

## A ADUBAÇÃO ACELERADA O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAÇÕES DE *Pinus caribaea* VAR. *bahamensis*

J.W. Simões (\*)

H. A. Mello (\*)

J. Macarenhas Sobrinho (\*\*)

H. T. Z. Couto (\*\*\*)

### 1. INTRODUÇÃO

A intensificação do manejo florestal como meio de favorecer o desenvolvimento, a produtividade e a rentabilidade das florestas, tem compelido silvicultores e pesquisadores florestais a encarar de modo mais crítico. a produção florestal em relação ao solo.

Como nem sempre as produções condizem com a aparente aptidão do solo para as espécies em cultivo, muitos técnicos começam a considerar de forma objetiva a necessidade de nutrientes pelas essências florestais.

Nos florestamentos com pinos no Brasil, as considerações acima não foram bem compreendidas de início. Talvez por serem os pinos menos exigentes em qualidades de solo, que as folhosas, desenvolvendo-se de forma aceitável mesmo nos solos mais pobres e defectivos, generalizou-se o conceito de que as espécies do gênero *Pinus*, introduzidas e cultivadas em nosso meio, poderiam, a curto prazo, dar origem nesses solos a florestas altamente produtivas.

Há, no entanto, interêsse real por informações que possibilitem melhorar as condições de desenvolvimento e de utilização do meio pelas espécies florestais, e de modo particular em relação à fertilidade do solo.

Êste trabalho relata os resultados obtidos com o emprêgo de fertilizantes minerais sôbre o desenvolvimento de ***Pinus caribaea* var. *bahamensis***, plantado em solo de cerrado do Estado de São Paulo.

### 2. REVISÃO DA LITERATURA

Tecendo considerações sôbre aspectos econômicos da aplicação de fertilizantes em florestas, WALKER e MOSS (1961) são de opinião que, embora as respostas obtidas no crescimento físico possam parecer justificar o emprêgo de algum fertilizante em particular, falhas na consideração de aspectos econômicos podem arruinar os resultados obtidos.

Partindo do conhecimento de que o preço da terra para a implantação de florestas tem aumentado durante os últimos anos no sul dos Estados Unidos enquanto o preço dos fertilizantes tem permanecido relativamente estável, admitem que a fertilização poderá promover um aumento de volume de madeira a um preço igual ou menor que o preço da terra necessária para produzir aquêle mesmo volume de madeira.

---

(\*) Departamento de Silvicultura - ESALQ-USP.

(\*\*) Gerente do Departamento Florestal da Champion Celulose S.A.

(\*\*\*) Técnico do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

OSARA (1968) admite que para conseguir produção de madeira em alto nível, não é possível ignorar, por mais tempo, a necessidade de praticar uma fertilização florestal adequada. O autor salienta que para alcançar esse objetivo são necessárias maiores informações sobre as circunstâncias sob as quais a fertilização será uma operação rentável, que, na atualidade, vem conquistando uma posição marcante entre as práticas silviculturais em uso em inúmeros países.

SALONEN (1968) salienta que a Finlândia é o país que conta com maior superfície recoberta por florestas da Europa. A produção dessas florestas é de 42 milhões de m<sup>3</sup> por ano e, durante mais de 10 anos, a extração tem sido superior ao crescimento vegetativo. Nos intentos realizados para incrementar a produção de madeira foi dedicado considerável empenho à fertilização das florestas. Ressalte que sob forma ampla a aplicação de fertilizantes às florestas se iniciou em 1000. Em 1961 foram adubados 2.000 hectares de florestas e em 1966 essa cifra alcançou 50.000 hectares.

O informe da JUNTA ECONÔMICA, publicado em 1965, assinala que a área a adubar deve aumentar gradualmente para atingir 1 milhão de ha em 1975, estimando que essa quantidade aumentaria o crescimento vegetativo das florestas finlandesas em 12 milhões de metros cúbicos de madeira por ano.

Outros aspectos da produção de madeira têm sido examinados por pesquisadores em diferentes regiões do globo.

Assim, os efeitos do cultivo e da fertilização sobre a sobrevivência e o crescimento em altura de **P. palustris** Mill, **P. elliottii** Engelm. e **P. taeda** L. no sul do Mississippi foram estudados por SMITH e SCHMIDTLING (1970). Constataram esses autores que o cultivo aumentou a altura de **P. elliottii** e **P. taeda**, em cerca de 60 cm, à idade de 5 anos e de mais de 30 cm no caso do **P. palustris**.

A aplicação de uma fórmula de adubação com NPK aumentou substancialmente o crescimento em altura das três espécies. Três doses foram usadas: 100 kg de N, 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg de K<sub>2</sub>O por acre constituindo o nível um. A dose 2 foi o dobro e a dose 3 foi quatro vezes maior que a primeira. As diferenças de crescimento em altura como consequência das doses de fertilização foram pequenas, sendo estatisticamente significantes somente para o **P. elliottii**. Aos cinco anos, o **P. taeda** nas parcelas adubadas apresentava as árvores mais altas dentre as 3 espécies com um crescimento médio no último ano de 1,65 m. A altura média alcançada pelo **P. taeda** era de 5,15 m aos 5 anos.

Resultados alcançados por engenheiros florestais de 10 Companhias de celulose e papel, do sudeste dos Estados Unidos da América do Norte, sob a coordenação de PRITCHETT e SMITH (1969) permitiu afirmar ser possível alcançar significativos aumentos no desenvolvimento de árvores de **P. taeda** e de **P. elliottii** pela aplicação de fertilizantes fosfatados em plantações novas dessas espécies. A fosforita (rock phosphate) mostrou-se tão efetiva quanto o superfosfato nos solos arenosos e ácidos quando aplicada em doses correspondentes a 3 vezes o nível de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> usado, que varia de 60 a 110 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> usado, que varia de 60 a WILL (1965) trabalhando com **P. radiata** na parte norte da North Island, Nova Zelândia, concluiu que uma tonelada de superfosfato por acre aplicada a plantações deficientes em fósforo resultava em altas concentrações de fósforo na folhagem, na casca e seiva das plantas. Na casca viva, os níveis de N, K e Mg também aumentaram. Conclui que a aplicação de meia a uma tonelada de superfosfato por acre é suficiente para imprimir vigoroso crescimento aos povoamentos com deficiência de fósforo. Na opinião do autor, menores quantidades serão, provavelmente suficientes para

assegurar o crescimento em plantações que não tenham degenerado ao estágio de morte dos ramos ponteiros e de grande redução da copa.

