

INFLUÊNCIA DO CULTIVO DE *Pinus* SOBRE A MANTA ORGÂNICA E PROPRIEDADES QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO PRIMITIVAMENTE SOB VEGETAÇÃO DE CERRADO

II. EFEITOS SOBRE O pH e TEORES DE H^+ e Al^{+++} DO SOLO*

Márcia Inês Martin-Silveira Lopes**
Marco Antonio de Oliveira Garrido***
Francisco de Assis Ferraz de Mello****

RESUMO

Foram efetuadas determinações de pH, acidez de troca e potencial em amostras de solo coletadas, nas profundidades de 0-30 cm a 30-60 cm, em povoamentos de *Pinus elliottii* (9, 14 e 19 anos), *Pinus taeda* (19 anos) e em uma área adjacente com vegetação natural do tipo cer

* Entregue para publicação em 30/05/84. Parte da Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba-SP.

** Instituto de Botânica de São Paulo. Bolsista do CNPq.

*** Instituto Florestal de São Paulo

**** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, da E.S.A. "Luiz de Queiroz:

rado, em solo Latossolo Vermelho Escuro-fase arenosa, do município de Assis, São Paulo

Conclui-se que o cultivo de *Pinus* tendeu a elevar a acidez do solo (pH, acidez de troca e potencial), não havendo diferenças nesses parâmetros entre os povoamentos de *Pinus* quer de diferentes idades, quer de diferentes espécies.

INTRODUÇÃO

O reflorestamento no Brasil é executado basicamente com espécies de gêneros botânicos quais sejam *Eucalyptus* e *Pinus*. As espécies de *Pinus* são reconhecidamente espécies pouco exigentes às propriedades químicas do solo ou na acepção silvicultural, como essências frugais, encontrando portanto nos cerrados, condições ideais para o seu cultivo, quer pela sua topografia, quer pelas excelentes qualidades físicas bem como pelo regime pluviométrico favorável. Dessa forma a formação de florestas no cerrado atingiu grande expressão territorial.

Considerando a importância territorial alcançada com o cultivo de pináceas nos solos sob a vegetação de cerrado, ressalta ao pesquisador e ao silvicultor a preocupação das possíveis mudanças nos solos de cerrado devido ao cultivo de *Pinus*. POGGIANI (1979), menciona a existência de muitas dúvidas quanto ao valor ecológico das florestas homogêneas de *Pinus*.

O objetivo principal deste trabalho é detectar a influência do cultivo de *Pinus* spp sobre a manta orgânica e as propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro, mais especificamente sobre o pH e os teores de

H^+ e Al^{+3} de um solo da região de Assis - Estado de São Paulo.

REVISÃO DE LITERATURA

O pH do solo, de certa forma, reflete as suas propriedades químicas e as propriedades químicas da matéria orgânica depositada como serapilheira. Geralmente coníferas, tais como o *Pinus*, aumentaram mais a acidez do solo que florestas de folhosas (SPURR & BURTON, 1973).

A ocorrência de pH baixo, em solos sob coníferas, é bem conhecida e a menor retirada de bases do solo, principalmente do cálcio, por esse grupo de plantas e, obviamente, com menor retorno ao solo deste elemento, via folhagem, tem sido a explicação dada por vários autores (BARROS & BRANDI, 1975; MESSENGER *et alii*, 1978).

Abaixamento do pH devido ao plantio de *Pinus* foi comprovado por vários autores; entre eles JONES e RICHARDS (1977), sob *Pinus elliottii* com 32 anos, plantados em áreas anteriormente ocupadas por florestas naturais de Eucalipto. Ressaltam que, de todas as propriedades estudadas somente o pH foi consideravelmente afetado pela mudança de vegetação.

Resultados semelhantes foram obtidos por ROLFE e BOGGESS (1973), ao compararem os valores de pH sob *Pinus carinata* de 35 anos, com os encontrados em áreas degradadas e florestas de folhosas nativas.

