

Pedro Joaquim da Costa Muniz * *
Giampiero Baldanzi * *
Sylvio Péllico Netto * *

SUMMARY

This paper presents the results of a fertilizer trial with NPK in PINUS ELLIOTTI and PINUS TAEDA in the experimental farm of the University of Paraná located in Piraquara, in a grassland area characteristic of the first plateau of Paraná State. The experiment was designed as a 3³ factorial with some confounded interactions. It was established in July, 1965, and the mensurations reported here were made in July, 1972, when the trees were seven years old. The fertilizers were applied in the holes at the planting time. Statistical analysis revealed a significant effect of the treatments upon height and diameter growth of the trees. The effect of P alone was beneficial and significant but when combined with K or N the effects were not significantly different from the controls. N appeared to depress the effect of P. Current literature leads the authors to conclude that the negative effect of N on diameter and height growth may be due to the inhibition of symbiotic mycorrhizal infections of the root system, resulting in the interference of the proper assimilation of the tricalcic form of P. Finally, the diameter and height growth of PINUS TAEDA was observed to be superior to the PINUS ELLIOTTI.

1. INTRODUÇÃO

A aceleração do processo industrial, que logo após-guerra se fez sentir em todas as nações do mundo, refletiu-se de forma extraordinária e imediata nos setores ligados à indústria florestal, em consequência da escassez da madeira no mercado internacional.

A demanda e as necessidades sempre maiores de matéria-prima florestal, precipitou o lançamento de intensos programas nacionais de reflorestamento, atingindo também o Brasil, onde a exploração do seu patrimônio natural ocorria sem maiores preocupações de proteção ou de recuperação.

Várias medidas foram então tomadas pelo governo brasileiro, que estabeleceu a obrigatoriedade de reposição do que vinha sendo derrubado, instituindo, cerca do ano de 1965, incentivos ao florestamento e reflorestamento, proporcionados através de descontos no imposto de renda devido.

Resultou dessa extraordinária resolução do governo, enorme estímulo às atividades florestais, que por sua vez e por

razões óbvias, encontrou extremas dificuldades no campo prático do reflorestamento, pela escassez de conhecimentos da ciência florestal em seus múltiplos e variados aspectos.

A formação de técnicos florestais em nível superior, com a criação de Faculdades de Florestas foi uma das medidas preliminares tomadas para contornar as deficiências existentes no campo da participação humana, com o objetivo de ampliar os trabalhos experimentais que, até então, vinham sendo conduzidos em ritmo e processos inadequados, relativamente aos problemas a solucionar constantemente.

Os resultados ora apresentados são, precisamente, consequência dos primeiros anos de atuação da antiga ESCOLA NACIONAL DE FLORESTAS, criada e organizada no Brasil sob auspícios da FAO em convênio com o governo brasileiro.

2. MÉTODO E MATERIAIS

O ensaio está sendo conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Paraná, situada no Município de

* Trabalho apresentado no VII Congresso Florestal Mundial em Buenos Aires, Argentina, em outubro de 1972.

* * Professores do Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná, de, respectivamente, Silvicultura, Melhoramento Florestal e Inventário Florestal.

Piraquara, distante de Curitiba, Capital do Estado, 20 Km, numa área de campos nativos do primeiro planalto paranaense.

O solo do local enquadrado dentro da unidade "Rubrozem", apresenta o horizonte A muito desenvolvido, escuro, rico em matéria orgânica e nitrogênio total. Suas condições físicas são boas, mostrando textura e estrutura favoráveis ao bom desenvolvimento das plantas. Quimica-

mente, evidencia uma acidez elevada, uma capacidade de troca muito boa, um baixo teor em cálcio, potássio e magnésio e, portanto, uma baixa saturação percentual de bases e um elevado teor de hidrogênio trocável. O conteúdo em fósforo evidenciado na análise foi insignificante. A área mostrou-se bastante uniforme e os resultados analíticos médios para os diversos horizontes foram:

	entre 2 a 25 cm	de 25 a 50 cm	abaixo de 50 cm
pH	4,38	4,38	4,42
Matéria Orgânica %	4,37	2,28	1,51
Nitrogênio total %	0,17	0,10	0,07
P (me PO_4 /100g)	0,07	0,05	0,05
K (me K/100 g)	0,12	0,08	0,06
Ca (me Ca/100 g)	0,40	0,35	0,30
Mg (me Mg/100 g)	0,13	0,06	0,06
H (me H/100 g)	19,80	15,80	11,37
Soma das bases trocáveis (S) me/100 g)	0,65	0,49	0,42
Capacidade de troca (Tc) m/100 g	20,45	16,31	11,79
Saturação de bases (V%)	3,2	3,2	3,7

