

CICLAGEM DE NUTRIENTES EM FLORESTAS  
IMPLANTADAS DE *Eucalyptus* E *Pinus*  
I. DISTRIBUIÇÃO NO SOLO E NA MANTA \*

J.V. DE C. ROCHA FILHO \*\*

H.P. HAAG \*\*\*

G.D. DE OLIVEIRA \*\*\*

R.A. PITELLI \*\*\*\*

RESUMO

Em dois povoamentos *Pinus taeda* e *Eucalyptus citriodora* de 20 e 24 anos de idade respectivamente situados em um solo podzólico vermelho amarelo variação Laras no Município de Piracicaba, SP (22°43' lat. S, 47°38' long. W a 580 m de altitude, precipitação média anual de 1.170 mm), foram coletadas amostras de solo, folhas e manta orgânica.

Para um melhor conhecimento da mobilidade dos nutrientes as amostras foram divididas em: folhas novas, maduras e velhas, manta superior e inferior, solo superficial (0 - 10 cm) e sub superficial (10 - 20 cm).

---

\* Entregue para publicação em 11/10/1978

\*\* Departamento de Solos da Universidade da Paraíba, PB.

\*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

\*\*\*\* Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, FCAU/UNESP.

Determinaram os teores dos elementos contidos na matéria seca e no solo.

## INTRODUÇÃO

O ciclo de nutrientes constitui-se no painel de controle para produção contínua e equilibrada de florestas implantadas, possibilitando a previsão de situações que poderiam tornar-se críticas a médio e a longo prazo, determinando-se níveis críticos e marginais dos nutrientes minerais (POGGIANI, 1976).

Não se conhece com precisão os efeitos dos reflorestamentos homogêneos sobre as propriedades físicas e químicas do solo. A alta produtividade de florestas implantadas na região tropical e subtropical, levam o silvicultor a promover cortes em ciclos mais curtos o que acarreta um empobrecimento destes solos. Stone & Will, citados por BUNN (1967), observaram que a produtividade do *Pinus* diminuiu quando foram realizadas novas plantações em áreas anteriormente ocupadas pela espécie. BUNN (1971), admite que o declínio da produtividade deve-se a alterações físicas, químicas e biológicas do solo.

Para o *Eucalyptus*, CARTER (1972), observou uma maior produção no segundo corte, havendo uma diminuição sensível a partir do terceiro corte. As conclusões deste autor evidenciam que até a terceira rotação não existe interferência de uma possível alteração das propriedades gerais do solo sobre a produção do povoamento.

Segundo CURLIN (1970), KRAMER & KOSLOWSKI (1970), a retirada de madeira de florestas adultas exporta pouca quantidade de nutrientes do solo, já que a maior quantidade dos nutrientes acha-se contida nas folhas e frutos, os quais periodicamente retornam ao solo.

HAAG *et alii* (1961), mostraram que através do corte das árvores (*E. alba* e *E. grandis*), a grande maioria dos nutrientes é exportada como madeira: 82% do P; 77% do K e 87% do Ca.

METRO & BEAUCOROS (1958), estudaram os efeitos de um povoamento de *E. camaldulensis* e *E. gomphocepha* de 10 anos de idade sobre solos arenosos muito pobres na África. Constataram os autores que as espécies formaram uma mata vegetal de 2 - 4 kg/m<sup>2</sup>; havendo apreciável contribuição do povoamento sobre o perfil do solo, através de um nitido aumento do teor de bases dos horizontes superficiais.

PACIFICO HOMEM (1961), obteve surpreendente melhoria nos teores de matéria orgânica, N, Ca e K em solo cultivado com eucalipto atribuindo o efeito à serrapilheira durante os anos.

O presente trabalho visa dar algumas informações relativas ao ciclo de nutrientes em florestas implantadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

De dois povoamentos situados em um solo podzólico vermelho amarelo Variação Laras (COMISSÃO DE SOLOS, 1960) no Município de Piracicaba\*, SP (22° 43' Lat. S e 47° 38' Long. W, Alt. 580 m; precipitação média anual 1.170 mm; temperatura média mensal 21°C), coletou-se material de *Eucalyptus citriodora* (24 anos de idade) e *Pinus taeda* (20 anos de idade) e amostras do solo. O material coletado constituiu-se de folhas e acículas em 3 estágios de desenvolvimento: novas, maduras e senescentes.

Amostras de manta orgânica foram coletadas em

---

\* GOLFARI, L. (Silv. S. Paulo 6:7-62, 1967), considerou a área inapta para o cultivo de *P. taeda*, o que entretanto não invalida os dados do presente trabalho.

duas profundidades bem como amostras de solo de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm de profundidade. No material vegetal determinou-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn de acordo com as recomendações contidas em SARRUGE & HAAG (1974). O solo foi analisado para o diagnóstico de sua fertilidade de acordo com os métodos descritos em CATANI & JACINTO (1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Efeito da cobertura florestal sobre alguns parâmetros de fertilidade do solo.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados analíticos de alguns parâmetros da fertilidade do solo, com diferentes coberturas de essências florestais. Observa-se que tanto o *Pinus* como o *Eucalyptus* influenciaram positivamente no teor de % C orgânico do solo em ambas as profundidades. As espécies contribuíram para que a camada superficial (0 - 10 cm) apresentasse quase o dobro do teor de matéria orgânica que a camada de 10-20 cm. Ambas as espécies florestais tiveram o mesmo efeito.