Também TOSIN (1977), nos Estados do Paraná e Santa Catarina, encontrou abaixamento do pH e conseqüentemente aumento no teor de alumínio trocável, devido à substituição de mata nativa, principalmente por *Pinus elliottii*. BARROS e BRANDI (1975), com a mesma espécie cultivada em

solos de pastagens, obtiveram, aos 8 anos, resultados semelhantes.

Em solos arenosos na Califórnia, ZINKE (1982) encontrou valores de pH próximos de 5,7, em solos sob cobertura de *Pinus contorta* com 45 anos, e de 7,2, no mesmo solo, sem cobertura.

HAAG et alii (1978) compararam solos com *Pinus taeda* aos 20 anos e sem cobertura florestal. Os dados desses autores mostram que, nas áreas reflorestadas, houve aumento dos teores de hidrogênio potencial e alumínio trocável e decréscimo do pH.

LEPSCH (1980), comparando solos cultivados com *Pinus*, há mais de 8 anos, e áreas adjacentes, com vegetação natural do tipo cerrado, observou que os primeiros apresentavam valores mais elevados de alumínio trocável e mais baixos de pH, não encontrando diferenças nos teores de hidrogênio potencial. Resultados semelhantes foram obtidos por PAULA SOUZA e PAULA SOUZA (1981) comparando solos sob floresta pura de *Pinus elliotti* de 12 anos com vegetação de campo.

Segundo MESSENGER et alii (1978), o teor de alumínio trocável na superfície dos solos, pode se alterar rapidamente com uma mudança de vegetação. Os dados coletados pelos autores mostram que, até 10 cm, o alumínio trocável do solo foi significativamente aumentado e o pH reduzido durante 16 anos com plantações de *Pinus* quando comparadas com florestas nativas e áreas degradadas adjacentes.

Não obstante, a maioria dos trabalhos evidenciem decréscimo do pH devido ao plantio de *Pinus*, HAMILTON (1965), na Austrália, não encontrou mudanças significativas até 31 anos após a implantação de *Pinus radiata*, em substituição a comunidades florestais de Eucalipto. Resultados semelhantes foram obtidos por LANE (1975), 7 anos após a conversão de florestas de folhosas para *Pinus*.

Pinus taeda e por BROADFOOT (1951) ao comparar o pH do solo sob *Pinus taeda* aos 15 anos, com o obtido sob vegetação herbácea adjacente.

Conclui-se, da revisão bibliográfica efetuada, que os efeitos de povoamentos de *Pinus*, sobre a acidez do solo, variam em função de vários fatores, o que indica a importância da pesquisa em cada local de interesse, uma vez que é impossível, até o momento, fazer uma generalização válida para todas as condições.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-30 cm e 30-60 cm, em povoamentos de *Pinus elliottii* (9, 14, 19 anos), *Pinus patula* (19 anos), *Pinus taeda* (19 anos) e em uma área adjacente com vegetação natural do tipo cerrado, situados em solo Latossolo Vermelho Escuro-fase arenosa, pertencentes a Estação Experimental de Assis do Instituto Florestal, no município de Assis, São Paulo (22°35' Lat. S., 50°25' Long. W. 550 m).

No laboratório, as amostras foram secas ao ar e passadas por peneira de malha com 2 mm de abertura e determinados os teores de: Al^{3+} trocável, extraído com solução normal de KCl; H^+ potencial, extraído com solução neutra e normal de acetato de cálcio e o valor pH lido em potenciômetro, em solução aquosa, na proporção de 1:1,5 (CATANI & JACINTHO, 1974).

Para comparar diferenças entre profundidades os dados foram analisados pelo teste F, sendo que o esquema estatístico utilizado foi inteiramente casualizado.

Para comparar as diferenças, entre as vegetações

estudadas, dentro de cada profundidade, os dados foram analisados pelo teste Kruskal-Wallis (não paramétrico), conforme CAMPOS (1979).

A seguir foi utilizado o método das comparações múltiplas (aproximação para grandes amostras), para localizar as diferenças significativas entre pares de tratamentos, segundo CAMPOS (1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos Sobre o pH do Solo

Observando os dados da Tabela 1, verifica-se que há diferenças significativas no valor pH entre as profundidades de 0-30 a 30-60 cm em *Pinus elliottii* com 19 anos e *Pinus taeda* com a mesma idade.

