SINTOMAS E DIAGNÓSTICO DA CARÊNCIA DE
MACRONUTRIENTES EM *Pinus caribaea* MORELET VAR.
hondurensis BARR & GOLF, *Pinus caribaea* MORELET
VAR. *bahamensis* BARR & GOLF E *Pinus caribaea*
VAR. *caribaea* MORELET

HERMINIA EMILIA PRIETO MARTINEZ

Orientador : Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração : Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1985

"Toda a nobreza e dignidade do saber estão na verdade que exprime. É somente na busca desinteressada da verdade que a cultura e, em particular, a ciência, conservam a sua liberdade e podem defendê-la contra todas as tentativas de manipulação das ideologias e do poder."

João Paulo II, 1984.

Em memória de meu pai

Adolfo Prieto Majado

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, pela dedicada orientação.

A Claudio Horst Bruckner, pela colaboração e apoio em todas as fases do trabalho.

À Openflora Agropecuária e Reflorestamento S/A, Jundiaí, S. Paulo, pelo imprescindível apoio financeiro.

Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral das Plantas, do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela colaboração e amizade.

Ao CNPq, através do Plano Institucional de Capacitação de Docentes (PICD), pela bolsa de estudos concedida.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Aspectos morfológicos.....	4
2.2. Níveis internos.....	11
2.2.1. Nitrogênio.....	11
2.2.2. Fósforo.....	14
2.2.3. Potássio.....	16
2.2.4. Cálcio.....	20
2.2.5. Magnésio.....	23
2.2.6. Enxofre.....	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Sintomas de deficiência.....	31
4.2. Crescimento das plantas.....	42
4.3. Peso da matéria seca.....	62
4.4. Concentração de nitrogênio.....	70
4.5. Concentração de fósforo.....	80
4.6. Concentração de potássio.....	91
4.7. Concentração de cálcio.....	103

Página

4.8. Concentração de magnésio.....	113
4.9. Concentração de enxofre.....	123
5. CONCLUSÕES.....	130
6. LITERATURA CITADA.....	132

SINTOMAS E DIAGNÓSTICO DA CARÊNCIA DE MACRONUTRIENTES
EM *Pinus caribaea* MORELET VAR. *hondurensis* BARR & GOLF,
Pinus caribaea MORELET VAR. *bahamensis* BARR & GOLF
E *Pinus caribaea* VAR. *caribaea* MORELET

HERMINIA EMILIA PRIETO MARTINEZ

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

RESUMO

Com o objetivo de determinar os sintomas visuais de carência, efeitos da omissão no crescimento, níveis internos correspondentes e eficiência do uso dos macronutrientes em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, realizou-se um experimento de vasos, em casa-de-vegetação, em Piracicaba, no Brasil.

Foram empregados os tratamentos: completo, com omissão de nitrogênio, com omissão de fósforo, com omissão de potássio, com omissão de cálcio, com omissão de magnésio e com omissão de enxofre.

Usou-se sílica lavada como substrato, irrigando-se as plantas duas vezes ao dia com as soluções nutritivas correspondentes aos tratamentos utilizados.

O crescimento das plantas foi acompanhado com medidas periódicas da altura.

Após o estabelecimento de sintomas de carência as plantas foram colhidas, separadas em acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes, secas a 60 - 70°C em estufa, pesadas, moídas e analisadas para concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S. Descreveram-se os sintomas de carência, sendo que são os de nitrogênio para as três variedades, fósforo e magnésio para *P. caribaea* var. *hondurensis* e enxofre para *P. caribaea* var. *caribaea*, foram características.

Os níveis internos em acículas sob tratamento completo e sob tratamento com omissão são: N% 1,33 e 0,54, P% 0,03 e 0,02, K% 1,76 e 0,34, Ca% 0,23 e 0,04, Mg% 0,22 e 0,04, S% 0,24 e 0,09 em *P. caribaea* var. *hondurensis*; N% 1,30 e 0,51, P% 0,02 e 0,02, K% 1,51 e 0,35, Ca% 0,14 e 0,05, Mg% 0,15 e 0,08, S% 0,16 e 0,06 em *P. caribaea* var. *bahamensis*; N% 1,18 e 0,43, P% 0,01 e 0,02, K% 1,51 e 0,34, Ca% 0,15 e 0,04, Mg% 0,13 e 0,08, S% 0,11 e 0,06 em *P. caribaea* var. *caribaea*.

O *P. caribaea* var. *hondurensis* é a menos eficiente na absorção dos nutrientes.

MACRONUTRIENTS DEFICIENCY SYMPTOMS AND DIAGNOSIS IN
Pinus caribaea MORELET var. *hondurensis* BARR & GOLF,
Pinus caribaea MORELET var. *bahamensis* BARR & GOLF E
Pinus caribaea var. *caribaea* MORELET

Author: HERMINIA EMILIA PRIETO MARTINEZ

Adviser: PROF. DR. HENRIQUE PAULO HAAG

SUMMARY

A pot experiment was conducted in a greenhouse in Piracicaba, Brazil, in order to determine the visual symptoms of deficiency, the effects of omission in growth, the corresponding internal levels and the efficiency of macro-nutrients use for *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* and *P. caribaea* var. *caribaea* seedlings.

The following treatments were employed: complete, without nitrogen, without phosphorus, without potassium, without calcium, without magnesium, and without sulphur.

Washed sand was used as a substrate, being the plants watered twice a day with the corresponding nutrient solution.

The plant growth was followed through their height periodical measurements.

After the deficiency symptoms establishment, the plants were cut and separated in upper needles, lower needles, branches and roots, dried at 60-70° C, weighed, ground and analysed for N, P, K, Ca, Mg and S concentrations.

The deficiency symptoms were described, being characteristic only those of nitrogen for the three varieties, phosphorus and magnesium for *P. caribaea* var. *hondurensis* and sulphur for *P. caribaea* var. *caribaea*.

The internal levels in needles under adequate supply and limited supply and are: N% 1,33 and 0.54, P% 0.03 and 0.02, K% 1.76 and 0.34, Ca% 0.23 and 0.04, Mg% 0.22 and 0.04, S% 0.24 and 0.09 for *P. caribaea* var. *hondurensis*; N% 1.30 and 0.51, P% 0.02 and 0.02, K% 1.51 and 0.34, Ca% 0.14 and 0.05, Mg% 0.15 and 0.08, S% 0.16 and 0.06 for *P. caribaea* var. *bahamensis* and; N% 1.18 and 0.43, Mg% 0.13 and 0.08, S% 0.11 and 0.06 for *P. caribaea* var. *caribaea*.

P. caribaea var. *hondurensis* is less effective in macronutrient absorption.

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Pinus* são consideradas pouco exigentes em termos nutricionais (INGESTAD, 1960), sendo por vezes referidas como colonizadoras pioneiras de áreas abandonadas e erodidas (FOWELLS e KRAUSS, 1959), porém, o aumento do preço das terras na região Sul e Sudeste, assim como a política de incentivos fiscais ao setor, forçando o caminhamento da silvicultura para as regiões Centro-oeste e Nordeste, formadas de solos pobres ou áreas de baixa pluviosidade, têm feito surgir problemas nutricionais de difícil solução, devido à escassez de pesquisas nessa área (FOWELLS e KRAUSS, 1959; CARVALHO *et alii*, 1983), o que é ainda agravado pelas crescentes possibilidades de total utilização das árvores, resultando em grande exportação de nutrientes (MILLER *et alii*, 1976).

A necessidade nutricional das árvores é de di

fácil estudo, devido ao seu grande porte e ao longo ciclo de sua vida (MILLER *et alii*, 1976), sendo a diagnose apurada das deficiências nutricionais um pré-requisito essencial para o uso eficiente dos fertilizantes (STEWART e SWAN, 1966).

Nos estudos de nutrição mineral de uma espécie vegetal, a determinação dos sintomas visuais de deficiência pode ser tomada como ponto de partida e, apesar de suas limitações, tais sintomas são, segundo STEWART e SWAN (1966), indicadores valiosos do stress nutricional, e particularmente importantes no planejamento de adubação de uma floresta (CARVALHO *et alii*, 1983).

De acordo com INGESTAD (1960) os sintomas de deficiência em *Pinus* são pouco específicos, necessitando ser suplementados por outras informações, tal como análise de acículas, para um diagnóstico mais preciso. A concentração foliar geralmente correlaciona-se melhor com o crescimento das árvores e sua resposta aos níveis nutricionais do solo (COMERFORD, 1981).

Para ULRICH *et alii* (1959) a análise de plantas é importante por refletir a habilidade de uma espécie em crescer e adquirir nutrientes num dado ambiente, o que não pode ser feito pela análise do solo, que não considera o padrão de crescimento da planta e os fatores climáticos envolvidos. ANDREW (1968) relata que a análise de plantas é um excelente auxiliar na interpretação de resultados obtidos em experimentos em vasos e no campo, fornecendo informações in

diretas sobre os teores de nutrientes do solo e permitindo a generalização de resultados obtidos em experimentos de adubação.

Dentre as espécies tropicais de *Pinus*, poucas são as informações sobre a nutrição de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf e *Pinus caribaea* var. *caribaea* Morelet, objetos do presente trabalho, cujos objetivos são:

(1) Obter os sintomas de carência de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

(2) Avaliar os efeitos das carências de macronutrientes sobre o crescimento inicial das plantas.

(3) Obter os níveis analíticos correspondentes aos tratamentos de omissão.

(4) Determinar a eficiência de utilização dos macronutrientes pelas três variedades.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ASPECTOS MORFOLÓGICOS

Os sintomas de deficiências minerais em *Pinus* são poucos específicos, frequentemente caracterizados por clorose, o que torna o seu reconhecimento visual uma forma bastante limitada de diagnóstico (INGESTAD, 1960), se não a acompanhada pela análise foliar.

Embora a literatura apresente uma série de trabalhos descrevendo a sintomatologia da carência de nutrientes em espécies do gênero *Pinus*, poucos são os referentes às variedades da espécie *caribaea*.

A deficiência de nitrogênio em *P. echinata* Mill, *P. resinosa* Ait, *P. rigida* Mill, *P. taeda* L., *P. virginiana* Mill, *P. sylvestris* L. e *P. elliottii* Engelm, de modo geral caracteriza-se por encurtamento e amarelecimento das acículas, iniciando-se o sintoma pelas mais velhas, e com intensiu

dade de descoloração proporcional à intensidade da carência (HOBBS, 1944; FOWELLS e KRAUSS, 1959; MALAVOLTA *et alii*, 1968 e BAULE e FRICKER, 1970). Em *P. taeda* L. e *P. virginiana* Mill FOWELLS e KRAUSS (1959) observaram o endurecimento das acículas, enquanto que HACKAYLO *et alii* (1969) e MALAVOLTA *et alii* (1968), notaram o aparecimento de cor parda, marrom e avermelhada na ponta das acículas mais velhas em *P. sylvestris* L. e *P. elliottii* Engelm, respectivamente. Nesta última, as acículas afetadas passaram a destacar-se com facilidade.

Além desses, podem ser citados ainda redução no crescimento, crescimento lento, lento desenvolvimento de ramos, esparsa revestimento com acículas e irregular aparecimento de frutos (MALAVOLTA *et alii*, 1968; BAULE e FRICKER, 1970).

Quanto ao sistema radicular, BAULE e FRICKER (1970) indicam que a carência de nitrogênio promove grande crescimento, uma vez que a planta deficiente aloca os produtos da fotossíntese preferencialmente nas raízes, como estratégia de escape à carência nutricional. Esse fato está de acordo com o observado por INGESTAD (1960) e HACKAYLO *et alii* (1969). O primeiro observou raízes finas e compridas em *P. sylvestris* L. deficiente em N, enquanto que o segundo relata o surgimento de raízes abundantes, fibrosas e de coloração marrom quase negra. FOWELLS e KRAUSS (1959); no entanto, encontraram raízes menores, menos robustas, por vezes sem pêlos radiculares, tendo as mais curtas aspecto coralóide em *P. taeda* L. e *P. virginiana* Mill deficientes.

Na literatura são réferidos os seguintes sintomas de deficiência de fósforo para as diversas espécies de *Pinus*: descoloração das acículas (BAULE e FRICKER, 1970); de senvolvimento de coloração verde-escuro ou verde-azulado (INGESTAD, 1960; HACKAYLO *et alii*, 1969, em plantas jovens de *P. sylvestris* L.); ao que se segue avermelhamento, desenvolvimento de coloração parda ou marrom e, finalmente, necrose (HOBBS, 1944; MALAVOLTA *et alii*, 1968; HACKAYLO *et alii*, 1969 e BAULE e FRICKER, 1970, em *P. echinata* Mill, *P. rigida* Mill, *P. resinosa* Ait, *P. elliottii* Engelm e *P. sylvestris* L.).

Os sintomas são mais evidentes no verão (BAULE e FRICKER, 1970) e começam pelas acículas mais velhas (HOBBS, 1944; FOWELLS e KRAUSS, 1959; MALAVOLTA *et alii*, 1968 e BAULE e FRICKER, 1970), da ponta para a base (MALAVOLTA *et alii*, 1968), provocando abscisão prematura (FOWELLS e KRAUSS, 1959, em *P. elliottii* Engelm e FLINN *et alii*, 1982, em *P. radiata* D. Don).

SRIVASTAVA *et alii* (1979) observaram em experimento em vasos com solo pobre de Bahau Pine, Malasia, que as plantas deficientes de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, tinham acículas mais finas e menores, estando as pontas das mais velhas mortas. Havia poucas ramificações laterais e as plantas mostravam-se raquíticas. Para essa espécie, reduções no crescimento foram observadas também por Dick (1969), citado por LAMB (1973), dois anos após a implantação de experimento com e sem aplicação de fósforo em solo arenoso da Costa da Tanzânia e por

CAMERON *et alii* (1981), em experimento de adubação realizado em Melvine, na Austrália. O mesmo ocorreu com *P. radiata* D. Don, de quatro anos de idade, em Narbethong, na Austrália (FLINN *et alii*, 1982).

Quanto ao sistema radicular, HACKAYLO *et alii* (1969) observaram a formação de raízes esparsas, com pequena ramificação lateral e coloração preto avermelhada, em plantas jovens de *P. sylvestris* L. deficientes.

Há grande semelhança entre os sintomas de deficiência de potássio reportados para as diferentes espécies de *Pinus* em diferentes locais e idades. BAULE e FRICKER (1970) relatam que em coníferas, de modo geral, as acículas se tornam verde-amareladas e depois pardo-amareladas. Com o aumento da intensidade, podem tornar-se marrom avermelhadas ou marrons, podendo sucumbir. Sintomas semelhantes foram descritos por MALAVOLTA *et alii* (1968) e RAUPACH e HALL (1971), que trabalharam com *P. elliottii* Engelm e *P. radiata* D. Don. HACKAYLO *et alii* (1969) observaram em *P. sylvestris* L., o surgimento de coloração verde-escuro-azulada, acompanhado por ramos pouco desenvolvidos, abundância de gemas laterais e gemas laterais proeminentes, que originavam ramos alongados e com poucas acículas secundárias.

RAUPACH e HALL (1971), trabalhando com plantas adultas de *P. radiata* D. Don, em Victória, na Austrália, observaram o aparecimento de sintomas de deficiência de potássio apenas na primavera, como consequência o ramo guia apre-

sentava-se com várias curvas, provocadas pela perda de rigidez na primavera, seguida de subsequente lignificação.

Em Massachusetts, nos Estados Unidos, HOYLE e MADER (1964) encontraram forte correlação entre nutrição potássica e crescimento da área basal de plantações de *P. resinosa* Ait, de 24 a 37 anos de idade, enquanto que CAMERON *et alii* (1981) correlacionaram-na com crescimento em altura de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, em Melvine, na Austrália.

INGESTAD (1960) verificou que o crescimento radicular de *P. sylvestris* L. deficiente em K, era fortemente inibido, enquanto que HACKAYLO *et alii* (1969) observaram raízes longas e muito finas em condições semelhantes.

Sintomas de deficiência de cálcio são raros em coníferas. Em solução nutritiva aparecem nas pontas dos ramos e brotos do topo da árvore, que se tornam marrons e secam, permanecendo os órgãos mais baixos verdes (BAULE e FRICKER, 1970). Foram observadas, também, gemas terminais menores (DAVIS, 1949, em *P. taeda* L.), mortas (MALAVOLTA *et alii*, 1968 e HACKAYLO *et alii*, 1969, em *P. elliottii* Engelm. e *P. sylvestris* L.), gemas adjacentes largas (HACKAYLO *et alii*, 1969) e figuras mitóticas menores (DAVIS, 1949).

As acículas secundárias mais velhas desenvolveram necrose inicialmente marrom-avermelhada, as de meia idade mostraram uma faixa clorótica próxima ao caule (HACKAYLO *et alii*, 1969) e as mais novas apresentaram-se pequenas

(DAVIS, 1949 e HACKAYLO *et alii*, 1969), com secção transversal e número de células menores (DAVIS, 1949). Eram pálidas na base (MALAVOLTA *et alii*, 1968 e HACKAYLO *et alii*, 1969), com pontas avermelhadas (MALAVOLTA *et alii*, 1968) às vezes formando um gancho (HACKAYLO *et alii*, 1969). Foram observadas, ainda, á-reas limosas no meio das acículas (HACKAYLO *et alii*, 1969) e, perda da turgidez seguida de murchamento e queda (MALAVOLTA *et alii*, 1968).

Em Massachusetts, HOYLE e MADER (1964) verificaram uma forte correlação entre nutrição cálcica e altura de vários stands de *P. resinosa* Ait, de 24 a 37 anos de idade.

As raízes foram pouco desenvolvidas (BAULE e FRICKER, 1970), escuras ou enegrecidas, mostrando alguma de composição de tecido na superfície, fibrosas e grossas, com aspecto de cordas nas partes mais baixas e pontas alargadas (HACKAYLO *et alii*, 1969). Pontas de raízes grossas são referidas por DAVIS (1949), em *P. taeda* L. e, sistemas radiculares fortemente ramificados em consequência da acentuada morte das pontas, por INGESTAD (1960), em *P. sylvestris* L..

Coníferas em geral, segundo BAULE e FRICKER (1970) apresentam acículas com pontas amarelo-ouro, laranja-amarelada e raramente vermelha, quando em deficiência de magnésio. No ano seguinte, a descoloração se estende para a parte inferior das acículas e as pontas começam a ficar marrons e a secar. Em *Pínus* foram observadas descoloração de acículas na parte superior da planta (MALAVOLTA *et alii*, 1968, em

P.elliottii Engelm), surgimento de coloração amarelo-laranja pálido nas acículas primárias e amarelo-laranja vivo nas secundárias (HACKAYLO *et alii*, 1969) e avermelhamento da ponta para a base da acícula (MALAVOLTA *et alii*, 1968). Com o progresso da deficiência, as acículas tornam-se marrons e morrem (INGESTAD, 1960, em *P. sylvestris* L.).

Os sintomas são mais severos nas partes mais externas das plantas (INGESTAD, 1960), próximo à extremidade dos ramos (MALAVOLTA *et alii*, 1968), acentuando-se no outono (BAULE e FRICKER, 1970). As raízes apresentam-se curtas e fibrosas, com aparência decomposta e cinzenta (HACKAYLO *et alii*, 1969).

Segundo BAULE e FRICKER (1970), a deficiência de S em coníferas é ocasional, mostrando-se as acículas pequenas e de coloração verde-amarelada e branco-azulada, o que concorda com o observado por MALAVOLTA *et alii* (1968), para *P. elliottii* Engelm e HACKAYLO *et alii* (1969), para *P. sylvestris* L.. Estes últimos relatam ainda acículas secundárias pequenas, com pontas finas, fracamente avermelhadas e com manchas e faixas amarelas; acículas velhas secas e com bainhas róseas. As plantas são menores e os ramos finos, havendo lesões com exsudados resinosos no hipocótilo, próximo às raízes, que se apresentam enegrecidas e abundantes, porém curtas. As raízes longas são muito finas e têm aspecto de linha (HACKAYLO *et alii*, 1969).

2.2. NÍVEIS INTERNOS

2.2.1. NITROGÊNIO

A tabela 1 resume os resultados analíticos das concentrações de nitrogênio em *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf e *Pinus caribaea* Morelet, encontrados na literatura, sendo esta escassa, com valores bastante variáveis, no caso desde 0,042% a 2,23%. Tais variações são função de idade, parte da planta amostrada, localização na copa, diferentes substratos, locais e concentrações externas do elemento.

TALWAR e BHATNAGAR (1979), em Derha Dun, na Índia, investigaram o efeito da omissão de nitrogênio sobre o comportamento de mudas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, com 10 meses de idade, e obtiveram teores internos de 2,06%, 1,06% e 1,89% para parte aérea, raízes e planta toda, respectivamente, quando todos os nutrientes eram fornecidos. Quando o nitrogênio era omitido, esses valores caíam para 0,50%, 0,29% e 0,42%. CAMERON *et alii* (1981), observaram em Melvine, Austrália, 0,89%, 0,80% e 1,00% de nitrogênio em acículas de plantas dessa mesma espécie e variedade com 17, 28 e 41 meses de idade não adubadas, enquanto que as adubadas apresentavam 1,10%, 0,91% e 1,04%. Em Humpty Doo, observaram-se concentrações de 0,88% de N, aos 28, e

Tabela 1 - Concentrações de nitrogênio (1) em partes de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea*, obtidas por diversos autores em diversas idades e locais.