Um estudo sobre a influência da fertilização no rendimento e qualidade da celulose obtida de coníferas foi conduzido por JENSEN e colaboradores (1967), na Finlândia. Um considerável aumento de crescimento das árvores foi conseguido pelo efeito simultâneo da drenagem e fertilização. O rendimento de celulose por metro cúbico sólido de madeira das coníferas estudadas não diminuiu por efeito da fertilização.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1.1 - Material**

##### **3.1.1 - Localização**

A área utilizada para a instalação do experimento situa-se a 47° 05' de longitude oeste de Greenwich e 25° 46' de latitude sul, fazendo parte das terras do Hôrto «Areia Branca», de propriedade da Champion Celulose S.A., no município de Casa Branca, Estado de São Paulo, em altitude de 670 m.

##### **3.1.2 - Solo**

O solo utilizado no experimento é um latosol vermelho-amarelo fase arenosa (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), profundo, bem drenado, de classe textural barro argilo-arenosa, ácido e de baixa fertilidade.

Os resultados de análises de solo coletado no local do experimento podem ser assim resumidos:

pH: 4,6

m.o. : 1,135%

N total: 0,077%

Teores trocáveis em m.e./100g de terra:

$P0_4^{++}$  : 0,054

$K^+$  : 0,075

$Ca^{++}$  : 0,48

$Mg^{++}$  : 0,32

##### **3.1.3 - Relêvo**

O projeto experimental ocupa parte de extensa área de terras de relêvo normal, suavemente ondulado.

##### **3.1.4 -Clima**

Pela carta climática do Estado de São Paulo, organizada por GODOY e ORTOLANI (sem data), com base no Sistema de Köppen, o clima da região do experimento é do tipo Cwa, em que a precipitação do mês mais sêco é inferior a 30 mm, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a

18°C. A precipitação média anual é de 1.232 mm, concentrando-se nos meses de verão, outubro a março, quando chega a chover mais de 1.000 mm. A estação seca ocorre entre os meses de abril a setembro, sendo julho e agosto os meses em que atinge maior intensidade. O déficit hídrico é de 50 a 80 mm anuais.

### **3.1.5 - Preparo do Solo**

O solo foi arado e gradeado para a instalação do experimento. A seguir, o terreno foi dividido em parcelas de acordo com o esquema adotado para o experimento, procedendo-se à distribuição do calcário nas parcelas que deveriam recebê-lo.

### **3.1.6 - Escolha da espécie e obtenção das mudas**

A espécie escolhida para a instalação do ensaio foi **Pinus caribaea** Morelet var. **bahamensis**. As mudas foram formadas em torrão-paulista com sementes procedentes das Ilhas Bahamas (New Providence e Abaco) e tinham cerca de 25 cm à época do plantio.

### **3.1.7 - Fertilizantes**

Os fertilizantes usados foram o sulfato de amônio (20% de N), o superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$ ) e o cloreto de potássio (60% de  $K_2O$ ).

O calcário dolomítico foi aplicado a lanço, à razão de 3 toneladas por hectare e incorporado por meio de uma gradagem. Pela análise continha 33% de CaO, 8% de MgO, resultantes de 59% de  $CaCO_3$  e 16% de  $MgCO_3$ .

## **3.2 - Métodos**

### **3.2.1 - Plano do experimento**

O ensaio obedeceu ao esquema fatorial  $3 \times 3 \times 3 \times 2$ , para N, P, K e calcário, com 2 repetições dos 54 tratamentos em blocos de 18 parcelas e com confundimento de 2 graus de liberdade da interação  $N \times P \times K$ . De cada parcela, contendo 100 plantas (10 x 10) apenas as 36 centrais foram utilizadas na obtenção de dados.

Em razão do espaçamento adotado 3 x 2 m, a área ocupada, por parcela, foi de 600 m<sup>2</sup>, dando para um bloco, uma área de 10.800 m<sup>2</sup> e para o experimento 64.800 m<sup>2</sup>.

### **3.2.2 - Fertilização**

Na fertilização o nitrogênio foi fornecido como sulfato de amônio nas doses 0, 30 e 60 kg de nitrogênio por hectare, correspondendo a 0, 18 e 36 g por planta. O fósforo, usado nas doses 0, 50 e 100 kg de  $P_2O_5$  por hectare, ou seja, 0, 30 e 60 g por planta, foi fornecido como super-fosfato simples. O potássio sob a forma de cloreto, foi aplicado nas doses de 0, 20 e 40 kg de  $K_2O$  por hectare, correspondendo a 0, 12 e 24 g por planta.

Os fertilizantes foram aplicados em sulcos, distribuindo-se, em cada 2m de sulco, a dose correspondente a uma planta.

O calcário foi aplicado a lanço conforme registrado anteriormente.

O plantio foi realizado no decorrer do mês de janeiro de 1968. Como medida preventiva à ação predadora dos cupins subterrâneos, foi feita a aplicação de 4-5g de Aldrin 5% hidrocarboneto clorado, por planta, em polvilhamento no local de plantio.

A partir da instalação do experimento rigorosa vigilância foi estabelecida visando impedir a danificação das plantas pelas formigas cortadeiras (*Atta spp*).

### 3.2.3 - Mensurações

Quando as plantas completaram um ano de idade foi realizada a primeira mensuração de altura. A partir do segundo ano, as medições passaram a compreender alturas e diâmetro das árvores medidos a 1,30 m de altura do solo (D.A.P.)

## 4. RESULTADOS

### 4.1 - Desenvolvimento em altura

#### 4.1.1. - Idade: 1 ano

Os dados relativos ao desenvolvimento em altura e sua respectiva análise aparecem nos Quadros de números I a IV.

