collins (1977), a coleta de serrapilheira com coletores pode apresentar falhas. Esse autor salienta que os galhos, principalmente os grandes, podem não atingir os coletores, subestimando a quantidade total e a estimativa da queda ao longo do tempo. Esse fator pode ter contribuído para a produção nula de galhos e frutos em alguns meses do ano observada neste trabalho, resultando no aumento do coeficiente de variação para essas variáveis.

Tabela 1. Deposição anual de acículas, galhos e frutos, coeficiente de decomposição (k) e tempo médio de residência da serrapilheira (t_r) de procedências de pinus em Latossolo Vermelho, distrófico em Planaltina – DF.

Procedência	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹				k	t_r
	Acículas	Galhos	Frutos	Total		
PI 1576	9.245 a (91,1)*	831 a (8,2)	110 a (1,1)	10.186 a	0,27 a	3,7 a
PI 2475	9.900 a (93,1)	639 a (6,0)	113 a (1,1)	10.652 a	0,29 a	3,5 a
PI 7296	6.704 b (93,8)	440 a (6,1)	18 a (0,3)	7.162 b	0,26 a	3,9 a
CV%	11,0	56,3	90,8	13,5	21,1	21,6

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

* porcentagem em relação ao total.

Entre as procedências avaliadas, não houve diferenças significativas para o coeficiente k , mostrando que a velocidade de decomposição é a mesma para todas elas. Os valores de k (Tabela 1) estão muito abaixo daqueles registrados por Morellato (1992) em florestas tropicais do Estado de São Paulo, nas quais

observou valores de k em torno de 1,3. Vários fatores interferem na velocidade de decomposição, entre eles a composição química do material. No caso de pinus, provavelmente, deve-se à presença de resina na serrapilheira. O tempo médio de residência da serrapilheira t_r , foi acima de 3,5 anos ([Tabela 1](#)) indicando baixa taxa de decomposição. Segundo registrado na literatura, o tempo médio dessa residência pode variar de valores menores que um até 629 anos, dependendo da região e do tipo de floresta. Valores menores que um ano são verificados nas florestas tropicais decíduas e semidecíduas de folhosas; entre 4 e 20 anos ocorrem nas florestas temperadas e de 60 anos situadas nas regiões boreais; esse tempo é maior no caso de coníferas (pinus) [Vogt et al. \(1986\)](#).

As três procedências de pinus não apresentaram diferenças significativas nos teores de macronutrientes na serrapilheira. Os valores médios foram de 7,43; 0,38; 1,21; 1,59; 0,32 e 0,30 g kg⁻¹ para N, P, K, Ca Mg e S, respectivamente. Os valores registrados para P e N são semelhantes aos observados por [Latorraca et al. \(1984\)](#) para *Pinus elliottii* var. *elliottii* em Agudos - SP que encontraram 0,4 e 7,4 g kg⁻¹, respectivamente, porém, são maiores para potássio e menores para Ca e Mg cujos valores foram 0,4; 2,1 e 0,6 g kg⁻¹, respectivamente.

Em três procedências de pinus também não houve diferenças significativas nos teores de micronutrientes e de carbono orgânico na serrapilheira. Os valores médios foram de 3,2; 967,0; 5,4; e 142 mg kg⁻¹ para Cu, Fe, Zn e Mn, respectivamente e de 53,1 dag kg⁻¹ para carbono orgânico. Os valores de Mn e Fe foram maiores que os observados por [Latorraca et al. \(1984\)](#) para *Pinus elliottii* var. *elliottii* em Agudos - SP, 597 e 79,8 mg kg⁻¹, respectivamente, embora fossem menores para Cu e Zn, 5 e 14 mg kg⁻¹, respectivamente. Os teores de nutrientes da serrapilheira variam conforme a espécie, o tipo de floresta, fertilidade do solo e idade da árvore. Para floresta tropical úmida, as concentrações de Fe, Zn e Mn foram 393, 30 e 103 mg kg⁻¹, respectivamente ([Golley et al., 1978](#)), enquanto para *Eucalyptus viminalis* 693, 14 e 2.583 mg kg⁻¹, respectivamente ([Poggiani et al., 1982](#)). O teor de carbono orgânico foi, em média, de 53,1 dag kg⁻¹, nas procedências estudadas. Esse valor é semelhante ao que [Klinge & Rodrigues \(1968\)](#) consideram comum em florestas que é de cerca de 50 dag kg⁻¹.

As quantidades de N, P, Ca, Mg e S retornadas ao solo anualmente não diferiram entre as procedências PI 1576 e PI 2475, as quais superaram a procedência PI 7296 ([Tabela 2](#)). Em relação a K, a diferença só foi significativa entre a

procedência PI 2475 que superou a procedência PI 7296. Essa maior produção deveu-se à maior quantidade de serrapilheira produzida e não ao teor dos nutrientes na matéria seca. O N foi o elemento que apresentou maior retorno ao solo seguido pelo Ca, K, P, Mg e S. [Haag \(1985\)](#) constatou que, na maioria das vezes, a seqüência é N, Ca, K, Mg, P e S. Os resultados obtidos indicaram maior retorno que o P do que de Mg.

Tabela 2. Retorno anual de nutrientes em procedências de pinus em Latossolo Vermelho, distrófico em Planaltina – DF.

