



MACRONUTRIENTES EM *Pinus caribaea* MORELET II.
NÍVEIS INTERNOS SOB SUFICIÊNCIA E SOB OMISSÃO*

Herminia E.P. Martinez**
Henrique Paulo Haag***
Claudio Horst Bruckner****

RESUMO

Com o objetivo de determinar os 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.

* Parte da Tese do primeiro autor.
Entregue para publicação em 26/04/86.

** Bolsista do CNPq.

*** Departamento de Química, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

**** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

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

Após o estabelecimento dos 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.

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* e, N% 1,18 e 0,43; P% 0,01 e 0,02; K% 1,15 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*.

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

INTRODUÇÃO

O crescente caminhamento da silvicultura para regiões de solos pobres ou áreas de baixa pluviosidade, bem como as possibilidades de total utilização das árvores tem feito surgir problemas nutricionais (CARVALHO et

alii, 1983; MILLER et alii, 1976). Em *Pinus* devido à pequena especificidade dos sintomas visuais de carência, faz-se necessária a análise de acículas para um diagnóstico mais preciso (HAAG et alii, 1985, INGESTAD, 1960), já que a concentração foliar geralmente correlaciona-se melhor com o crescimento das árvores e sua resposta aos níveis nutricionais do solo (COMERFORD et alii, 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 indiretas sobre os teores de nutrientes do solo e permitindo a generalização de resultados obtidos em experimentos de adubação.

A literatura apresenta teores de nitrogênio variando desde 0,042% a 2,23% para *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf e *P. caribaea* var. *caribaea* Morelet. Tais variações são função de idade, parte da planta amostrada, localização na copa, diferentes substratos, locais e concentrações externas do elemento.

TALWAR & 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 0,55%; 0,031% e 0,086% para parte aérea, raízes e planta toda, respectivamente, quando todos os nutrientes eram fornecidos. Quando o nitrogênio era omitido, esses valores caíam para 0,008%; 0,003% e 0,011%. CAMERON et alii (1981) observaram em Melcine, 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 adu

badas apresentavam 1,10%; 0,91% e 1,04%. Em Humpty Doo observaram-se concentrações de 0,88 de N, aos 28 e 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 & REDHEAD (1984) cultivaram seedlings de seis meses, de *P. caribaea*, com níveis crescentes de adubação (N; P₂O₅; K₂O, 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 & BADA (1979), em Ibadan, na Nigéria, e por STEWART & KELMAN (1982), em Belize, na América Central. Os primeiros observaram teores de 0,94%; 0,31%; 0,23%; 0,26%; 0,28% e 0,49% de nitrogênio em acículas, galhos, madeira, casca, raízes e serrapilheira, de um povoamento de *P. caribaea* Morelet, de seis 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 0,35% em raízes de *P. caribaea* Morelet var.

bahamensis Barr & Golf, de sete 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.

No experimento realizado em solução nutritiva com *P. caribaea* 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 & 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 nove 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 fósforo 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 Marogoro, na Tanzânia, mudas de *P. caribaea* Morelet apresentaram, em média, teores de 0,11% a 0,0% 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 de 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 & KELLMAN, 1982).

EGUNJOB1 & 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 seis anos de idade, e valores ainda mais baixos (0,03%; 0,01%; 0,01%; 0,01%, 0,02%; 0,01% e 0,01%, para 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 sete meses de idade.

Para o potássio 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 & BHATNAGAR, 1979). A omissão de potássio 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 nove 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 & REDHEAD (1984), em experimento com níveis de adubação realizado em Morogoro, na Tanzânia, com mudas de seis meses de *P. caribaea* Morelet.

Em Ibadan, Nigéria, plantas de seis meses 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% (EGUNJOBÌ & BADA, 1979). Plantas nativas de mais ou menos 39 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 & KELLMAN, 1982).

VAN GOOR (1965/66) encontrou teores variáveis de 0,19 a 1,36% de potássio em acículas completamente desenvolvidas e de um 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. *hondurensis* Barr & Golf, em Caravelas, no Brasil.

Os valores encontrados para as concentrações de cálcio 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 (EGUNJOBÌ & BADA, 1979) a 0,82% em plântulas de nove me-

ses, cultivadas 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% 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 & 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 nove 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 seis meses de idade, cultivadas em doses crescentes de N, P₂O₅, K₂O, observando-se que à medida que aumentou a adubação, diminuiu a concentração de cálcio (MANGHEMBE & REDHEAD, 1984).

Plantas de *P. caribaea* Morelet, de seis 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 & 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 & KELLMAN, 1982).

TOMAZELLO FILHO (1980) encontrou em *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, de sete 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 Carvelas, 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 e *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, de 2,3 a 5,5 anos.

De acordo com BAULE & 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%.

TALWAR & 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 analisar plantas 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 nove 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) encontravam 0,03 a 0,08% de Mg em acículas de *P. caribaea* Morelet, de seis meses de idade, cultivadas com níveis crescentes de N, P₂O₅, K₂O, 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 & BADA, 1979 e STEWART & KELLMAN, 1982).