Nesses tratamentos o pH foi significativamente menor na profundidade de 0-30 cm. Este fato vem de encontro com as afirmações de CHALLINOR (1968) de que as espécies florestais, por terem um folheto mais ácido, geralmente acidificam mais a superfície do solo.

Nos tratamentos *Pinus elliottii* com 9 anos e 14 anos, *Pinus patula* e cerrado, as diferenças entre as duas profundidades não são significativas.

BARROS & BRANDI (1975) também não constataram mudanças no pH até 60 cm de profundidade em *Pinus elliottii* com 8 anos de idade. O mesmo foi verificado por HAINES & CLEVELAND (1981), com a mesma espécie aos 14 anos.

Tabela 1. Valores médios de pH nas profundidades de 0-30 e 30-60 cm, média de 4 repetições.

TRATAMENTOS	PROFUNDIDADE CM		F	C.V. %
	0-30	30-60		
t ₁ - <i>P.elliottii</i> - 9 anos	5,18	5,15	0,04 n.s.	3,51
t ₂ - <i>P.elliottii</i> - 14 anos	5,00	5,15	3,85 n.s.	2,13
t ₃ - <i>P.elliottii</i> - 19 anos	5,07	5,38	30,85**	1,46
t ₄ - <i>P.taeda</i> - 19 anos	5,00	5,10	5,99*	1,14
t ₅ - <i>P.patula</i> - 19 anos	4,93	5,05	2,42 n.s.	2,28
t ₆ -cerrado	5,30	5,53	5,65 n.s.	2,47
KRUSKAL-WALLIS	11,31*	16,78*		
COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS	n.s.	t ₆ ≠ t ₅		

n.s. - não significativo

* - significativo a 5%

** - significativo a 1%

CHALLINOR (1968) em *Pinus resinosa* e *Pinus strobus* com 30 anos, ROLFE & BOGGESS (1973) em *Pinus cchinata* com 35 anos, e ALBAN (1974) em *Pinus resinosa* com mais de 50 anos, também não verificaram variação no pH com a profundidade.

Não se verifica, pela Tabela 1, decréscimo do pH com a profundidade do solo, conforme foi observado por HAMILTON (1965) em *Pinus radiata* com 29 anos, METZ et alii (1966) em *Pinus taeda* com 5 anos, WELL E JORGENSEN (1975) em *Pinus taeda* com 20 anos, e MESSENGER et alii

(1978) em *Pinus resinosa*, *Pinus strobus* e *Pinus banksiana* com 16 anos.

Os *Pinus* se comportaram de modo a causar a acidificação do solo. No entanto, apesar do cerrado ser o tratamento que apresentou o maior pH em ambas as profundidades, não diferiu estatisticamente dos outros povoamentos estudados na camada de 0 a 30 cm.

Na profundidade de 30 a 60 cm, o cerrado diferiu apenas de *Pinus patula* que apresentou, entre todos os tratamentos, o menor pH.

Embora a maioria dos trabalhos consultados evidenciem decréscimo do pH, devido ao plantio de *Pinus*, HAMILTON (1965) em *Pinus radiata* até 31 anos e LANE (1975) em *taeda* com 7 anos, também não encontraram mudanças significativas no pH do solo sob esses *Pinus* plantados em substituição a florestas naturais.

Não se observa, pela Tabela 1, variações com a idade das plantações. O mesmo foi verificado por VEIGA et alii (1977) em povoamentos de *Pinus elliottii*, com a idade variando entre 7 e 13 anos, na Estação Experimental de Assis.

Entretanto, contrariam os resultados de WELLS & JORGENSEN (1975) em *Pinus elliottii*, que constataram decréscimo do pH com a idade das plantações de *Pinus*.

Os solos de cerrado normalmente já são de pH baixo e o florestamento com pináceas, ao que parece pelos resultados obtidos, mostram uma tendência para maior acidificação.