O ensaio obedeceu a um esquema fatorial 3^3 no qual se compararam todas as combinações dos três principais elementos da fertilidade, NPK, cada qual em três níveis. Os 27 tratamentos foram distribuídos em três blocos, repetidos duas vezes, com nove canteiros, havendo confundimento de algumas interações triplas.

Cada canteiro, em forma retangular, recebeu 108 plantas num espaçamento de 2x2m; as duas filas externas de todos os lados foram deixadas de bordadura assim que, para fins estatísticos, as observações se limitaram às 40 plantas centrais.

O terreno do ensaio não foi arado, mas tão somente limpo com roçadeira mecânica e as mudas foram plantadas em covas de 30 cm de profundidade por 25 cm de diâmetro, abertas na primeira quinzena do mês de abril de 1965, ocasião em que foi posto em cada cova, um quilo-grama de calcário dolomítico. A aplicação dos adubos foi feita quase um mês após, de 21 a 23 de maio de 1965.

Como fonte de nitrogênio foi usado o sulfato de amônia (20% de N); o fósforo foi aplicado metade em forma prontamente aproveitável, usando-se o superfosfato simples (20% de P_2O_5) e metade

em forma insolúvel em água, como fosfato de Olinda (30% de P_2O_5). O potássio foi aplicado em forma de cloreto (60% de K_2O).

A distribuição dos fertilizantes foi feita por cova que, para os diversos níveis e de acordo com o plano, receberam as seguintes quantidades:

- a) para o nitrogênio:
 - nível 0: sem adubo
 - nível 1: com 100 g de sulfato de amônia;
 - nível 2: com 200 g. de sulfato de amônia.
- b) para o fósforo:
 - nível 0: sem adubo;
 - nível 1: com 50 g de superfosfato simples e 33 g de fosfato de Olinda;
 - nível 2: com 100 g de superfosfato simples e 66 g de fosfato de Olinda;
- c) para o potássio:
 - nível 0: sem adubo;
 - nível 1: com 33 g de cloreto de potássio;
 - nível 2: com 66 de cloreto de potássio.

As sementes de *Pinus elliottii* como as de *Pinus taeda* foram obtidas da Georgia (USA). As mudas foram produzidas no viveiro da própria Escola, sendo a semeadura executada em outubro de 1964.

O plantio de campo, em raiz nua, foi realizado em 24 e 25 de maio de 1965, poucos dias depois da aplicação dos adubos. Isso ocasionou um grave transtorno, pois registrou-se um elevado número de falhas nos canteiros que haviam recebido fertilizantes, devido ao seu efeito prejudicial sobre as raízes. Por esta razão, as falhas tiveram de ser replantadas o que ocorreu na segunda quinzena de julho.

Para contornar os efeitos primários do adubo, a terra das covas foi revolvida sendo aberto um orifício para colocar a muda, pondo ao redor da mesma uma pequena quantidade de terra sem adubo, com o objetivo de isolar as raízes do contato direto com os fertilizantes. Tal como foi feito na primeira vez, as mudas foram plantadas em raiz nua sendo que, no mesmo dia, e, em alguns subsequentes, foram regadas para permitir um bom contato com o solo.

Após o plantio procurou-se manter ao redor de cada muda uma área livre de vegetação invasora de, aproximadamente, 50 cm de diâmetro.

Em março de 1966, toda a área foi novamente roçada mecanicamente e em agosto do mesmo ano foi repetida a adubação em cobertura, conforme o plano, distribuindo os fertilizantes em tórno das plantas, previamente coroadas, respeitando uma distância mínima de cerca de 20 cm do seu caule. O enterrio dos adubos foi feito com o auxílio de enxada.

3. RESULTADOS:

Os dados que apresentamos a seguir se referem às medições realizadas em julho de 1972, isto é, sete anos após o plantio.