No Brasil, VAN GOOR (1965/66) encontrou concentrações entre 0,06% a 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 sete meses de idade, apresentaram 0,18% de Mg na parte aérea e 0,15% no sistema radicular, enquanto que em Carve

las, plantas de *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf, da mesma idade, mostraram, respectivamente, 0,25%, e 0,18% de magnésio, em acículas, caules e raízes (TOMAZELLO FILHO, 1980).

Trabalhos, mostrando teores de enxofre em *Pinus caribaea* Morelet, são ainda mais escassos que os relativos aos outros macronutrientes. Plântulas de *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf cultivadas 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 & 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%; 0,50% e 0,62% de enxofre (CAMERON *et alii*, 1981). 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 sete meses de idade, em Caravelas.

Face à escassez e variabilidade de informações encontradas, o presente trabalho tem por objetivos obter os níveis analíticos correspondentes à suficiência e à omissão dos macronutrientes, bem como determinar as eficiências de utilização de tais elementos por plantas jovens e de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & GOLF e *P. caribaea* var. *caribaea* Morelet; espécies tropicais de cuja utilização vem se expandindo rapidamente.

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 l 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 $7 \times 4 \times 3$, inteiramente ao acaso, com três repetições. Foi feita a análise de 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 tratamentos 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 & 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) (T₁);
2. Omissão de nitrogênio (T₂);
3. Omissão de fósforo (T₃);
4. Omissão de potássio (T₄);
5. Omissão de cálcio (T₅);
6. Omissão de magnésio (T₆);
7. Omissão de enxofre (T₇).

As partes em que se dividiu as plantas foram:

1. Acículas superiores (P₁);
2. Acículas inferiores (P₂);
3. Ramos (P₃);
4. Raízes (P₄).

As variedades de *Pinus caribaea* empregadas foram:

1. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (V₁);
2. *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (V₂);
3. *Pinus caribaea* var. *caribaea* (V₃).

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 as plantas eram colhidas, tendo as dos tratamentos completos sido colhidas 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 de 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 & HAAG (1974), tendo sido o conteúdo de enxofre determinado apenas nos tratamentos completo e com omissão de enxofre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da concentração de nitrogênio, fósforo

e enxofre (%) na matéria seca das partes das plantas em função dos diversos tratamentos e variedades, são apresentadas na Tabela 1 e sua análise de variância na Tabela 2. A média dessas concentrações é apresentada na Tabela 3.

A Tabela 3 mostra que as concentrações de nitrogênio das plantas em que o mesmo foi omitido, bem como as daquelas em que se omitiu fósforo, cálcio e 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 & 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 & BHATNAGAR (1979), tanto para o tratamento completo, quanto para o tratamento em que o nitrogênio foi omitido, são também muito semelhantes aos aqui reportados.

Quanto ao fósforo, nota-se que sua concentração no tratamento em que o mesmo foi omitido (0,02%) mostrou-se menor que as concentrações observadas em todos os demais tratamentos, e que as concentrações de fósforo dos tratamentos com omissão de nitrogênio (0,12%), omissão de magnésio (0,08%), omissão de potássio (0,06%), omissão de cálcio (0,06%) e omissão de enxofre (0,06%) foram maiores que a do tratamento completo (0,03%). Embora a variação seja grande, os trabalhos de CAMERON (1981) e HART *et alii* (1980) fornecem concentrações de fósforo da mesma ordem de grandeza para mudas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, ao passo que os valores obtidos por TALWAR & BHATNAGAR (1979) e os relatados por MANGHEMBE & REDHEAD (1984), apresentam-se maiores.

Table 1. Concentrações de nitrogênio, fósforo e enxofre (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus arizônica* var. *harlaniana*, *P. arizônica* var. *harlaniana*, *P. arizônica* var. *harlaniana*, submetidos a seis tratamentos de emissão de macronutrientes o um completo. Médias de três repetições. (Os dados obtidos com omissão de fósforo foram transformados em $\sqrt{x+0.5}$).