Variedades	Parte da Planta	IDADE										
		6 meses	7 meses	9 meses	10 meses	17 meses	28 meses	41 meses	66 meses	72 meses	120 meses (10 anos)	Cerca de 30 anos
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Parte aérea		0,49 ^{a/}	1,97 e 1,44 ^{b/}	2,06(c) ^{c/} 0,50(-N) ^{c/}							
	Acículas					0,89 e 1,10 ^{d/}	0,80 e 0,91 ^{d/}	1,00 e 1,04 ^{d/}	1,74 ^{f/}			
							0,88 e 0,90 ^{c/}	1,00 ^{c/}				
	Raízes		0,50 ^{a/}		1,66(C) ^{c/} 0,29(-N) ^{c/}							
	Planta toda				1,89(C) ^{c/} 0,42(-N) ^{c/}							
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Acículas		0,81 ^{a/}									
	Caule		0,46 ^{a/}									
	Raízes		0,39 ^{a/}									
<i>Pinus caribaea</i>	Parte aérea	1,2; 1,32; 1,54; 1,99 e 2,23 ^{g/}										
	Acículas								0,94 ^{h/}	0,87 ^{h/}		
	Acículas superiores										0,944 e 0,042 ^{i/}	
	Acículas medianas										0,856 e 0,057 ^{i/}	
	Acículas inferiores										0,849 e 0,057 ^{i/}	
	Galhos								0,31 ^{h/}	0,31 ^{h/}		
	Madeira								0,23 ^{h/}	0,18 ^{h/}		
	Casca								0,26 ^{h/}	0,28 ^{h/}		
	Raiz								0,26 ^{h/}	0,24 ^{h/}		
	Galhos mortos								-	0,26 ^{h/}		
	Serrapilheira								0,49 ^{h/}	0,45 ^{h/}		

a/ TOMAZELLO FILHO, 1980. Média dos valores encontrados para 2 inóculos. Experimento em sacos plásticos com 2 tipos de terra de viveiro e 2 inóculos diferentes. Piracicaba, Brasil.

b/ HART et alii, 1980. Respectivamente em pH 4,5 e 6,5. Média dos valores encontrados com e sem inoculação, em vasos, em casa de vegetação. Solo argilo-arenoso com alta CIC (de viveiro). Tongan, Austrália.

c/ TALWAR e BHATNAGAR, 1979. Concentração nos tratamentos completo (C) e omissão de nitrogênio em solução nutritiva em areia lavada. Dm, Dhera, Índia.

d/ CAMERON et alii, 1981. Respectivamente com e sem adubação nitrogenada em experimento de campo. Melvine, Austrália.

e/ CAVELSON et alii, 1981. Respectivamente com e sem adubação nitrogenada em experimento de campo. Humpty Doo, Austrália.

f/ VAN COIR, 1965/66. Em condições de campo em sete municípios do Estado de São Paulo, Brasil.

g/ MANGENDE e REDHEAD, 1984. Respectivamente adubação com 0, 250, 500, 750 e 1000 g de N, P₂O₅ e K₂O (3:3:1)/m³ solo, em sacos de polietileno. Média de inoculado e não inoculado. Morogoro, Tanzânia.

h/ EQUJOGI e ENDA, 1979. Em condições de campo em solo de floresta bem drenado. Ibadan, Nigéria.

i/ STEWART e KELLMAN, 1982. Respectivamente em ultissolos e solo aluvial. Espécies nativas da Savana. Belize, América Central.

0,90% aos 41 meses de idade, sem aplicação do elemento e 0,90% aos 28 e 1,00% aos 41 meses, com sua aplicação.

Em Morogoro, na Tanzânia, MANGHEMBE e REDHEAD (1984) cultivaram seedlings de 6 meses, de *P. caribaea*, com níveis crescentes de adubação (N, P_2O_5 , K_2O , na proporção 3 : 3 : 1), com e sem inoculação, e obtiveram concentrações também crescentes nas acículas, sendo 1,20% o valor encontrado para a dose zero, e 2,23% o valor encontrado para a dose 1000 g/m³ de solo. Os autores observaram, ainda, que embora a concentração nas acículas aumentasse, acima de 250 g de adubo/m³ de solo não havia resposta na produção.

Plantas mais velhas foram analisadas por EGUNJOBI e BADA (1979), em Ibadan, na Nigéria, e por STEWART e KELMAN (1982), em Belize, na América Central. Os primeiros observaram teores de 0,94%, 0,31%, 0,23%, 0,26%, 0,26% e 0,49% de nitrogênio em acículas, galhos, madeira, casca, raízes e serrapilheira, de um povoamento de *P. caribaea* Morelet, de 6 anos de idade. Aos 10 anos, tais plantas exibiram 0,87% em acículas, 0,31% em galhos, 0,18% na madeira, 0,28% na casca, 0,24% na raiz, 0,26% em galhos mortos e 0,45% na serrapilheira. Em Belize, árvores nativas de mais ou menos 30 anos, apresentavam 0,944% de N nas acículas da parte superior 0,856% nas acículas da parte mediana e 0,849% nas acículas da parte inferior da copa, quando em ultissolos; quando em solos aluviais, essas concentrações caíam para 0,042%, 0,057% e 0,057%, respectivamente.

No Brasil, VAN GOOR (1965/66) realizou um levantamento em sete municípios do Estado de São Paulo, observando concentrações entre 1,06 e 1,74% de N em acículas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, entre 2,3 e 5,5 anos de idade. TOMAZELLO FILHO (1980) encontrou teores médios de 0,81% de N em acículas, 0,46% no caule e 0,39% em raízes de *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf, de 7 meses de idade, em Caravelas-BA; 0,49% na parte aérea e 0,50% no sistema radicular de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, da mesma idade, em Piracicaba, SP.

2.2.2. FÓSFORO

No experimento realizado em solução nutritiva com *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, em Derha Dun, na Índia, plantas deficientes em fósforo tiveram níveis internos de 0,17% na parte aérea, 0,20% na raiz e 0,18% na planta toda, enquanto que as normais apresentaram 0,47% de fósforo na parte aérea, 0,45% nas raízes e 0,46% na planta toda (TALWAR e BHATNAGAR, 1979). CAMERON *et alii* (1981), por sua vez, encontraram 0,056%, 0,054% e 0,064% de fósforo em acículas de plantas da mesma espécie e variedade de 17, 28 e 41 meses de idade, não adubadas, enquanto que as adubadas apresentavam 0,089%, 0,088% e 0,110% de P, em Melvine. Em Humpty Doo, os teores foram de 0,085% contra 0,097%;

0,095% contra 0,109% e 0,105% contra 0,148%, sem e com adubação. Ainda para a mesma espécie e variedade, HART *et alii* (1980) obtiveram em Tongan, na Austrália, teores de 0,04% e 0,05% de fósforo, quando seedlings de 9 meses de idade eram cultivados em vasos com solo de pH 4,5 e 6,5, respectivamente. Os autores aplicaram 0,60 e 120 mg/kg de P_2O_5 ao solo, o que não provocou grandes mudanças na concentração interna, e concluíram, ainda, estar o nível crítico de fósforo para essa variedade em torno de 0,07%.

No experimento com doses crescentes de NPK, realizado em Morogoro, na Tanzânia, mudas de *P. caribaea* Morelet apresentaram, em média, teores de 0,11% a 0,20% de fósforo entre a menor e maior dose de adubo empregada (MANGHEMBE e REDHEAD, 1984).

Em Belize, América Central, os níveis de fósforo de árvores de *P. caribaea* L., nativas da savana, em ultissolos, foram de 0,061% nas acículas da parte superior, 0,056% nas acículas da parte mediana e 0,052% nas acículas da parte inferior da copa. Em solos aluviais, ao contrário do que aconteceu com o N, as concentrações de fósforo aumentaram para 0,847%, 0,865% e 0,904% (STEWART e KELLMAN, 1982).

EGUNJOBI e BADA (1979) encontraram teores de 0,04%, 0,02%, 0,01%, 0,01%, 0,01% e 0,01%, respectivamente em acículas, galhos, madeira, casca, raiz e serrapilheira de *P. caribaea* Morelet, de 6 anos de idade, e valores ainda mais baixos (0,03%, 0,01%, 0,01%, 0,01%, 0,02%, 0,01% e 0,01%, pa

ra acículas, galhos, madeira, casca, raiz, galhos mortos e serrapilheira), aos 10 anos de idade.

No Brasil, VAN GOOR (1965/66) observou teores entre 0,08% e 0,21% de fósforo em plantas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, entre 2,3 e 5,5 anos, e TOMAZELLO FILHO (1980) obteve, em média, 0,23% e 0,13% de P na parte aérea de plântulas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, além de 0,19%, 0,18% e 0,25% para acículas, caule e raízes de *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf, de 7 meses de idade.

Da mesma forma que para o nitrogênio, tais teores são bem amplos e se encontram resumidos na tabela 2.

2.2.3. POTÁSSIO

As concentrações de potássio em *P. caribaea* Morelet, referidas na literatura, encontram-se na tabela 3, a variação entre os resultados obtidos pelos diversos autores, como no caso do nitrogênio e do fósforo é grande. Plantas de 10 meses de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf apresentaram 0,49% de potássio na parte aérea 0,17% nas raízes e 0,38% na planta toda, quando receberam solução nutritiva deficiente. Esses valores aumentaram para 1,41%, 1,17% e 1,31% nas plantas que receberam solução nutritiva completa (TALWAR e BHATNAGAR, 1979). A omissão de potássio

Tabela 2 - Concentrações de fósforo (%) em partes de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea*, obtidas por diversos autores, em diversas idades e locais.

Variedades	Parte da planta	Idade										
		6 meses	7 meses	9 meses	16 meses	17 meses	28 meses	41 meses	66 meses	72 meses	120 meses (10 anos)	Cerca de 30 anos
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Parte aérea		0,23 ^{a/}	0,04 e 0,05 ^{b/}	0,47(C) ^{c/} 0,17(P) ^{c/}							
	Acículas					0,056 e; 0,089 ^{d/}	0,054 e; 0,088 ^{d/}	0,064 e 0,110 ^{d/}		0,21 ^{f/}		
						0,085 e 0,097 ^{c/}	0,095 e; 0,109 ^{e/}	0,105 e 0,148 ^{e/}				
							0,08 ^{f/}					
	Raízes		0,13 ^{a/}		0,45(C) ^{c/} 0,20(-P) ^{c/}							
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Planta toda				0,46(C) ^{c/} 0,18(-P) ^{c/}							
	Parte aérea											
	Acículas		0,19 ^{a/}									
	Caule		0,19 ^{a/}									
<i>Pinus caribaea</i>	Raízes		0,25 ^{a/}									
	Parte aérea	0,11; 0,14; 0,17; 0,16 e 0,208 g/										
	Acículas									0,04 ^{h/}	0,03 ^{h/}	
	Superiores											0,061 e 0,847 ^{i/}
	Medianas											0,056 e 0,865 ^{i/}
	Inferiores											0,052 0,904 ^{i/}
	Galhos									0,02 ^{h/}	0,01 ^{h/}	
	Madeira									0,01 ^{h/}	0,01 ^{h/}	
	Casca									0,01 ^{h/}	0,01 ^{h/}	
	Raiz									0,01 ^{h/}	0,02 ^{h/}	
	Galhos mortos										0,01 ^{h/}	
	Serrapilheira									0,01 ^{h/}	0,01 ^{h/}	

^{a/} TORAZELLO FILHO, 1980. Média dos valores encontrados para 2 inóculos. Experimento em sacos plásticos com 2 tipos de terra de viveiro e 2 inóculos diferentes. Piracicaba, Brasil.

^{b/} HART et alii, 1980. Respectivamente em pH 4,5 e 6,5. Média dos valores encontrados com e sem inoculação, em vasos, em casa-de-vegetação. Solo argilo-arenoso com alta CTC (de viveiro). Tongan, Austrália.

^{c/} TALWAR e BHATNAGAR, 1979. Concentração nos tratamentos completo (C) e com omissão de fósforo (-P) em solução nutritiva em areia lavada. Derha Dun, Índia.

^{d/} CAYSON et alii, 1981. Respectivamente com e sem adubação fosfatada em experimento de campo. Melvine, Austrália.

^{e/} CAYSON et alii, 1981. Respectivamente com e sem adubação fosfatada em experimentos de campo. Humpty Doo, Austrália.

^{f/} VAN COOR, 1965/66. Em condições de campo em sete municípios do Estado de São Paulo, Brasil.

^{g/} MANGENDE e REHEAD, 1984. Respectivamente adubação com 0, 250, 500, 750 e 1000 g de N, P₂O₅ e K₂O (3:3:1)/m³ solo, em sacos de polietileno. Média de inoculado e não inoculado. Morogoro, Tanzânia.

^{h/} EQUJIGBI e BADA, 1979. Em condições de campo em solo de floresta bem drenado. Ibadan, Nigéria.

^{i/} STUART e KILMAN, 1982. Respectivamente em ultissolos e solo aluvial. Espécies nativas da Savana. Belize, América Central.

Tabela 3 - Concentrações de potássio (K) em partes de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea*, obtidas por diversos autores, em diversas idades e locais.

Variedades	Parte da planta	Idade										
		6 meses	7 meses	9 meses	10 meses	17 meses	28 meses	41 meses	66 meses	72 meses	120 meses (10 anos)	Cerca de 30 anos
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Parte aérea		0,845 ^{a/}	1,28 e 0,92 ^{b/}	1,41(C) ^{c/} 0,49(-K) ^{c/}							
	Acículas					0,40 e 0,67 ^{d/}	0,26 e 0,52 ^{d/}	0,48 e 0,66 ^{d/}	1,36 ^{f/}			
						0,39 e 0,63 ^{e/}	0,32 e 0,49 ^{e/}	0,64 e 0,87 ^{e/}				
							0,19 ^{f/}					
	Raízes		0,425 ^{a/}		1,17(C) ^{c/} 0,17(-K) ^{c/}							
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Planta toda				1,31(C) ^{c/} 0,38(-K) ^{c/}							
	Acículas		0,92 ^{a/}									
	Caulo		0,92 ^{a/}									
	Raízes		0,45 ^{a/}									
<i>Pinus caribaea</i>	Parte aérea	1,45; 0,99; 1,25; 1,25 e 1,26 ^{g/}										
	Acículas (total)									0,94 ^{h/}	0,87 ^{h/}	
	Acículas superiores											0,342 e 0,492 ^{i/}
	Acículas Medianas											0,359 e 0,485 ^{i/}
	Acículas inferiores											0,343 e 0,477 ^{i/}
	Galhos									0,31 ^{h/}	0,31 ^{h/}	
	Madeira									0,23 ^{h/}	0,18 ^{h/}	
	Casca									0,26 ^{h/}	0,28 ^{h/}	
	Raiz									0,26 ^{h/}	0,24 ^{h/}	
	Galhos mortos										0,26 ^{h/}	
	Serrapilheira									0,49 ^{h/}	0,45 ^{h/}	

^{a/} TOMAZELLO FILHO, 1980. Média dos valores encontrados para 2 inóculos. Experimento em sacos plásticos com 2 tipos de terra de viveiro e 2 inóculos diferentes. Piracicaba, Brasil.

^{b/} HART et alii, 1980. Respectivamente em pil 4,5 e 6,5. Média dos valores encontrados com e sem inoculação, em vasos, em casa de vegetação. Solo argilo-arenoso com alta CIC (de viveiro). Tongan, Austrália.

^{c/} TALWAR e BHATTAGAR, 1979. Concentração nos tratamentos completo (C) e omissão de potássio em solução nutritiva em areia lavada. Dum, Dhera, Índia.

^{d/} CAMERON et alii, 1981. Respectivamente com e sem adubação potássica em experimento de campo. Melvine, Austrália.

^{e/} CAMERON et alii, 1981. Respectivamente com e sem adubação potássica em experimentos de campo. Humpy Doo, Austrália.

^{f/} VAN GOOR, 1955/66. Em condições de campo em sete municípios do Estado de São Paulo, Brasil.

^{g/} MANCHENGE e REHHEAD, 1984. Respectivamente adubação com 0, 250, 500, 750 e 1000 g de N, P₂O₅ e K₂O (3:3:1)/m³ solo, em sacos de polietileno. Média de inoculado e não inoculado. Morogoro, Tanzânia.

^{h/} EGINJOBI e EMM, 1979. Em condições de campo de floresta bem drenada. Ibadan, Nigéria.

^{i/} STOWART e KELMAN, 1982. Respectivamente em ultissolos e solos aluviais. Espécies nativas da Savana, Belize, América Central.

em experimento de campo realizado por CAMERON *et alii* (1981) resultou em teores médios de 0,39%, 0,29% e 0,56% em acículas de plantas de 17, 28 e 41 meses de idade, e sua aplicação, em níveis internos de 0,65%, 0,50% e 0,76%, sendo que em Humpty Doo as concentrações foram, em ambos os casos, superiores às observadas em Melvine. Em Tongan, Austrália, plantas de 9 meses de idade apresentaram, em média, 1,1% de potássio na parte aérea (HART *et alii*, 1980). Valores entre 0,99% e 1,45% de potássio foram encontrados por MANGHEMBE e REDHEAD (1984), em experimento com níveis de adubação realizado em Morogoro, na Tanzânia, com mudas de 6 meses de *P. caribaea* Morelet.

Em Ibadan, Nigéria, plantas de 6 anos de *P. caribaea* Morelet apresentaram teores de 0,94% de potássio nas acículas, 0,31% nos galhos, 0,23% na madeira, 0,26% na casca, 0,26 na raiz e 0,49% na serrapilheira. Aos 10 anos, esses valores decresceram para 0,87%, 0,31%, 0,18%, 0,28%, 0,24% e 0,45% (EGUNJOBI e BADA, 1979). Plantas nativas de mais ou menos 30 anos de idade apresentaram, em média, 0,417%, 0,422% e 0,410% na folhagem das regiões superior, mediana e inferior da copa, em ultissolos e solos aluviais de Belize, América Central. As concentrações foram superiores nos solos aluviais (STEWART e KELLMAN, 1982).

VAN GOOR (1965/66) encontrou teores variáveis de 0,19 a 1,36% de potássio em acículas completamente desenvolvidas e de 1 ano de idade, de plantas de *Pinus caribaea*

Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, de 2,3 a 5,5 anos, estabelecidas predominantemente em solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo fase Laras, Latossolo Vermelho-Escuro fase Arenosa, de sete municípios do Estado de São Paulo. O autor considerou deficientes plantas com concentrações abaixo de 0,22%, estabelecendo 0,23% como concentração crítica. TOMAZELLO FILHO (1980) encontrou teores médios de 0,845% para a parte aérea e de 0,425% para o sistema radicular de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, em Piracicaba, e de 0,92%, 0,92% e 0,45% em acículas, caules e raízes de *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf, em Caravelas, no Brasil.

2.2.4. CÁLCIO

A tabela 4 resume as concentrações de cálcio, observadas em diversas partes de *P. caribaea* Morelet, de várias idades e locais. Os valores encontrados, apresentam-se dentro de limites mais estreitos que os observados para o N, P e K. As concentrações variaram de 0,08% na madeira de plantas de 10 anos de idade (EGUNJOBI e BADA, 1979) a 0,82% em seedlings de 9 meses, cultivados em vasos e em pH 6,5 (HART *et alii*, 1980), mas a maior parte dos trabalhos apresenta concentrações entre 0,20 e 0,40% de cálcio.

Plantas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, deficientes em cálcio, tiveram concentrações de 0,35%, 0,31% e 0,33% na parte aérea, raízes e planta toda, e as bem supridas apresentaram, respectivamente, 0,57%, 0,61% e 0,59% do elemento (TALWAR e BHATNAGAR, 1979, em Derha Dun, Índia). Em Tongan, na Austrália, HART *et alii* encontraram na parte aérea de plantas dessa mesma espécie e variedade, de 9 meses de idade, uma concentração média de 0,65% de cálcio, quando cultivadas em pH 4,5 e 6,5. Em Morogoro, na Tanzânia, foram observadas concentrações de 0,33% a 0,43% nas acículas de *P. caribaea* Morelet, de 6 meses de idade, cultivadas em doses crescentes de N, P_2O_5 e K_2O , observando-se que à medida que aumentou a adubação, diminuiu a concentração de cálcio (MANGHEMBE e REDHEAD, 1984).

Plantas de *P. caribaea* Morelet, de 6 anos de idade, apresentaram, em Ibadan, na Nigéria, 0,33% de cálcio nas acículas, 0,21% nos galhos, 0,11% na madeira, 0,10% na casca, 0,14% na raiz e 0,19% na serrapilheira; aos 10 anos, essas concentrações foram de 0,35% nas acículas, 0,19% nos galhos, 0,08% na madeira, 0,11% na casca, 0,19% na raiz, 0,16% nos galhos mortos e 0,20% na serrapilheira (EGUNJOBI e BADA, 1979). Aos 30 anos, essa espécie apresentou 0,145%, 0,169% e 0,202% de cálcio na folhagem da região superior, mediana e inferior da copa, quando em ultissolos; em solos aluviais essas concentrações aumentaram para 0,192%, 0,241% e 0,291% (STEWART e KELLMAN, 1982).

Tabela 4 - Concentrações de cálcio (1) em partes de plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea*, obtidas por diversos autores, em diversas idades e locais.

Variedade	Parte da planta	Idade										
		6 meses	7 meses	9 meses	10 meses	17 meses	28 meses	41 meses	66 meses	72 meses	120 meses (10 anos)	Cerca de 30 anos
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Parte aérea		0,27 ^{a/}	0,48 e 0,82 ^{b/}	0,57(C) ^{c/} 0,35(-Ca) ^{c/}							
	Acículas						0,18 ^{d/}		0,35 ^{d/}			
	Raízes		0,18 ^{a/}		0,61(C) ^{c/} 0,31(-Ca) ^{c/}							
	Planta toda				0,59(C) ^{c/} 0,33(-Ca) ^{c/}							
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Acículas		0,41 ^{a/}									
	Caule		0,38 ^{a/}									
	Raízes		0,31 ^{a/}									
<i>Pinus caribaea</i>	Parte aérea	0,43; 0,38; 0,38; 0,37; e 0,33 ^{e/}										
	Acículas total									0,33 ^{f/}	0,35 ^{f/}	
	Acículas superiores											0,145 e 0,192 ^{g/}
	Acículas medianas											0,169 e 0,241 ^{g/}
	Acículas inferiores											0,202 e 0,291 ^{g/}
	Galhos									0,21 ^{f/}	0,19 ^{f/}	
	Madeira									0,11 ^{f/}	0,08 ^{f/}	
	Casca									0,10 ^{f/}	0,11 ^{f/}	
	Raiz									0,14 ^{f/}	0,19 ^{f/}	
	Galhos mortos									-	0,16 ^{f/}	
	Serrapilheira									0,19 ^{f/}	0,20 ^{f/}	

^{a/} TOMAZELLO FILHO, 1980. Média dos valores encontrados para 2 inóculos. Experimento em sacos plásticos com 2 tipos de terra de viveiro e 2 inóculos diferentes. Piracicaba, Brasil.

^{b/} HART et alii, 1980. Respectivamente em pH 4,5 e 6,5. Média dos valores encontrados com e sem inoculação, em vasos, em casa de vegetação. Solo argilo-arenoso com alta CTC (de viveiro). Tongan, Austrália.

^{c/} TALWAR e BHADNAGAR, 1979. Concentração nos tratamentos completo (C) e omissão de cálcio em solução nutritiva em areia lavada. Dinha Dum, Índia.

^{d/} VAN COOR, 1965/66. Em condições de campo em sete municípios do Estado de São Paulo, Brasil.

^{e/} MANGHEME e REHEAD, 1984. Respectivamente adubação com 0, 250, 500, 750 e 1000 g de N, P₂O₅ e K₂O (3:3:1)/m³ solo, em sacos de polietileno. Média de inoculado e não inoculado. Morogoro, Tanzânia.

^{f/} EQUJOBI e BADA, 1979. Em condições de campo em solo de floresta bem drenado. Ibadan, Nigéria.

^{g/} STEWART e KELMAN, 1982. Respectivamente em ultissolos e solos aluvial. Espécies nativas da Savana. Belize, América Central.