De modo geral, a percentagem de sobrevivência foi plenamente satisfatória, raramente descendo abaixo de 9% e, na maioria dos casos, ficando compreendida entre 95 e 100%.

A análise estatística mostrou um erro experimental muito baixo, dando grande precisão aos resultados. O coeficiente de variação oscilou entre 3 e 4%. No quadro nº 1 são apresentados os valores "F" de Snedecor relativos aos efeitos dos três elementos estudados e suas interações no que concerne a altura e diâmetro das duas espécies em observação.

Quadro nº 1 — Resultados da análise da variância

Causa da Variação	Valores "F"			
	Pinus elliottii		Pinus taeda	
	altura	DAP	altura	DAP
N	10,06 ***	5,74 *	13,99 ***	14,31 ***
N'	18,22 ***	8,45 *	22,27 ***	28,61 ***
N''	N. S.	N. S.	5,71 *	N. S.
P	4,56 *	4,00 *	21,44 ***	34,32 ***
P'	5,71 *	6,64 *	41,06 ***	63,19 ***
P''	N. S.	N. S.	N. S.	5,45 *
K	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
K'	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
K''	N. S.	N. S.	4,72 *	N. S.
NP	2,75 *	4,67 *	N. S.	N. S.
N'P'	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
N'P''	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
N''P'	5,85 *	12,98 ***	N. S.	N. S.
N''P''	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
NK	3,48 *	N. S.	N. S.	4,12 ***
N'K'	N. S.	N. S.	N. S.	5,73 *
N'K''	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
N''K'	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
N''K''	11,58 ***	7,61 ***	7,59 ***	10,56 ***
PK	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
P'K'	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
N'K''	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
P'K'	N. S.	N. S.	N. S.	6,28 *
P''K''	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
Coef. Variação	3,67%	4,08%	3,46%	3,15%

*** Significativo no nível de 1% de probabilidade.

* Significativo no nível de 5% de probabilidade.

· Efeito linear.

” Efeito quadrático.

Quadro nº 2 — *Pinus elliottii*

Valores médios para a altura e diâmetro dos efeitos simples e das interações bifatoriais.

ALTURA EM METROS

NP

P	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	7,39	7,50	7,15	7,34
1	7,97	7,39	7,44	7,60
2	8,85	7,40	7,44	7,56
Média	7,74	7,43	7,34	—

NK

K	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	7,82	7,19	7,24	7,41
1	7,62	7,75	7,34	7,57
2	7,76	7,35	7,45	7,52

PK

K	P		
Níveis	0	1	2
0	7,24	7,50	7,51
1	7,48	7,62	7,60
2	7,31	7,68	7,57

DIÂMETRO EM CENTÍMETROS

NP

P	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	13,16	13,71	12,96	13,27
1	14,33	13,22	13,56	13,70
2	14,33	13,25	13,68	13,75
Média	13,94	13,39	13,40	—

NK

K	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	13,95	13,06	13,21	13,41
1	13,75	13,95	13,46	13,71
2	14,12	13,17	13,53	13,61

PK

K	P		
Níveis	0	1	2
0	12,92	13,58	13,72
1	13,62	13,83	13,71
2	13,29	13,70	13,84

Quadro nº 3 — Pinus taeda

Valores médios para a altura e diâmetro dos efeitos simples e das interações bifatoriais.

ALTURA EM METROS

NP

P	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	7,98	7,81	7,51	7,77
1	8,53	7,93	8,08	8,18
2	8,67	8,19	8,26	8,37
Média	8,39	7,98	7,95	—

NK

K	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	8,35	7,80	7,94	8,03
1	8,37	8,31	8,00	8,82
2	8,46	7,83	7,91	8,07

PK

K	P		
Níveis	0	1	2
0	7,62	8,16	8,13
1	7,84	8,38	8,46
2	7,85	8,01	8,34

DIÂMETRO EM CENTÍMETRO

NP

P	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	13,31	12,96	12,26	12,84
1	14,17	13,56	13,36	13,70
2	14,19	13,96	13,77	13,97
Média	13,89	13,49	13,13	—

NK

K	N			Média
Níveis	0	1	2	
0	13,71	13,15	13,33	13,40
1	13,76	13,97	13,07	13,60
2	14,19	13,36	12,98	13,51

PK

K	P		
Níveis	0	1	2
0	12,61	13,75	13,83
1	12,94	13,98	13,88
2	12,98	13,36	14,20

O efeito do nitrogênio foi negativo em ambas as espécies, tanto sobre o crescimento em altura como em diâmetro. Conforme se observa nos quadros nº 1, 2 e 3, este alcançou sempre uma alta significância estatística, sendo que a componente linear foi a principal causa da variação. Em outras palavras, o nitrogênio resultou prejudicial às plantas numa relação direta com a quantidade aplicada.