#### Quadro I - Alturas médias por tratamento expressos em m, à idade de 1 ano

Tratamento	Altura	Tratamento	Altura	Tratamento	Altura
0001	0,89	0011	0,95	0020	0,78
1011	0,98	2210	1,13	2011	0,92
2200	1,06	2000	0,74	1001	1,03
1100	1,06	1020	0,86	0110	1,13
1221	1,16	1200	1,18	1210	1,20
0120	1,06	2121	1,13	0201	1,23
2020	0,95	1111	1,18	2221	1,24
0210	1,12	0220	1,26	2101	1,18
2111	1,16	0101	1,18	1120	1,14
0000	0,76	1201	1,23	2220	1,12
0211	1,15	2211	1,27	1211	1,23
1010	0,86	1110	1,15	2010	0,78
1220	1,12	2120	1,12	0111	1,18
1101	1,11	2001	0,99	1000	0,78
2201	1,16	1021	1,07	1121	1,20
0121	1,15	0100	1,01	0200	1,09
2110	1,07	0221	1,13	2100	1,06
2021	1,02	0010	0,76	0021	0,93

## Quadro II - Análise de variância

Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Nitrogênio (N)	2	170,71	4,33*
Fósforo (P)	2	8.188,61	208,10**
Potássio (K)	2	147,32	3,74*
Cálcio (Ca)	1	2.635,39	6,69**
Interação (NxP)	4	49,06	1,24
Interação (NxK)	4	22,95	
Interação (PxK)	4		0,58
Interação (CaxN)	2	54,96	1,40
Interação (CaxP)	2	15,61	0,39
Interação (CaxK)	2	314,95	8,00**
Outras interações	26	114,59	2,91
Tratamentos	(51)	438,44	11,14**
Blocos	5	110,02	2,80*
Resíduo	51	39,35	
Total	107		

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade

S = 0,006 m

C.V. 5,89%

As médias para os níveis de N, P e K todas com erro padrão + 0,01 m, são:

$N_0 = 1043$

$P_0 = 0,891$

$K_0 = 1,041$

$N_1 = 1,086$

$P_1 = 1,126$

$K_1 = 1,068$

$N_2 = 1,060$

$P_2 = 1,172$

$K_2 = 1,080$

As médias para os níveis de Ca com erro padrão + 0,0085 m, são:

$Ca_0 = 1,01$

$Ca_1 = 1,11$

Média geral = 1,063m

Aplicação do teste de Tukey aos contrastes entre duas médias.

Amplitudes mínimas significativas:

$\Delta$  a 5% = 0,035 m

$\Delta$  a 1% = 0,045 m

	$N_1 = 1,086$	$N_2 = 1,060$	$N_0 = 1,043$
$N_1 = 1,086$	-	0,026	0,043*
$N_2 = 1,060$	-	-	0,017
$N_0 = 1,043$	-	-	-
	$P_2 = 1,172$	$P_1 = 1,126$	$P_0 = 0,891$
$P_2 = 1,172$	-	0,046**	0,281**
$P_1 = 1,126$	-	-	0,235**
$P_0 = 0,891$	-	-	-
	$K_2 = 1,080$	$K_1 = 1,068$	$K_0 = 1,041$
$K_2 = 1,080$	-	0,012	0,039*
$K_1 = 1,068$	-	-	0,027
$K_0 = 1,041$	-	-	-

### Quadro III - Desdobramento dos graus de liberdade da interação P x Ca

Causa de Variação	G. L.	Q. M.	F
Níveis de P dentro Ca <sub>0</sub>	2	5.857,65	148,86*
Níveis de P dentro Ca <sub>1</sub>	2	2.645,91	67,24**
Resíduo	51	39,35	

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade

### Quadro IV - Desdobramento dos graus de liberdade da interação Ca x P.

Causa de Variação	G. L.	Q. M.	F
Níveis de Ca dentro P <sub>0</sub>	1	2.486,69	63,19**
Níveis de Ca dentro P <sub>1</sub>	1	500,27	12,71**
Níveis de Ca dentro P <sub>2</sub>	1	278,33	7,07*
Resíduo	51	39,35	

Ca<sub>0</sub> P<sub>0</sub> = 0,808 m

Ca<sub>0</sub> P<sub>1</sub> = 1,089 m

Ca<sub>0</sub> P<sub>2</sub> = 1,144 m

Ca<sub>1</sub> P<sub>0</sub> = 0,974 m

Ca<sub>1</sub> P<sub>1</sub> = 1,164 m

Ca<sub>1</sub> P<sub>2</sub> = 1,200 m

#### 4.1.2 - Idade: 2 anos

**Quadro V** - Alturas médias por tratamento, expressas em metros

Tratamento	Altura	Tratamento	Altura	Tratamento	Altura
0001	3,23	0011	3,46	0020	2,82
1011	3,56	2210	3,64	2011	3,35
2200	3,59	2000	2,63	1001	3,53
1100	3,47	1020	3,04	0110	3,72
1221	4,01	1200	3,73	1210	3,83
0120	3,59	2121	3,88	0201	4,06
2020	3,12	1111	3,85	2221	4,18
0210	3,71	0220	4,15	2101	3,84
2111	3,88	0101	3,82	1120	3,65
0000	2,78	1201	4,00	2220	3,66
0211	3,85	2211	4,16	1211	4,08
1010	2,94	1110	3,00	2010	3,13
1220	3,73	2120	3,68	0111	3,93
1101	3,59	2001	3,31	1000	2,65
2201	3,86	1021	3,58	1121	3,89
0121	3,76	0100	3,27	0200	3,26
2110	3,40	0221	3,76	2100	3,22
2021	3,53	0010	2,80	0021	3,39

**Quadro VI** - Análise da variância

Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Nitrogênio (N)	2	0,055	1,16
Fósforo (P)	2	4,622	97,68**
Potássio (K)	2	0,413	8,73**
Cálcio (Ca)	1	4,095	86,54**
Interação (NxP)	4	0,019	0,40
Interação (NxK)	4	0,011	0,83
Interação (PxK)	4	0,0052	0,11*
Interação (NxCa)	2	0,016	0,34
Interação (PxCa)	2	0,196	4,14*
Interação (KxCa)	2	0,124	2,62
Outras interações	26	0,0503	1,02
Tratamentos	(51)	0,322	6,55**
Blocos	5	0,130	2,75*
Resíduos	51	0,0492	
Total	107		

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

S = 0,22

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 6,23%

As médias para os níveis de N, P e K, tôdas com êrro  $\pm 0,04$  m, são:

$$N_0 = 3,52$$

$$P_0 = 3,16$$

$$K_0 = 3,44$$

$$N_1 = 3,60$$

$$P_1 = 3,67$$

$$K_1 = 3,61$$

$$N_2 = 3,56$$

$$P_2 = 3,85$$

$$K_2 = 3,64$$

As médias para os níveis de Ca com êrro padrão  $\pm 0,03$  m são:

$$Ca_0 = 3,37$$

$$Ca_1 = 3,76$$

Média geral = 3,56 ± 0,02

Aplicação do teste de Tukey aos contrastes entre duas médias.  
Amplitudes mínimas significativas:

$\Delta$  a 5% = 0,14 m

$\Delta$  a 1% = 0,17 m

	$P_2 = 3,85$	$P_1 = 3,67$	$P_0 = 3,16$
$P^2 = 3,85$	-	0,18**	0,69**
$P_1 = 3,67$	-	-	0,51**
$P_0 = 3,16$	-	-	-

	$K_2 = 3,64$	$K_1 = 3,61$	$K_0 = 3,44$
$K^2 = 3,64$	-	0,03	0,20**
$K_1 = 3,61$	-	-	0,17**
$K_0 = 3,44$	-	-	-

**Quadro VII** - Desdobramento dos graus de liberdade da interação P x K.

Causa de Variação	G. L.	Q. M.	F
Níveis de K dentro $P_0$	2	0,222	4,51*
Níveis de K dentro $P_1$	2	0,660	13,42**
Níveis de K dentro $P_2$	2	0,089	1,81
Resíduo	51	0,049	

$K_0P_0 = 3,02$  cm  
 $K_0P_1 = 3,54$  cm  
 $K_0P_2 = 3,75$  cm

$K_1P_0 = 3,21$  cm  
 $K_1P_1 = 3,73$  cm  
 $K_1P_2 = 3,88$  cm

$K_2P_0 = 3,25$  cm  
 $K_2P_1 = 3,74$  cm  
 $K_2P_2 = 3,92$  cm

**Quadro VIII** - Desdobramento dos graus de liberdade da interação P x Ca.

Causa de Variação	G. L.	Q. M.	F
Níveis de P dentro $Ca_0$	2	3,347	68,31**
Níveis de P dentro $Ca_1$	2	1,471	30,02**
Resíduo	51	0,049	

**Quadro IX** - Desdobramento dos graus de liberdade da interação Ca x P.

Causa de Variação	G. L.	Q. M.	F
Níveis de Ca dentro $P_0$	1	2,817	57,28**
Níveis de Ca dentro $P_1$	1	0,899	18,27**
Níveis de Ca dentro $P_2$	1	0,772	15,69**
Resíduo	51	0,0492	

$Ca_0 P_0 = 2,88$  cm  
 $Ca_0 P_1 = 3,51$  cm  
 $Ca_0 P_2 = 3,70$  cm

$Ca_1 P_0 = 3,44$  cm  
 $Ca_1 P_1 = 3,83$  cm  
 $Ca_1 P_2 = 4,00$  cm

## 4.2 - Desenvolvimento em diâmetro

**Quadro X** - Diâmetros médios por tratamento, expressos em cm. Idade 2 anos.

Tratamento	Diâmetro	Tratamento	Diâmetro	Tratamento	Diâmetro
0001	4,00	0011	4,45	0020	3,05
1011	4,75	2210	4,65	2011	4,15
2200	4,60	2000	2,85	1001	4,30
1100	4,30	1020	3,55	0110	4,50
1221	5,45	1200	4,80	1210	4,90
0120	4,50	2121	5,10	0201	5,35
2020	3,45	1111	5,25	2221	5,65
0210	4,80	0220	5,40	2101	5,05
2111	5,20	0101	4,85	1120	4,50
0000	2,80	1201	5,30	2220	4,50
0211	5,30	2211	5,70	1211	5,50
1010	3,10	1110	4,80	2010	3,00
1220	4,55	2120	4,75	0111	5,05
1101	4,60	2001	4,20	1000	2,75
2201	4,95	1021	4,50	1121	5,15
0121	5,25	0100	4,00	0200	3,75
2110	4,10	0221	5,20	2100	3,60
2021	4,70	0010	3,05	0021	3,80

**Quadro XI** - Análise da variância.

Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Nitrogênio (N)	2	0,24	1,76
Fósforo (P)	2	17,27	126,98**
Potássio (K)	2	1,63	11,98**
Cálcio (Ca)	1	21,60	158,82**
Interação (NxP)	4	0,06	0,48
Interação (NxK)	4	0,09	0,66
Interação (PxK)	4	0,03	0,21
Interação (NxCa)	2	0,12	0,88
Interação (PxCa)	2	0,85	6,25**
Interação (KxCa)	2	0,20	1,48
Outras interações	26	0,15	1,10
Tratamentos	(51)	1,31	9,63**
Blocos	5	0,47	3,46**
Resíduos	51	0,14	
Total	107		

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

S = 0,37

C.V. = 8,24%

As médias, para os níveis de N, P e K, tôdas com êrro padrão  $\pm 0,05$  cm, são:

$$N_0 = 3,52$$

$$P_0 = 3,69$$

$$K_0 = 4,22$$

$$N_1 = 4,56$$

$$P_1 = 4,70$$

$$K_1 = 4,57$$

$$N_2 = 4,46$$

$$P_2 = 5,02$$

$$K_2 = 4,61$$

As médias, para os níveis de Ca, tôdas com êrro padrão  $\pm 0,05$  cm, são:

$$Ca_0 = 4,02$$

$$Ca_1 = 4,92$$

$$\text{Média geral} = 4,47 \pm 0,03$$

Aplicação do teste de Tukey aos contrastes entre duas médias.  
Amplitudes mínimas significativas:

$\Delta$  a 5% = 0,21

$\Delta$  a 1% = 0,26

	$P_2 = 5,02$	$P_1 = 4,70$	$P_0 = 3,69$
$P^2 = 5,02$	-	0,32**	1,33**
$P_1 = 4,70$	-	-	1,01**
$P_0 = 3,69$	-	-	-
	$K_2 = 4,61$	$K_1 = 4,57$	$K_0 = 4,22$
$K^2 = 4,61$	-	0,04	0,39**
$K_1 = 4,57$	-	-	0,35**
$K_0 = 4,22$	-	-	-

**Quadro XII** - Desdobramento dos graus de liberdade da interação P x Ca.

Causa de Variação	G. L.	Q. M.	F
Níveis de P dentro $Ca_0$	2	12,75	94,44**
Níveis de P dentro $Ca_1$	2	10,65	39,44**
Resíduo	51	0,135	