TOMAZELLO FILHO (1980) encontrou em *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, de 7 meses de idade, teores de 0,27% de cálcio na parte aérea e 0,18% no sistema radicular, e em *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf, da mesma idade, teores de 0,41%, 0,38% e 0,31%, para acículas, caules e raízes, respectivamente. O primeiro ensaio foi conduzido em Piracicaba e o segundo em Caravelas, ambos no Brasil.

Em São Paulo, Brasil, pode-se citar, ainda, o trabalho de VAN GOOR (1965/66), que encontrou teores de cálcio variando de 0,18 a 0,35% em acículas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, de 2,3 a 5,5 anos.

2.2.5. MAGNÉSIO

De acordo com BAULE e FRICKER (1970), a deficiência de magnésio é maior em anos que apresentam umidade elevada, sendo seu conteúdo normal em *Pinus* jovens de 0,15 a 0,20% de MgO na matéria seca das acículas, e ocorrendo deficiência em plantas com 0,08 a 0,09%. As concentrações relatadas na literatura para as espécies e variedades, objeto do presente estudo, são apresentadas na Tabela 5.

TALWAR e BHATNAGAR (1979), em Derha Dun, na Índia, encontraram teores de 0,05% de magnésio na parte aérea, 0,02% nas raízes e 0,04% na planta toda, ao anali-

Tabela 5 - Concentrações de magnésio (t) em partes de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea*, obtidas por diversos autores em diversas idades e locais.

Variedades	Partes da planta	Idade							
		6 meses	7 meses	9 meses	10 meses	28 meses	66 meses	72 meses	120 meses (10 anos)
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Parte aérea		0,18 ^{a/}	0,20 ^e 0,21 ^{b/}	0,14(C) ^{c/} 0,05(-Mg) ^{c/}				
	Acículas					0,06 ^{d/}	0,19 ^{d/}		
	Raízes		0,15 ^{a/}		0,05(C) ^{c/} 0,02(-Mg) ^{c/}				
	Planta toda				0,10(C) ^{c/} 0,04(-Mg) ^{c/}				
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Acículas		0,26 ^{a/}						
	Caule		0,25 ^{a/}						
	Raízes		0,18 ^{a/}						
<i>Pinus caribaea</i>	Parte aérea	0,08; 0,06; 0,06; 0,07 e 0,03 ^{c/}							
	Acículas (total)						0,17 ^{f/}	0,18 ^{f/}	
	Acículas superiores								0,091 e 0,087 ^{g/}
	Acículas medianas								0,101 e 0,088 ^{g/}
	Acículas inferiores								0,114 e 0,092 ^{g/}
	Galhos						0,07 ^{f/}	0,05 ^{f/}	
	Madeira						0,04 ^{f/}	0,03 ^{f/}	
	Casca						0,04 ^{f/}	0,03 ^{f/}	
	Raiz						0,06 ^{f/}	0,08 ^{f/}	
	Galhos mortos						-	0,03 ^{f/}	
	Serrapilheira						0,07 ^{f/}	0,07 ^{f/}	

a/ TOMAZELLO FILHO, 1980. Média dos valores encontrados para 2 inóculos. Experimento em sacos plásticos com 2 tipos de terra de viveiro e 2 inóculos diferentes. Piracicaba, Brasil.

b/ HART et alii, 1980. Respectivamente em pH 4,5 e 6,5. Média dos valores encontrados com e sem inoculação, em vasos, em casa-de-vegetação. Solo argilo-arenoso com alta CTC (de viveiro). Tongan, Austrália.

c/ TALWAR e BHATNAGAR, 1979. Concentração nos tratamentos completo (C) e omissão de magnésio em solução nutritiva em areia lavada, Derha Dun, Índia.

d/ VAN COOR, 1965/66. Em condições de campo em sete municípios do Estado de São Paulo, Brasil.

e/ MANGHEBE e REIDHEAD, 1984. Respectivamente adubação com 0, 250, 500, 750 e 1000 g de N, P₂O₅ e K₂O (3:3:1)/m³ solo, em sacos de polietileno. Média de inoculado e não inoculado. Morogoro, Tanzânia.

f/ EJUNGOBI e RADA, 1979. Em condições de campo em solo de floresta bem drenado. Ibadan, Nigéria.

g/ STEWART e KELLMAN, 1982. Respectivamente em ultissolos e solo aluvial. Espécies nativas da Savana. Belize, América Central.

sar plântulas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, de 10 meses, cultivados em solução nutritiva sem magnésio. Quando o magnésio era adicionado as plantas passavam a ter 0,14%, 0,05% e 0,10% do elemento. Partes aéreas de plantas da mesma espécie e variedade, com 9 meses de idade, apresentaram teores médios de 0,20% de Mg, quando cultivadas em vasos com solo argilo-arenoso de Tongan, Austrália (HART *et alii*, 1980). MANGHEMBE e REDHEAD (1984) encontraram 0,03 a 0,08% de Mg em acículas de *P. caribaea* Morelet, de 6 meses de idade, cultivadas com níveis crescentes de N, P_2O_5 , K_2O , em Morogoro, na Tanzânia. Plantas de *P. caribaea* Morelet, de 6, 10 e 30 anos, apresentaram teores variando de 0,087% a 0,18% de magnésio nas diferentes partes amostradas (EGUNJOBI e BADA, 1979 e STEWART e KELLMAN, 1982).

No Brasil, VAN GOOR (1965/66) encontrou concentrações entre 0,06% e 0,19% de magnésio em acículas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, de 2,3 a 5,5 anos, considerando muito baixos valores inferiores a 0,05%. Em Piracicaba, plantas da mesma variedade, de 7 meses de idade, apresentaram 0,18% de Mg na parte aérea e 0,15% no sistema radicular, enquanto que em Caravelas, plantas de *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf, da mesma idade, mostraram, respectivamente, 0,26%, 0,25% e 0,18% de magnésio, em acículas, caules e raízes (TOMAZELLO FILHO, 1980).

2.2.6. ENXOFRE

Trabalhos, mostrando teores de enxofre em *Pisonia caribaea* Morelet, são ainda mais escassos que os relativos aos outros macronutrientes. A tabela 6 resume os disponíveis.

Seedlings de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, cultivados em solução nutritiva sem enxofre, apresentaram 0,04%, 0,02% e 0,03% do mesmo quando se analisaram parte aérea, raízes e planta toda. Plantas que não sofriam carência, tinham 0,16%, 0,15% e 0,16% do elemento (TALWAR e BHATNAGAR, 1979). Em Melvine e Humpty Doo, Austrália, plantas que receberam além do N, P, K, Ca, S e uma mistura comercial contendo S, Mg e micronutrientes, apresentaram em média 0,074%, 0,056% e 0,076% de S em acículas de plantas com 17,28 e 41 meses de idade. As que receberam apenas o NPK apresentaram, nessas mesmas idades, teores de 0,071%, 0,050% e 0,062% de enxofre (CAMERON *et alii*, 1982). Plantas dessa variedade apresentaram, em média, 0,20% de enxofre em ensaio de vasos, realizado em Tongan, na Austrália, (HART *et alii*, 1980).

No Brasil, foi encontrado apenas o trabalho de TOMAZELLO FILHO (1980), que relata teores menores que 0,05% de S em acículas, caule e raízes de *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf, de 7 meses de idade, em Caravelas.

Tabela 6 - Concentrações de enxofre (%) em partes de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea*, obtidas por diversos autores em diversas idades e locais.

Variedades	Parte da planta	Idade				
		7 meses	9 meses	10 meses	17 meses	28 meses 41 meses
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Parte aérea		0,29 e 0,12 ^{b/}	0,16(C) ^{c/} 0,04(-S) ^{c/} /		
	Raízes			0,15(C) ^{c/} 0,02(-S) ^{c/}	0,075 e 0,075 ^{d/}	0,049 e 0,055 ^{d/} 0,061 e 0,073 ^{d/}
	Planta toda				0,067 e 0,074 ^{e/}	0,052 e 0,057 ^{e/} 0,064 e 0,080 ^{e/}
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Acículas	< 0,05 ^{a/}		0,16(C) ^{c/} 0,03(-S) ^{c/}		
	Caule	< 0,05 ^{a/}				
	Raízes	< 0,05 ^{a/}				

a/ TOMAZELLO FILHO, 1980. Média dos valores encontrados para 2 inóculos. Experimento em sacos plásticos com 2 tipos de terra de viveiro e 2 inóculos diferentes. Piracicaba, Brasil.

b/ HART et alii, 1980. Respettivamente em pH 4,5 e 6,5. Média dos valores encontrados com e sem inoculação, em vasos, em casa de vegetação. Solo argilo-arenoso com alta CTC (de viveiro). Tongan, Austrália.

c/ TALWAR e BHATNAGAR, 1979. Concentração nos tratamentos completo (C) e omissão de enxofre. em solução nutritiva em areia lavada. Derha Dun, Índia.

d/ CAMERON et alii, 1981. Respettivamente com e sem adubação sulfatada em experimento de campo. Melville, Austrália.

e/ CAMERON et alii, 1981. Respettivamente com e sem adubação sulfatada em experimentos de campo. Humpty Doo, Austrália.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, em Piracicaba, SP, empregando-se vasos de alumínio de 10 litros de capacidade revestidos internamente com sacos de polietileno e munidos de drenos laterais, usando-se como substrato e suporte para as plantas, sílica finamente moída e lavada.

O experimento testou seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo, quatro partes em que as plantas foram divididas e três variedades de *Pinus caribaea*, num delineamento estatístico fatorial 7x4x3, inteiramente ao acaso, com três repetições. Foi feita a análise da variância confundindo-se a interação tripla (TxPxV) com o resíduo, e aplicando-se o teste F. Realizaram-se os desdobramentos de tratamentos dentro de variedades, variedades dentro de tratamen

tos e tratamentos dentro de partes sempre que as interações apresentaram valores de F significativos ($p < 0,05$). As comparações entre médias foram feitas usando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Cada vaso constituiu uma parcela experimental, recebendo duas mudas de *Pinus caribaea*. As plantas foram irrigadas com solução nutritiva de HOAGLAND e ARNON (1950), diluída a 1:2, duas vezes ao dia, sendo o excesso drenado descartado.

Os tratamentos empregados foram:

- (1) completo (N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes) (T_1);
- (2) omissão de nitrogênio (T_2);
- (3) omissão de fósforo (T_3);
- (4) omissão de potássio (T_4);
- (5) omissão de cálcio (T_5);
- (6) omissão de magnésio (T_6);
- (7) omissão de enxofre (T_7).

As partes em que se dividiu as plantas foram:

- (1) acículas superiores (P_1); (2) acículas inferiores (P_2);
- (3) ramos (P_3); (4) raízes (P_4).

As variedades de *Pinus caribaea* empregadas foram:

- (1) *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (V_1); (2) *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (V_2); (3) *Pinus caribaea* var. *caribaea* (V_3).

O ensaio foi instalado em 20 de julho de 1982,

recebendo solução nutritiva completa diluída a 1:2 até o completo pegamento das mudas, tendo os tratamentos se iniciado em 12 de janeiro de 1983.

Quando as três repetições de um tratamento e variedade apresentavam sintomas de carência, os mesmos eram descritos, e as plantas colhidas, tendo sido o tratamento completo colhido ao final do ensaio.

Após a colheita as plantas foram lavadas, separadas em acículas superiores (tomadas da metade superior dos ramos individuais), acículas inferiores (correspondentes à metade inferior dos ramos), ramos e raízes. Tais amostras foram secas a 60-70°C, em estufa com circulação de ar, sendo em seguida pesadas, moídas e analisadas quimicamente. Determinaram-se as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, segundo SARRUGE e HAAG (1974), tendo sido o conteúdo de enxofre determinado apenas nos tratamentos completo e com omissão de enxofre.

Periodicamente, o crescimento em altura foi avaliado, submetendo-se tais dados a análise de regressão. Essa análise foi feita de modo a comparar dois a dois, em cada variedade, o tratamento completo e os tratamentos deficientes. Foram calculadas as equações lineares ou quadráticas representativas do crescimento em cada caso, seus pontos máximos e coeficientes de determinação (R^2). Como as colheitas dos diversos tratamentos deram-se em ocasiões diferentes, as regressões foram estimadas com número distinto de pontos em cada caso, sendo o tratamento deficiente comparado ao completo até a data em que foi colhido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

Nitrogênio - A deficiência de nitrogênio caracterizou-se especialmente por clorose e redução no crescimento nas três variedades estudadas. Os sintomas de carência deste elemento foram os primeiros a manifestar-se, observando-se uma coloração verde pálida e altura menor das plantas um mês após o início dos tratamentos. Com o decorrer do tempo houve amarelecimento total das plantas, que passaram a apresentar, além da menor altura, ramos mais finos, com casca amarelada, acículas mais curtas e em menor número que as plantas do tratamento completo. Sintomas semelhantes foram encontrados por HOBBS (1944), FOWELLS e KRAUSS (1959), MALAVOLTA *et alii* (1968) e BAULE e FRICKER (1970), em *P. echinata*, *P. resinosa*, *P. rigida*, *P. taeda*, *P. virginiana*, *P. sylvestris*.

e *P. elliottii*.

Os sintomas progrediram da base para o ápice da planta e após total amarelecimento as acículas mais baixas começaram a exibir pontas alaranjadas, ao que se seguiu bronzeamento, secamento e morte.

Pinus caribaea var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* deficientes apresentaram menor ramificação lateral, tendo esta última o amarelecimento mais intenso. *Pinus caribaea* var. *bahamensis* mostrou sintomas de carência menos severos.

As três variedades foram colhidas em 06 de maio de 1983, 114 dias após o início dos tratamentos.

Fósforo - Nos primeiros meses após o início dos tratamentos, não se verificou nenhum sintoma de carência nas plantas cultivadas com a omissão de fósforo. Cento e treze dias após o início dos tratamentos, começaram a surgir sintomas de deficiência em *P. caribaea* var. *hondurensis*, caracterizando-se estes por maior secamento e queda das acículas da região inferior da planta. O secamento se iniciava da ponta para a base das acículas, que se tornavam bronzeadas, marrons e, em seguida, caíam. Com o tempo, os sintomas se acentuavam caminhando em direção ao ápice da planta e aparecendo também nas outras variedades, com a diferença que nas últimas um amarelecimento seguido de cor laranja vivo precedia o bronzeamento e morte das pontas das acículas. HOBBS (1944), MALAVOL

TA *et alii* (1968), HACKAYLO *et alii* (1969) e BAULE e FRICKER (1970) observaram em plantas jovens de *P. echinata*, *P. rigida*, *P. resinosa*, *P. elliotii* e *P. sylvestris*, avermelhamento, desenvolvimento de cor parda ou marrom e, finalmente, morte e queda das acículas. Houve redução na emissão de ramos laterais e as acículas das plantas deficientes apresentavam-se menores e mais finas, sendo aquelas que saem diretamente do ramo guia as que primeiro se apresentaram secas. Quando a deficiência era bem acentuada ocorria a morte, mesmo antes da completa emissão das acículas. Redução na ramificação lateral e acículas mais finas e menores foram observadas por SRIVASTAVA *et alii* (1979), em plantas da mesma espécie e variedade, conduzidas durante dois anos em solo pobre, sem aplicação de fósforo.

As plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* foram colhidas 196 dias após o início dos tratamentos, ocasião em que apresentavam ramos com coloração pardacenta e manchas marrons, contrastando com a coloração normal verde pardacenta com manchas verdes das plantas do tratamento completo. Quando o secamento das acículas do ramo guia atingiu o ápice, as plantas se tornaram murchas, cinzentas e, finalmente, verde-pálidas, morrendo em seguida.

Pinus caribaea var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* foram colhidos, respectivamente, aos 258 e 288 dias após o início dos tratamentos, sendo menos afetados pela carência de fósforo que *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Potássio - A carência de potássio não afetou o desenvolvimento das plantas de modo tão evidente quanto a de nitrogênio e fósforo.

As variedades que primeiro iniciaram a manifestação de sintomas visuais foram *Pinus caribaea* var. *caribaea* e *P. caribaea* var. *hondurensis*, cerca de 170 dias após o início dos tratamentos, seguindo-se a elas *P. caribaea* var. *bahamensis*, 65 dias depois.

Os sintomas ocorridos em *P. caribaea* var. *hondurensis* foram os mais brandos, caracterizando-se por amarelamento, bronzeamento, secamento e morte das acículas da região inferior do ramo guia. Os ramos laterais não apresentaram sintomas. Os sintomas progrediam da ponta para a base das acículas e em direção ao ápice das plantas. No restante, as plantas tinham aspecto normal, tendo sido colhidas 319 dias após o início dos tratamentos.

Um pouco mais evidentes foram os sintomas apresentados por *P. caribaea* var. *bahamensis*, que se iniciaram por surgimento de pontuações amareladas no limbo e amarelecimento da ponta das acículas da região inferior das plantas. Com o tempo, os pontos transformavam-se em manchas alongadas e de contornos difusos, coalesciam, escureciam e secavam. Algumas pontas secas de acículas exudavam resina. Tais plantas foram colhidas na mesma ocasião que as de *P. caribaea* var. *hondurensis*, observando-se um tom levemente amarelado nas pontas de todas as acículas.

Pinus caribaea var. *caribaea* foi a variedade mais afetada, seus sintomas foram idênticos aos descritos para *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, porém, mais evidentes, com o secamento atingindo o terço apical das plantas, quando então, os pontos de crescimento se tornaram amarelados e as acículas da região inferior começaram a secar por completo e em tufo. A colheita se deu 288 dias após o início dos tratamentos.

MALAVOLTA *et alii* (1968) e RAUPACH e HALL (1971) descreveram sintomas semelhantes aos reportados para *P. caribaea* var. *hondurensis* em *P. elliottii* e *P. radiata*, sintomas semelhantes aos que ocorreram em *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, entretanto, não foram encontrados.

Cálcio - A deficiência de cálcio foi de caracterização difícil, não havendo sintomas evidentes. A variedade mais afetada pela carência do elemento foi *Pinus caribaea* var. *caribaea*, que começou a mostrar amarelecimento das regiões de crescimento por volta de 135 dias após o início dos tratamentos. Tal amarelecimento acentuou-se com o passar do tempo, enquanto que as acículas de modo geral e, em especial as cloróticas, tornavam-se menos lignificadas e de aspecto murcho. Duzentos e sessenta e oito dias após o início dos tratamentos, os ápices das plantas apresentavam-se totalmente amarelos e algumas das acículas começavam a secar. O secamen

to iniciava-se por manchas alongadas de cor palha e contornos difusos, que coalesciam até tomar toda a acícula, realizando-se nessa ocasião a colheita.

Pinus caribaea var. *hondurensis* apresentou os primeiros sintomas na mesma ocasião que *P. caribaea* var. *caribaea*; estes, no entanto, eram pouco intensos, caracterizando-se primeiro pelo secamento de algumas acículas da região inferior da planta e, em seguida, pela clorose apical e menor lignificação das acículas. As plantas permaneceram muito tempo nessas condições, para repentinamente tornar-se verde claro-acinzentadas e morrer, do ápice para a base, 320 dias após o início dos tratamentos, ocasião em que foram colhidas.

Pinus caribaea var. *bahamensis* comportou-se do mesmo modo que *P. caribaea* var. *hondurensis*, com a diferença que nesta última os sintomas se iniciaram pela clorose apical, seguindo-se a ela o secamento de acículas da região inferior da planta. Neste caso, quando as plantas entraram em colapso, houve morte dos ponteiros, que adquiriram cor palha. A colheita ocorreu 320 dias após o início dos tratamentos.

Por ser de ocorrência rara, há poucas referências aos sintomas de deficiência de cálcio nas espécies do gênero *Pinus* e as existentes apresentam sintomas variados; entretanto, todas elas indicam que a carência se manifesta no ápice dos ramos, com alteração da coloração das acículas, que, frequentemente, apresentam-se murchas, e morte das ge-

mas apicais (BAULE e FRICKER, 1970; MALAVOLTA *et alii*, 1968, HACKAYLO *et alii*, 1969).

Magnêsio - A variedade que primeiro mostrou sintomas de deficiência de magnêsio, embora t $\acute{e}$ nues, inespec $\acute{i}$ ficos e que n $\tilde{a}$ o se acentuaram com o tempo, foi *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tais plantas come $\acute{c}$ aram a mostrar, por volta de 150 dias ap $\acute{o}$ s o in $\acute{i}$ cio dos tratamentos, um leve amarelecimento das regi $\tilde{o}$ es de crescimento, permanecendo assim por cerca de 90 dias, quando as ac $\acute{i}$ culas, que se mostravam menos lignificadas, come $\acute{c}$ aram a secar, ao que se sucedeu colapso e morte das plantas, que foram colhidas 268 dias ap $\acute{o}$ s o in $\acute{i}$ cio dos tratamentos.

Pinus caribaea var. *bahamensis* tamb $\acute{e}$ m n $\tilde{a}$ o manifestou sintomas acentuados de car $\acute{e}$ ncia de magnêsio. Duzentos e trinta e sete dias ap $\acute{o}$ s o in $\acute{i}$ cio dos tratamentos, as ac $\acute{i}$ culas dos fasc $\acute{i}$ culos emergentes da metade inferior do ramo guia tornaram-se pardo-amareladas, estendendo-se, posteriormente, esses sintomas para as demais ac $\acute{i}$ culas dos ramos localizados na parte baixa da copa. O amarelecimento se iniciava pela base das ac $\acute{i}$ culas, surgindo, posteriormente, manchas amarelas no limbo e nas pontas. Finalmente, a regi $\tilde{o}$ de crescimento dos ramos inseridos na parte baixa da copa come $\acute{c}$ ou a amarelecer, secar e morrer. Os sintomas apresentaram um gradiente da base para o $\acute{a}$ pice das plantas, que foram colhidas aos 268 dias ap $\acute{o}$ s o in $\acute{i}$ cio dos tratamentos.

P. caribaea var. *hondurensis* começou a manifestar sintomas 195 dias após o início dos tratamentos, sendo esta a única variedade a apresentar sintomas facilmente identificáveis e evidentes. Inicialmente, as acículas da base do ramo guia secaram, estendendo-se tal secamento para as acículas dos fascículos e para as ramificações secundárias. Formou-se uma região interna nitidamente seca na base das plantas, rodeada por um envoltório verde de acículas curtas e emaranhadas. Houve gradiente da base para o ápice, e próximo à colheita, 120 dias mais tarde, os pontos de crescimento começaram a amarelecer, murchar e secar.

Não se encontraram na literatura referências aos sintomas de deficiência de magnésio em *P. caribaea* e os sintomas descritos por INGESTAD (1960) para *P. sylvestris* e MALAVOLTA *et alii* (1968) para *P. elliottii*, não são comparáveis aos determinados pelo presente trabalho.