Verificadas	Tratamento de emissão	Concentrações na Matéria Seca											
		Acículas superiores			Acículas inferiores			Ramos			Raízes		
		N2	P2	S2	N2	P2	S2	N2	P2	S2	N2	P2	S2
<i>Pinus arizônica</i> var. <i>harlaniana</i>	Completo	1,36	0,728 (0,03)	0,24	1,28	0,719 (0,02)	0,24	0,98	0,719 (0,02)	0,28	1,32	0,770 (0,09)	0,25
	- N	0,54	0,844 (0,21)		0,55	0,844 (0,21)		0,25	0,768 (0,09)		0,43	0,774 (0,10)	
	- P	1,01	0,728 (0,03)		1,12	0,721 (0,02)		0,64	0,709 (0,003)		1,02	0,719 (0,02)	
	- K	0,96	0,742 (0,05)		1,07	0,735 (0,04)		0,81	0,737 (0,04)		1,27	0,787 (0,12)	
	- Ca	0,96	0,787 (0,12)		1,08	0,730 (0,03)		0,64	0,737 (0,04)		1,00	0,767 (0,09)	
	- Mg	1,29	0,734 (0,04)		1,42	0,735 (0,04)		1,10	0,748 (0,06)		1,39	0,995 (0,13)	
- S	1,26	0,748 (0,06)	0,09	1,40	0,730 (0,03)	0,09	0,88	0,735 (0,04)	0,08	0,93	0,748 (0,06)	0,10	
<i>Pinus arizônica</i> var. <i>harlaniana</i>	Completo	1,31	0,726 (0,03)	0,17	1,29	0,721 (0,02)	0,16	0,79	0,721 (0,02)	0,14	1,04	0,770 (0,09)	0,19
	- N	0,49	0,810 (0,16)		0,54	0,808 (0,15)		0,21	0,759 (0,08)		0,46	0,774 (0,10)	
	- P	1,18	0,719 (0,02)		1,13	0,719 (0,02)		0,50	0,714 (0,01)		0,81	0,723 (0,02)	
	- K	1,18	0,737 (0,04)		1,10	0,730 (0,03)		0,55	0,737 (0,04)		0,94	0,779 (0,11)	
	- Ca	1,07	0,745 (0,06)		0,88	0,742 (0,05)		0,76	0,748 (0,06)		1,22	0,770 (0,09)	
	- Mg	1,47	0,757 (0,07)		1,61	0,752 (0,05)		0,96	0,757 (0,07)		1,35	0,899 (0,31)	
- S	1,40	0,740 (0,06)	0,06	1,52	0,744 (0,05)	0,04	0,75	0,754 (0,07)	0,01	1,29	0,789 (0,12)	0,03	
<i>Pinus arizônica</i> var. <i>arizônica</i>	Completo	1,18	0,716 (0,01)	0,11	1,19	0,721 (0,02)	0,12	0,80	0,719 (0,02)	0,11	1,05	0,756 (0,06)	0,16
	- N	0,44	0,770 (0,09)		0,43	0,772 (0,10)		0,19	0,748 (0,06)		0,50	0,766 (0,09)	
	- P	0,94	0,721 (0,02)		0,92	0,716 (0,01)		0,69	0,719 (0,02)		0,87	0,716 (0,01)	
	- K	0,97	0,726 (0,03)		1,01	0,719 (0,02)		0,75	0,733 (0,04)		1,07	0,814 (0,16)	
	- Ca	0,94	0,728 (0,03)		1,02	0,730 (0,03)		0,79	0,739 (0,05)		1,17	0,781 (0,11)	
	- Mg	1,32	0,733 (0,04)		1,23	0,730 (0,03)		1,15	0,735 (0,04)		1,26	0,755 (0,13)	
- S	1,19	0,733 (0,04)	0,05	1,24	0,739 (0,05)	0,08	0,82	0,735 (0,04)	0,06	1,00	0,752 (0,07)	0,07	
C.V. (%)		14,25	2,040	25,81									

Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Tabela 2. Análise de variância dos dados das concentrações de nitrogênio, fósforo, e enxofre (3) na matéria seca de partes 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.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios		Graus de Liberdade	Quadrados Médios
		M	P		S
Tratamentos (T)	6	2,8272**	0,017163**	1	0,2472**
Variedades (V)	2	0,1124**	0,004401**	2	0,0429**
Partes da planta (P)	3	1,9624**	0,017036**	3	0,0008 ns
TdV ₁	6	0,9610**	0,009328**	1	0,1584**
TdV ₂	6	1,0726**	0,008118**	1	0,1001**
TdV ₃	6	0,8625**	0,002814**	1	0,0216**
VdT ₁	2	0,1062**	0,000301 ns	2	0,0505**
VdT ₂	2	0,0095 ns	0,005779**	-	-
VdT ₃	2	0,0252 ns	0,000004 ns	-	-
VdT ₄	2	0,0269 ns	0,000056 ns	-	-
VdT ₅	2	0,0153 ns	0,000354 ns	-	-
VdT ₆	2	0,0359 ns	0,005775**	-	-
VdT ₇	2	0,0998**	0,001420**	2	0,0088**
T x V	12	0,0344**	0,001548**	2	0,0164**
TdP ₁	6	0,7839**	0,007690**	-	-
TdP ₂	6	0,8611**	0,008532**	-	-
TdP ₃	6	0,6278**	0,002136**	-	-
TdP ₄	6	0,6891**	0,010119**	-	-
T x P	18	0,0449**	0,003772**	3	0,0010 ns
P x V	6	0,0880**	0,001189**	6	0,0012 ns
Resíduo	204	0,0191	0,000233	54	0,0010
Total	251			71	

Tabela 3. Concentrações de nitrogênio, fósforo e enxofre na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hombrensis*, *Pinus caribaea* var. *bolamensis* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* em função de seis tratamentos de emissão de macronutrientes e um completo. Médias de 36 repetições (concentrações de fósforo transformados em $\sqrt{x + 0,5}$).

Tratamentos	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	DMS 5%
2 N na Matéria seca	1,13 ^b	0,42 ^d	0,90 ^c	0,97 ^c	0,96 ^c	1,30 ^a	1,14 ^b	0,100
2 P na Matéria seca	0,731(0,03) ^d ^{1/}	0,786(0,12) ^a	0,717(0,02) ^a	0,748(0,06) ^c	0,750(0,06) ^c	0,763(0,08) ^b	0,746(0,06) ^c	0,011
2 S na Matéria seca	0,16 ^a	-	-	-	-	-	0,06 ^b	0,010

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

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. 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 & BHATNAGAR (1979). TOMAZELLO FILHO (1980) e CAMERON *et alii* (1981) obtiveram valores menores.