Efeitos Sobre o Teor de Alumínio Trocável - Al³⁺

Observando os dados da Tabela 2, verifica-se que os teores de alumínio da camada de 0 a 30 cm são estatisticamente superiores aos da profundidade de 30 a 60 cm nos tratamentos: *Pinus elliottii* com 9, 14 e 19 anos e cerrado. Resultados semelhantes foram obtidos por BARROS & BRANDI (1975) e PAULA SOUZA & PAULA SOUZA (1981) em *Pinus elliottii* com 8 e 12 anos respectivamente.

Nos tratamentos *Pinus taeda* e *Pinus patula*, os teores de alumínio não diferiram estatisticamente entre as duas profundidades. No entanto, HAAG et alii (1978) e ROCHA FILHO et alii (1978), em *Pinus taeda* com 20 anos, encontraram um acúmulo de alumínio trocável na camada 10-20 cm.

Nota-se que, em relação ao *Pinus elliottii* nas três idades, as concentrações de alumínio foram estatisticamente superiores na profundidade de 0-30 cm.

Constata-se que, embora nem sempre significativa, há uma tendência do alumínio trocável se acumular mais na camada superior, o que concorda com as observações relativas a pH e hidrogênio potencial (Tabela 1 e 3).

Foram encontradas, nas duas profundidades maiores teores de alumínio nos solos com *Pinus* do que no de cerrado. No entanto diferiram estatisticamente do cerrado apenas *Pinus patula*, *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* com 14 anos na profundidade de 0-30 cm, *Pinus patula* e *Pinus taeda* na profundidade de 30-60 cm.

Os teores de alumínio trocável no solo sob os *Pinus* foram praticamente o dobro dos encontrados no solo sob cerrado.

Aumento no teor de alumínio trocável no solo devido ao plantio de *Pinus* também foram observados por BAR-

Tabela 2. Valores médios de Al^{+3} trocavel (e.mg/100g de terra) nas profundidades de 0-30 e 30-60 cm, média de 4 repetições.

TRATAMENTOS	PROFUNDIDADE cm		F	C.V.%
	0-30	30-60		
t_1 - <i>P.elliottii</i> - 9 anos	1,41	1,18	17,64**	6,10
t_2 - <i>P.elliottii</i> - 14 anos	1,66	1,38	13,22*	7,10
t_3 - <i>P.elliottii</i> - 19 anos	1,35	0,92	35,91**	8,83
t_4 - <i>P.taeda</i> - 19 anos	1,65	1,57	0,52n.s.	8,77
t_5 - <i>P.patula</i> - 19 anos	1,70	1,61	0,85n.s.	8,81
t_6 -cerrado	0,79	0,59	20,46**	8,80
KRUSKAL-WALLIS	18,40**	20,96**		
COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS	$t_5 \neq t_6$	$t_5 \neq t_6$		
	$t_2 \neq t_6$	$t_4 \neq t_6$		
	$t_4 \neq t_6$			

n.s. - não significativo

* - significativo a 5%

** - significativo a 1%

ROS & BRANDI (1975) em *Pinus elliottii* com 8 anos, TOSIN (1977) em *Pinus elliottii*, HAAG et alii (1978) em *Pinus taeda* com 20 anos, MESSENGER et alii (1978) em *Pinus resinosa*, *Pinus strobus* e *Pinus banksiana* com 16 anos, LEPSCH (1980), em plantações com mais de 8 anos e PAULA SOUZA & PAULA SOUZA (1981) em *Pinus elliottii* com 12 anos.

Pelos resultados obtidos, verifica-se que o florescimento com pináceas em solo de cerrado, aumentou sensivelmente o alumínio trocável do solo.

Efeitos sobre a acidez potencial - H^+

Em todos os tratamentos analisados, com exceção apenas do *Pinus taeda*, foram encontradas diferenças significativas entre as duas profundidades. A concentração de hidrogênio, contida na Tabela 3, revelou ser significativamente superior na camada de 0-30 cm.

PAULA SOUZA & PAULA SOUZA (1981) também observaram decréscimo nos teores de hidrogênio potencial com a profundidade dos solos em plantação de *Pinus elliottii* com 12 anos.