Enxofre - *Pinus caribaea* var. *caribaea* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foram as mais afetadas pela deficiência de enxofre. Os sintomas visuais foram facilmente identificáveis em *P. caribaea* var. *caribaea*. Nesta variedade, por volta de 120 dias após o início dos tratamentos, verificou-se o amarelecimento das acículas dos ápices dos ramos. Essa clorose se estendeu em direção à base e se intensificou com o tempo, principalmente nos ramos mais expostos ao sol, até que os pontos de crescimento tornaram-se totalmente ama-

relos e as plantas começaram a morrer.

P. caribaea var. *hondurensis* começou a manifestar sintomas na mesma ocasião, mas estes não passaram de uma leve clorose dos pontos de crescimento, que assim permaneceram por cerca de três meses. Repentinamente as acículas da região inferior do ramo guia começaram a secar, adquirindo coloração marrom pardacenta, enquanto que as demais perdiam a turgidez e se voltavam para baixo, ficando com aspecto caído, enquanto adquiriam um tom verde cinzento. Os ponteiros começaram a secar e o verde-cinzento tornou-se levemente alaranjado, bronzeado e, finalmente, marrom pardacento. Essa murcha e seca ocorreu da base para o ápice, sendo as plantas colhidas 204 dias após o início dos tratamentos, juntamente com as de *P. caribaea* var. *caribaea*.

P. caribaea var. *bahamensis* mostrou os primeiros sintomas de carência de enxofre, 150 dias após o início dos tratamentos, caracterizando-se estes por leve amarelecimento das regiões apicais dos ramos, que assim permaneceram por cerca de 130 dias, quando os ponteiros começaram a secar e adquirir cor palha-claro. As plantas foram colhidas 315 dias após o início dos tratamentos.

Além dessas alterações, *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou ainda menor ramificação lateral e maior exudação de resina.

A tabela 7 mostra para cada variedade o tempo decorrido entre o início dos tratamentos e o aparecimento dos

sintomas, o tempo decorrido entre o aparecimento dos sintomas e a colheita, a intensidade e a especificidade dos sintomas observados. Entenda-se por especificidade o grau com que os sintomas caracterizam uma dada deficiência.

Através da tabela 7 pode-se observar que a omissão dos macronutrientes afetou de modos e intensidades diferentes as variedades de *Pinus* estudadas. De um modo geral, *P. caribaea* var. *hondurensis* mostrou sintomas mais intensos e mais específicos que as demais. *P. caribaea* var. *caribaea* teve posição intermediária quanto à intensidade dos sintomas, porém estes foram pouco específicos. *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, por sua vez, mostrou os sintomas menos intensos e menos específicos.

A carência de nitrogênio foi a que promoveu maiores danos ao desenvolvimento das plantas, manifestando-se um mês após o início dos tratamentos, afetando drasticamente o crescimento das três variedades e apresentando sintomas inequívocos. A ela seguiram-se as deficiências de fósforo e enxofre, pois a de cálcio, mesmo tendo surgido antes foi branda e de sintomas pouco característicos. As deficiências de potássio e magnésio foram as que mais demoraram para aparecer, sendo seus sintomas pouco intensos e de difícil reconhecimento, exceto no caso da carência de magnésio em *P. caribaea* var. *hondurensis*, que ficou bem caracterizado.

Tabela 7 - Tempo decorrido entre o início dos tratamentos de omissão de macronutrientes em *P. caribaea* var. *hondurensis* (H), *P. caribaea* var. *bahamensis* (B) e *P. caribaea* var. *caribaea* (C) e a manifestação dos sintomas de carência (meses), tempo decorrido entre a manifestação dos sintomas e colheita das plantas (meses), intensidade (A=alta, M=média e B=baixa) e especificidade (A=alta, M=média e B=baixa) dos mesmos.

Elemento omitido	Tempo decorrido até o aparecimento dos sintomas (meses)			Tempo do aparecimento dos sintomas à colheita (meses)			Intensidade dos sintomas (A, M, B)			Especificidade dos sintomas (A, M, B)		
	H	B	C	H	B	C	H	B	C	H	B	C
N	1,0	1,0	1,2	2,8	2,8	2,6	A	A	A	A	A	A
P	3,8	4,1	4,3	2,8	4,5	5,3	A	M	M	A	M	B
K	6,5	7,8	5,8	4,1	2,8	3,8	B	B	M	B	B	B
Ca	4,6	4,6	4,6	6,0	6,0	4,3	B	B	M	B	B	B
Mg	6,5	7,9	5,0	4,0	1,0	3,9	A	B	B	A	B	B
S	4,0	5,0	4,0	2,8	5,5	2,8	B	B	A	B	M	A

4.2. CRESCIMENTO DAS PLANTAS

A tabela 8 apresenta os dados de altura média das plantas (cm) ao início dos tratamentos de omissão de nutrientes (12/1/1983) e a tabela 9 apresenta sua análise de variância. Através dessas tabelas observa-se que as alturas nessa ocasião eram uniformes, havendo diferença ($p=0,05$) apenas entre variedades.

Os dados de crescimento das plantas em altura, em função do tempo, são apresentados nas tabelas 10, 11 e 12, e sua análise de regressão nas tabelas 13, 14 e 15, tendo sido esta última realizada, de modo a comparar dois a dois em cada variedade o tratamento completo e os tratamentos deficientes. Foram calculadas as equações lineares ou quadráticas representativas do crescimento em cada caso, seus pontos de máximo e coeficientes de determinação (R^2); estando tais dados nas tabelas 16, 17 e 18. A representação gráfica das equações obtidas encontra-se nas figuras 1 a 6.

As análises mostram que os tratamentos afetaram diferentemente o crescimento das três variedades estudadas. As carências de nitrogênio e fósforo reduziram ($p = 0,01$) as alturas de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, não afetando as plantas de *P. caribaea* var. *bahamensis*. MILLER *et alii* (1976), na Escócia, aplicando doses crescentes de nitrogênio a plantações de *P. nigra* var. *maritima* de 36 anos de idade, verificaram um crescimento muito lento nos três anos subsequentes à fertilização nas parcelas que não receberam o nutriente, com declínio severo nos 10 a-

nos seguintes. Em Derha Dun, na Índia, TALWAR e BHATNAGAR (1979) observaram que o crescimento de mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis* de 10 meses de idade se relacionava às proporções N/Ca e K/Ca, embora a mais alta relação fosse com a proporção Ca/P. SRIVASTAVA *et alii* (1979) cultivando mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, em vasos com solo pobre, em Bahu Pine, na Malásia, concluíram ser o fósforo o nutriente mais importante para o crescimento das plantas em altura, embora seu efeito começasse a manifestar-se dois meses após o início dos tratamentos e só se acentuasse quatro meses depois. As plantas que receberam 560 kg de P_2O_5 por hectare, além de 112 kg/ha de nitrogênio e 112 kg/ha de K_2O , cresceram três vezes mais que as plantas do tratamento controle, sem adubação. CAMERON *et alii* (1981) observaram maior vitalidade e maior altura para plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* adubadas com fósforo, tanto em experimento em vasos, como no campo.

P. caribaea var. *hondurensis* teve sua altura reduzida ($p = 0,05$) pela carência de potássio, o que não ocorreu com *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. caribaea* var. *bahamensis* cujas alturas foram aumentadas ($p = 0,05$ e $p = 0,01$) nessas condições. Na literatura são comuns referências à ação do potássio sobre o crescimento do diâmetro e consequentemente da área basal das espécies do gênero *Pinus*, porém seu efeito sobre o crescimento em altura é pouco mencionado, CAMERON *et alii* (1981), o observaram no campo, em *P. caribaea* var.

hondurensis, até 29 meses de idade, enquanto que FORNES *et alii* (1970), em Nova York, Estados Unidos, o referem em *P. resinosa* de 32 anos de idade. Neste último caso, as plantas fertilizadas tiveram um crescimento 42,8% maior que as não fertilizadas.

Pinus caribaea var. *bahamensis* deficiente em cálcio cresceu mais que o não deficiente ($p = 0,01$) enquanto que para *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* nenhuma diferença foi observada. Esse comportamento es tá de acordo com as observações feitas por INGESTAD (1963) pa ra *P. sylvestris*. O autor trabalhou com solução nutritiva e níveis crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, concluindo que essa espécie tem baixa ne cessidade de cálcio por grama de matéria seca produzida, sen do necessários aumentos de quarenta mil vezes no suprimento externo de cálcio para aumentar o crescimento das plantas em 50%. HOYLE e MADER (1964), por sua vez relatam forte correla ção entre a disponibilidade de cálcio e o crescimento em altura de *P. resinosa* de 24 a 37 anos de idade, e atribuem esse comportamento ao fato do cálcio ser um elemento de mobili dade reduzida nas plantas, fazendo com que a carência afete primeiramente as gemas apicais, impedindo assim o crescimen to.

As plantas deficientes em magnésio mostraram-se de modo geral mais altas que as não deficientes, no entanto, tal diferença não foi significativa para *P. caribaea*

var. *caribaea*. Na literatura o magnésio é referido influenciando o vigor em plantas de *Pinus* sp, apenas o trabalho de VAN GOOR 1965/66 relata uma correlação entre o teor de magnésio nas acículas e o crescimento de plantas adultas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. khasya* e *P. patula*. O autor relata também, alta correlação entre o teor de magnésio das acículas e de cálcio mais magnésio do solo.

A omissão de enxofre provocou efeito distinto em cada uma das três variedades. *P. caribaea* var. *hondurensis* não foi afetada, *P. caribaea* var. *bahamensis* teve sua altura aumentada ($p = 0,05$) e *P. caribaea* var. *caribaea* teve sua altura reduzida ($p = 0,01$) em tais condições. Plantas de *P. sylvestris* pequenas e com ramos finos são referidas por HACKAYLO *et alii* (1969) em experimento conduzido em casa de vegetação, com omissão de enxofre.

Tabela 8 - Altura das plantas (cm) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* ao início dos tratamentos de omissão de nutrientes. Média de três repetições.

Variedades Tratamentos	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>
Completo	33,0	26,5	38,2
Omissão de N	28,0	27,1	27,7
Omissão de P	26,5	29,1	32,8
Omissão de K	27,3	29,7	33,6
Omissão de Ca	29,7	29,1	30,4
Omissão de Mg	27,3	25,6	28,8
Omissão de S	27,5	31,0	27,9
Coeficiente de Variação (CV) 13,66%			

Tabela 9 - Análise da variância dos dados de altura das plantas (cm) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, ao início dos tratamentos de omissão de nutrientes.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos (T)	6	94,4286	15,7381	0,98 ns
Variedades (V)	2	131,0377	65,5188	4,06*
T x V	12	265,5178	22,1265	1,37 ns
Resíduo	42	676,8750	16,1161	
Total	62	1167,8591		

Tabela 10 - Altura das plantas (cm) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em função dos tratamentos de omissão de nutrientes e da idade. Médias de 3 repetições.

TRATAMENTOS	Data das observações							
	12/01	24/02	14/04	05/05	16/06	28/07	08/09	27/10
Completo	29,67	42,58	50,83	57,60	63,00	70,42	73,33	72,50
Omissão de N	28,00	37,17	41,17	43,00	-	-	-	-
Omissão de P	26,50	36,92	47,83	48,42	52,25	58,50	-	-
Omissão de K	27,33	37,17	49,67	51,75	57,83	64,67	67,00	70,33
Omissão de Ca	29,75	39,17	51,50	54,42	60,00	67,00	70,00	73,25
Omissão de Mg	27,33	40,33	56,33	61,35	67,17	73,67	75,33	80,17
Omissão de S	27,50	40,17	52,00	54,25	58,83	64,17	-	-

Tabela 11 - Altura das plantas (cm) de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em função dos tratamentos de omissão de nutrientes e da idade. Médias de 3 repetições.

TRATAMENTOS	Data das observações							
	12/1	23/2	13/4	5/5	15/6	27/7	8/9	27/10
Completo	26,42	37,92	45,17	46,08	51,17	58,83	54,83	57,50
Omissão de N	30,25	38,08	40,00	40,75	-	-	-	-
Omissão de P	29,08	38,42	47,50	46,42	54,33	60,50	57,00	-
Omissão de K	29,75	41,08	51,17	52,33	58,17	67,00	71,00	80,17
Omissão de Ca	29,08	36,08	49,17	53,17	56,33	63,67	66,00	67,50
Omissão de Mg	25,58	37,50	49,00	52,08	60,33	67,50	68,83	-
Omissão de S	31,00	38,42	45,67	49,92	56,00	61,50	64,33	61,83

Tabela 12 - Altura das plantas (cm) de *Pinus caribaea* var. *caribaea* em função dos tratamentos de omissão de nutrientes e da idade. Médias de 3 repetições.

TRATAMENTOS	Data das observações							
	12/1	24/2	14/4	5/5	16/6	28/7	8/9	27/10
Completo	38,25	46,33	47,83	50,17	53,17	56,67	57,33	55,83
Omissão de N	27,75	34,92	38,67	38,50	-	-	-	-
Omissão de P	32,83	38,50	44,67	44,92	47,67	50,00	55,67	51,83
Omissão de K	33,58	40,17	44,00	47,33	54,50	54,83	57,00	57,00
Omissão de Ca	30,42	43,17	50,50	52,00	55,50	57,33	59,00	-
Omissão de Mg	28,83	47,25	56,83	61,08	62,33	68,17	72,17	-
Omissão de S	27,92	39,00	41,00	43,33	46,00	48,67	-	-

Tabella 13 - Análise de regressão dos dados comparados de crescimento em altura (cm) de *Pennis carthagen* var. *hondurensis* cultivada em solução nutritiva completa e com omissão de macronutrientes.

Fonte de Variação	Tratamentos Comparados															
	Completo x - N		Completo x - P		Completo x - K		Completo x - Ca		Completo x - Mg		Completo x - S					
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamentos	01	400,5751**	01	506,6247**	01	236,5201*	01	49,1018	01	78,1543	01	85,7167				
Data dentro de L	01	1337,0540**	01	3166,5722**	01	4639,3890**	01	4639,3890**	01	4639,3890**	01	3166,5722**				
Trat. completo	Q	01	7,7991	01	52,8715	01	434,4336**	01	434,4336**	01	434,4336**	01	52,8715			
(DdTe)	DR	01	5,3164	03	3,8402	05	4,1795	05	4,1795	05	4,1795	03	3,8402			
Total DdTe	03	450,0558	05	646,2289**	07	727,8171**	07	727,8171**	07	727,8171**	07	646,2289**				
Data dentro de L	01	377,2585**	01	1887,2389**	01	4467,9944**	01	4635,0276**	01	6401,8751**	01	2563,5112**				
Trat. c/ omissão	Q	01	21,6480	01	71,4992	01	251,8532*	01	228,5687	01	582,5382**	01	130,8617			
(DdTo)	DR	01	2,9269	03	9,1659	05	2,6383	05	2,0886	05	12,3650	03	4,0224			
Total DdTo	03	133,9445**	05	397,2451**	07	676,1484**	07	696,2913**	07	1006,6055**	07	541,2868**				
Resíduo	16	20,6839	24	22,0582	32	34,4826	32	81,5164	32	64,5030	24	51,0584				
Total	23		35		47		47		47		35					
Coef. Variação (%)		10,98		9,62		10,59		15,94		13,63		14,00				

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 14 - Análise da variância dos dados comparados de crescimento em altura (cm) de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* cultivado em solução nutritiva completa e com omissão de macronutrientes.

Fonte de Variação	Tratamentos Comparados															
	Completo x - N		Completo x - P		Completo x - K		Completo x - Ca		Completo x - Mg		Completo x - S					
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM		
Tratamentos	01	15,8438	01	35,2942	01	992,3543**	01	348,0326**	01	350,0370**	01	177,2930*				
Data dentro de L	01	704,6042**	01	1917,4074**	01	2145,9713**	01	2145,9713**	01	1917,4074**	01	2145,9713**				
Trat. completo	Q	38,3980	01	170,1924*	01	298,5770**	01	298,5770**	01	170,1924**	01	298,5770**				
(DdTc)	DR	01	0,0134	04	17,0554	05	14,4440	05	14,4440	04	17,0554	05	14,4440			
Total DdTc	03	247,6719**	06	359,3036**	07	359,5383**	07	359,5383**	06	359,3036**	07	359,5380**				
Data dentro de L	01	178,7399**	01	1972,0391**	01	5567,3383**	01	3825,6809**	01	4356,5709**	01	2784,5007**				
Trat. c/ omissão	Q	26,8902	01	142,2724*	01	31,6822	01	265,6236*	01	156,0209**	01	225,2647*				
(DdTó)	DR	01	2,8855	04	17,9608	05	9,5209	05	7,2891	04	3,3922	05	9,0219			
Total DdTó	03	69,5052	06	364,3591**	07	306,6607**	07	589,6786**	06	754,3601**	07	436,4107**				
Resíduo	16	22,4427	28	24,8155	32	24,6836	32	39,5365	28	17,0789	32	33,0625				
Total	23		41		47		47		41		47					
Coef. Variação (%)		12,44		10,67		9,59		12,59		8,49		11,70				

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 15 - Análise de variância dos dados comparados de crescimento em altura (cm) de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivado em solução nutritiva completa e com omissão de macronutrientes.

Tratamentos Comparados													
Fonte de Variação	Completo x - N		Completo x - P		Completo x - K		Completo x - Ca		Completo x - Mg		Completo x - S		
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	
Tratamentos	01	685,3360**	01	292,5477**	01	55,2552*	01	0,7203	01	471,6801**	01	540,5625**	
Datas dentro de L	01	213,3080**	01	753,3062**	01	753,3062**	01	744,1851**	01	744,1851**	01	571,7406**	
Trat. completo	Q	17,8485	01	100,8660*	01	100,8660**	01	24,9470	01	24,9470	01	7,7500	
(DdTc)	DR	01	10,0257	05	5,9317	05	5,9317	04	6,0696	04	6,0696	03	7,9534
Total DdTc	03	80,3941*	07	126,2615**	07	126,2615**	06	132,2351**	06	132,2351**	05	120,6701**	
Data dentro de L	01	212,2079**	01	1001,1348**	01	1445,6701**	01	1540,2235**	01	3411,0209**	01	704,9540**	
Trat. c/ omissão	Q	22,5281	01	87,8844*	01	122,5208**	01	229,6934**	01	344,2558**	01	49,0150	
(DdTc)	DR	01	0,0348	05	9,2081	05	6,8530	04	6,6651	04	26,8162	03	13,0716
Total DdTc	03	78,2569*	07	162,1514**	07	228,9222**	06	299,4296**	06	643,7569**	05	158,6368**	
Resíduo	16	16,2630	32	14,7826	32	10,6979	28	20,3036	28	12,0178	24	15,3368	
Total	23		47		47		41		41		35		
Coef. Variação (%)		10,01		7,97		6,59		9,04		6,50		8,73	

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 16 - Equações de regressão, pontos de máximo e coeficientes de determinação ($R^2\%$) do crescimento em altura (cm) Y, em função do tempo após o início dos tratamentos (dias) X em plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de macronutrientes.

Tratamento	Equações	Pontos de Máximo		$R^2\%$
		X	Y	
Completo	$Y = 0,2424X + 30,6546^{**}$			99,03
- N	$Y = 0,1288X + 29,4423^{**}$			93,88
Completo	$Y = 0,2026X + 32,4817^{**}$			98,00
- P	$Y = 0,1564X + 29,5595^{**}$			95,02
Completo	$Y = -0,00054X^2 + 0,2982X + 31,1745^{**}$	276,11	72,34	99,59
- K	$Y = -0,00041X^2 + 0,2682X + 27,2700^*$			99,72
Completo	$Y = -0,00054X^2 + 0,2982X + 31,1745^*$	276,11	72,34	99,59
- Ca	$Y = 0,1519X + 34,3653^{**}$			95,10
Completo	$Y = -0,00054X^2 + 0,2982X + 31,1745^*$	276,11	72,34	99,59
- Mg	$Y = -0,00063X^2 + 0,3595X + 27,5092^{**}$	285,32	78,79	99,12
Completo	$Y = 0,2026X + 32,4817^{**}$			98,00
- S	$Y = 0,1823X + 31,4096^*$			94,72

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 17 - Equações de regressão, pontos de máximo e coeficientes de determinação ($R^2\%$) do crescimento em altura (cm) Y, em função do tempo após o início dos tratamentos (dias) X em plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de macronutrientes.

Tratamento	Equações	Pontos de Máximo		$R^2\%$
		X	Y	
Completo	$Y = 0,1760X + 28,1162^{**}$			94,83
- N	$Y = 0,0886X + 31,8415^{**}$			85,72
Completo	$Y = -2 \cdot 10^7 X^2 + 0,1203X + 31,1341^*$			96,64
- P	$Y = -2 \cdot 10^7 X^2 + 0,1248X + 32,7604^*$			96,71
Completo	$Y = -0,00045X^2 + 0,2329X + 27,2514^{**}$	258,78	57,39	97,13
- K	$Y = 0,1665X + 33,0220^{**}$			98,60
Completo	$Y = -0,00045X^2 + 0,2329X + 27,2514^{**}$	258,78	57,39	97,13
- Ca	$Y = -0,00042X^2 + 0,2602X + 28,1006^*$			99,12
Completo	$Y = -2 \cdot 10^{-7} X^2 + 0,1230X + 31,1241^{**}$			96,84
- Mg	$Y = -2 \cdot 10^{-7} X^2 + 0,1854X + 29,4811^{**}$			99,70
Completo	$Y = -0,00045X^2 + 0,2329X + 27,2514^{**}$	258,78	57,39	97,13
- S	$Y = -0,00039X^2 + 0,2303X + 29,8081^*$			98,52

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 18 - Equações de regressão, pontos de máximo e coeficientes de determinação ($R^2\%$) do crescimento em altura (cm) Y, em função do tempo após o início dos tratamentos (dias) X em plantas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivadas em solução nutritiva completa e com omissão de macronutrientes.

Tratamento	Equações	Pontos de Máximo		$R^2\%$
		X	Y	
Completo	$Y = 0,0968X + 39,7100^{**}$			88,44
- N	$Y = 0,0966X + 29,0425^{**}$			90,39
Completo	$Y = -0,00026X^2 + 0,1156X + 41,8456^*$	222,31	54,69	96,64
- P	$Y = -0,00024X^2 + 0,1409X + 32,2900^*$			95,94
Completo	$Y = -0,00026X^2 + 0,1156X + 41,8456^{**}$	222,31	54,60	96,64
- K	$Y = -0,00028X^2 + 0,1678X + 33,1401^{**}$			97,86
Completo	$Y = 0,0766X + 40,8447^{**}$			93,80
- Ca	$Y = -2 \cdot 10^{-7} X^2 + 0,1103X + 58,0927^{**}$			98,52
Completo	$Y = 0,0766X + 40,8447^{**}$			93,80
- Mg	$Y = -2 \cdot 10^{-7} X^2 + 0,1103X + 36,5809^{**}$			97,22
Completo	$Y = 0,0861X + 40,1993^{**}$			94,76
- S	$Y = 0,0956X + 31,5068^{**}$			88,88

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Figura 1 - Crescimento em altura, de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, conduzidas sob tratamento completo e deficiente em nitrogênio.