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 ($p = 0,05$).

As três variedades tiveram teores médios de fósforo semelhantes, embora a análise da variância tenha apontado diferenças significativas entre elas. *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram respectivamente 0,0,7% e 0,06% de fósforo na matéria seca, enquanto que *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou 0,5%.

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%).

As partes das plantas mostraram concentrações diferentes entre si ($p = 0,01$) de nitrogênio e fósforo. As concentrações de enxofre não diferiram significativamente em acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes (Tabelas 2 e 4).

Tabela 4. Concentrações de nitrogênio e fósforo (%) na matéria seca de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *ba-hamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de 73 repetições (concentrações de fósforo transformadas em $\sqrt{x - 0,5}$).

Partes das plantas	Acículas inferiores	Acículas superiores	Ramos	Raízes	DMS 5%
% de N na matéria seca	1,10 ^c	1,06 ^{bc}	1,02 ^b	0,71 ^a	0,06
% de N na matéria seca	0,740(0,05) ^{bc}	0,747(0,06) ^b	0,737(0,04) ^c	0,773(0,10) ^a ^{1/}	0,007

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

Coube às acículas o maior teor de nitrogênio, as inferiores apresentaram 1,10% e as superiores 1,06% do elemento. A elas seguiram-se as raízes, com 1,02% de N, tendo os ramos menor concentração (0,71%) que todas as demais ($p = 0,05$). Na literatura encontram-se dados mostrando diferenças entre as concentrações de nitrogênio da parte aérea e das raízes, sendo estas sempre inferiores àquelas (TOMAZELLO FILHO, 1980; TALWAR & BHATNAGAR, 1979; EGUNJOBI & 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 & BADA (1979), o mesmo ocorre em plantas adultas de *P. caribaea*, contrariamente aos resultados obtidos neste trabalho.

As raízes apresentaram maior concentração de fósforo (0,10%), superior ($p = 0,01$) às concentrações de 0,06%, 0,05% e 0,04% apresentadas por acículas superiores, acículas inferiores e ramos (Tabela 4). 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 & 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 EGUNJOBI & BADA (1979).

As interações entre tratamentos e variedades mostraram-se altamente significativas ($p = 0,01$), podendo-se dizer que as concentrações de nitrogênio, fósforo e enxofre das três variedades foram diferentemente afetadas pelos tratamentos de omissão de nutrientes. As Tabelas 5 e 6 mostram os efeitos dos tratamentos dentro das variedades e das variedades dentro dos tratamentos.

Tabela 5. Concentrações de nitrogênio, fósforo e enxofre (S) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* sob tratamentos completo e com omissão dos macronutrientes, dentro de três variedades. Médias de duas repetições. (As concentrações de fósforo foram transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$).

Tratamento	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hololepis</i>							DMS
	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	
3 de H na Mat. seca	1,24 ^{ab}	0,44 ^c	0,25 ^{cd}	1,03 ^{cd}	0,32 ^d	1,30 ^a	1,11 ^{bc}	0,17
3 de P na Mat. seca	0,734(0,04) ^{cd}	0,808(0,15) ^a	0,719(0,02) ^d	0,750(0,06) ^{bc}	0,755(0,07) ^b	0,753(0,07) ^b	0,740(0,05) ^{bc}	0,010
3 de S na Mat. seca	0,25 ^a	-	-	-	-	-	0,03 ^b	0,03
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bolamensis</i>								
3 de H na Mat. seca	1,11 ^{bc}	0,42 ^a	0,30 ^d	0,94 ^{cd}	0,38 ^{cd}	1,35 ^d	1,24 ^{ab}	0,17
3 de P na Mat. seca	0,734(0,04) ^{cd}	0,788(0,12) ^a	0,719(0,02) ^d	0,746(0,06) ^{bc}	0,751(0,06) ^{bc}	0,788(0,12) ^a	0,759(0,08) ^b	0,010
3 de S na Mat. seca	0,16 ^a	-	-	-	-	-	0,04 ^b	0,03
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>								
3 de H na Mat. seca	1,05 ^{bc}	0,35 ^d	0,26 ^c	0,95 ^{bc}	0,38 ^{bc}	1,24 ^a	1,06 ^b	0,17
3 de P na Mat. seca	0,725(0,03) ^{cd}	0,764(0,08) ^a	0,718(0,01) ^d	0,748(0,06) ^{ab}	0,744(0,05) ^b	0,748(0,06) ^{ab}	0,740(0,05) ^{bc}	0,010
3 de S na Mat. seca	0,13 ^a	-	-	-	-	-	0,07 ^b	0,03

// Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Tabela 6. Concentrações de nitrogênio, fósforo e enxofre (%) na matéria seca de partes de três variedades de *Pinus caribaea* dentro dos tratamentos com interações (TxV) significativas. Médias de 12 repetições. (As concentrações de fósforo foram transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$).