O solo sob cerrado foi o que apresentou menos hidrogênio potencial em ambas as profundidades. De um modo geral, esses resultados concordam com os apresentados relativos aos valores de pH (Tabela 1). Na profundidade de 0-30 cm ele diferiu estatisticamente do *Pinus elliottii* com 14 anos e *Pinus taeda*, estando o *Pinus patula* bem próximo do nível de significância. Na profundidade de 30-60 cm, o cerrado diferiu desses mesmos tratamentos.

Esses resultados concordam com HAAG et alii (1978) ao constatarem aumento do hidrogênio potencial em áreas reflorestadas com *Pinus*. No entanto, LEPSCH (1980), com parando locais cultivados com *Pinus* há mais de 8 anos, com áreas adjacentes com vegetação natural do tipo cerrado, não encontrou diferenças significativas nos teores de hidrogênio tanto na profundidade 0-20 cm como na da 60-80 cm.

O que se observa é que o plantio de *Pinus* em solos sob vegetação de cerrado aumentou o teor de hidrogênio potencial destes solos.

Tabela 3. Valores médios de H⁺ potencial (e.mg/100g de terra) nas profundidades de 0-30 e 30-60 cm, média de 4 repetições

TRATAMENTOS	PROFUNDIDADE cm		F	C.V.%
	0-3	30-60		
t ₁ - <i>P.elliottii</i> - 9 anos	4,53	3,65	17,02**	7,36
t ₂ - <i>P.elliottii</i> - 14 anos	6,09	4,94	16,85**	7,18
t ₃ - <i>P.elliottii</i> - 19 anos	4,50	2,73	54,41**	9,35
t ₄ - <i>P.taeda</i> - 19 anos	5,57	5,41	0,25n.s.	8,19
t ₅ - <i>P.patula</i> - 19 anos	5,55	5,07	6,85*	4,92
t ₆ -cerrado	2,64	2,02	26,99**	7,19
KRUSKAL-WALLIS	19,51**	20,28**		
COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS	t ₂ ≠t ₆	t ₄ ≠t ₆		
	t ₄ ≠t ₆	t ₅ ≠t ₆		
		t ₂ ≠t ₆		

n.s. - não significativo

* - significativo a 5%

** - significativo a 1%

CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi realizado chega-se às seguintes conclusões:

a) Povoamentos de *P.elliottii*, *P.taeda* e *P.patula* até a idade de 19 anos, tendem a baixar o pH do solo

de cerrado e aumentar os teores de alumínio trocável e hidrogênio potencial;

b) Em todos os locais estudados o solo apresenta, na profundidade de 0-30 cm, menores valores de pH, em função dos maiores teores de alumínio e hidrogênio, invertendo-se esta situação na camada de 30-60 cm;

c) Não há diferenças nos parâmetros de solo estudados entre os povoamentos de *Pinus*, quer de diferentes espécies, quer de diferentes idades.

SUMMARY

INFLUENCE OF *Pinus* CULTIVATION ON THE LITTER AND CHEMICAL PROPERTIES OF A DARK RED LATOSOL FORMELY UNDER SAVANNAH SOIL. II. EFFECTS ON THE pH AND AMOUNTS OF H^+ AND Al^{+++} FROM THE SOIL

The pH, exchange and potential acidity were determined in soil samples taken at depths of 0-30 cm and 30-60 cm, under *Pinus elliottii* (19, 14 and 19 years old), *Pinus patula* (19 years old), *Pinus taeda* (19 years old) and under native "cerrado" vegetation at an adjacent area. The samples were collected in a Dark-red Latossol in Assis City, São Paulo State, Brazil.

The effects of *Pinus* cover were an increase in soil acidity (pH, exchange and potential acidity). No differences were found among soil under *Pinus* stands, neither of different ages nor of different species.