Figura 2 - Crescimento em altura, de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, conduzidas sob tratamento completo e deficiente em fósforo.

Figura 3 - Crescimento em altura, de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, conduzidas sob tratamento completo e deficiente em potássio.

Figura 4 - Crescimento em altura, de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *Pinus caribaea* var. *caribaea*, conduzidas sob tratamento completo e deficiente em cálcio.

Figura 5 - Crescimento em altura, de plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, conduzidas sob tratamento completo e deficiente em magnésio.

Figura 6 - Crescimento em altura, em plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, conduzidas sob tratamento completo e deficiente em enxofre.

4.3. PESO DA MATÉRIA SECA

As médias dos pesos de matéria seca obtidos para os diversos tratamentos e variedades, nas quatro partes em que as plantas foram divididas são apresentadas na tabela 19, e sua análise de variância na tabela 20.

A tabela 20 mostra que os efeitos dos tratamentos sobre a produção de matéria seca foram altamente significativos ($p = 0,01$). As quantidades médias produzidas em cada tratamento são dadas na tabela 21, em ordem decrescente.

Observa-se (tabela 21) que o tratamento completo permitiu o maior acúmulo de matéria seca (19,56 g) refletindo o melhor desenvolvimento das plantas nessas condições, não diferindo entretanto, da dos tratamentos com omissão de potássio (18,90 g), omissão de magnésio (18,87 g) e omissão de cálcio (17,46 g). As produções dos tratamentos com omissão de enxofre (14,32 g), omissão de fósforo (13,31 g) e omissão de nitrogênio (5,36 g) diferiram das do completo. Os efeitos da omissão de enxofre e da omissão de fósforo sobre a produção de matéria seca foram semelhantes, tendo o primeiro produzido 26,79% e o segundo 31,95% menos matéria seca que o tratamento completo. Redução ainda mais drástica foi promovida pela omissão de nitrogênio. As plantas deficientes em nitrogênio produziram em média 5,36 g de matéria seca, 72,6% menos que as plantas dos tratamentos completos.

Tabela 19 - Peso da matéria seca (g) das acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Média de três repetições.

Variedade	Tratamento de Omissão	Peso da Matéria Seca (g)				
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes	Planta toda
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	51,33	31,47	54,12	27,67	164,59
	- N	11,33	8,10	9,03	12,83	41,29
	- P	21,43	19,67	16,23	21,27	78,10
	- K	52,90	27,97	43,33	28,83	153,03
	- Ca	39,00	29,43	47,00	31,27	146,70
	- Mg	44,97	40,60	41,87	30,73	127,44
	- S	33,27	24,17	19,00	16,87	93,31
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	44,60	36,00	32,90	29,40	142,90
	- N	9,17	8,50	11,70	13,17	42,54
	- P	25,77	25,00	24,50	34,33	109,60
	- K	41,67	42,33	29,67	23,07	136,74
	- Ca	34,47	31,33	34,50	29,67	129,97
	- Mg	43,47	40,45	37,33	31,47	152,72
	- S	37,20	36,60	37,07	30,67	141,54
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	48,80	36,57	44,80	31,77	161,94
	- N	10,90	11,67	9,67	12,83	45,07
	- P	38,47	30,63	28,20	34,00	131,30
	- K	45,13	41,50	39,67	31,87	158,17
	- Ca	42,00	39,33	33,83	31,67	146,83
	- Mg	47,00	29,77	33,77	31,43	141,97
	- S	39,17	22,67	22,43	24,67	108,94

Coefficiente de Variação (CV) 23,73%

Tabela 20 - Análise da variância dos dados de peso da matéria seca (g) das partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamentos (T)	6	5480,5260	913,4210	68,41**
Variedades (V)	2	32,6402	16,3201	1,22 ns
Partes da pl. (P)	3	799,6144	266,5281	19,96**
Td V ₁	6	2677,4379	446,2396	33,42**
Td V ₂	6	1595,5403	265,9234	19,92**
Td V ₃	6	1831,6140	305,2690	22,86**
Vd T ₁	2	52,6185	26,3092	1,97 ns
Vd T ₂	2	1,1343	0,5671	0,04 ns
Vd T ₃	2	263,0737	131,5368	9,85**
Vd T ₄	2	58,8879	29,4439	2,20 ns
Vd T ₅	2	28,4205	14,2102	1,06 ns
Vd T ₆	2	25,4705	12,7352	0,95 ns
Vd T ₇	2	227,1010	113,5505	8,50**
T x V	12	624,0663	52,0055	3,89**
Td P ₁	6	2381,5930	396,9321	29,73**
Td P ₂	6	1286,9154	214,4859	16,06**
Td P ₃	6	1949,0821	324,8470	24,33**
Td P ₄	6	571,1243	95,1874	7,13**
T x P	18	708,1888	39,3438	2,94**
P x V	6	217,4435	36,2406	2,71*
Resíduo	204	2723,8677	13,3523	
Total	251	10586,3469		

Tabela 21 Produção média de matéria seca (g) por partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, em função dos tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Média de trinta e seis repetições.

Tratamentos						
Completo	- K	- Mg	- Ca.	- S	- P	- N
19,56 ^{a/}	18,90 ^c	18,87 ^c	17,46 ^c	14,32 ^b	13,31 ^b	5,36 ^a

DMS. 5% 2,56

a/ Os números seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

As variedades responderam de maneiras diferentes à carência nutricional, o que é evidenciado pelo efeito altamente significativo ($p = 0,01$) da interação tratamentos x variedades (tabela 20) sobre o acúmulo de matéria seca por parte das mesmas.

As médias de peso da matéria seca produzida pelas três variedades dentro dos sete tratamentos são apresentadas na tabela 22, e mostram que a omissão de nitrogênio promoveu reduções semelhantes em todas elas. *P. caribaea* var. *hondurensis* teve sua produção reduzida em 74,93%, *P. caribaea* var. *bahamensis* em 72,13% e *P. caribaea* var. *caribaea* em 72,38%. Também as omissões de potássio, magnésio e cálcio, que não afetaram a produção de matéria seca, agiram de modos semelhantes

nas três variedades, no entanto, houve diferenças nas respostas às omissões de enxofre e de fósforo.

Em *P. caribaea* var. *hondurensis* os tratamentos de omissão de enxofre e de fósforo forneceram produções 43,34% e 52,28% menores ($p = 0,05$) que a do tratamento completo. Em *P. caribaea* var. *caribaea* a omissão de fósforo não afetou a produção de matéria seca por parte das plantas (18,93% menor que a do completo), mas a de enxofre o fez, reduzindo tal produção em 32,71%. *P. caribaea* var. *bahamensis*, por sua vez, não teve produção afetada por nenhuma das duas omissões.

Tabela 22 - Peso da matéria seca (g) de tratamentos de omissão de macronutrientes e completo, dentro de partes de três variedades de *P. caribaea*. Média de doze repetições.

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>						
Completo	- K	- Mg	- Ca	- S	- P	- N
20,58 ^c	19,84 ^c	19,77 ^c	18,34 ^c	11,66 ^b	9,82 ^b	5,16 ^a
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>						
- Mg	Completo	- S	- K	- Ca	- P	- N
19,09 ^c	17,86 ^{bc}	17,69 ^{bc}	17,09 ^{bc}	16,24 ^{bc}	13,70 ^b	5,32 ^a
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>						
Completo	- K	- Ca	- Mg	- P	- S	- N
20,24 ^c	19,77 ^c	17,81 ^{bc}	17,74 ^{bc}	16,41 ^{bc}	13,62 ^b	5,59 ^a
DMS 5%	4,44					

O desdobramento dos graus de liberdade de variedades dentro de tratamentos (tabela 20) confirmam as observações relatadas anteriormente, mostrando que dentro do tratamento com omissão de enxofre *P. caribaea* var. *bahamensis* difere de *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. caribaea* var. *hondurensis*, e no tratamento sem fósforo *P. caribaea* var. *hondurensis* difere de *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. As médias são apresentadas na tabela 23.

Tabela 23 - Peso da matéria seca (g) produzida por partes de três variedades de *Pinus caribaea* dentro dos tratamentos sem enxofre e sem fósforo. Média de doze repetições.

Variedade	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>	<i>hondurensis</i>
Tratamento			
Sem enxofre	17,69 ^b	13,62 ^a	11,66 ^a
Sem fósforo	16,41 ^b	13,70 ^b	9,82 ^a
DMS 5%	3,52		

A análise da variância dos dados mostra ainda, que houve efeito significativo da interação entre tratamentos e partes das plantas na produção de matéria seca por parte das mesmas (Tabela 20).

Tabela 24 - Peso da matéria seca (g) de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, dentro de seis tratamentos de omissão de nutrientes e um completo. Média de nove repetições.

Acículas Superiores						
Completo	- K	- Mg	- Ca	- S	- P	- N
24,12 ^d	23,28 ^{cd}	22,57 ^{cd}	19,24 ^{bcd}	18,27 ^{bc}	14,28 ^b	5,23 ^a
Acículas Inferiores						
- Mg	- K	Completo	- Ca	- S	- P	- N
18,47 ^c	18,63 ^c	17,34 ^{bc}	15,96 ^{bc}	13,90 ^{bc}	12,55 ^b	4,71 ^a
Ramos						
Completo	- K	- Ca	- Mg	- S	- P	- N
21,98 ^c	19,72 ^c	19,22 ^c	18,83 ^c	13,08 ^b	11,49 ^b	5,01 ^a
Raízes						
- Mg	- Ca	- P	Completo	- K	- S	- N
15,60 ^b	15,43 ^b	14,93 ^b	14,80 ^b	13,96 ^b	12,03 ^b	6,47 ^a
DMS 5%	5,13					

Através da tabela 24 observa-se que os ramos e as acículas superiores foram as partes das plantas mais afetadas pela carência nutricional, tendo suas produções de matéria seca reduzidas pela deficiência de nitrogênio (77,21 e 78,32 % respectivamente), fósforo (52,27 e 40,79%) e enxofre (40,49 e

24,25%). As acículas inferiores e raízes tiveram seus pesos de matéria seca reduzidas apenas pela omissão de nitrogênio (72,83% e 56,28% respectivamente).

Poucas são as referências aos efeitos da omissão de macronutrientes sobre a produção de matéria seca de mudas de *Pinus caribaea*, no entanto, em Derha Dun, na Índia, TALWAR e BHATNAGAR (1979) realizaram um trabalho semelhante à este. Os autores trabalharam com *P. caribaea* de quatro meses de idade, em experimento de omissão de macronutrientes e observaram que a principal redução na produção de matéria seca foi dada pela omissão de potássio, seguindo-se a esta as omissões de enxofre, fósforo e nitrogênio. As omissões de magnésio e cálcio pouco afetaram a produção de matéria seca das plantas. No presente estudo, a omissão de potássio foi a que menos afetou a produção de matéria seca das plantas, juntamente com as de magnésio e cálcio, cuja produção também não diferiu da produção do tratamento completo. A severidade dos efeitos das omissões de nitrogênio, fósforo e enxofre aqui obtida foi inversa à referida por tais autores.

Na literatura, os maiores efeitos no aumento da produção de matéria seca, biomassa e volume de madeira, nas diversas espécies do gênero *Pinus*, são atribuídas ao nitrogênio, ao fósforo e ao potássio. Os trabalhos de FORNES *et alii* (1970), WITWER *et alii* (1975), MILLER *et alii* (1976), SRIVASTAVA *et alii* (1979), CAMERON *et alii* (1981), FLINN *et alii* (1982) e KELLY e JOHNSON (1982) abordam o assunto.

4.4. CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO

As médias das concentrações de nitrogênio (%) na matéria seca das partes das plantas em função dos diversos tratamentos e variedades, são apresentadas na tabela 25, e sua análise de variância na tabela 26.

Pela tabela 26 verifica-se que os tratamentos de omissão de nutrientes produziram efeitos altamente significativos ($p = 0,01$) sobre a concentração de nitrogênio das três variedades de *Pinus caribaea* testadas. A média dessas concentrações é apresentada em ordem decrescente na tabela 27. A tabela 27 mostra que as concentrações de nitrogênio das plantas em que o mesmo foi omitido, bem como as daquelas em que se omitiu fósforo, cálcio ou potássio, foram menores ($p = 0,05$) que as dos tratamentos completos (1,13%). Estas, por sua vez, forneceram concentrações menores ($p = 0,05$) que as dos tratamentos com omissão de magnésio e iguais às dos tratamentos com omissão de enxofre, muito embora a variação entre os seis tratamentos em que o nitrogênio não foi omitido tenha sido pequena, de 0,90 a 1,30%. Os tratamentos com omissão de nitrogênio apresentaram uma concentração média de 0,42%. Concentrações de nitrogênio de 1 a 2% foram encontradas por CAMERON *et alii* (1981) e MANGHEMBE e READHEAD (1984) na parte aérea de plântulas de *P. caribaea*, o que em linhas gerais concorda com o verificado no presente estudo. Os teores obtidos por TALWAR e BHATNAGAR (1979), tanto para o tratamento completo, quanto para o

tratamento em que o nitrogênio foi omitido, são também muito semelhantes aos aqui reportados.

Tabela 25 - Concentração de nitrogênio (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Média de três repetições.

Variedade	Tratamento de Omissão	N% na Matéria Seca			
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	1,36	1,28	0,98	1,32
	- N	0,54	0,55	0,25	0,43
	- P	1,01	1,12	0,64	1,02
	- K	0,96	1,07	0,81	1,27
	- Ca	0,96	1,08	0,64	1,00
	- Mg	1,29	1,42	1,10	1,39
	- S	1,26	1,40	0,88	0,93
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	1,31	1,29	0,79	1,04
	- N	0,49	0,54	0,21	0,46
	- P	1,18	1,13	0,50	0,81
	- K	1,18	1,10	0,55	0,94
	- Ca	1,07	0,88	0,76	1,22
	- Mg	1,47	1,61	0,96	1,35
	- S	1,40	1,52	0,75	1,29
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	1,18	1,19	0,80	1,05
	- N	0,44	0,43	0,19	0,50
	- P	0,94	0,92	0,69	0,87
	- K	0,97	1,01	0,75	1,07
	- Ca	0,94	1,02	0,79	1,17
	- Mg	1,32	1,23	1,15	1,26
	- S	1,19	1,24	0,82	1,00

CV = 14,25

Tabela 26 - Análise da variância dos dados de concentração de nitrogênio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um testemunha completo.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamentos (T)	6	16,9632	2,8272	148,02**
Variedades (V)	2	0,2248	0,1124	5,88**
Partes da Planta (P)	3	5,8872	1,9624	102,74**
TdV ₁	6	5,7654	0,9610	50,31**
TdV ₂	6	6,4355	1,0726	56,16**
TdV ₃	6	5,1753	0,8625	45,16**
VdT ₁	2	0,2124	0,1062	5,56**
VdT ₂	2	0,0191	0,0095	0,50 ns
VdT ₃	2	0,0504	0,0252	1,32 ns
VdT ₄	2	0,0538	0,0269	1,41 ns
VdT ₅	2	0,0306	0,0153	0,80 ns
VdT ₆	2	0,0718	0,0359	1,88 ns
VdT ₇	2	0,1997	0,0998	5,22**
T x V	12	0,4130	0,0344	1,80**
TdP ₁	6	4,7037	0,7839	41,04**
TdP ₂	6	5,1668	0,8611	45,08**
TdP ₃	6	3,7670	0,6278	32,87**
TdP ₄	6	4,1345	0,6891	36,08**
T x P	18	0,8088	0,0449	2,35**
P x V	6	0,5282	0,0880	4,61**
Resíduo	204	3,8880	0,0191	
Total	251	28,7132		

Tabela 27 - Concentração de nitrogênio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, em função dos tratamentos de omissão de macronutrientes e de um completo. Médias de trinta e seis repetições.

Tratamentos						
- Mg	- S	Completo	- K	- Ca	- P	- N
1,30 ^a	1,14 ^b	1,13 ^b	0,97 ^c	0,96 ^c	0,90 ^c	0,42 ^d
DMS 5%	0,10					

Houve diferença ($p = 0,01$) na concentração média de nitrogênio das três variedades, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis* tiveram 1,00 e 0,99% de N, enquanto que *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou 0,93% do nutriente, diferindo das anteriores ($p = 0,05$).

Também as partes das plantas mostraram concentrações de nitrogênio diferentes entre si ($p = 0,01$), cabendo às acículas o maior teor, 1,10% para as inferiores e 1,06% para as superiores. A elas seguiram-se as raízes, com 1,02% de N, tendo os ramos menor concentração, 0,71%, que todas as demais ($p = 0,05$). A tabela 28 mostra esses valores em ordem decrescente, bem como a diferença mínima significativa encontrada. Na literatura encontram-se dados mostrando diferenças entre as concentrações de nitrogênio da parte aérea e

das raízes de *P. caribaea*, sendo estas sempre inferiores às aquelas (TOMAZELLO FILHO, 1980; TALWAR e BHATNAGAR, 1979; EGUNJOBI e BADA, 1979). No trabalho de TOMAZELLO FILHO (1980), tem-se concentrações de nitrogênio menores nas raízes que nos caules de plântulas de *P. caribaea* var. *bahamensis*, e no trabalho de EGUNJOBI e BADA (1979), o mesmo ocorre em plantas adultas de *P. caribaea*, contrariamente aos resultados obtidos neste trabalho.

Tabela 28 - Concentrações de nitrogênio (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de sessenta e três repetições.

Parte das Plantas	Acículas Inferiores	Acículas Superiores	Raízes	Ramos
	1,10 ^c	1,06 ^{bc}	1,02 ^b	0,71 ^a
DMS 5%	0,06			

A interação entre tratamentos e variedades, mostrou-se altamente significativa ($p = 0,01$), podendo-se dizer que a concentração de nitrogênio das três variedades de *P. caribaea* foi diferentemente afetada pelos tratamentos de omissão de nutrientes. As tabelas 29 e 30 mostram os efeitos dos tratamentos dentro das variedades e das variedades dentro dos

tratamentos. O tratamento com omissão de nitrogênio deu origem a mudas com concentrações menores do elemento, que as fornecidas por todos os demais tratamentos, em todas as variedades. A omissão de magnésio forneceu concentrações de nitrogênio maiores que as dos tratamentos completos em *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. caribaea* var. *bahamensis*. Em *P. caribaea* var. *hondurensis*, além do tratamento com omissão de nitrogênio, os tratamentos com omissão de fósforo, de cálcio e de potássio reduziram a concentração média do elemento nas plantas e, em *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* apenas o tratamento com omissão de fósforo.

Os tratamentos que forneceram concentrações de nitrogênio diferentes entre as variedades foram o completo e o com omissão de enxofre. Em ambos, *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou teores de nitrogênio menores que os das duas outras variedades.

Como houve interação entre efeitos de tratamentos e de partes das plantas, procedeu-se ao desdobramento dos graus de liberdade envolvidos, em partes dentro de tratamentos (tabela 31). Pela tabela 31 observa-se que nas raízes e ramos apenas as omissões de nitrogênio e fósforo reduziram a concentração do elemento na matéria seca. Nas acículas inferiores e superiores a concentração de N foi reduzida pela omissão de nitrogênio, de cálcio, de fósforo e de potássio.

Tabela 29 - Concentração de nitrogênio (%) na matéria seca de tratamentos de omissão de macronutrientes e completo, dentro de partes de três variedades de *P. caribaea*. Média de doze repetições.

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>						
- Mg	Completo	- S	- K	- P	- Ca	- N
1,30 ^a	1,24 ^{ab}	1,11 ^{bc}	1,03 ^{cd}	0,95 ^{cd}	0,92 ^d	0,44 ^e
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>						
- Mg	- S	Completo	- Ca	- K	- P	- N
1,35 ^a	1,24 ^{ab}	1,11 ^{bc}	0,98 ^{cd}	0,94 ^{cd}	0,90 ^d	0,42 ^e
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>						
- Mg	- S	Completo	- Ca	- K	- P	- N
1,24 ^a	1,06 ^b	1,05 ^c	0,98 ^{bc}	0,95 ^{bc}	0,86 ^c	0,39 ^d
DMS 5%	0,17					

Tabela 30 - Concentração de nitrogênio (%) de partes de três variedades de *P. caribaea* dentro dos tratamentos completo e sem enxofre. Média de doze repetições.

Variedade	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
Tratamento			
Completo	1,24 ^a	1,11 ^{ab}	1,05 ^b
Sem enxofre	1,11 ^{ab}	1,24 ^a	1,06 ^b
DMS 5%	0,13		

Tabela 31 - Concentração de nitrogênio (%) em acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, dentro de seis tratamentos de omissão de nutrientes e um completo. Média de nove repetições.

Acículas Superiores						
- Mg	- S	Completo	- K	- P	- Ca	- N
1,36 ^a	1,28 ^a	1,28 ^a	1,04 ^b	1,04 ^b	0,99 ^b	0,49 ^c
Acículas Inferiores						
- Mg	- S	Completo	- K	- P	- Ca	- N
1,42 ^a	1,38 ^a	1,25 ^a	1,06 ^b	1,06 ^b	0,99 ^b	0,50 ^c
Ramos						
- Mg	Completo	- S	- Ca	- K	- P	- N
1,07 ^a	0,86 ^b	0,81 ^b	0,73 ^{bc}	0,70 ^{bc}	0,61 ^c	0,21 ^d
Raízes						
- Mg	- Ca	Completo	- K	- S	- P	- N
1,33 ^a	1,13 ^b	1,13 ^b	1,10 ^b	1,07 ^{bc}	0,90 ^c	0,46 ^d
DMS 5%	0,18					

A tabela 32 apresenta as quantidades médias de nitrogênio extraídas pelas plantas em mg, em função dos tratamentos.

Verifica-se que a extração pelas plantas dos tratamentos com omissão de nitrogênio foi menor que a extra-

ção das plantas dos tratamentos completos, refletindo o efeito da deficiência de nitrogênio sobre o desenvolvimento das mesmas. Enquanto que plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* sob tratamento completo extraíram 2000,4 mg N, plantas sob tratamento com omissão extraíram 184,0 mg. Plantas de *P. caribaea* var. *bahamensis* sob tratamento completo extraíram 1613,7 mg N e as do tratamento com omissão 174,8 mg. Plantas de *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo extraíram 1703,6 mg N e as do tratamento deficiente 179,3 mg.

Considerando-se a exigência de nitrogênio em mg do nutriente por grama de matéria seca produzida obtiveram-se 12,15 mg/g para *P. caribaea* var. *hondurensis* e, 11,29 e 10,52 mg/g para *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo. Quando em deficiência a absorção de nitrogênio caiu para 4,46 mg/g, 4,11 mg/g e 3,98 mg/g de matéria seca, respectivamente para *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*.