Concentrações	Tratamentos	Variedades			DMS 5%
		<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>	
% de N na Mat. seca	Completo - S	1,24 ^a 1,11 ^{ab}	1,11 ^{ab} 1,24 ^a	1,05 ^b 1,06 ^b	0,13 0,13
% de P na Mat. seca	- N - Mg - S	0,808(0,15) ^a 0,753(0,07) ^b 0,740(0,05) ^b	0,788(0,12) ^b 0,788(0,12) ^a 0,759(0,08) ^a	0,764(0,08) ^b 0,748(0,06) ^b 0,740(0,05) ^b	0,015 0,015 0,015
% de S na Mat. seca	Completo - S	0,25 ^a 0,09 ^a	0,16 ^b 0,04 ^b	0,13 ^b 0,07 ^{ab}	0,03 0,03

1/ Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

O tratamento com omissão de nitrogênio deu origem a mudas com menores concentrações 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 de elemento nas plantas e, em *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* apenas o tratamento com omissão de fósforo (Tabela 5).

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 5).

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 (Tabela 5).

Os tratamentos que forneceram concentrações de nitrogênio diferentes entre as variedades foram o completo e com omissão de enxofre. Em ambos, *P. caribaea* var. *caribaea* apresentou teores de nitrogênio menores que os das duas outras variedades (Tabela 6).

Os tratamentos com omissão de nitrogênio, de magnésio e de enxofre forneceram concentrações de fósforo diferentes para cada variedade de *P. caribaea* (Tabela 6).

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* e *P. caribaea* var. *caribaea* (0,12% contra 0,07 e 0,06%).

As concentrações de enxofre variaram mais entre as variedades sob tratamento completo. Quando o elemento foi omitido a variação foi menor (Tabelas 5 e 6).

A análise de variância das concentrações de N e P mostrou que estas sofreram efeitos significativos da interação entre tratamentos e partes das plantas. Os desdobramentos dos graus de liberdade envolvidos em partes dentro de tratamentos são apresentados na Tabela 7.

Pela Tabela 7 observa-se que nas raízes e ramos apenas as omissões de nitrogênio e fósforo reduziram os teores de N da matéria seca. Nas acículas inferiores e superiores a concentração desse elemento foi reduzida pelas omissões de nitrogênio, cálcio, fósforo e potássio.

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 7).

As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam as quantidades médias de nitrogênio, fósforo e enxofre extraídas pelas plantas (mg) em função dos tratamentos.

Tabela 7. Efeitos de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo sobre as concentrações de nitrogênio e fósforo de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *Pinus caribaea* var. *humboldtensis*, *P. caribaea* var. *bolamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de nove repetições. (As concentrações de fósforo foram transformadas em $\sqrt{x + 0,5}$).

Concentração na Mat. seca (%)	Parte da planta	Tratamentos										DMS 5%	
		Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S					
Nitrogênio	Ac. superiores	1,28 ^a	0,49 ^c	1,04 ^b	1,04 ^b	0,99 ^b	1,36 ^a	1,28 ^a	1,38 ^a	1,38 ^a	1,38 ^a	1,38 ^a	/ 0,18
	Ac. inferiores	1,25 ^a	0,50 ^c	1,06 ^b	1,06 ^b	0,99 ^b	1,42 ^a	1,38 ^a	1,38 ^a	1,38 ^a	1,38 ^a		
	Ramos	0,86 ^b	0,21 ^d	0,61 ^c	0,70 ^{bc}	0,73 ^{bc}	1,07 ^a	0,81 ^b	0,81 ^b	0,81 ^b	0,81 ^b		
	Raízes	1,13 ^b	0,46 ^d	0,90 ^c	1,10 ^b	1,13 ^b	1,33 ^a	1,07 ^b	1,07 ^b	1,07 ^b	1,07 ^b		
Fósforo	Ac. superiores	0,723(0,02) ^{c-1/}	0,808(0,15) ^a	0,722(0,02) ^c	0,735(0,04) ^{bc}	0,754(0,07) ^b	0,741(0,05) ^{bc}	0,743(0,05) ^{bc}	0,743(0,05) ^{bc}	0,743(0,05) ^{bc}	0,743(0,05) ^{bc}	0,818	
	Ac. inferiores	0,720(0,02) ^b	0,808(0,15) ^a	0,719(0,02) ^b	0,728(0,03) ^b	0,734(0,04) ^b	0,736(0,04) ^b	0,738(0,05) ^b	0,738(0,05) ^b	0,738(0,05) ^b	0,738(0,05) ^b		
	Ramos	0,719(0,02) ^{cd}	0,758(0,07) ^a	0,714(0,01) ^d	0,736(0,04) ^{bc}	0,741(0,05) ^{ab}	0,746(0,06) ^{ab}	0,741(0,05) ^{ab}	0,741(0,05) ^{ab}	0,741(0,05) ^{ab}	0,741(0,05) ^{ab}		
	Raízes	0,762(0,08) ^c	0,771(0,09) ^c	0,719(0,02) ^d	0,793(0,13) ^b	0,772(0,10) ^{bc}	0,830(0,19) ^a	0,763(0,08) ^c	0,763(0,08) ^c	0,763(0,08) ^c	0,763(0,08) ^c		

1/ Os números entre parênteses correspondem aos valores reais.