**Quadro XIII** - Desdobramento dos graus de liberdade da interação Ca x P

Causa de Variação	G. L.	Q. M.	F
Níveis de Ca dentro $P_0$	1	14,63	112,54**
Níveis de Ca dentro $P_1$	1	4,62	35,54**
Níveis de Ca dentro $P_2$	1	4,62	35,54**
Resíduo	51	0,13	

$Ca_0 P_0 = 3,07$  cm

$Ca_0 P_1 = 4,34$  cm

$Ca_0 P_2 = 4,62$  cm

$Ca_1 P_0 = 4,32$  cm

$Ca_1 P_1 = 5,05$  cm

$Ca_1 P_2 = 5,38$  cm

**Quadro XIV** - Volumes cilíndricos médios, por tratamento, expresos em dm<sup>3</sup>. Idade 2 anos  
- *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

Tratamento	Volumes	Tratamento	Volumes	Tratamento	Volumes
0001	4,15	0011	5,43	0020	2,06
1011	6,33	2210	6,18	2011	4,02
2200	5,86	2000	1,67	1001	5,13
1100	5,07	1020	3,01	0110	5,90
1221	9,35	1200	6,74	1210	7,22
0120	5,75	2121	8,04	0201	9,12
2020	3,08	1111	9,51	2221	10,60
0210	6,73	0220	9,60	2101	7,78
2111	7,04	0101	7,07	1120	6,03
0000	2,10	1201	8,90	2220	5,87
0211	8,56	2211	10,64	1211	9,74
1010	2,30	1110	6,55	2010	2,41
1220	6,09	2120	6,53	0111	8,15
1101	6,02	2001	4,58	1000	1,64
2201	7,05	1021	5,68	1121	8,10
0121	8,16	0100	4,11	0200	3,61
2110	4,48	0221	8,20	2100	3,38
2021	6,14	0010	2,05	0021	3,84

**Quadro XV** - Análise dos volumes cilíndricos.

Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Nitrogênio (N)	2	2,60	1,88
Fósforo (P)	2	162,12	117,48**
Potássio (K)	2	15,93	11,54**
Cálcio (Ca)	1	187,39	136,22**
Interação (NxP)	4	0,42	0,30
Interação (NxK)	4	1,65	1,20
Interação (PxK)	2	0,88	0,64
Interação (NxCa)	4	0,75	0,54
Interação (PxCa)	2	0,25	0,18
Interação (KxCa)	2	1,11	0,80
Outras interações	26	2,34	1,70
Tratamentos	(51)	22,72	16,46**
Blocos	5	5,46	3,96**
Resíduos	51	1,38	
Total	107		

\*\* significativo ao nível de 1%

$$S = 1,17 \text{ dm}^3$$

$$C.V. = 19,53 \text{ dm}^3$$

Teste Tukey  
q = 7,86 (1%)

$$\Delta = \frac{9,20}{1,42} = 6,48$$

Tratamentos que diferem a 1% de probabilidade da testemunha:

2211 - 10,64  
2221 - 10,60  
1211 - 9,60  
0220 - 9,60  
1111 - 9,51

1221 - 9,35  
0201 - 9,12  
1201 - 8,90  
0211 - 8,56  
0000 - 2,10 - Testemunha

**Quadro XVI** - Estimativa de volume em m<sup>3</sup>/ha

Tratamento	Diâmetro Médio (cm)	Altura Média (m)	Volume Cilíndrico	Volume de Madeira
N <sub>0</sub>	4,39	3,52	8,88	6,97
N <sub>1</sub>	4,56	3,60	9,80	7,69
N <sub>2</sub>	4,46	3,56	9,27	7,28
P <sub>0</sub>	3,69	3,16	5,63	4,42
P <sub>1</sub>	4,70	3,67	10,62	8,34
P <sub>2</sub>	5,02	3,85	12,70	9,97
K <sub>0</sub>	4,22	3,44	8,02	6,30
K <sub>1</sub>	4,57	3,61	9,86	7,74
K <sub>2</sub>	4,61	3,64	10,12	7,94
Ca <sub>0</sub>	4,02	3,37	7,12	5,60
Ca <sub>1</sub>	4,92	3,76	11,33	8,90

Observações: por tratar-se de árvores novas foram encontrados os seguintes valores:

- a) Fator de forma = 1,09
- b) Porcentagem de casca = 37,8

Volume de madeira (m<sup>3</sup>/ha)