As acículas superiores foram o órgão que deteve a maior quantidade do nitrogênio extraído, seguindo-se as acículas inferiores, as raízes e os ramos.

Tabela 32 - Extração média de nitrogênio (mg) por partes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Variedade	Tratamento de Omissão	Extração (mg)				
		A. Supere- riores	A. Infe- riores	Ramos	Raízes	Total
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	698,1	403,9	532,2	366,2	2000,4
	- N	61,6	44,5	22,3	55,6	184,0
	- P	215,7	221,0	103,9	217,7	758,3
	- K	509,6	298,3	352,4	367,1	1527,4
	- Ca	373,1	317,8	299,2	313,7	1303,8
	- Mg	581,6	575,2	462,0	427,1	2045,9
	- S	419,2	337,6	166,6	157,4	1080,8
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	585,7	464,4	258,8	304,8	1613,7
	- N	44,6	45,9	24,2	60,1	174,8
	- P	303,2	283,3	121,7	278,1	986,3
	- K	491,7	465,6	163,2	217,6	1338,1
	- Ca	368,8	276,7	262,2	362,0	1269,7
	- Mg	639,0	652,6	358,4	425,9	2075,9
	- S	520,8	555,1	276,8	396,7	1749,4
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	577,5	435,2	358,4	332,5	1703,6
	- N	47,6	49,8	18,6	63,3	179,3
	- P	361,6	282,8	194,6	296,9	1135,9
	- K	436,2	420,3	298,8	342,1	1497,4
	- Ca	393,4	401,2	267,2	369,5	1431,3
	- Mg	620,4	365,2	389,5	396,0	1771,1
	- S	464,8	281,1	183,9	245,9	1175,7

4.5. CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO

A tabela 33 apresenta as concentrações de fósforo (%), obtidas em função das partes das plantas, variedade e tratamentos de omissão de nutrientes. A análise da variância desses dados encontra-se na tabela 34.

Observa-se que os tratamentos de omissão de nutrientes promoveram variações altamente significativas na concentração de fósforo das variedades de *P. caribaea*. A tabela 35 apresenta as concentrações médias de fósforo, em ordem decrescente, em função dos tratamentos. Nota-se que a concentração de fósforo do tratamento com omissão do elemento (0,02%) foi menor que as concentrações observadas em todos os demais tratamentos e que as concentrações dos tratamentos com omissão de nitrogênio de magnésio (0,08%), omissão de potássio (0,06%), de cálcio (0,06%) e omissão de enxofre (0,06%) que a do tratamento completo (0,03%). Embora a grande, os trabalhos de CAMERON (1981) e HART *et* fornecem concentrações de fósforo da mesma para mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, ao passo valores obtidos por TALWAR e BHATNAGAR (1979) e por MANGHEMBE e REDHEAD (1984), ap

As três variedades tiveram teores médios de fósforo semelhantes, embora a análise da variância tenha a-

Tabela 33 - Concentração de fósforo (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Média de três repetições. Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

Variedades	Tratamento de Omissão	P% na Matéria Seca			
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	0,728 (0,03) ^{1/}	0,719 (0,02)	0,719 (0,02)	0,770 (0,09)
	- N	0,844 (0,21)	0,844 (0,21)	0,768 (0,09)	0,774 (0,10)
	- P	0,728 (0,03)	0,721 (0,02)	0,709 (0,003)	0,719 (0,02)
	- K	0,742 (0,05)	0,735 (0,04)	0,737 (0,04)	0,787 (0,12)
	- Ca	0,787 (0,12)	0,730 (0,03)	0,737 (0,04)	0,767 (0,09)
	- Mg	0,734 (0,04)	0,735 (0,04)	0,748 (0,06)	0,795 (0,13)
	- S	0,748 (0,06)	0,730 (0,03)	0,735 (0,04)	0,748 (0,06)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	0,726 (0,03)	0,721 (0,02)	0,721 (0,02)	0,770 (0,09)
	- N	0,810 (0,16)	0,808 (0,15)	0,759 (0,08)	0,774 (0,10)
	- P	0,719 (0,02)	0,719 (0,02)	0,714 (0,01)	0,723 (0,02)
	- K	0,737 (0,04)	0,730 (0,03)	0,737 (0,04)	0,779 (0,11)
	- Ca	0,745 (0,06)	0,742 (0,05)	0,748 (0,06)	0,770 (0,09)
	- Mg	0,757 (0,07)	0,742 (0,05)	0,757 (0,07)	0,899 (0,31)
	- S	0,748 (0,06)	0,744 (0,05)	0,754 (0,07)	0,789 (0,12)
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	0,716 (0,01)	0,721 (0,02)	0,719 (0,02)	0,746 (0,06)
	- N	0,770 (0,09)	0,772 (0,10)	0,748 (0,06)	0,766 (0,09)
	- P	0,721 (0,02)	0,716 (0,01)	0,719 (0,02)	0,716 (0,01)
	- K	0,726 (0,03)	0,719 (0,02)	0,733 (0,04)	0,814 (0,16)
	- Ca	0,728 (0,03)	0,730 (0,03)	0,739 (0,05)	0,781 (0,11)
	- Mg	0,733 (0,04)	0,730 (0,03)	0,735 (0,04)	0,795 (0,13)
	- S	0,733 (0,04)	0,739 (0,05)	0,735 (0,04)	0,752 (0,07)

CV = 2,04%

^{1/} Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Tabela 34 - Análise da variância dos dados de concentração de fósforo (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos (T)	6	0,102980	0,017163	73,72**
Variedades (V)	2	0,008803	0,004401	18,90**
Partes da Planta (P)	3	0,051115	0,017036	73,18**
TdV ₁	6	0,055969	0,009328	40,03**
TdV ₂	6	0,048706	0,008118	34,84**
TdV ₃	6	0,016882	0,002814	12,08**
VdT ₁	2	0,000602	0,000301	1,29 ns
VdT ₂	2	0,011558	0,005779	24,80**
VdT ₃	2	0,000007	0,000004	0,02 ns
VdT ₄	2	0,000113	0,000056	0,24 ns
VdT ₅	2	0,000708	0,000354	1,52 ns
VdT ₆	2	0,011550	0,005775	24,79**
VdT ₇	2	0,002840	0,001420	6,09**
T x V	12	0,018577	0,001548	6,65**
TdP ₁	6	0,046143	0,007690	33,01**
TdP ₂	6	0,051194	0,008532	36,62**
TdP ₃	6	0,012819	0,002136	9,17**
TdP ₄	6	0,060712	0,010119	43,43**
T x P	18	0,067888	0,003772	16,20**
P x V	6	0,007136	0,001189	5,11**
Resíduo	204	0,047494	0,000233	
Total	251	0,303993		

pontado diferenças significativas entre elas. *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram respectivamente 0,07% e 0,06% de fósforo na matéria seca, enquanto que *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou 0,05%.

Quanto às partes das plantas, coube às raízes uma concentração de 0,10% de P, superior ($p = 0,01$) às concentrações de 0,06%, 0,05% e 0,04% apresentadas por acículas superiores, acículas inferiores e ramos (tabela 36). Esses resultados se assemelham aos dados de TOMAZELLO FILHO (1980), que apresenta concentrações de fósforo superiores nas raízes, que nas acículas e ramos de mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis*. TALWAR e BHATNAGAR (1979), obtiveram concentrações semelhantes na parte aérea e nas raízes de mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis*. O mesmo ocorreu em plantas adultas de *P. caribaea* analisadas por EJUNGOBI e BADA (1979).

Tabela 35 - Concentração de fósforo (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* em função de seis tratamentos de omissão de macro nutrientes e um completo. Médias de 36 repetições. Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

- N	Tratamentos					- P
	-Mg	-Ca	-K	-S	Completo	
0,786 (0,12) ^a ^{1/}	0,763 (0,08) ^b	0,750 (0,06) ^c	0,748 (0,06) ^c	0,746 (0,06) ^c	0,731 (0,03) ^d	0,717 (0,02) ^e
DMS 5% 0,011						

^{1/} Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Tabela 36 - Concentrações de fósforo (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de sessenta e três repetições. Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

Parte das Plantas	Raízes	A. Superiores	A. Inferiores	Ramos
	0,773 (0,10) ^a ^{1/}	0,747 (0,06) ^b	0,740 (0,05) ^{bc}	0,737 (0,04) ^c
DMS 5%	0,007			

^{1/} Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

A interação entre tratamentos e variedades mostrou-se altamente significativa ($p = 0,01$). As tabelas 37 e 38 mostram os efeitos dos tratamentos dentro das variedades e das variedades dentro dos tratamentos.

As concentrações médias de fósforo das plantas conduzidas sob omissão desse elemento foram de 0,02% para *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis*, e de 0,01% para *P. caribaea* var. *caribaea*, não diferindo das apresentadas pelas plantas dos tratamentos completos, e que foram 0,04%, 0,04% e 0,03% respectivamente para *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*.

Tabela 37 - Concentração de fósforo (%) na matéria seca de tratamentos de omissão de macronutrientes e completo dentro de partes de três variedades de *Pinus caribaea*. Médias de doze repetições. Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>						
- N	- Ca	- Mg	- K	- S	Completo	- P
0,808 (0,15) ^a	0,755 (0,07) ^b	0,753 (0,07) ^b	0,750 (0,06) ^{bc}	0,740 (0,05) ^{bc}	0,734 (0,04) ^{cd}	0,719 (0,02) ^d
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>						
- N	- Mg	- S	- Ca	- K	Completo	- P
0,788 (0,12) ^a	0,788 (0,12) ^a	0,759 (0,08) ^b	0,751 (0,06) ^{bc}	0,746 (0,06) ^{bc}	0,734 (0,04) ^{cd}	0,719 (0,02) ^d
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>						
- N	- Mg	- K	- Ca	- S	Completo	- P
0,764 (0,08) ^a	0,748 (0,06) ^{ab}	0,748 (0,06) ^{ab}	0,744 (0,05) ^b	0,740 (0,05) ^{bc}	0,725 (0,03) ^{cd}	0,718 (0,01) ^d
DMS 5%	0,018					

^{1/} Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Tabela 38 - Concentração de fósforo (%) de partes de três variedades de *Pinus caribaea* dentro dos tratamentos omissão de nitrogênio, omissão de cálcio, omissão de magnésio e omissão de enxofre. Média de doze repetições. Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

- N	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
	0,808 (0,15) ^{a1/}	0,788 (0,12) ^b	0,764 (0,08) ^c
- Mg	<i>bahamensis</i>	<i>hondurensis</i>	<i>caribaea</i>
	0,788 (0,12) ^a	0,753 (0,07) ^b	0,748 (0,06) ^b
- S	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>	<i>hondurensis</i>
	0,759 (0,08) ^a	0,740 (0,05) ^b	0,740 (0,05) ^b
DMS 5% 0,015			

1/ Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Em *P. caribaea* var. *hondurensis* as omissões de nitrogênio, cálcio e magnésio resultaram em plantas com teores de fósforo maiores que as do tratamento completo. Em *P. caribaea* var. *bahamensis* ocorreu o mesmo com as plantas dos tratamentos com omissão de nitrogênio, de magnésio e de enxofre, e em *P. caribaea* var. *caribaea* com as plantas dos tratamentos com omissão de nitrogênio, de magnésio, de potássio e de cálcio.

Os tratamentos com omissão de nitrogênio, de magnésio e de enxofre forneceram concentrações de fósforo diferentes para cada variedade de *P. caribaea* (tabela 38). O tratamento com omissão de nitrogênio resultou em maiores teores de fósforo para *P. caribaea* var. *hondurensis* (0,15%), seguindo-se *P. caribaea* var. *bahamensis* (0,12%) e *P. caribaea* var. *caribaea* (0,08%).

O tratamento com omissão de enxofre resultou em teores de fósforo maiores para *P. caribaea* var. *bahamensis* (0,08%), que para *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. caribaea* var. *hondurensis* (0,05%). Em omissão de magnésio *P. caribaea* var. *bahamensis* teve concentrações de fósforo maiores que *P. caribaea* var. *hondurensis* *P. caribaea* var. *caribaea* (0,12% contra 0,07% e 0,06%).

A interação entre tratamentos e partes das plantas foi altamente significativa ($p = 0,01$), e as médias de tratamentos dentro de partes são apresentadas na tabela 39, observando-se que apenas a concentração de fósforo das raízes foi reduzida pela omissão do nutriente. Em acículas superiores, acículas inferiores e ramos as concentrações de fósforo na matéria seca das plantas conduzidas sob omissão, não diferiram das concentrações encontradas nas plantas dos tratamentos completos.

Tabela 39. - Efeito de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo sobre a concentração de fósforo de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de nove repetições. Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

Acículas Superiores						
- N	- Ca	- S	- Mg	- K	Completo	- P
0,808 (0,15) ^{a1/}	0,754 (0,07) ^b	0,743 (0,05) ^{bc}	0,741 (0,05) ^{bc}	0,735 (0,04) ^{bc}	0,723 (0,02) ^c	0,722 (0,02) ^c
Acículas Inferiores						
- N	- S	- Mg	- Ca	- K	Completo	- P
0,808 (0,15) ^a	0,738 (0,05) ^b	0,736 (0,04) ^b	0,734 (0,04) ^b	0,728 (0,03) ^b	0,720 (0,02) ^b	0,719 (0,02) ^b
Ramos						
- N	- Mg	- S	- Ca	- K	Completo	- P
0,758 (0,07) ^a	0,746 (0,06) ^{ab}	0,741 (0,05) ^{ab}	0,741 (0,05) ^{ab}	0,736 (0,04) ^{bc}	0,719 (0,02) ^{cd}	0,714 (0,01) ^d
Raízes						
- Mg	- K	- Ca	- N	- S	Completo	- P
0,830 (0,19) ^a	0,793 (0,13) ^b	0,772 (0,10) ^{bc}	0,771 (0,09) ^c	0,736 (0,08) ^c	0,762 (0,08) ^c	0,719 (0,02) ^d
DMS 5% 0,021						

1/ Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Tabela 40 - Extração média de fósforo (mg) por partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidos a seis tratamentos de omissão de nutrientes e um completo.

Variedade	Tratamento de Omissão	Extração (mg)				
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes	Planta Toda
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	15,4	6,3	10,8	24,9	57,4
	- N	23,8	17,0	8,1	12,8	61,7
	- P	6,4	3,9	0,5	4,2	15,0
	- K	26,4	11,2	17,3	34,6	89,5
	- Ca	46,8	8,8	18,8	28,1	158,2
	- Mg	18,0	16,2	25,1	39,9	99,2
	- S	20,0	7,7	7,6	10,1	45,4
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	13,4	7,2	6,6	26,5	53,7
	- N	14,7	12,3	9,4	13,2	50,1
	- P	5,2	5,0	2,4	6,9	19,5
	- K	16,7	12,7	11,9	25,4	66,7
	- Ca	20,7	15,6	20,7	26,7	83,7
	- Mg	30,4	20,2	26,1	97,6	174,3
	- S	22,3	18,3	25,9	36,8	103,3
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	4,9	7,3	9,0	19,1	40,3
	- N	9,8	36,6	5,8	11,5	63,7
	- P	7,7	3,1	5,6	3,4	19,8
	- K	13,5	8,3	15,9	51,0	88,7
	- Ca	12,6	11,8	16,9	34,8	76,1
	- Mg	18,8	8,9	13,5	40,9	82,1
	- S	15,7	11,3	9,0	17,3	55,3

A tabela 40 mostra as quantidades médias de fósforo extraídas pelas partes das plantas em função dos tratamentos.

Sob tratamento completo; plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* foram as que mais extraíram fósforo 57,4 mg, para 164,59 g de matéria seca produzida. A elas seguiram-se as de *P. caribaea* var. *bahamensis* com 53,7 mg para 142,90 g de matéria seca, e finalmente, as de *P. caribaea* var. *caribaea* com 40,3 mg para 161,94 g de matéria seca. Sob tratamento com omissão de fósforo ocorreu o inverso, *P. caribaea* var. *caribaea* extraiu 19,8 mg e produziu 78,10 g de matéria seca, *P. caribaea* var. *bahamensis* extraiu 19,5 mg, produzindo 109,60 g de matéria seca e *P. caribaea* var. *hondurensis* extraiu 15,0 mg, com uma produção de 131,30 g de matéria seca. Assim, pode-se inferir que *P. caribaea* var. *caribaea* é a que usa o fósforo com maior eficiência, pois necessita de menor quantidade do elemento para sobreviver, e quando em meio carente mostra-se eficiente na absorção do elemento.

4.6. CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO

A tabela 41 mostra as concentrações médias de potássio das partes das plantas em função dos tratamentos de omissão de nutrientes e das variedades, e a tabela 42 a análise

Tabela 41 - Concentração de potássio (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Média de três repetições.

Variedade	Tratamento de Omissão	% de Potássio na Matéria Seca			
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	1,81	1,68	0,92	0,33
	- N	2,40	1,55	0,66	0,66
	- P	1,50	1,15	0,61	0,51
	- K	0,38	0,28	0,22	0,19
	- Ca	1,32	1,07	0,72	0,51
	- Mg	2,17	2,25	1,27	0,76
	- S	2,07	1,71	0,84	0,49
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	1,60	1,40	0,66	0,54
	- N	1,99	1,58	0,59	0,51
	- P	1,48	1,43	0,89	0,77
	- K	0,48	0,22	0,19	0,11
	- Ca	1,81	1,66	0,67	0,51
	- Mg	2,91	2,75	1,38	0,72
	- S	2,14	1,94	0,92	0,56
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	1,53	1,48	0,82	0,51
	- N	1,22	1,05	0,51	0,59
	- P	1,20	0,75	0,72	0,71
	- K	0,33	0,20	0,24	0,20
	- Ca	1,63	1,63	0,82	0,66
	- Mg	2,24	1,99	0,94	0,46
	- S	1,99	1,58	0,77	0,49

CV = 20,11%

Tabela 42 - Análise da variância dos dados de concentração de potássio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamentos (T)	6	38,4900	6,4150	138,55**
Variedades (V)	2	1,4202	0,7101	15,34**
Partes da Planta (P)	3	53,0790	17,6930	382,14**
TdV ₁	6	13,2554	0,2092	47,71**
TdV ₂	6	17,9925	2,9987	64,77**
TdV ₃	6	10,4388	1,7398	37,58**
VdT ₁	2	0,1171	0,0585	1,26 ns
VdT ₂	2	1,4425	0,7212	15,58**
VdT ₃	2	0,5573	0,2787	6,02**
VdT ₄	2	0,0229	0,0014	0,03 ns
VdT ₅	2	0,5803	0,2901	6,26**
VdT ₆	2	1,7093	0,8546	18,46**
VdT ₇	2	0,2074	0,1037	2,24 ns
T x V	12	3,1967	0,2664	5,75**
TdP ₁	6	22,4160	3,7360	80,69**
TdP ₂	6	22,0118	3,6686	79,23**
TdP ₃	6	4,6785	0,7797	16,84**
TdP ₄	6	1,5467	0,2578	5,57**
T x P	18	12,1630	0,6757	14,59**
P x V	6	0,9372	0,1557	3,36*
Resíduo	204	9,4387	0,0463	
Total	251	118,7248		

se da variância desses dados.

O teor de potássio das plantas variou com os tratamentos ($p=0,01$). Os tratamentos sem potássio forneceram plantas com 0,25% de K enquanto que as dos tratamentos completos apresentaram 1,11% de K na matéria seca. Também diferiram com completo as concentrações de potássio das plantas sob omissão de magnésio e sob omissão de enxofre, apresentando estas, 1,65% e 1,29% K na matéria seca respectivamente. No caso do tratamento com omissão de magnésio o aumento da concentração de potássio é explicável devido à interação existente entre os dois elementos. A tabela 43 apresenta as concentrações médias de potássio em função dos tratamentos, em ordem decrescente e com as diferenças mínimas significativas correspondentes. Teores muito semelhantes a estes são referidos por CAMERON *et alii* (1981), que obtiveram 0,29% de K em acículas de plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* de 28 meses de idade; HART *et alii* (1980) que encontraram uma média de 1,1 de K na parte aérea de plantas dessa mesma espécie e variedade de 9 meses e, MANGHEMBE e REDHEAD (1984) que obtiveram concentrações entre 0,99 e 1,45% de K em *P. caribaea* de 6 meses de idade.

As concentrações de potássio das variedades de *P. caribaea* estudadas diferiram entre si de modo altamente significativo. Plantas de *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentaram 1,15% de K diferindo das de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* que apresentaram 1,07% e 0,97% respectivamente.

Tabela 43 - Concentração de potássio (%) na matéria seca de partes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* em função de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Médias de 36 repetições.

Tratamentos	-Mg	-S	Compl.	-N	-Ca	-P	-K
	1,65 ^a	1,29 ^b	1,11 ^c	1,11 ^c	1,08 ^c	0,98 ^c	0,25 ^d
DMS 5%	0,15						

As quatro partes em que as plantas foram divididas apresentaram concentrações de potássio diferentes ($p=0,01$), sendo estas apresentadas na tabela 44. A maior concentração de potássio ocorreu nas acículas superiores, que continham 1,63% do elemento. As acículas inferiores apresentaram 1,40% e os ramos 0,73% de K. Coube às raízes a menor concentração, ou seja, 0,51% de K na matéria seca. Semelhantemente, TOMAZELLO FILHO (1980) obteve 0,845% de K para a parte aérea e 0,425% para as raízes de mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis* e, 0,92%, 0,92% e 0,45% de K para acículas, ramos e raízes de *P. caribaea* var. *bahamensis*. EGUNJOBI e BADA (1979) também apresentaram teores decrescentes de potássio em acículas, galhos e raí

zes de *P. caribaea* de 6 e 10 anos de idade. Neste último caso, entretanto, o menor teor foi encontrado no fuste.

Tabela 44 - Concentrações de potássio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de 63 repetições.

Partes das plantas	Acículas superiores	Acículas inferiores	Ramos	Raízes
	1,63 ^a	1,40 ^b	0,73 ^c	0,51 ^d
DMS 5%	0,10			

Como a interação entre tratamentos e variedades foi altamente significativa, realizou-se o desdobramento dos efeitos de tratamentos dentro de variedades e de variedades dentro de tratamentos. As médias em ordem decrescente e as diferenças mínimas significativas são apresentadas nas tabelas 45 e 46.

Verifica-se que, nas três variedades, o tratamento com omissão de potássio resultou em menores concentrações do elemento na matéria seca que o tratamento completo. Verifica-se também que as concentrações de potássio foram se-

Tabela 45 - Concentração de potássio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea*, em função de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo dentro de três variedades. Médias de 12 repetições.