Tabela 8. 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. superiores	A. inferiores	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

Tabela 9. 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	32,1
	- S	15,7	11,3	9,0	17,3	53,3

Tabela 10. Extração média de enxofre (mg) por partes de *Ficus caribaea* var. *hondurensis*, *F. caribaea* var. *bahamensis* e *F. caribaea* var. *caribaea* sob tratamento completo e com omissão do elemento.

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

Plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* sob tratamento completo extraíram 2000,4 mg de 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 e as do tratamento deficiente 179,3 mg (Tabela 8).

Considerando-se a exigência de nitrogênio em mg de 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* (Tabela 8).

As acículas superiores foram o órgão que deteve a maior quantidade de nitrogênio extraído, seguindo-se as acículas inferiores, as raízes e os ramos (Tabela 8).

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 caribaea* é a que causa o fósforo com maior eficiência, pois necessita de menor quantidade do elemento para sobreviver, e quando em meio carente mostra-se eficiente na sua absorção (Tabela 9).

Quanto ao enxofre, plantas das três variedades testadas apresentaram extrações três a cinco vezes maiores sob tratamento completo que sob tratamento de omissão. 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 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.

A Tabela 11 mostra as concentrações médias de potássio, cálcio e magnésio das partes das plantas em função dos tratamentos de omissão de nutrientes e das variedades, e a Tabela 12 a análise 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% de 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 13 apresenta as concentrações médias de potássio em função dos tratamentos, 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 nove meses e, MANGHEMBE & REDHEAD (1984) que obtiveram concentrações entre 0,99 e 1,45% de K em *P. caribaea* de seis meses de idade.

Tabela 12. Análise da variância dos dados das concentrações de potássio, cálcio e 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	Quadrados médios		
		K	Ca	Mg
Tratamentos (T)	6	6,4150**	0,1062**	0,0992**
Variedades (V)	2	0,7101**	0,0064ns	0,0155**
Partes da Planta (P)	3	17,6930**	1,3359**	0,1069**
TdV ₁	6	0,2092**	0,0377**	0,0554**
TdV ₂	6	2,9987**	0,0423**	0,0275**
TdV ₃	6	1,7398**	0,0600**	0,0320**
VdT ₁	2	0,0585ns	0,0031**	0,0112**
VdT ₂	2	0,7212**	0,0087ns	0,0014ns
VdF ₃	2	0,2787**	0,0119ns	0,0173**
VdT ₄	2	0,0014ns	0,0296**	0,0070*
VdT ₅	2	0,2901**	0,0002ns	0,9703**
VdT ₆	2	0,8546**	0,0039ns	0,0132**
VdT ₇	2	0,1037ns	0,0235*	0,0058ns
T x V	12	0,2664**	0,0174*	0,0078**
TdP ₁	6	3,7360**	0,0157*	0,0209*
TdP ₂	6	3,6686**	0,0733**	0,0417**
TdP ₃	6	0,7797**	0,0086ns	0,0123**
TdP ₄	6	0,2578**	0,1950**	0,1107**
T x P	18	0,6757**	0,0625**	0,0288**
P x V	6	0,1557*	0,0218**	0,0049*
Resíduo	204	0,0463	0,0061	0,0021
Total	251			

Tabela 13. Concentrações de potássio, cálcio e magnésio na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *F. caribaea* var. *bahamensis* e *F. caribaea* var. *caribaea* em função de seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo. Médias de 36 repetições.

Tratamentos	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	DMS 5%
% de K na Mat. seca	1,11 ^c	1,11 ^c	0,98 ^c	0,25 ^d	1,08 ^c	1,65 ^a	1,29 ^b	0,15
% de Ca na Mat. seca	0,22 ^b	0,17 ^b	0,18 ^b	0,28 ^a	0,11 ^c	0,19 ^b	0,20 ^b	0,05
% de Mg na Mat. seca	0,18 ^{bc}	0,18 ^{bc}	0,15 ^c	0,23 ^a	0,23 ^a	0,08 ^d	0,21 ^{ab}	0,03

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 13, 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 TOMAZZELLO FILHO (1980) apresenta concentrações particularmente semelhantes às obtidas pelo presente estudo em *P. caribaea* var. *hondurensis*.

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%) (Tabela 13). Os resultados concordam com a referência de BAULE & 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 também com os relatados por HART et alii (1980) e TOMAZZELLO FILHO (1980).

As concentrações de potássio e magnésio das variedades de *P. caribaea* estudadas 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. Dentre as três variedades, *P. caribaea* var. *bahamensis* foi a mais exigente em magnésio, com concentrações médias de 0,20% do elemento, que não diferiram das apresentadas por *P. caribaea*

var. *hondurensis* (0,18%), mas são maiores que os 0,17% a apresentados por *P. caribaea* var. *caribaea*.

As quatro partes em que as plantas foram divididas apresentaram concentrações de potássio, cálcio e magnésio diferentes ($p = 0,01$) sendo estas apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14. Concentrações de potássio, cálcio e magnésio (%) na matéria seca de acículas superiores, a acículas inferiores, ramos e raízes 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	DMS 5%
% de K na Mat. seca	1,63 ^a	1,40 ^b	0,73 ^c	0,51 ^d	0,10
% de Ca na Mat. seca	0,11 ^c	0,21 ^b	0,06 ^d	0,39 ^a	0,04
% de Mg na Mat. seca	0,15 ^b	0,20 ^a	0,15 ^b	0,23 ^a	0,02

A maior concentração de potássio ocorreu nas acícuu

culas 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*. EGUNJOBÍ & BADA (1979) também apresentaram teores decrescentes de potássio em acículas, galhos e raízes de *P. caribaea* de 6 a 10 anos de idade. Neste último caso, entretanto, o menor teor foi encontrado no fuste.