Gráfico 1

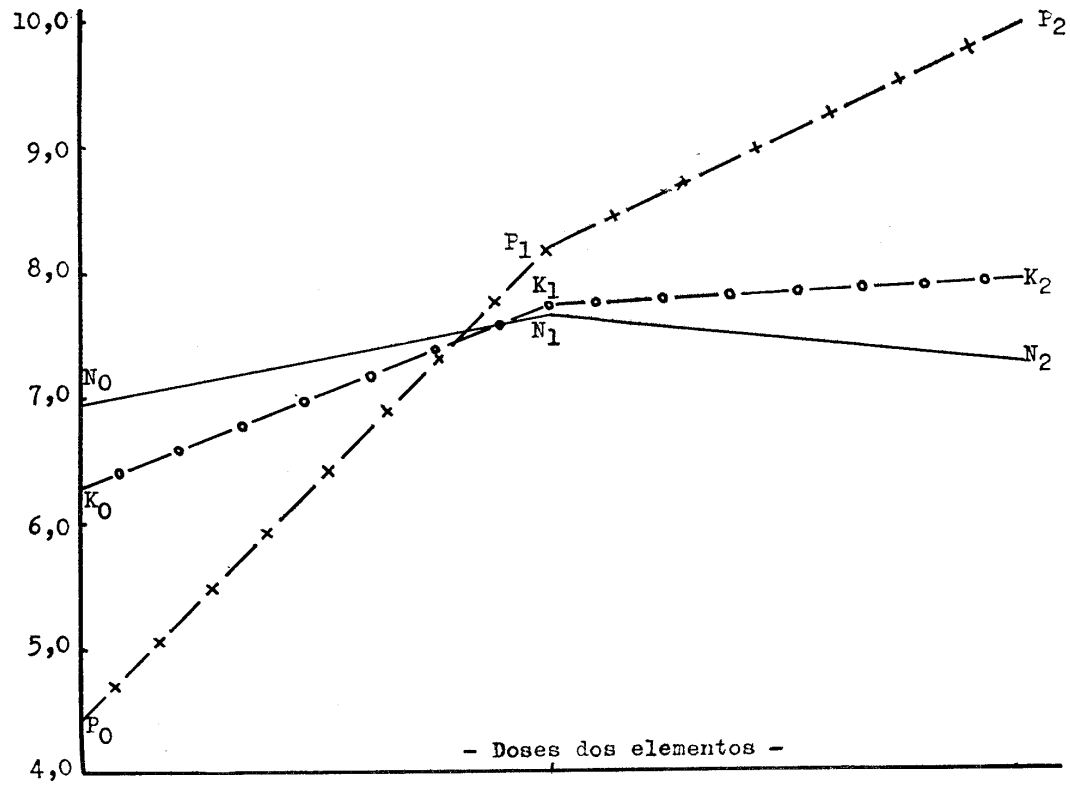
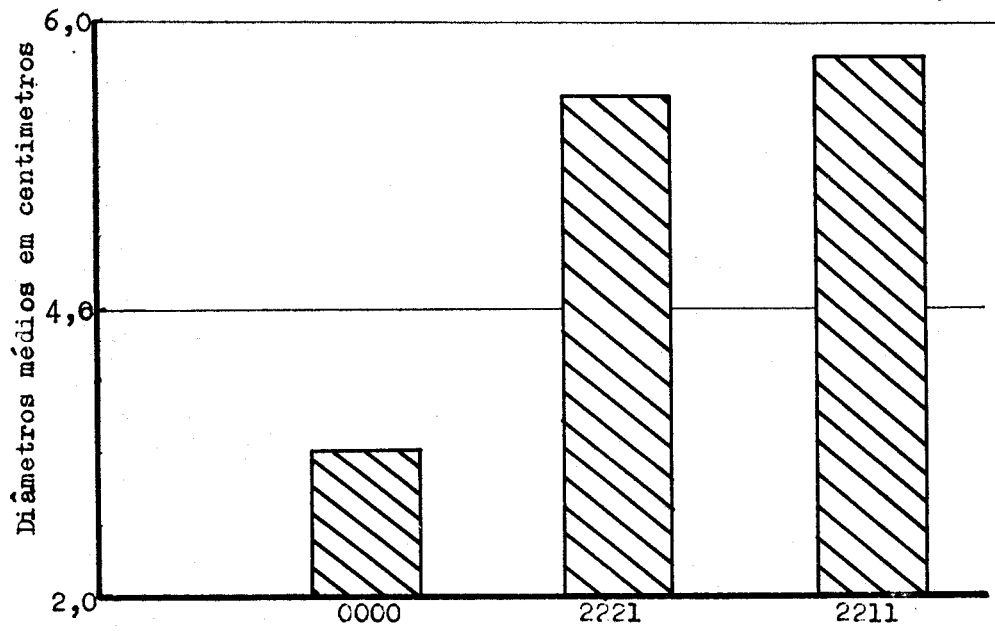
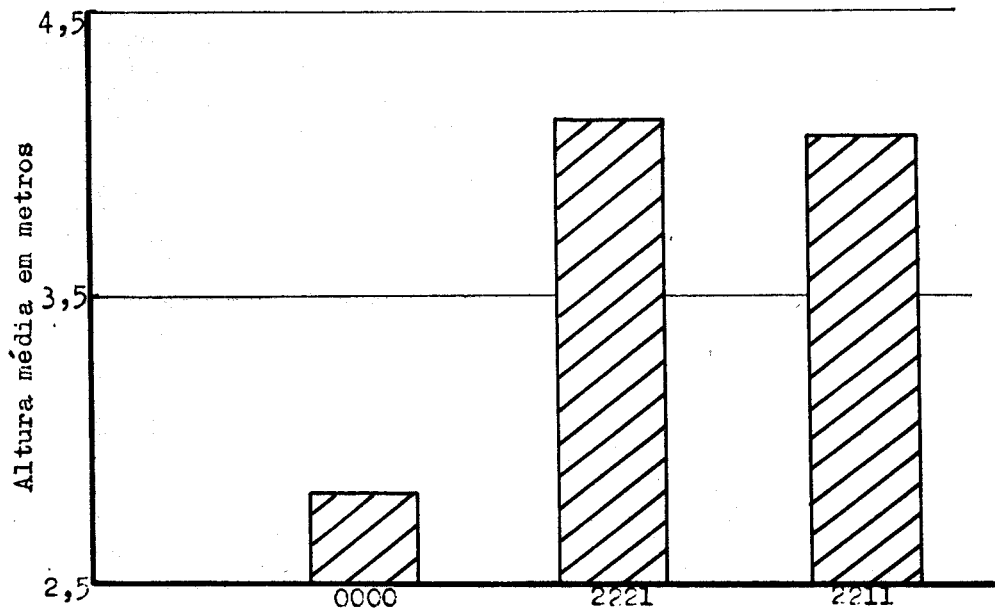


Gráfico 2



#### 4.4 - Dose econômica de N, P e K

A dose economicamente aconselhável de nutrientes pode ser determinada pela lei de Mitscherlich, com auxílio das fórmulas simplificadas por PIMENTEL GOMES e ABREU (1959) e PIMENTEL GOMES (1961).

A dose econômica de fósforo calculada é de 124,75 kg de  $P_2O_5$ /ha ao custo atual de Cr\$ 128,49. Para o potássio a dose econômica é de 51,63 kg de  $K_2O$  por hectare, ao preço atual de Cr\$ 22,20. O nitrogênio não mostrou resultado econômico à idade de 2 anos.

### 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O exame dos quadros relativos às análises estatísticas revela que ao fim do primeiro ano, a contar do plantio, já se evidenciava a ação positiva dos fertilizantes sobre o crescimento em altura das plantas. O fósforo e o cálcio imprimiram às mesmas um desenvolvimento em altura significativo, ao nível de 1% de probabilidade enquanto a reação à aplicação de nitrogênio e potássio se evidenciava ao nível de 5% de probabilidade. A altura média das plantas era de 1,24 m e 1,27 m nos melhores tratamentos, contra 0,76 m das testemunhas. A constatação de interação Ca x P conduziu ao desdobramento dos graus de liberdade permitindo concluir pela existência de diferenças significativas da ordem de 1% de probabilidade entre os níveis de fósforo dentro dos níveis de  $Ca_0$  e  $Ca_1$ . A aplicação do fósforo deu resultados positivos em presença ou ausência de calcário.

Por sua vez, a aplicação de calcário se mostrou eficiente em ausência e em presença de fósforo" o que permite recomendar a calagem.