A presença do *Eucalyptus* enriqueceu o solo em K em ambas as profundidades. De maneira análoga, foi observada a influência das duas essências sobre o teor de Mg nas camadas do solo. As espécies contribuíram para que a camada superficial apresentasse uma concentração mais elevada deste elemento do que a camada subsequente (10 - 20 cm). As espécies folhosas contribuíram mais para elevação do teor de Mg que a conífera, dados estes, concordes com os de KRAMER & KOSLOWSKY (1960).

O *Pinus* contribuiu para que houvesse um acúmulo de Al trocável na camada de 10 - 20 cm do solo. O *Eucalyptus* apesar de contribuir para uma maior concentração de Al disponível não apresentou ne-

Tabela 1 - Influência da cobertura florestal sobre alguns parâmetros de fertilidade do solo.

Parâmetro	Profundidade da amostragem (cm)					
	<i>Pinus</i>		<i>Eucalyptus</i>		d.m.s. 5%* p/ profundidade	
	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20
% C	0,78	0,32	0,84	0,48	-	-
K <sup>+</sup> emg/100 g	0,10	0,06	0,33	0,21	0,07	0,07
Mg <sup>+2</sup> emg/100 g	0,30	0,22	0,51	0,27	0,11	0,11
Al <sup>+3</sup> emg/100 g	0,80	1,26	1,21	1,23	0,24	-

\* Teste de Tuckey

nhum efeito sobre a presença deste elemento quando em confronto com a conífera.

- Concentração dos nutrientes nas espécies e nas coberturas do solo

Na Tabela 2 estão assinalados os teores dos nutrientes nas diversas partes das espécies, assim como, a concentração dos elementos nas coberturas do solo. Observa-se, que os teores dos nutrientes encontrados nas diversas partes, o *Eucalyptus* contribuiu para uma maior concentração de nutrientes do que o *Pinus*, exceção feita apenas para o Fe, cuja concentração maior é encontrada na conífera.

As concentrações de P, S e Mn não diferiram nas espécies e nem nas coberturas correspondentes.

Observa-se, ainda, interações entre "efeito de espécie X efeito de partes" para as concentrações de K, Mg, B e Fe.

O *Pinus* não apresentou diferenças entretanto as acículas novas e velhas apresentaram teores mais elevados do que nas coberturas. A concentração de K nas acículas maduras não diferiu da concentração deste elemento nas mantas. O *Eucalyptus* apresentou diferenças no teor de K nas folhas na seguinte ordem: folhas novas = folhas maduras > folhas velhas. As folhas são mais ricas em K do que as mantas, sendo que entre elas não houve diferenças na concentração deste nutriente.

Digno de nota é o fato que embora o *Eucalyptus* apresentou maior concentração de K nas folhas do que as acículas do *Pinus*; ambas as espécies tiveram efeito semelhante nas coberturas do solo.

A concentração do Mg nas folhas de *Eucalyptus* não diferiu da manta inferior, embora, tenha sido maior do que nas demais partes. As mantas e as fo

Tabela 2 - Concentração de nutrientes nas folhas e nas mantas do solo.

Essência	Parte analisada	Concentração de nutrientes nas folhas e na manta do solo										
		x (ppm)										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Pinus	Acícula nova	1,16	0,09	0,45	0,29	0,14	0,13	37	5	100	476	23
	Acícula madura	1,06	0,07	0,32	0,50	0,19	0,12	30	3	149	700	23
	Acícula velha	0,81	0,05	0,42	0,57	0,13	0,11	25	5	250	426	20
	Manta superior	0,58	0,03	0,08	0,68	0,11	0,13	25	5	996	803	23
	Manta inferior	0,90	0,04	0,09	0,56	0,09	0,17	19	7	1998	771	38
Eucalyptus	Folha nova	1,71	0,09	1,53	0,46	0,23	0,12	37	11	77	412	27
	Folha madura	1,38	0,10	1,23	0,74	0,16	0,12	52	7	167	725	23
	Folha velha	0,86	0,08	0,86	0,81	0,11	0,10	49	6	131	830	32
	Manta superior	0,80	0,03	0,19	0,85	0,12	0,12	36	11	657	867	47
	Manta inferior	1,14	0,05	0,15	0,86	0,18	0,17	28	13	1359	809	45
d.m.s.	espécie	0,019	-	0,10	0,08	0,01	-	5,04	1,57	127,76	-	4,51
	partes analisadas	0,043	0,35	0,22	0,19	0,04	-	11,32	3,52	286,58	289,66	10,12
5% (Tuckey)	partes	-	-	0,31	-	0,06	-	15,01	-	405,29	-	-
	parte dentro de espécie											
	espécies dentro de partes	-	-	0,22	-	0,04	-	11,28	-	285,68	-	-

lhas maduras não diferiram entre si.