As raízes apresentaram a maior concentração de cálcio, contendo 0,39% do elemento na matéria seca. As acículas seguiram-se as acículas inferiores com 0,21%, acículas superiores com 0,11% e ramos com 0,06%. EGUNJOBÍ & BADA (1970), constataram teores de cálcio maiores nas acículas que em raízes de *P. caribaea* de 6 a 10 anos de idade, embora coubessem à madeira as menores concentrações do elemento. STEWART & 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.

As raízes apresentaram 0,23% de magnésio e as acículas inferiores 0,20%, sendo estes valores significativamente superiores aos 0,15% apresentados por acículas superiores e ramos.

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. Esses valores são apresentados nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15. Concentrações de potássio, cálcio e magnésio (%) na matéria seca de partes de *Pinus caribaea* sob tratamentos completo, com omissão dos macronutrientes, dentro de três variedades. Médias de doze repetições.

		<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>						
Treatamento	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	DMS 5%
Σ de K na Mat. seca	1,18 ^{bc}	1,32 ^b	0,94 ^{cd}	0,26 ^e	0,91 ^d	1,61 ^a	1,28 ^b	0,26
Σ de Ca na Mat. seca	0,29 ^a	0,20 ^{abc}	0,15 ^{bc}	0,23 ^{ab}	0,11 ^c	0,20 ^{abc}	0,19 ^{bc}	0,09
Σ de Mg na Mat. seca	0,22 ^{ab}	0,17 ^{bc}	0,15 ^c	0,25 ^a	0,21 ^{abc}	0,04 ^d	0,22 ^{ab}	0,06
		<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>						
Σ de K na Mat. seca	1,05 ^c	1,17 ^{bc}	1,14 ^{bc}	0,25 ^d	1,16 ^{bc}	1,94 ^a	1,39 ^b	0,26
Σ de Ca na Mat. seca	0,19 ^{bc}	0,17 ^{bc}	0,21 ^{ab}	0,29 ^a	0,10 ^c	0,21 ^{ab}	0,24 ^{ab}	0,09
Σ de Mg na Mat. seca	0,17 ^{bc}	0,18 ^b	0,19 ^{ab}	0,23 ^{ab}	0,25 ^a	0,11 ^c	0,23 ^{ab}	0,06
		<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>						
Σ de K na Mat. seca	1,08 ^{bc}	0,84 ^c	0,84 ^c	0,24 ^d	1,19 ^{ab}	1,41 ^a	1,21 ^{ab}	0,26
Σ de Ca na Mat. seca	0,20 ^b	0,15 ^b	0,19 ^b	0,33 ^a	0,11 ^b	0,17 ^b	0,15 ^b	0,09
Σ de Mg na Mat. seca	0,16 ^{bc}	0,19 ^{ab}	0,11 ^{cd}	0,21 ^{ab}	0,23 ^a	0,09 ^d	0,19 ^{ab}	0,06

Tabela 16. Concentrações de potássio, cálcio e magnésio (%) na matéria seca de partes de três variedades de *Pinus caribaea* dentro dos tratamentos com interações (T x V) significativas. Médias de doze repetições.

Concentrações	Tratamentos	Variedades			DMS 5%
		<i>hondurensis</i>	<i>bahamensis</i>	<i>caribaea</i>	
K % na Matéria seca	- N	1,32 ^a	1,17 ^a	0,84 ^b	0,21
	- P	0,94 ^{ab}	1,14 ^a	0,84 ^b	
	- Ca	1,16 ^a	0,90 ^b	1,19 ^a	
	- Mg	1,94 ^a	1,61 ^b	1,41 ^b	
Ca % na Matéria seca	Completo	0,29 ^a	0,19 ^b	0,20 ^b	0,07
	- K	0,23 ^b	0,29 ^{ab}	0,33 ^a	
	- S	0,19 ^{ab}	0,24 ^a	0,15 ^b	
Mg % na Matéria seca	Completo	0,22 ^a	0,17 ^{ab}	0,16 ^b	0,04
	- P	0,15 ^{ab}	0,19 ^a	0,11 ^b	
	- K	0,25 ^a	0,23 ^{ab}	0,21 ^b	
	- Mg	0,04 ^b	0,11 ^a	0,09 ^a	

Pela Tabela 15 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 semelhantes 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. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* apresentaram respectivamente 1,14% e 0,24% de K quando em solução nutritiva em que o elemento foi omitido.

A Tabela 15 acusa ainda, 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.

Apenas em *P. caribaea* var. *hondurensis* a concentração de cálcio do tratamento 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 15).

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 macronu-

trientes, 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 15).

A Tabela 16 mostra que quando submetidos 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* e *P. caribaea* var. *hondurensis* tiveram teores de potássio maiores 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; *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea* apresentaram 1,61% e 1,41% do elemento.