Este último aspecto dos resultados alcançados encontra no exame das condições de solo das regiões de origem do **P. caribaea** var. **bahamensis** uma correlação positiva. De fato, examinando as áreas de ocorrência das três variedades de **P. caribaea** Morelet - BARRETT e GOLFARI (1962), mencionam que, em todas as Ilhas Bahamas, a variedade bahamensis cresce a menos de 30m de altitude, sobre o nível do mar, sobre solos muito rasos, de reação alcalina (pH 7,5 a 8,5), desenvolvidos sobre formações coralíferas.

Plantada em nosso meio, em solo ácido, a reação à aplicação de calcário poderia ser aguardada.

Aos 2 anos de idade, as alturas médias das plantas nos melhores tratamentos (2221 e 2211) eram de 4,18 e 4,16 m, enquanto a das testemunhas era de 2,78 m. Esse desenvolvimento possibilitou, a essa idade, realizar medições dos diâmetros a 1,30 m de altura do solo. Os diâmetros médios dos mesmos melhores tratamentos alcançavam 5,6 e 5,7 cm, ao tempo em que as testemunhas apresentavam diâmetro médio de 2,8 cm.

As alturas médias de 4,16 a 4,18 m atingidas aos 2 anos, nas condições locais, de solo pobre e ácido, ganham expressão se comparadas com a altura média de 5,65 m de **P. taeda** de 5 anos, obtidas por SMITH e SCHMIDTLING (1970), nos Estados Unidos da América do Norte, onde o citado aumento de crescimento foi definido como considerável.

Verifica-se que a fertilização promoveu um melhor crescimento das árvores em altura. Sendo esse crescimento grandemente afetado pelas qualidades do meio, a adubação conduzirá à obtenção de uma altura média mais elevada. O mesmo se verifica em relação ao desenvolvimento em diâmetro, com os tratamentos completos proporcionando a formação de árvores de maior espessura. Esses aspectos se refletem na produção volumétrica conforme pode ser constatado pelo exame dos dados do Quadro XIV, XV e XVI. No caso específico do fósforo que é o nutriente que promoveu o maior crescimento, o

volume ao nível de Po de 4,42 m<sup>3</sup>/ha passa a 9,97 m<sup>3</sup>/ha, isto é, passa a ser 2,25 vezes maior.

Admitindo-se um fator de empilhamento de 1,4 a produção de madeira sem casca empilhada seria da ordem de 13,95 estéreos/ha.

Aos 2 anos de idade não mais se constatava reação à aplicação inicial de N. No entanto a reação à aplicação de fósforo, potássio e calcário se evidenciava altamente significativa.

Constatada uma interação PxCa significativa ao nível de 1% de probabilidade, o estudo dessa interação demonstrou que o fósforo promoveu o crescimento das plantas tanto em presença como em ausência de calcário. O mesmo se verificou em relação ao calcário que promoveu um crescimento significativo das árvores tanto em presença como em ausência de fósforo.

Êsses resultados que traduzem aumentos significativos de crescimento de árvores de **P. caribaea** var. **bahamensis**, como consequência da aplicação de fertilizantes, principalmente os fosfatados, estão em consonância com os obtidos com outras espécies do gênero **Pinus** em outros locais conforme se infere da literatura citada. No entanto, não seria aconselhável em solos tão deficientes de nutrientes minerais como o que se utilizou no experimento, a aplicação apenas de adubos fosfatados, ou de calcário. O emprêgo de uma fórmula completa se justifica não apenas pelo aumento da produção volumétrica alcançada e pela possibilidade de melhoria do solo, mas também como medida para evitar um possível desequilíbrio de outros nutrientes face a uma maior utilização dos mesmos sob o ritmo de crescimento acelerado a que ficam sujeitas as árvores.

Como já foi assinalado, o cálculo da dose econômica de fósforo revela que podemos elevar a sua aplicação para 124, 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare, em lugar dos 100 kg aplicados como maior dose no experimento.

Com relação ao potássio a aplicação de até 51,63 kg poderia ser objeto de considerações, não evidenciasse o estudo da interação PxK, que o aumento da dose de K<sub>2</sub>O, em presença do fósforo que foi o elemento de ação mais pronunciada da adubação, nenhuma reação significativa proporcionou. Dessa maneira, pelos resultados alcançados, a fórmula 2211, correspondente a 60 kg de N/ha, 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 20 kg de K<sub>2</sub>O/ha, precedida de uma calagem da ordem de 3 ton/ha, poderia ser recomendada para plantações novas de **P. caribaea** var. **bahamensis**, em latosolos com as características. do que se prestou ao experimento.

Tendo em conta, porém, o significativo aumento de crescimento promovido pela aplicação do superfosfato simples no ato do plantio, a elevação de sua quantidade para 125 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, se justificaria economicamente.

Passando ao exame dos dados relativos aos volumes cilíndricos contidos no Quadro XIV e analisados no Quadro XV, podem ser constatadas reações altamente significativas ao emprêgo de fósforo, potássio e calcário em concordância com os resultados anteriores. A produção volumétrica média das parcelas sem adubação foi de 2,10 dm<sup>3</sup>. Os tratamentos que diferem a 1% de probabilidade daquêle testemunha, alcançaram valores 4 a 5 vezes superiores, tais como 10,64 dm<sup>3</sup> para o tratamento 2211 e 8,56 dm<sup>3</sup> para o tratamento 0211. Outros resultados que também diferem da testemunha ao mesmo nível de probabilidade estão relacionados abaixo do Quadro XV.

## 6 -RESUMO E CONCLUSÕES

O presente ensaio refere-se à adubação fundamental em **Pinus caribaea** Morelet var. **bahamensis**. Foi instalado em solo pobre e ácido do tipo «cerrado» (latosol vermelho-amarelo, fase arenosa) em terreno pertencente à Champion Celulose S.A. no município de Casa Branca, Estado de São Paulo.

O plantio foi realizado em janeiro de 1968, em terreno bem preparado, tendo sido feita a calagem nas parcelas correspondentes.

A distribuição das parcelas no campo obedeceu ao delineamento estatístico de «Blocos Casualizados» em fatorial  $3 \times 3 \times 3 \times 2$ , com duas repetições. Os níveis de fertilizantes foram 0, 1 e 2 para N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ . Para o calcário apenas 0 e 1. As dosagens utilizadas foram as seguintes: 0, 30 e 60 kg de N/ha; 0, 50 e 100 kg de  $P_2O_5$ /ha; 0, 20 e 40 kg de  $K_2O$ /há e 0 e 3 ton. de calcário/ha.