Procedência	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S
PI 1576	77,6 a	4,0 a	11,4 ab	15,9 a	3,2 a	3,0 a
PI 2475	78,5 a	4,1 a	13,4 a	17,0 a	3,5 a	3,2 a
PI 7296	52,4 b	2,7 b	8,9 b	11,5 b	2,3 b	2,1 b
CV%	2,3	5,4	18,1	9,8	7,6	15,4

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

As procedências PI 1576 e PI 2475 não apresentaram diferenças significativas na quantidade de micronutrientes e de carbono orgânico retornadas ao solo na forma de serrapilheira, porém, superaram significativamente a procedência PI 7296, exceto em relação a Fe que não diferiu entre as procedências PI 2475 e PI 7296 (Tabela 3). O menor retorno de micronutrientes da procedência PI 7296, deveu-se à menor quantidade de serrapilheira e não ao teor dos elementos na matéria seca.

Tabela 3. Retorno anual de micronutrientes e de carbono orgânico (CO) em procedências de pinus em Latossolo Vermelho, distrófico em Planaltina – DF.

Procedência	g ha ⁻¹ ano ⁻¹				CO kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
	Cu	Fe	Zn	Mn	
PI 1576	33,2 a	10.422 a	56,2 a	1.460 a	5.409 a
PI 2475	34,9 a	8.661 ab	60,0 a	1.441 a	5.667 a
PI 7296	21,9 b	7.612 b	36,7 b	1.062 b	3.803 b
CV%	7,7	15,5	8,4	10,5	0,3

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

Conclusões

1. As acículas são as maiores formadoras da serrapilheira total, enquanto os frutos têm contribuição insignificante.
2. No período seco ocorre maior queda de acículas e de serrapilheira total que no período chuvoso.
3. A quantidade total de nutrientes retornada ao solo é menor na procedência PI 7296 devido à menor produção de serrapilheira.
4. A velocidade de decomposição e o tempo de residência da serrapilheira independem da procedência.

Referências Bibliográficas

ADLER, P. R.; WILCOX, G. E. Rapid perchloric acid digest methods for analysis of major elements in plant tissue. **Communications in soil science and plant analysis**, New York, v. 16, n. 11, p. 1153-1163, 1985.

ANDRADE, A. G.; COSTA, G. S.; FARIA, S. M. Deposição e decomposição da serrapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holocercea* com quatro anos de idade em planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 777-785, 2000.

BINKLEY, D. **Forest Nutrition management**. New York, Willey-Interscience, John Willey & Sons, 1986. 290 p.

COLE, D. W. Nutrient cycling in world forests. In: GESSEL, S. P. (Ed.). **Forest site and productivity**. [S. l.]: Martinus Nijhoff, 1986. p. 103-105.

COLLINS, N. M. Vegetaton and litter production in Southern Guinea Savanna, Nigeria. **Oecologia**, Berlin, v. 28, p. 163-175, 1977.

DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 88-98.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FONSECA, S.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M.; LEAL, P. G. L.; NEVES, J. C. L. Alterações em um latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem: I-propriedades físicas e químicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n.3, p. 271-288, 1993.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I.; DUEVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU: EDUSP, 1978. 256 p.

HAAG, H. P. (Coord.). **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985, 144p.

HARGROVE, W. L.; THOMAS, G. W. Effect of organic matter on exchangeable aluminum and plant growth in acid soil. In: STELLY, M. (Ed.) **Chemistry in the soil environment**. Madison: American Society of Agronomy, 1981. p. 151-166.

KLINGE, M.; RODRIGUES, W. A. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest: part I: litter fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazoniana**, Manaus, v. 1, n. 4, p. 287-302, 1968.

LATORRACA, S. M.; HAAG, H. P.; MIGLIORINI, A. J. Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliottii* var. *elliottii* em um latossolo vermelho escuro na região de Agudos, SP. **IPEF**, Piracicaba, v. 27, p. 41-47, 1984.

LIMA, W. P. **O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais**. São Paulo: Artpress, 1987. 114 p.

MORELLATO, L. P. C. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. I litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 8, n. 2, p. 205-215, may 1992.

PERES, J. R. R.; SUHET, A. R.; VARGAS, M. A. T.; DROZDOWICZ, A. Litter production in areas of Brazilian Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 9, p. 1037-1043, set. 1983.

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de Eucalyptus e Pinus**: implicações silviculturais. 1985. 210 f. Tese (Livre-Docência) – ESALQ, Piracicaba, 1985.

POGGIANI, F.; CHIARANDA, R.; LARA, R. P. Efeito do reflorestamento com *Mimosa scabrella* na recuperação do solo degradado pela exploração do xisto betuminoso. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16, p. 1962-1970, 1982.

POGGIANI, F.; MONTEIRO JÚNIOR, E. S. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (Estado de São Paulo). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 596-602.

PRAZERES, S. do M.; SILVA, M. de F. A. da; NAZARIO, F. G. G.; SOUZA, C. M. R. Produção, acúmulo e decomposição de serrapilheira da vegetação escleromorfa (cerradão) e subxerófila (carrasco) na Chapada do Araripe. Cratoce. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. **Resumos**. Salvador: UFBA: SBB, 1998. p. 312-313.

RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E.; PEREIRA, J. Matéria orgânica em solos de cerrado. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1985/1987**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1991. p. 105-107.

SILVA, I. S. da. **Alguns aspectos da ciclagem de nutrientes em uma área de cerrado (Brasília-DF)**: chuva, produção e decomposição de liter. Brasília: UnB, 1983. 87 p.

SWAMY, H. R.; PROCTOR, J. Litterfall and nutrient cycling in four rain forests in the Sringeri area of the Indian Western Ghats. **Global Ecology and Biogeography Letters**, Oxford, v. 4, p. 155-165, 1994.

VETORAZZO, S. C.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto de três espécies de Eucalyptus. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS: SBEF, 1993. v.1. p. 231-234.

VOGT, K. A.; GRIER, C. C.; VOGT, D. J. Production, turnover and nutrient dynamics of above- and below-ground detritus of world forests. **Advances in Ecological Research**, New York, v. 15, p. 303-366, 1986.