O *Pinus* não apresentou diferenças na concentração de Mg nas acículas. Somente a concentração de Mg nas acículas maduras foi maior do que nas mantas.

O *Eucalyptus* apresentou concentração de B mais elevada nas folhas maduras, velhas e na manta superior do que o *Pinus*. Nas demais partes não houve diferenças entre as espécies. No caso da conífera não foi observada diferença entre as concentrações de B nas acículas e na manta superior. Somente a concentração de B nas acículas novas foi superior a da manta inferior. Nas demais partes não houve diferença quanto ao teor de Fe, observa-se que não houve diferenças entre as partes para as duas espécies exceção feita a cobertura do solo, onde o *Pinus* contribuiu para uma concentração mais elevada que o *Eucalyptus*.

## CONCLUSÃO

Os autores concluíram:

1. O *Eucalyptus citriodora* apresenta-se mais exigente que o *Pinus taeda* em relação aos nutrientes, com exceção feita ao ferro:

2. Tanto o *Eucalyptus citriodora* como o *Pinus taeda* influenciam positivamente no teor porcentual de carbono do solo nas duas profundidades amostradas;

3. O *Eucalyptus citriodora* contribui em maior proporção para enriquecer o solo em potássio e em magnésio. O *P. taeda* contribui para um acúmulo do alumínio trocável na camada de 10 - 20 cm de profundidade do solo;

4. As duas espécies exercem efeitos semelhantes no enriquecimento em potássio na manta orgâni-

ca. O *Pinus taeda* contribue para maior concentração de ferro na manta orgânica.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Gonçalo Mariano da Estação Experimental de Tupí, SP, pelas facilidades concedidas.

#### SUMMARY

##### NUTRIENT CYCLING IN *E. citriodora* AND *P. taeda* I. NUTRIENT DISTRIBUTION IN SOIL.

From a grove of *E. citriodora* (20 years) and *P. taeda* (24 years) site on a red-yellow podzolic (ultisol), at Piracicaba (22° 43' S, 47° 38' W, elev. 1933 ft., av. annual precipit 1,170 mm), SP, Brazil, leaves, litter fall and soil samples (0 - 10 and 10 - 20 cm depth) were collected. Chemical analysis were run for macro and micronutrients, except for Cl and Mo, by conventional modes.

The authors concluded:

1. The *E. citriodora* was better supplied in nutrients than *P. taeda*, except for iron;
2. Both forest species hence the organic carbon content in the soil;
3. *E. citriodora* improved the potassium and magnesium contents in the soil.
4. *P. taeda* improved the available aluminium of the soil;
5. Both forest species henced the potassium content the litter fall;
6. The fall was improved in iron by *P. taeda*.

## LITERATURA CITADA

- BUNN, E.H., 1967. Growth rate, yield and yield production continuous inventory, and changes in productivity. Em "World Symposium on man - made forest and their industrial importance". Vol. 1:573-599 - Canberra Australia.
- CATANI, R.A.; JACINTO, O., 1974. A análise Química para avaliar a fertilidade do solo. Boletim Técnico Científico Nº 37, E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- CARTER, W.C., 1972. Growing and harvesting *Eucalyptus* on short rotations for pulp. *Australian Forestry* 36: 214-225.
- COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamentos do reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura, Centro Nacional de Pesquisas Agrônomicas, Rio de Janeiro.
- CURLIN, T.W., 1970. Nutrient cycling as a factor in site productivity and forest fertilization. Em "Tree growth and Forest soils", Chester, T.Y. & C.B. Daveg (eds.). Oregon State University Press, Oregon, USA.
- HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRº, M.O.C.; VEIGA, A.A., 1961. Composição química do *Eucalyptus alba* e *Eucalyptus grandis* - resultados preliminares - Segunda conferência mundial do Eucalipto 2:1329-1334, São Paulo, Brasil.
- KRAMER, P.J.; KOSLOWSKY, T., 1960. Fisiologia das árvores (Trad. A.M.A. GOMES). Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.
- METRO, A.E.; BEAUCORPS, G. de, 1958. Influência dos povoamentos de *Eucalyptus* sobre a evolução dos solos arenosos do Rharb. *Fertilité* 4: 3-11.
- PACÍFICO HOMEM, V., 1961. A cultura do eucalypto no melhoramento do solo. Segunda Conferência Mundial do Eucalipto. 2:911-925, São Paulo.

---

POGGIANI, F., 1976. Ciclo de nutrientes e produtividade de floresta e implantada. *Silvicultura* 1:45-48.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. *Análise Química em plantas*, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