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>						
-Mg	-N	-S	Compl.	-P	-Ca	-K
1,61 ^a	1,32 ^b	1,28 ^b	1,18 ^{bc}	0,94 ^{cd}	0,91 ^d	0,26 ^e
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>						
-Mg	-S	-N	-Ca	-P	Compl.	-K
1,94 ^a	1,39 ^b	1,17 ^{bc}	1,16 ^{bc}	1,14 ^{bc}	1,05 ^c	0,25 ^d
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>						
-Mg	-S	-Ca	Compl.	-P	-N	-K
1,41 ^a	1,21 ^{ab}	1,19 ^{ab}	1,08 ^{bc}	0,84 ^c	0,84 ^c	0,24 ^d
DMS 5%	0,26					

melhantes para as três variedades, tanto sob tratamento completo, como sob tratamento de omissão. *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentou 1,18% de K quando conduzido em solução nutritiva completa e 0,26% quando se omitiu o nutriente. *P. ca-*

ribaea var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* apresentaram respectivamente 1,05% e 1,08% de K quando em solução nutritiva completa, e 0,25% e 0,24% de K quando em solução nutritiva em que o elemento foi omitido.

A tabela 45 acusa concentrações de potássio maiores que as determinadas pelos tratamentos completos em plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamentos de omissão de magnésio. Em plantas de *P. caribaea* var. *bahamensis* as omissões de magnésio e enxofre resultaram em maiores concentrações de potássio.

A tabela 46 mostra que quando submetidas à omissão de nitrogênio, plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentaram maiores teores de potássio (1,32 e 1,17%) que as de *P. caribaea* var. *caribaea* (0,84%). Quando em tratamento com omissão de fósforo, plantas de *P. caribaea* var. *bahamensis* tiveram maiores concentrações de potássio (1,14%) que *P. caribaea* var. *caribaea* (0,84%). Sob omissão de cálcio, plantas de *P. caribaea* var. *caribaea* e *P. caribaea* var. *hondurensis* tiveram teores de potássio que as de *P. caribaea* var. *bahamensis* (1,19 e 1,16% contra 0,90%). Diferenças maiores ocorreram quando as plantas foram submetidas à omissão de magnésio. Nesse caso *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentou 1,94% de K e; *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* apresentaram 1,61% e 1,41% do elemento.

Tabela 46. - Concentração de potássio (%) em partes de três variedades de *Pinus caribaea* dentro de seis tratamentos de omissão de macro nutrientes e um completo. Médias de 12 repetições.

	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
omissão de N	1,32 ^a	1,17 ^a	0,84 ^b
	<i>bahamensis</i>	<i>hondurensis</i>	<i>caribaea</i>
omissão de P	1,14 ^a	0,94 ^{ab}	0,84 ^b
	<i>caribaea</i>	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>
omissão de Ca	1,19 ^a	1,16 ^a	0,90 ^b
	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
omissão de Mg	1,94 ^a	1,61 ^b	1,41 ^b
DMS 5%	0,21		

A tabela 47 mostra os efeitos dos tratamentos de omissão de macronutrientes sobre a concentração de potássio das partes em que foram divididas as plantas. A omissão de potássio reduziu sua concentração em acículas superiores, acículas inferiores e ramos, não o fazendo nas raízes. Em acículas e ramos, a omissão de magnésio aumentou a concentração

de potássio.

Tabela 47 - Efeito de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo sobre a concentração de potássio de acículas superiores, acículas inferiores, caules e raízes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de nove repetições.

Acículas superiores						
-Mg	-S	-N	Compl.	-Ca	-P	-K
2,44 ^a	2,07 ^b	1,87 ^{bc}	1,65 ^{cd}	1,59 ^{cd}	1,39 ^d	0,39 ^e
Acículas inferiores						
-Mg	-S	Compl.	-Ca	-N	-P	-K
2,33 ^a	1,74 ^b	1,52 ^{bc}	1,45 ^{bc}	1,39 ^{cd}	1,11 ^d	0,23 ^e
Ramos						
-Mg	-S	Compl.	-P	-Ca	-N	-K
1,20 ^a	0,84 ^b	0,80 ^b	0,74 ^b	0,73 ^b	0,59 ^b	0,22 ^c
Raízes						
-P	-Mg	-N	-Ca	-S	Compl.	-K
0,66 ^a	0,65 ^a	0,59 ^a	0,56 ^a	0,51 ^a	0,46 ^{ab}	0,17 ^b
DMS 5%	0,30					

A extração de potássio em mg/planta em função de tratamentos, variedades e partes das plantas é apresentada na tabela 48. A extração de potássio por *P. caribaea* var. *hondurensis* foi maior que a das demais, tanto no tratamento completo quanto no tratamento deficiente e de 2407,0 e 429,4 mg, respectivamente. *P. caribaea* var. *caribaea* extraiu 1817,2 e 390,8 mg e, *P. caribaea* var. *bahamensis* 1593,9 e 374,9 mg. A necessidade de potássio em mg/g de matéria seca produzida foi de 14,6, 11,1 e 11,2 para *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo; e de 2,8, 2,7 e 2,4 mg, respectivamente para os tratamentos com omissão do elemento. A análise desses dados indica menor eficiência de *P. caribaea* var. *hondurensis* na absorção do potássio, uma vez que se utiliza de maiores quantidades do elemento por unidade de matéria seca produzida, tanto em maior suprimento, quanto em suprimento limitado.

Tabela 48 - Extração média de potássio (mg) por partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Variedade	Tratamento de Omissão	Extração (mg)				
		A. Supiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes	Planta Toda
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	929,1	528,7	497,9	91,3	2047,0
	- N	271,9	125,6	59,6	84,7	541,8
	- P	321,4	226,2	99,0	108,5	755,1
	- K	201,0	78,3	95,3	54,8	429,4
	- Ca	514,8	314,9	338,4	159,5	1327,6
	- Mg	975,8	913,5	531,7	233,5	2654,5
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	- S	688,7	415,3	159,6	82,7	1344,3
	Completo	713,6	504,0	217,1	158,8	1593,5
	- N	182,5	134,3	69,0	67,2	453,0
	- P	381,4	357,5	218,0	264,3	1221,2
	- K	200,0	93,1	56,4	25,4	374,9
	- Ca	623,9	520,1	231,2	151,3	1526,5
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	- Mg	1265,0	1112,4	515,2	226,6	3119,2
	- S	796,1	710,0	341,0	171,8	2018,9
	Completo	746,6	541,2	367,4	162,0	1817,2
	- N	133,0	122,5	49,3	75,7	380,5
	- P	461,6	229,7	203,0	241,4	1135,7
	- K	148,9	83,0	95,2	63,7	390,8
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	- Ca	684,6	641,1	277,4	209,0	1812,0
	- Mg	1052,8	592,4	317,4	144,6	2107,2
	- S	779,5	358,2	172,7	120,9	1431,3

4.7. CONCENTRAÇÃO DE CÁLCIO

As concentrações médias de cálcio nas diversas partes em que foram divididas as plantas, de acordo com as variedades e os tratamentos de omissão são apresentadas na tabela 49, e sua análise de variância na tabela 50.

Houve efeito altamente significativo dos tratamentos sobre a concentração de cálcio da matéria seca das partes das plantas. As concentrações médias em cada tratamento de omissão são apresentadas na tabela 51, através da qual se verifica que o teor do nutriente variou com os tratamentos empregados, estando entre 0,11% e 0,28%. O tratamento com omissão de cálcio resultou em plantas com concentrações de 0,11%, diferentes das concentrações médias de 0,22% do tratamento completo. As concentrações das plantas sob tratamento com omissão de nitrogênio, de fósforo, de magnésio e de enxofre não diferiram das do tratamento completo, e as dos tratamentos com omissão de potássio mostraram-se superiores (0,28%). Na literatura, a maior parte dos trabalhos indica concentrações variando de 0,20% a 0,40% de Ca, em partes de *P. caribaea* de diversas idades. O trabalho de TOMAZELLO FILHO (1980) apresenta concentrações particularmente semelhantes às obtidas pelo presente estudo em *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Tabela 49 - Concentração de cálcio (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Média de três repetições.

Variedade	Tratamento de Omissão	Ca% na Matéria Seca			
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	0,19	0,29	0,08	0,58
	- N	0,23	0,39	0,07	0,12
	- P	0,07	0,20	0,05	0,29
	- K	0,18	0,40	0,10	0,24
	- Ca	0,03	0,05	0,02	0,34
	- Mg	0,09	0,10	0,05	0,56
	- S	0,15	0,28	0,02	0,32
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	0,10	0,19	0,06	0,41
	- N	0,14	0,28	0,08	0,17
	- P	0,10	0,23	0,08	0,45
	- K	0,12	0,31	0,12	0,62
	- Ca	0,03	0,08	0,06	0,23
	- Mg	0,07	0,14	0,04	0,57
	- S	0,12	0,21	0,03	0,61
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	0,14	0,16	0,07	0,42
	- N	0,10	0,25	0,06	0,19
	- P	0,19	0,19	0,12	0,26
	- K	0,11	0,22	0,12	0,88
	- Ca	0,03	0,09	0,02	0,28
	- Mg	0,11	0,09	0,03	0,46
	- S	0,10	0,24	0,02	0,26

Tabela 50 - Análise de variância dos dados de concentração de cálcio(%)
na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamentos (T)	6	0,6310	0,1052	17,24**
Variedades (V)	2	0,0128	0,0064	1,05 ns
Partes da Planta (P)	3	4,0079	1,3359	219,00**
TdV ₁	6	0,2261	0,0377	6,18**
TdV ₂	6	0,2539	0,0423	6,94**
TdV ₃	6	0,3600	0,0600	9,84**
VdT ₁	2	0,0662	0,0031	5,42**
VdT ₂	2	0,0174	0,0087	1,43 ns
VdT ₃	2	0,0238	0,0119	1,95 ns
VdT ₄	2	0,0591	0,0296	4,84**
VdT ₅	2	0,0003	0,0002	0,03 ns
VdT ₆	2	0,0079	0,0039	0,64 ns
VdT ₇	2	0,0470	0,0235	3,85*
T x V	12	0,2089	0,0174	2,85*
TdP ₁	6	0,0943	0,0157	2,58*
TdP ₂	6	0,4397	0,0733	12,01**
TdP ₃	6	0,0514	0,0086	1,40 ns
TdP ₄	6	1,1703	0,1950	31,97**
T x P	18	1,1247	0,0625	10,25**
P x V	6	0,1310	0,0218	3,57**
Resíduo	204	1,2502	0,0061	
Total	251	7,3665		

Tabela 51 - Concentração de cálcio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, em função de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Médias de 36 repetições.

Tratamentos	-K	Compl.	-S	-Mg	-P	-N	-Ca
	0,28 ^a	0,22 ^b	0,20 ^b	0,19 ^b	0,18 ^b	0,17 ^b	0,11 ^c
DMS 5%	0,05						

Não houve diferença na concentração de cálcio, em função das variedades, mas diferenças altamente significativas ocorreram entre as concentrações das partes. As raízes apresentaram a maior concentração, contendo 0,39% do elemento na matéria seca. A estas seguiram-se as acículas inferiores, com 0,21%, acículas superiores com 0,11% e os ramos com 0,06%. Tais dados, acompanhados das diferenças mínimas significativas são apresentados na tabela 52. EGUNJOBI e BADA (1970), constataram teores de cálcio maiores nas acículas que em raízes de *P. caribaea* em 6 e 10 anos de idade, embora coubessem à madeira as menores concentrações do elemento. STEWART e KELLMAN (1982) obtiveram concentrações menores em acículas superiores que em acículas inferiores de plantas de 30 anos dessa mesma

espécie. TOMAZELLO FILHO (1980), relata concentrações do nutriente menores nas raízes que na parte aérea de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis* de sete meses de idade.

Tabela 52 - Concentrações de cálcio (%) na matéria seca de parte de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de 63 repetições.

Parte das plantas	Raízes	Acículas inferiores	Acículas superiores	Ramos
	0,39 ^a	0,21 ^b	0,11 ^c	0,06 ^d
DMS 5%	0,04			

Houve efeito da interação entre tratamentos e variedades sobre a concentração de cálcio em *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Tais concentrações, em função dos tratamentos, dentro das três variedades são apresentadas na tabela 53, através da qual se confirma o pequeno efeito dos tratamentos sobre o teor do elemento nas variedades estudadas. Apenas em *P. caribaea* var. *hondurensis* a concentração de cálcio do trata-

mento em que o elemento foi omitido mostrou-se menor que a do tratamento completo. Em *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* a omissão não reduziu significativamente sua concentração mas aumentou a de potássio.

Tabela 53 - Concentração de cálcio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea*; em função de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo dentro de três variedades. Médias de 12 repetições.

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>						
Completo	- K	- N	- Mg	- S	- P	- Ca
0,29 ^a	0,23 ^{ab}	0,20 ^{abc}	0,20 ^{abc}	0,19 ^{bc}	0,15 ^{bc}	0,11 ^c
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>						
- K	- S	- P	- Mg	Completo	- N	- Ca
0,29 ^a	0,24 ^{ab}	0,21 ^{ab}	0,21 ^{ab}	0,19 ^{bc}	0,17 ^{bc}	0,10 ^c
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>						
- K	Completo	- P	- Mg	- S	- N	- Ca
0,33 ^a	0,20 ^b	0,19 ^b	0,17 ^b	0,15 ^b	0,15 ^b	0,11 ^b
DMS 5%	0,09					

A tabela 54 mostra que as variedades de *P. caribaea* estudadas tiveram concentrações de cálcio diferentes entre si dentro dos tratamentos completo, com omissão de potássio e com omissão de enxofre. Quando em tratamento completo

P. caribaea var. *hondurensis* apresentou maior concentração (0,29%) que as duas outras variedades (0,19% e 0,20%). Quando em omissão de potássio *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou uma concentração superior (0,33%) a *P. caribaea* var. *hondurensis* (0,23%). A omissão de enxofre resultou em maior concentração para *P. caribaea* var. *bahamensis* (0,24%) que para *P. caribaea* var. *caribaea* (0,15%).

Tabela 54 - Concentração de cálcio (%) em partes de três variedades de *Pinus caribaea* dentro de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Médias de 12 repetições.

Completo	<i>hondurensis</i> 0,29 ^a	<i>caribaea</i> 0,20 ^b	<i>bahamensis</i> 0,19 ^b
- K	<i>caribaea</i> 0,33 ^a	<i>bahamensis</i> 0,29 ^{ab}	<i>hondurensis</i> 0,23 ^b
- S	<i>bahamensis</i> 0,24 ^a	<i>hondurensis</i> 0,19 ^{ab}	<i>caribaea</i> 0,15 ^b
DMS 5%	0,07		

As concentrações de cálcio, em função dos tratamentos de omissão de macronutrientes, dentro das partes em que as plantas foram divididas são apresentadas na tabela 55, mostrando que as concentrações do nutriente só foram reduzi-

Tabela 55 - Efeito de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo, sobre a concentração de cálcio de acículas superiores, acículas inferiores, caules e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de nove repetições.

Acículas Superiores						
- N	Completo	- K	- S	- P	- Mg	- Ca
0,15 ^a	0,14 ^{ab}	0,14 ^{ab}	0,12 ^{ab}	0,12 ^{ab}	0,09 ^{ab}	0,03 ^b
Acículas Inferiores						
- K	- N	- S	Completo	- P	- Mg	- Ca
0,31 ^a	0,31 ^a	0,24 ^a	0,21 ^{ab}	0,21 ^{ab}	0,11 ^{bc}	0,08 ^c
Ramos						
- K	- P	Completo	- N	- Mg	- Ca	- S
0,11 ^a	0,08 ^a	0,07 ^a	0,07 ^a	0,04 ^a	0,04 ^a	0,03 ^a
Raízes						
- K	- Mg	Completo	- S	- P	- Ca	- N
0,58 ^a	0,53 ^a	0,47 ^{ab}	0,40 ^{bc}	0,33 ^{cd}	0,28 ^d	0,16 ^e
IMS 5%		0,11				

das pela omissão nas acículas inferiores e nas raízes, sendo que nestas últimas, diferem das do completo também as concentrações de cálcio dos tratamentos com omissão de nitrogênio e de fósforo. Esperar-se-ia que as acículas superiores apresentassem a maior redução na concentração do elemento quando

este fosse omitido, uma vez que o cálcio é tido como elemento que participa de compostos estruturais, portanto com pequena mobilidade interna.

A tabela 56 mostra a extração de cálcio em mg, em função dos tratamentos e variedades. As quantidades de cálcio extraídas pelas plantas dos tratamentos completos não diferiram muito entre as variedades, apenas em *P. caribaea* var. *hondurensis* mostrou-se mais elevada que nas demais. Considerando-se a extração por grama de matéria seca produzida como uma medida da eficiência da variedade na utilização do nutriente, verifica-se ser *P. caribaea* var. *hondurensis* a menos eficiente, necessitando de 2,38 mg de cálcio por grama de matéria seca, enquanto que *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* necessitaram de 1,77 e 1,80 mg/g respectivamente. Quando em omissão, as variedades extraíram quantidades semelhantes do elemento, utilizando 0,86, 0,77 e 1,00 mg Ca/grama de matéria seca produzida em *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*.

Tanto nos tratamentos completos quanto nos de omissão, a raiz foi o órgão em que se verificou maior extração. A este seguiram-se acículas superiores e inferiores, com valores de extração muito próximos. Os ramos foram a parte que menos extraiu cálcio. A omissão de cálcio reduziu principalmente as quantidades fixadas pelas acículas.

Tabela 56 - Extração média de cálcio (mg) por partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidos a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Variedade	Tratamento de Omissão	Extração (mg)				
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes	Planta Toda
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	97,5	91,3	43,3	160,5	392,6
	- N	26,1	31,6	6,3	15,4	79,4
	- P	15,0	39,3	8,1	61,7	124,1
	- K	95,2	111,9	43,3	69,2	319,6
	- Ca	11,7	14,7	9,4	106,3	142,1
	- Mg	40,5	40,6	20,9	172,1	174,1
	- S	49,9	67,2	3,8	54,0	175,4
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	44,6	68,4	19,7	120,5	253,2
	- N	12,8	23,8	9,4	22,4	68,4
	- P	25,8	57,5	19,6	154,5	257,4
	- K	50,0	131,2	35,6	143,0	359,8
	- Ca	10,3	25,1	20,7	68,2	124,3
	- Mg	30,4	56,6	14,9	179,4	281,3
	- S	44,6	76,9	11,1	187,1	319,7
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	68,3	58,5	31,4	133,4	291,6
	- N	10,9	29,2	5,8	24,4	70,3
	- P	73,1	58,2	33,8	88,4	253,5
	- K	49,6	45,6	47,6	280,5	423,3
	- Ca	12,6	35,4	6,8	88,7	143,5
	- Mg	51,7	32,7	10,1	144,6	239,1
	- S	39,2	22,7	4,5	64,1	130,5

4.9. CONCENTRAÇÃO DE MAGNÉSIO

As concentrações médias de magnésio em partes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* em diversos tratamentos de omissão de nutrientes são mostradas na tabela 57, e a análise da variância desses dados na tabela 58. Tratamentos de omissão, variedades e parte considerada afetaram significativamente os teores de magnésio das plantas.

A omissão de magnésio reduziu seu teor na matéria seca (0,08%), enquanto que as omissões de cálcio e potássio o elevaram (0,23%), em relação ao tratamento completo (0,18%). A tabela 59 apresenta as médias obtidas para os tratamentos, em ordem decrescente, e a diferença mínima significativa. Os resultados concordam com a referência de BAULE e FRICKER (1970), segundo a qual o conteúdo normal de magnésio na matéria seca de *Pinus* jovens está entre 0,15% e 0,20%, e entre 0,08% e 0,09% em plantas deficientes. Os dados obtidos estão de acordo com os relatados por HART *et alii* (1980) e TOMAZELLO FILHO (1980).

Entre as três variedades, *P. caribaea* var. *bahamensis* foi a mais exigente em magnésio, com concentrações médias de 0,20% do elemento, que não diferem das apresentadas por *P. caribaea* var. *hondurensis* (0,18%), mas são maiores que os 0,17% apresentados por *P. caribaea* var. *caribaea*.

Tabela 57 - Concentração de magnésio (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Média de três repetições.

Variedade	Tratamento de Omissão	% de Magnésio na Matéria Seca			
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	0,19	0,27	0,19	0,21
	- N	0,19	0,27	0,12	0,11
	- P	0,11	0,19	0,11	0,21
	- K	0,21	0,32	0,22	0,27
	- Ca	0,09	0,11	0,15	0,47
	- Mg	0,04	0,04	0,04	0,07
	- S	0,24	0,24	0,21	0,19
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	0,14	0,16	0,17	0,22
	- N	0,25	0,24	0,10	0,15
	- P	0,13	0,24	0,15	0,24
	- K	0,20	0,34	0,15	0,24
	- Ca	0,16	0,22	0,22	0,41
	- Mg	0,08	0,11	0,10	0,15
	- S	0,18	0,24	0,19	0,32
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	0,13	0,14	0,13	0,23
	- N	0,11	0,20	0,23	0,24
	- P	0,10	0,14	0,10	0,12
	- K	0,20	0,21	0,14	0,27
	- Ca	0,12	0,17	0,15	0,49
	- Mg	0,09	0,07	0,10	0,10
	- S	0,15	0,22	0,17	0,22

CV = 25,46%

Tabela 58 - Análise da variância dos dados de concentração de magnésio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidas a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamentos (T)	6	0,5952	0,0992	47,24**
Variedades (V)	2	0,0310	0,0155	7,38**
Partes da Planta (P)	3	0,3206	0,1069	50,90**
TdV ₁	6	0,3322	0,0554	26,38**
TdV ₂	6	0,1649	0,0275	13,09**
TdV ₃	6	0,1923	0,0320	15,24**
VdT ₁	2	0,0223	0,0112	5,33**
VdT ₂	2	0,0028	0,0014	0,67 ns
VdT ₃	2	0,0346	0,0173	8,24**
VdT ₄	2	0,0141	0,0070	3,33*
VdT ₅	2	1,9407	0,9703	462,05**
VdT ₆	2	0,0264	0,0132	6,28**
VdT ₇	2	0,0118	0,0058	2,76 ns
T x V	12	0,0942	0,0078	3,74**
TdP ₁	6	0,1257	0,0209	9,95*
TdP ₂	6	0,2503	0,0417	19,86**
TdP ₃	6	0,0737	0,0123	5,86**
TdP ₄	6	0,6645	0,1107	52,71**
T x P	18	0,5191	0,0288	13,71**
P x V	6	0,0295	0,0049	2,33*
Resíduo	204	0,4386	0,0021	
Total	251	1,9972		

Tabela 59 - Concentração de magnésio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* em função de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Médias de 36 repetições.

Tratamentos						
- Ca	- K	- S	Completo	- N	- P	- Mg
0,23 ^a	0,23 ^a	0,21 ^{ab}	0,18 ^{bc}	0,18 ^{bc}	0,15 ^c	0,08 ^d
DMS 5%	0,03					

A tabela 60 mostra que a concentração de magnésio foi diferente nas partes em que as plantas foram divididas, cabendo às raízes (0,23%) e às acículas inferiores (0,20%) teores maiores que os das acículas superiores e ramos (0,15%).