Com a idade de 1 ano após o plantio foi feita a mensuração de altura das 36, plantas centrais de cada parcela. Aos 2 anos foram tomadas as medidas de altura e de DAP.

Pela análise estatística dos dados de altura e diâmetro pode-se chegar às conclusões seguintes:

- 1 - A fertilização mineral  $N \times P \times K \times$  Calcário, no plantio de **Pinus caribaea** var. **bahamensis**, mostrou-se eficiente sobre o crescimento das plantas desde o primeiro ano.
- 2 - Com um ano de idade a altura média das plantas era de 1,27 m no melhor tratamento (2211) contra 0,76 m na testemunha.
- 3 - Os maiores crescimentos foram proporcionados pelo fósforo e pelo calcário, vindo em seguida o potássio e o nitrogênio.
- 4 - Aos dois anos de idade as plantas no mesmo tratamento (2211) apresentavam altura média de 4,16 m e diâmetro (DAP) médio de 5,7 cm, enquanto que na testemunha eram 2,78 m e 2,8 cm respectivamente.
- 5 - A idade de dois anos as parcelas que receberam fósforo produziram um volume de madeira 2,25 vezes maior que aquelas que não o receberam.
- 6 - Até o 2º ano após o plantio a aplicação do fósforo e de calcário deu resultados significativos tanto na presença como na ausência um do outro.
- 7 - No segundo ano não foi constatado efeito positivo do nitrogênio aplicado no plantio, continuando, entretanto, a reação ao fósforo, potássio e calcário.
- 8 - A dose econômica encontrada para o fósforo foi 124,75 kg de  $P_2O_5$  por hectare e a de potássio 51,63 kg de  $K_2O$ , também por hectare.
- 9 - Pelos resultados obtidos poder-se-ia recomendar uma calagem incorporando-se 3 ton de calcário dolomítico e uma fertilização no ato do plantio de acordo com as doses 2211, correspondentes a 60 kg de N, 100 kg de  $P_2O_5$  e 20 kg de  $K_2O$  por hectare.

## 7- SUMMARY

This paper deals with a fertilization trial at planting time of **Pinus caribaea** Morelet var. **bahamensis**.

The soil used is a yellow-red latosol, sand fase, called «cerrado soil». This acid and very low fertility soil belongs to Champion Celulose S.A. in the county Casa Branca, State of São Paulo.

The statistical design followed is a factorial on randomized block  $3 \times 3 \times 3 \times 2$ , with two replications.

Fertilizer levels were 0, 1 and 2 for N; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O; For lime only two levels 0 and 1. The corresponding quantities were: 0, 30 and 60 kg of N/ha; 0, 50 and 100 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; 0, 20 and 40 kg of K<sub>2</sub>O/ha and 0 and 3 ton of lime/ha.

At 1 year after planting the total height was measured for every 36 central plants of each plot.

At 2 years of age the total height and DBH were measured.

Through statistical analyses the following conclusions could be drawn:

- 1 - the mineral fertilization N<sub>x</sub>P<sub>x</sub>K<sub>x</sub>Ca at the planting time of **Pinus caribaea** var. **bahamensis** showed to be efficient on plant growth since the first year .
- 2 - at 1 year the average height of plants was 1.27 m on the treatment 2.2.1.1. versus 0.76 m on the control plot.
- 3 - the highest growth was obtained by application of phosphorus and lime followed by potassium and nitrogen.
- 4 - at this same age plots which received phosphorus produced a wood volume 2.25 times higher than plots without this element.
- 6 - at the second year the positive effect of nitrogen was not evident any more but phosphorus, potassium and lime applications were still effective on plant growth.
- 7 - the economic quantity found for phosphorus was 124.75 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare and for potassium 51.63 kg of K<sub>2</sub>O/ha.
- 8 - the results suggest an application of 3 ton of dolomitic lime and a fundamental fertilization combining 2.2.1.1 that corresponds to 60 kg of N, 100 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 20 kg of K<sub>2</sub>O per hectare.

## 8. LITERATURA CITADA

BARRET, W. H. G. y L. GOLRARI. 1962. Descripción de dos nuevas variedades del «Pino del Caribe» ( **Pinus caribaea** Morelet). Carib. Forester 2:59-71. Pôrto Rico.

COMISSAO DE SOLOS. C.N.E.P.A. 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Serv. Nac. Pesq. Agron. Bol. 12. 634p.

JENSEN, W. et al. 1967. Influence of fertilization of Finnish softwood grown in swamp on yield and quality of pulp. Proceedings of the Colloquium on Forest Fertilization 332-340. Jyväskylä. Finland.

OSARA, N. A. 1968. Tendencias de la producción y consumo de la madera y el papel que desempeña la fertilización forestal. Rev. de la Potasa, sección 22/19:1-2.

PIMENTEL GOMES, F. e C. P. ABREU. 1959. Sobre uma fórmula para o cálculo da dose mais econômica de adubo. Anais da E. S.A. «Luiz de Queiroz» 16:191-198.

...1961. On a formula for the estimation of the optimum dressing of a fertilizer. Biometrics 17:492-494.

PRITCHETT, W. L. and W. H. SMITH. 1969. Cooperative program established in order to promote research in pine fertilization in the coastal plains of southeastern U.S.A.

11<sup>th</sup> Annual Forestry Fertilization Clearing House Report: 26-29. Nat. Pl. Food Inst. Washington, D.C.

SALONEN, K. 1968. Evolución de la fertilización forestal en Finlandia. Rev. de la Potasa, sección 22/19:3-4.

SMITH, L. F. and R. C. SCHMRDTLING. 1970. Cultivation and Fertilization Tree Planter's Notes 21(1):1-3.

WALKER, L. C. and W. T. MOSS. 1961. Will Fertilizing forests be good Business Plant Food Review 7(4):9-11. Nat. Pl. Food Inst. Washington, D. C.

WILL, G. H., 1965. Increased Phosphorus Uptake By Radiata Pine In Riverhead Forest Following Superphosphate Applications. New Zealand Journal of Forestry, 10(1): 33-42.

**EXISTEM CHAPAS DURAS  
MAIS FORTES E MENOS FORTES.**



**DURATEX**  
 **É MAIS.**