A presença do fósforo foi benéfica. As árvores acusaram um maior crescimento bem expressivo do ponto de vista estatístico, principalmente no *Pinus taeda*. Também para este elemento o efeito linear foi preponderante, o que quer dizer que a reação das árvores foi proporcional ao adubo aplicado.

A resposta das duas espécies ao potássio foi muito fraca, não alcançando a significância estatística. De qualquer maneira, tanto para o crescimento em altura como em diâmetro, ela mostrou uma tendência quadrática, isto é, foi mais evidente no nível 1, decrescendo para o nível 2. Tal efeito quadrático chegou a ser estatisticamente válido, para 5% de probabilidade, no *Pinus taeda* no que concerne a altura das plantas.

A interação entre nitrogênio e fósforo foi não significativa para o *Pinus taeda* porém significativa para o *Pinus elliottii* quer para a altura como para o diâmetro. Decompondo sua variação nos seus diversos componentes, notou-se que a interação entre o efeito quadrático do nitrogênio e o efeito linear do fósforo foi a que se destacou.

O nitrogênio e o potássio acusaram uma interação significativa no que diz respeito à altura das plantas do *Pinus elliottii* e altamente significativa quanto ao diâmetro do *Pinus taeda*. Isolando a variação em seus graus de liberdade individuais, resultou significativa, em todos os casos, a interação entre os efeitos quadráticos dos dois elementos. No que concerne ao crescimento em diâmetro do *Pinus taeda* resultou também significativa a interação entre os efeitos lineares dos dois elementos, isto é, houve uma ação negativa acentuada quando a nitrogênio e o potássio estavam presentes nas doses mais altas.

Enfim, a interação entre o fósforo e o potássio foi totalmente insignificante em qualquer caso. Decompondo a varia-

ção entre seus quatro graus de liberdade, alcançou a significância ao nível de 5% de probabilidade a interação entre o efeito quadrático do fósforo e o linear do potássio com relação ao crescimento em diâmetro do *Pinus taeda*. Em outras palavras, na ausência de potássio uma dose de fósforo foi tão eficiente quanto à dose mais alta; na presença de potássio a resposta do fósforo foi mais evidente na dosagem maior.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos confirmaram as previsões no que concerne ao fósforo. Em geral, todos os solos do Paraná são pobres com relação a este elemento e sua benéfica ação sobre os vegetais é um fato normal. Praticamente, até nas "terras roxas" do norte do Estado o uso de adubos fosfatados é imprescindível.

A fraca resposta ao potássio, apesar do mesmo ser deficiente no solo, também não surpreendeu, pois isto vem sendo constatado em nosso ambiente com quase todas as espécies agrícolas.

Aliás, a ação favorável do fósforo e a ineficiência do potássio sobre o desenvolvimento dos pinhos está amplamente documentada na literatura silvicultural, dispensando qualquer comentário.

O que, pelo contrário, era imprevisto foi o comportamento das plantas face ao nitrogênio. Se o efeito tivesse sido insignificante a justificativa poderia ser encontrada no fato de que o solo onde o ensaio está instalado apresentou-se rico em matéria orgânica na análise química. Entretanto, foi sua ação negativa que surpreendeu. Em verdade, porém, a pesquisa bibliográfica mostrou que o fenômeno já havia sido constatado por vários autores.