LITERATURA CITADA

- ALBAN, D.H., 1974. **Soil Variation and sampling Intensity under red pine and aspen in Minnesota.** Minnesota. USDA, Forest Service. 10p. (Research paper, NC-106).
- BARROS, N.F. e R.M. BRANDI, 1975. **Influência de três espécies florestais sobre a fertilidade de solo de pastagem em Viçosa, M.G.** *Brasil Florestal*, Rio de Janeiro, 6(21): 24-29.
- BROADFOOT, W.M., 1957. **Soil rehabilitation under eastern redcedar and loblolly pine.** *Journal of Forestry*, Washington, 49(11): 780-781.
- CAMPOS, H., 1979. **Estatística experimental não paramétrica.** 3ª Ed. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Matemática e Estatística. 343p.
- CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. **Avaliação da Fertilidade do Solo, Métodos de análise.** Piracicaba, *Livro ceres*, 61p.
- CHALLINOR, D., 1968. **Alteration of surface soil characteristics by four tree species.** *Ecology*, Brooklin, 49(2): 286-290.
- HAAG, H.P., J.V.C. ROCHA FILHO e G.D. OLIVEIRA, 1978. **Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*. II. Contribuição de nutrientes na manta. O solo,** Piracicaba, 70(2): 28-31.
- HAINES, S.G. e G. CLEVELAND, 1981. **Seasonal variation in properties of five forest soil in Southwest Georgia** *Journal Science Society of America*, Madison, 45: 139:143.
- HAMILTON, C.D. 1965. **Changes in the soil under *Pinus radiata*.** *Australian Forestry*, Melbourne, 29:275-289.

- JONES, J.M. e B.N. RICHARDS, 1977. Changes in the Microbiology of eucalypt forest soils following reafforestation with exotic pines. *Australian Forest Research*, Canberra, 7: 229-240.
- LANE, C.L., 1975. Forest stand conversion from hardwoods to pines; effects on soil nutrients, microorganisms and forest floor weigh during the first seven years. *Forest Science*, Washington, 21(2): 155-159.
- LEPSCH, I.F., 1980. Influência do cultivo de *Eucalyptus* e *Pinus* nas propriedades químicas de solos sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 4: 103-107
- MESSENGER, A.S., J.R. KLINE e D. WILDEROTTER, 1978. Aluminun biocycling as a factor in soil change. *Plant and soil*, The Hague, 49: 703-709. (short communication).
- METZ, L.J., C.G. WELLS e B.F. SWINDEL, 1966. Sampling soil and foliage in a pine plantation. *Proceedings Soil Science Society of America*, Madison, 30: 397-399.
- PAULA SOUZA, D.M. e M.L. PAULA SOUZA, 1981. Alterações provocadas pelo florestamento de *Pinus* sp. na fertilidade de solos da região da LAPA-PR. *Revista Floresta*, Rio de Janeiro, 12(2): 36-52.
- POGGIANI, F., 1979. Deposição mensal de acículas e de nutrientes em plantações homogêneas de *Pinus oocarpa* *Pinus caribea* var. *hondurensis*. *Piracicaba*, 7: 12-19.
- ROCHA FILHO, J.V.C., H.P. HAAG, G.D. OLIVEIRA e R.A. PITELLI, 1978. Ciclagem de nutrientes em floresta implantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*. I. Distribuição no solo e na manta. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz, Piracicaba*, 35:113-123. (no prelo).
- ROLFE, G.L. e W.R. BOGGESS, 1973. Soil condition under

old field and forest cover in Southern Illinois. Proceedings Soil Science Society of America, Madison, 37: 314-318

SPURR, S.H. e V.B. BURTON, 1973. Forest Ecology. New York. The Ronald Press. 571p.

TOSIN, J.C., 1977. Influência do *Pinus elliottii*, Engelm. da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze e mata nativa sobre a atividade da microflora do solo. Revista Floresta, Rio de Janeiro, 8(1): 73-74.

VEIGA, A.A., J.E.R. VEIGA, O.S. LIMA e G.S. PINHEIRO, 1977. Macronutrientes e alumínio em povoamentos de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Boletim Técnico. Instituto Florestal, São Paulo, n. 27. 13p.

WELLS, C.G. e J.R. JORGENSEN, 1975. Nutrient cycling in loblolly pine plantations. In: BERNIER, B. e C.H. WINGET, ed. Forest soils and forest land management. Quebec, Les Presses de L'Université Laval. p.317-158.

ZINKE, P.J., 1962. The pattern of influence of individual forest trees on soil properties. Ecology, Brooklyn, 43(1): 130-133.