Tabela 60 - Concentrações de magnésio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de 63 repetições.

Parte das Plantas	Raízes	Acículas Inferiores	Acículas Superiores	Ramos
	0,23 ^a	0,20 ^a	0,15 ^b	0,15 ^b
DMS 5%	0,02			

As concentrações de magnésio das plantas foram afetadas pelas interações entre tratamentos e variedades, e tratamentos e partes. As médias dos desdobramentos de tratamentos dentro de variedades, variedades dentro de tratamentos e tratamentos dentro de partes são apresentadas nas tabelas 61, 62 e 63.

Em *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* a omissão de magnésio reduziu sua concentração nas plantas a níveis inferiores aos apresentados pelo tratamento completo. As concentrações médias em *P. caribaea* var. *hondurensis* sofreram uma queda de 0,22% Mg no tratamento completo para 0,04% no com omissão. Em *P. caribaea* var. *caribaea* a queda foi menor, 0,16 para 0,09%.

Em *P. caribaea* var. *hondurensis*, a omissão de fósforo reduziu a concentração de magnésio de 0,22% para 0,15%. As concentrações de magnésio de *P. caribaea* var. *caribaea* não foram afetadas pelas omissões de macronutrientes, exceto no caso da omissão de cálcio, que elevou a concentração de magnésio nas plantas. A omissão de cálcio elevou o teor de magnésio também em *P. caribaea* var. *bahamensis* (tabela 61).

P. caribaea var. *hondurensis* teve maior concentração de magnésio que *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo (0,22 contra 0,16%) e omissão de potássio (0,25 contra 0,20%). *P. caribaea* var. *bahamensis* sob omissão de fósforo teve maior concentração de magnésio (0,19%) que *P. cari*

baea var. *caribaea* (0,11%). *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* tiveram teores maiores de magnésio (0,11 e 0,09%) que *P. caribaea* var. *hondurensis* quando o elemento foi omitido (0,04%, tabela 62).

Tabela 61 - Concentração de magnésio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea*, em função de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um testemunha dentro de três variedades. Médias de 12 repetições.

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>						
- K	Completo	- S	- Ca	- N	- P	- Mg
0,25 ^a	0,22 ^{ab}	0,22 ^{ab}	0,21 ^{abc}	0,17 ^{bc}	0,15 ^c	0,04 ^d
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>						
- Ca	- K	- S	- P	- N	Completo	- Mg
0,25 ^a	0,23 ^{ab}	0,23 ^{ab}	0,19 ^{ab}	0,18 ^b	0,17 ^{bc}	0,11 ^c
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>						
- Ca	- K	- S	- N	Completo	- P	- Mg
0,23 ^a	0,21 ^{ab}	0,19 ^{ab}	0,19 ^{ab}	0,16 ^{bc}	0,11 ^{cd}	0,09 ^d
DMS 5%	0,06					

Tabela 62 - Concentração de magnésio (%) em partes de três variedades de *Pinus caribaea* dentro de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Médias de 12 repetições.

Completo	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
	0,22 ^a	0,17 ^{ab}	0,16 ^b
- P	<i>bahamensis</i>	<i>hondurensis</i>	<i>caribaea</i>
	0,19 ^a	0,15 ^{ab}	0,11 ^b
- K	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
	0,25 ^a	0,23 ^{ab}	0,21 ^b
- Mg	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>	<i>hondurensis</i>
	0,11 ^a	0,09 ^a	0,04 ^b
DMS 5%	0,04		

A tabela 63 mostra os efeitos dos tratamentos dentro das partes das plantas. Em todas elas a omissão de magnésio causou decréscimos nos níveis internos do elemento, sendo estes maiores nas acículas inferiores e nas raízes que nas acículas superiores e ramos. Nas acículas inferiores o teor foi de 0,19% para 0,07%, nas raízes de 0,22% para 0,10%, nas acículas superiores de 0,15% para 0,07% e nos ramos de 0,16% para 0,08%. É interessante notar que as acículas inferiores das plantas sob omissão de potássio tiveram seu teor

de magnésio aumentado de 0,19% para 0,29%. Aumento ainda maior foi determinado pela omissão de cálcio, que elevou o teor de magnésio das raízes de 0,22% para 0,46%.

A extração de magnésio nos diferentes tratamentos, partes das plantas e variedades (tabela 64) mostra que sob tratamento completo *P. caribaea* var. *hondurensis* teve maior extração (343,4 mg), enquanto que *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* extraíram respectivamente 245,9 e 240,6 mg. A extração em miligramas por grama de matéria seca produzida foi de 1,49 para *P. caribaea* var. *caribaea*, 1,72 para *P. caribaea* var. *bahamensis* e 2,09 para *P. caribaea* var. *hondurensis*, o que leva a crer que *P. caribaea* var. *hondurensis* teria menor eficiência no uso de magnésio. Por outro lado, analisando-se a extração e a concentração em mg/g nos tratamentos deficientes, tem-se resultados inversos. Nestes últimos o menor consumo de magnésio por unidade de matéria seca produzida coube a *P. caribaea* var. *hondurensis*, com 0,57 mg/g. A este seguiu-se *P. caribaea* var. *caribaea* com 0,90 mg/g e *P. caribaea* var. *bahamensis*, com 1,07 mg/g, confirmando a menor eficiência de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Tabela 63 Efeito de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo sobre a concentração de magnésio de acículas superiores, acículas inferiores, caules e raízes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de nove repetições.

Acículas Superiores						
- K	- S	- N	Completo	- Ca	- P	- Mg
0,20 ^a	0,19 ^a	0,18 ^{ab}	0,15 ^{abc}	0,12 ^{bcd}	0,11 ^{cd}	0,07 ^d
Acículas Inferiores						
- K	- S	- N	Completo	- P	- Ca	- Mg
0,29 ^a	0,23 ^{ab}	0,23 ^{ab}	0,19 ^b	0,19 ^b	0,17 ^b	0,07 ^c
Ramos						
- S	- K	- Ca	Completo	- N	- P	- Mg
0,19 ^a	0,17 ^{ab}	0,17 ^{ab}	0,16 ^{ab}	0,15 ^{ab}	0,12 ^{bc}	0,08 ^c
Raízes						
- Ca	- K	- S	Completo	- P	- N	- Mg
0,46 ^a	0,26 ^b	0,24 ^{bc}	0,22 ^{bcd}	0,19 ^{cd}	0,17 ^d	0,10 ^e
DMS 5%	0,06					

Tabela 64 - Extração média de magnésio (mg) por partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* submetidos a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Variedade	Tratamento de Omissão	Extração (mg)				
		A. Superiores	A. Inferiores	Ramos	Raízes	Total
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	97,5	85,0	102,8	58,1	343,4
	- N	21,5	21,9	10,8	14,1	68,3
	- P	23,6	37,4	17,8	44,7	123,5
	- K	111,1	89,5	95,3	77,8	373,7
	- Ca	35,1	32,4	70,5	147,0	285,0
	- Mg	18,0	16,2	16,7	21,5	72,4
	- S	79,8	58,0	39,9	32,0	209,7
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	62,4	57,6	55,9	64,7	240,6
	- N	22,9	20,4	11,7	19,8	74,8
	- P	33,5	60,0	36,8	82,4	212,7
	- K	83,3	143,9	44,5	55,4	327,1
	- Ca	55,1	68,9	75,9	121,6	321,5
	- Mg	34,8	44,5	37,3	47,2	163,8
	- S	67,0	87,8	70,4	98,1	323,3
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	63,4	51,2	58,2	73,1	245,9
	- N	12,0	23,3	22,2	30,8	88,3
	- P	38,5	42,9	28,2	40,8	150,4
	- K	90,3	87,2	55,5	86,0	319,0
	- Ca	50,4	66,9	50,7	155,2	323,2
	- Mg	42,3	20,8	33,8	31,4	128,3
	- S	58,7	49,9	38,1	54,3	201,0

4.8. CONCENTRAÇÃO DE ENXOFRE

Foram feitas determinações da concentração de enxofre apenas na matéria seca das plantas conduzidas sob tratamento completo, e na daquelas em que o elemento foi omitido. As concentrações médias observadas são apresentadas na tabela 65 e sua análise de variância na tabela 66.

Através da tabela 66 verificam-se os efeitos altamente significativos de tratamentos, variedades e interação entre tratamentos e variedades, no conteúdo de enxofre das plantas.

O tratamento completo forneceu plantas com uma concentração média de 0,18% de S, e o com omissão, deu origem a plantas com 0,06% do elemento (tabela 67). HART *et alii* (1980) encontraram 0,29% e 0,12% de S em média, para *P. caribaea* var. *hondurensis* cultivado em casa de vegetação, em pH 4,5 e 6,5, com e sem inoculação. Concentrações muito semelhantes foram também obtidas por TALWAR e BHATNAGAR (1979). TOMAZELLO FILHO (1980) e CAMERON *et alii* (1981) obtiveram valores menores.

Plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram concentrações de enxofre (0,17%), maiores que as apresentadas por *P. caribaea* var. *bahamensis* (0,10%) e *P. caribaea* var. *caribaea* (0,09%) (tabela 68).

As médias das concentrações de enxofre resultantes dos tratamentos dentro das variedades são apresentadas na tabela 69, e as das variedades dentro dos tratamentos na tabela 70. Essas tabelas mostram que as concentrações de en-

Tabela 65 - Concentração de enxofre (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo e com omissão de nutrientes. Médias de três repetições.

Variedade	Tratamento	S% na Matéria Seca		
		A. Supe- riores	A. Infe- riores	Ramos Raízes
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	0,24	0,24	0,28 0,25
	- S	0,09	0,09	0,08 0,10
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	0,17	0,16	0,14 0,19
	- S	0,06	0,04	0,01 0,03
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	Completo	0,11	0,12	0,11 0,16
	- S	0,05	0,08	0,06 0,07
CV = 25,81%				

Tabela 66 - Análise da variância dos dados de concentração de enxofre (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*, sob tratamento completo e com omissão do elemento.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F
Tratamentos (T)	1	0,2474	0,2474	234,79**
Variedades (V)	2	0,0858	0,0429	40,71**
Partes da Planta (P)	3	0,0025	0,0008	0,76 ns
TdV ₁	1	0,1584	0,1584	158,44**
TdV ₂	1	0,1001	0,1001	100,10**
TdV ₃	1	0,0216	0,0216	21,60**
VdT ₁	2	0,1009	0,0505	50,47**
VdT ₇	2	0,0177	0,0088	8,84**
T x V	2	0,0328	0,0164	15,56**
T x P	3	0,0029	0,0010	0,95 ns
P x V	6	0,0069	0,0012	1,20 ns
Resíduo	54	0,0569	0,0010	
Total	71	0,4352		

xofre variaram mais entre as variedades sob tratamento completo. Quando o elemento foi omitido a variação foi menor.

Tabela 67 - Concentração de enxofre (%) na matéria seca de partes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo e com omissão do nutriente. Médias de 36 repetições.

Tratamentos	Completo	Omissão de Enxofre
	0,18 ^a	0,06 ^b
DMS 5%	0,01	

Tabela 68 - Concentração de enxofre (%) na matéria seca de partes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de 24 repetições.

Variedade	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
	0,17 ^a	0,10 ^b	0,09 ^b
DMS 5%	0,02		

Tabela 69 - Concentração de enxofre(%) na matéria seca de partes de *P. caribaea*, sob tratamento completo e com omissão do elemento, dentro de três variedades. Médias de 12 repetições.

<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>		
Completo	- S	
0,25 ^a	0,09 ^b	
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>		
Completo	- S	
0,16 ^a	0,04 ^b	
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>		
Completo	- S	
0,13 ^a	0,07 ^b	
DMS 5%	0,03	

Tabela 70 - Concentração de enxofre (%) em partes de três variedades de *Pinus caribaea*, dentro dos tratamentos completo, e com omissão do elemento. Médias de 12 repetições.

Tratamentos	Variedades		
Completo	<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>
	0,25 ^a	0,16 ^b	0,13 ^b
- S	<i>hondurensis</i>	<i>caribaea</i>	<i>bahamensis</i>
	0,09 ^a	0,07 ^{ab}	0,04 ^b
DMS 5%	0,03		

A tabela 71 mostra a extração de enxofre por plantas bem supridas, e sob carência do nutriente. Todas as variedades apresentaram extrações de três a cinco vezes maiores sob tratamento completo.

A extração em mg/g de matéria seca produzida foi de 2,5 para *P. caribaea* var. *hondurensis*, 1,46 para *P. caribaea* var. *bahamensis* e 1,22 para *P. caribaea* var. *caribaea*, quando as plantas recebiam solução nutritiva completa e, de 0,90, 0,35 e 0,63 mg/g respectivamente, quando o enxofre era omitido; o que indica menor eficiência de *P. caribaea* var. *hondurensis* no uso do nutriente.

Tabela 71 - Extração média de enxofre (mg) por partes de *Pínus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo e com omissão do elemento.

Variedade	Tratamento	Extração (mg)				
		A. Supere- riores	A. Infe- riores	Ramos	Raízes	Planta Toda
<i>P. caribaea</i>	Completo	123,2	75,5	151,5	69,2	419,4
var. <i>hondurensis</i>	- S	29,9	21,7	15,2	16,9	83,7
<i>P. caribaea</i>	Completo	75,8	57,6	46,1	29,4	208,9
var. <i>bahamensis</i>	- S	22,3	14,6	3,7	9,2	49,8
<i>P. caribaea</i>	Completo	53,7	43,9	49,3	50,8	197,7
var. <i>caribaea</i>	- S	19,6	18,1	13,5	17,3	68,5

5. CONCLUSÕES

Os sintomas de carência em *P. caribaea* são poucos específicos, com exceção dos de nitrogênio nas três variedades, fósforo e magnésio em *P. caribaea* var. *hondurensis* e de enxofre em *P. caribaea* var. *caribaea*, e que se caracterizam por:

Nitrogênio - clorose, secamento e morte de acículas, da base para o ápice das plantas. Redução no crescimento, acículas curtas, ramos finos e de casca amarelada.

Fósforo - bronzeamento, secamento e queda de acículas do terço inferior das plantas. Redução na emissão de ramos laterais, acículas menores e mais finas.

Magnésio - secamento das acículas da base do ramo guia, que se estende às acículas dos fascículos e às ramificações secundárias, formando-se uma região interna seca, rodeada por um envoltório verde de acículas curtas e emaranhadas.

Enxofre - amarelécimento das acículas dos ápices dos ramos, mais intenso nos ramos expostos ao sol. Sintomas progressivos dos ápices para a base, resultando em morte das gemas apicais.

- . Os níveis internos na matéria seca das acículas de mudas sa dias são: 1, 33% N, 0,03% P, 1,76% K, 0,23% Ca, 0,22% Mg e 0,24% S para *P. caribaea* var. *hondurensis*; 1,30% N, 0,02% P, 1,51% K, 0,14% Ca, 0,15% Mg e 0,16% S para *P. caribaea* var. *bahamensis*; e 1,18% N, 0,01% P, 1,51% K, 0,15% Ca, 0,13% Mg 0,11% para *P. caribaea* var. *caribaea*.

Os níveis internos na matéria seca das acículas de mudas sob omissão de macronutrientes são: 0,54% M, 0,02% P, 0,34% K, 0,04% Ca, 0,04% Mg e 0,09% S para *P. caribaea* var. *hondurensis*; 0,51% N, 0,02% P, 0,35% K, 0,05% Ca, 0,09% Mg e 0,05% S para *P. caribaea* var. *bahamensis*; e 0,43% N, 0,02% P, 0,27% K, 0,06% Ca, 0,08% Mg e 0,06% S para *P. caribaea* var. *caribaea*.

Pinus caribaea extrai os macronutrientes na seguinte ordem decrescente: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enx_ofre e fósforo.

- . *Pinus caribaea* var. *hondurensis* é menos eficiente na absorção dos macronutrientes.

6. LITERATURA CITADA

ANDREW, C.S., 1968. Problems in the use of chemical analyses for diagnosis of plant nutrient deficiencies. The J. of Aust. Institute of Agric. Sci. Melbourne, Set. 154.162.

BAULE, H. e C. FRICKER, 1970, The fertilizer treatments of forest tree. Translate by C.L. WITTLES. BLV Verlagsgesellschaft. Munique, 260p.

CAMERON, P.M.; S.J. RANCE e E.R. WILLIAMS, 1982. Effects of fertilizers on growth, form and concentration of nutrients in the needs of Pinus caribaea var. hondurensis in the Northern territory. Aust. For. Res. Melbourne, 12: 105-119.

- CARVALHO, J.G. de; H.A. de CASTRO; T. YAMADA e G.E. SPELTZ, 1983. Nutrição mineral de Pinus. In: HAAG, H.P. (coord.). Nutrição mineral de Eucalyptus, Pinus, Araucaria e Gmelina no Brasil. Fundação Cargill. Campinas, 101p.
- COMERFORD, N.B., 1981. Distributional gradients and variability of macroelement concentrations in the crowns of plantation grown Pinus resinosa (Ait.). Plant and Soil. Hague, 63: 345-353.
- DAVIS, D.E., 1949. Some effects of calcium deficiency on the anatomy of Pinus taeda. American Journal of Botany. New York, 36: 276-282.
- EGUNJOBI, J.K. e S.O. BADA, 1979. Biomass and nutrient distribution in stands of Pinus caribaea L. in dry forest zone of Nigeria. Biotropica. Lawrence, 11(2): 130-135.
- FLINN, D.W.; J.M. JAMES e P. HOPMAN, 1982. Aspects of phosphorus cycling in radiata pine on a strongly phosphorus adsorbing soil. Aust. For. Res. Melbourne, 12: 19-35.
- FORNES, R.H., J.V. BERGLUND e A.L. LEAF, 1970. Comparison of the growth and nutrition of Picea abies (L) Karst and Pinus resinosa Ait on a K deficient site subjected to K fertilization. Plant and Soil. Hague, 33(2): 345-360.

- FOWELLS, H.A. e R.W. KRAUS, 1959. The inorganic nutrition of Loblolly Pine and Virginia Pine with special reference to nitrogen and phosphorus. Forest Sci. London, 5(1): 91-111.
- HACKAYLO, J.; R.F. FINN e V. MERSTED, 1969. Deficiency symptoms of some forest trees. Research Bulletin 1015. Ohio Agricultural Research and Development Center. Ohio. 68p.
- HART, P.B.S.; J.P. WIDDOWSON; H.M. WATTS e CHU-CHOU, 1980. Response of Pinus caribaea var. hondurensis seedlings to mycorrhizal inoculum, phosphorus and pH. Aust. For. Res. Melbourne, 10: 389-96.
- HOAGLAND, D.R. e D.I. ARNON, 1950. The water culture method for growing plants without soil. Cal. Agric. Exp. Sta. Circ. 347.
- HOBBS, C.H., 1944. Studies in mineral deficiency in pine. Plant Physiology. Lancaster, 19: 590-602.
- HOYLE, M.C. e D.L. MADER, 1964. Relationships of foliar nutrients to growth of red pine in Western Massachusetts. Forest Science. London, 5(1): 91-111.

INGESTAD, T., 1960. Studies on the nutrition of forest tree seedlings. III. Mineral nutrition of Pine. Physiologia Plantarum. Oxford, 13: 513-531.

INGESTAD, T., 1963. Comparison of nutritional properties in forest tree species. Proceedings of the World Consulation on forest genetics and tree improvement. Food and Agriculture Organization of the United States. Estocolmo, 5p.

KELLY, J.M. e D.M. JOHNSON, 1982. Sulfur and nitrogen uptake by loblolly pine seedlings as influenced by nitrogen and sulfur addition. Forest Science. London, 28(4): 725-731.

LAMB, A.F.A., 1973. Fast growing timber trees of low land tropics. Vol. 1. Pinus caribaea. Unit of Tropical Silviculture Department of Forestry. Oxford, 254p.

MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; J.R. SARRUGE; R. VENCovsky; C.L.O. SANTOS; O. VALSECHI; L.C. SCOTON e P.S.G. COELHO, 1968. The relation of concentration of macronutrients (N, P, K, Ca, Mg and S) in the substrate and in the foliage to cell wall tickness and cellulose concentration in the xylem of slash pine (Pinus elliottii). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Universidade de São Paulo, 50p.

- MANGHEMBE, J.A. e J.F. REDHEAD, 1984. Growth and ectomycorrhizal development of Pinus caribaea seedlings inoculated with basidiospores of Scleroderma dictyosporum in fertilized nursery soil in Tanzania. Forest Ecology and Management. Amsterdam, 8: 221-228.
- MILLER, H.G.; J.D. MILLER e O.J.L. PAULINE, 1976. Effect of nitrogen supply on nutrient uptake in corsican pine. Journal of Applied Ecology. Oxford, 13: 955-966.
- RAUPACH, M. e M.J. HALL, 1974. Foliar levels of potassium in relation to potassium deficiency. Symptoms in radiata pine. Australian Forestry. Melbourne, 36(3): 204-213.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Departamento de Química. ESALQ/USP,
- SRIVASTAVA, P.B.L.; A. NARUDDIN e B.A. ZAINORIN, 1979. The response of Pinus caribaea Mor. var. hondurensis seedlings to nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. Plant and Soil. Hague, 51: 215-232.

STEWART, H. e D. SWAN, 1966. Studies of the mineral nutrition of Canadian pulpuwood species. Technical Reports 464 series, Woodlands Research Index nº 179. Pulp and paper research institute of Canadá. Point Claire. 11p.

STEWART, H. e M. KELLMAN, 1982. Nutrient accumulation by Pinus caribaea in its native savanna habitat. Plant and Soil. Hague, 69: 105-118.

TALWAR, K.K. e H.P. BHATNAGAR, 1979. Effect of macro-element deficiencies on fresh and dry matter, mineral uptake and holocellulose production by Pinus caribaea seedlings. The Indian Forester, Derha Dun, 105(5): 342-355.

TOMAZELLO FILHO, M., 1980. Influência de fungos ectomicorrízicos Thelephora terrestris Ehr. Exfr. e Phisolithus tinctorius (Pers) Caker e Couch. no desenvolvimento de espécies tropicais de Pinus. ESALQ/USP, Piracicaba, 116p. (Tese de Doutorado).

ULRICH, A.; D. RIRIE; F.J. HILLS; A.G. GEORGE e M.D. MORSE, 1959. Plant analysis, analytical methods. California Agricultural Station. Bulletin 766. California 77p.

VAN GOOR, C.P., 1965/66. A nutrição de alguns pinheiros tropicais. Silvicultura em São Paulo. São Paulo, 4/5 (4): 313-340.

WITTWER, R.F.; A.L. LEAF e D.H. KICKELHAUPT, 1975. Biomass and chemical composition of fertilized and or irrigated P. resinosa Ait plantations. Plant and Soil. Hague, 42: 629-651.