A resposta dos pinhos ao nitrogênio depende de como e quando é aplicado e, ainda, do objetivo da adubação. Nas áreas de produção de sementes (seed stands) ou nos arboretos para sementes (seed orchards) o nitrogênio tem ocasionado a formação de uma maior quantidade de estróbilos femininos e, conseqüentemente, um aumento na produção de sementes. Quando, porém, a finalidade é a de produzir madeira, existem divergências. Muitos investigadores o consideram como o elemento de ação preponderante no cres-

cimento das árvores. Isto, porém, contrasta com as evidências de outros. Um exame do assunto mostra que a origem das divergências encontra-se na maneira em que o adubo foi aplicado. Quando o foi em cobertura, em povoamentos bem desenvolvidos, o nitrogênio atuou favoravelmente. Aplicado nas covas, no plantio, seu efeito é prejudicial, especialmente se o foi em forma amoniacal e, mais ainda, em forma nítrica. Isso foi observado por Hughes e Jackson (5), Maftoun e Pritchett (7) e Pritchett e Llewellyn (8) com o *Pinus elliottii* e por Linnartz, Choong e Underwood (6) e Richards (9) com o *Pinus taeda* e, finalmente, foi o que resultou no presente ensaio.

Maftoun e Pritchett (7) justificaram o efeito negativo do nitrogênio sobre as mudas de *Pinus elliottii* como sendo devido à interferência deste elemento sobre a disponibilidade do fósforo. Blatt (2) notou também uma ação negativa do nitrogênio em altas concentrações sobre o *Pinus rigida* a qual era evitada com aplicações de fósforo. Isso daria apoio ao trabalho de Van Goor (11) o qual, num estudo com o larício japonês, ressaltou a necessidade de uma conveniente relação N/P para que o desenvolvimento daquela espécie se processa a contento; quanto menor foi a disponibilidade de P, maior foi o prejuízo aumentando as quantidades de N aplicadas.

Bengston e Voigt (1), em suas investigações sobre a nutrição de mudas de *Pinus elliottii*, encontram igualmente um efeito antagônico de altas concentrações de N, K, e Ca sobre a absorção do P, bem como a ação negativa das mesmas sobre o desenvolvimento de micorrizas nas raízes das plântulas. Este último fenômeno foi discutido também por Richards e Wilson (10), os quais mostraram que a presença de micorrizas sobre as raízes de mudas de *Pinus caribaea* se reduzia à proporção que aumentava o conteúdo de nitratos no solo. A existência desta relação inversa entre a disponibilidade de nutrientes e a presença de micorrizas nas raízes dos *Pinus sp.* tem sido ressaltada por diversos autores. Aliás, Hatch (4), ainda em 1937, já apontava o estado de nutrição das plantas, especialmente no que concerne ao N, P e K, como um fator que condiciona a formação das micorrizas; esta sofre uma forte redução quan-

do a concentração interna de tais nutrientes aumenta e quando não se encontram num equilíbrio conveniente. Fowells e Kraus (3) observaram que a aplicação de altas doses de N inibia a formação de micorrizas em plantas de *Pinus taeda*, mas não havia interferência de N sobre a absorção do fósforo aplicado em forma prontamente aproveitável.

No ensaio aqui apresentado, o fósforo foi aplicado metade em forma solúvel (superfósforo) e metade em forma insolúvel (fósforo natural). Na ausência de N, o P manifestou uma plena ação proporcionando os maiores incrementos, em altura e diâmetro, tanto no *Pinus elliottii* como no *P. taeda*; em presença de nitrogênio a ação do fósforo continuou evidente, porém menos expressiva do que na ausência do azoto.

Alicerçando-se sobre as evidências da bibliografia, tal comportamento se justifica admitindo-se que o N, com sua ação negativa sobre o desenvolvimento das micorrizas, impossibilitou o aproveitamento do P aplicado em forma insolúvel para o que a atuação das micorrizas teria sido de grande auxílio. Naturalmente, esta é uma suposição, visto que não houve tempo para se constatar o grau de infecção de micorrizas nas raízes. De qualquer maneira, ficou confirmado o efeito negativo do N sobre as duas espécies em observação, o que nos leva, de imediato, a uma recomendação de grande valor prático, a saber, não aplicar adubos azotados nas covas no plantio.

Outra informação ocasional diz respeito à superioridade do *Pinus taeda* sobre o *Pinus elliottii*, especialmente no que concerne o crescimento em altura, cujas médias foram, respectivamente, 8,11 m e 7,50 m.

5. AGRADECIMENTOS

A execução do experimento contou com os auspícios e a colaboração do Instituto Brasileiro de Potassa que participou, inclusive, com recursos financeiros, tornando possível a sua instalação. Igualmente, os autores não podem deixar de lembrar o professor Vollrat von Deichmann, técnico da FAO, idealizador do projeto. Os trabalhos de campo foram realizados com a participação e colaboração dos alunos Carlos Eduardo Lima de Haro,

Flávio Felipe Kirchner e Ricardo Araujo Rego. A bibliotecária, Srta. Lea Terezinha Belczak, pelo seu auxílio na pesquisa bibliográfica.

6. RESUMO

São apresentados os resultados obtidos num ensaio de adubação NPK com *Pinus elliottii* e *P. taeda* que está sendo realizado no município de Piraquara, zona de campos nativos do primeiro planalto paranaense. Foi usado um delineamento fatorial 3³, com algumas interações triplas confundidas. O experimento foi efetuado em julho de 1965, com os adubos aplicados nas covas. Aqui são objeto de consideração as medições executadas em julho de 1972, quando as plantas estavam com 7 anos de idade. A análise estatística evidenciou um efeito significativo e ao mesmo tempo danoso do nitrogênio no que se refere ao crescimento das árvores em altura e diâmetro. Bem evidente e be-

néfica foi a ação do fósforo, enquanto que a resposta à presença do potássio foi inexpressiva. O efeito do fósforo foi bem claro na ausência do nitrogênio, ocasião em que proporcionou as melhores médias em altura e diâmetro para ambas as espécies. Em presença de nitrogênio, o fósforo continuou manifestando sua ação, porém as médias alcançadas não chegaram a ser aquelas registradas na ausência daquele elemento. Baseados na bibliografia, os autores justificam a ação negativa do azoto pelo seu efeito inibidor na formação das micorrizas sobre as raízes das plantas, que não permitiu um aproveitamento satisfatório do fósforo aplicado em forma tricálcica. Disso concluiu-se haver inconveniência em se aplicar nitrogênio nas covas no plantio. Outra informação que ressalta da comparação do comportamento das duas espécies é a superioridade do *Pinus taeda* sobre o *Pinus elliottii* em nosso meio.

7 LITERATURA CITADA

1. BENGTSON, G.W. & VOIGT, G.K. A greenhouse study of relations between nutrient movement and conversion in a sandy soil and the nutrition on slash pine seedlings. *Proceedings. Soil Science Society of America*, 26: 609-12, 1962.
2. BLATT, C.R. Nitrogen-phosphorus relationships in the nutrition of pitch pine (*Pinus rigida* Mill.) Resumo em: *Forestry Abstracts*, 26: 533, 1965. /Ph.D. Dissertations/.
3. FOWELLS, H.A. & KRAUSS, R.W. The inorganic nutrition of loblolly pine and virginia pine with special reference to nitrogen and phosphorus. *Forest Science*, 5: 95-112, 1959.
4. HATCH, A.B. The physical basis of mycotrophy in *Pinus*. *Black Rock Forest Bulletin*, 6, 1937.
5. HUGHES, R.H. & JACKSON, J.E. Fertilization of young slash pine in a cultivation plantation. *Station Paper. Southeastern Forest Experiment Station*, 148, 1962.
6. LINNARTZ, N.E.; CHOONG, E.T. & UNDERWOOD, P. Diameter growth, specific gravity, and tracheid length in four-year-old loblolly pine in response to fertilizer treatment. *LSU Forestry Note*, 90, 1970.
7. MAFTOUN, M. & PRITCHETT, W.L. Effect of added nitrogen on the availability of phosphorus to slash pine on two lower coastal plain soils. *Proceedings. Soil Science Society of America*, 34: 685-90, 1970.
8. PRITCHETT, W.L. & LLEWELLYN, W.R. Response of slash pine (*Pinus elliottii* var. *elliottii*) to phosphorus in sandy soils. *Proceedings. Soil Science Society of America*, 30: 509-12, 1966.
9. RICHARDS, B.N. Fertilizer requirements of *Pinus taeda* L. in the coastal lowlands of subtropical Queensland. *Bulletin. Department of Forestry, Queensland*, 16, 1961.
10. ——— & WILSON, G.L. Nutrient supply and mycorrhiza development in Caribbean pine. *Forest Science*, 9: 405-12, 1963.
11. VAN GOOR, C.P. The phosphate requirements of trees and phosphate fertilizing in the forest. *Het Thomasmeel*, 11, 251-57, 1955.