Quando em tratamento completo *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentou maior concentração de cálcio (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 16).

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. caribaea* 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 16).

A Tabela 17 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. As concentrações de cálcio só foram reduzidas 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 omissão de magnésio causou decréscimo nos níveis internos do elemento, em todas as partes em que as plantas foram divididas, 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 0,20%. Aumento ainda maior foi determinado pela omissão de cálcio, que elevou o teor de magnésio das raízes de 0,22% para 0,46%.

As extrações de potássio, cálcio e magnésio em mg/planta em função de tratamentos, variedades e partes das plantas são apresentadas nas Tabelas 18, 19 e 20.

Tabela 17. Efeitos de seis tratamentos de omissão de nutrientes e um completo sobre as concentrações de potássio, cálcio e magnésio (%) de acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. Médias de nove repetições.

Concentração na Matéria Seca (%)	Parte da Planta	Tratamentos							
		Completo	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S	DMS %
% de K na Mat. seca	Ac. superiores	1,65 ^{bc}	1,87 ^b	1,39 ^c	0,39 ^d	1,59 ^{bc}	2,44 ^a	2,07 ^b	0,30
	Ac. inferiores	1,52 ^{bc}	1,39 ^{cd}	1,11 ^d	0,23 ^e	1,45 ^{bc}	2,33 ^a	1,74 ^b	
	Ramos	0,80 ^b	0,59 ^b	0,74 ^b	0,22 ^c	0,73 ^b	1,20 ^a	0,84 ^b	
	Raízes	0,46 ^{ab}	0,59 ^a	0,66 ^a	0,17 ^b	0,56 ^a	0,65 ^a	0,51 ^a	
% de Ca na Mat. seca	Ac. superiores	0,14 ^{ab}	0,15 ^a	0,12 ^{ab}	0,14 ^{ab}	0,03 ^b	0,09 ^{ab}	0,12 ^{ab}	0,11
	Ac. inferiores	0,21 ^{ab}	0,31 ^a	0,21 ^{ab}	0,31 ^a	0,08 ^c	0,11 ^{bc}	0,24 ^a	
	Ramos	0,07 ^a	0,07 ^a	0,08 ^a	0,11 ^a	0,04 ^a	0,04 ^a	0,03 ^a	
	Raízes	0,47 ^{ab}	0,16 ^e	0,33 ^{cd}	0,58 ^a	0,28 ^d	0,53 ^a	0,40 ^{bc}	
% de Mg na Mat. seca	Ac. superiores	0,15 ^{abc}	0,18 ^{ab}	0,11 ^{cd}	0,20 ^a	0,12 ^{bcd}	0,07 ^d	0,19 ^a	0,06
	Ac. inferiores	0,19 ^b	0,23 ^{ab}	0,19 ^b	0,29 ^a	0,17 ^b	0,07 ^c	0,23 ^{ab}	
	Ramos	0,16 ^{ab}	0,15 ^{ab}	0,12 ^{bc}	0,17 ^{ab}	0,17 ^{ab}	0,08 ^c	0,19 ^a	
	Raízes	0,22 ^{bcd}	0,17 ^d	0,19 ^{cd}	0,26 ^b	0,46 ^a	0,10 ^e	0,24 ^{bc}	

Tabela 18. Extração média de potássio (mg) por partes de *Pithecellobium* 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)					
		Acículas Superiores	Acículas Inferiores	Ramos	Raízes	Planta Toda	
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	929,1	526,7	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	76,3	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		
- S	688,7	413,3	159,6	82,7	1344,3		
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Completo	713,6	504,0	217,1	158,8	1593,5	
	- N	182,5	134,3	69,0	67,2	453,0	
	- P	361,4	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	
- Mg	1265,0	1112,4	515,2	226,6	3119,2		
- S	796,1	710,0	341,0	171,6	2018,9		
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	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	350,8	
	- 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		

Tabela 15. Extração média de cálcio (mg) por partes de *Ficus religiosa* var. *indianaensis*, *P. zeylanica* var. *zambuzia* e *F. religiosa* var. *ambigua* submetidos a seis tratamentos de omissão de macronutrientes e um completo.

Variedade	Tratamento de Omissão	Extração (mg)					
		Acúculas Superiores	Acúculas Inferiores	Ramos	Raízes	Planta Toda	
<i>P. zeylanica</i> var. <i>indianaensis</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	65,2	319,6	
	- Ca	11,7	14,7	9,4	106,3	142,1	
	- Mg	40,5	40,6	20,5	172,1	174,1	
- S	49,9	67,2	3,8	54,0	175,4		
<i>F. zambuzia</i> var. <i>ambigua</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>F. religiosa</i> var. <i>ambigua</i>	Completo	66,3	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	35,2	22,7	4,5	64,1	130,5		

Tabela 20. 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)						Total
		Acículas Superiores	Acículas Inferiores	Ramos	Raízes			
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Completo	97,5	85,0	102,8	58,1		343,4	
	- N	21,5	21,5	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	58,4	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		68,3	
	- 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	66,5	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		

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 18).

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 de 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 19).

A extração de magnésio nos diferentes tratamentos, partes das plantas e variedades (Tabela 20) 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 é *P. caribaea* var. *bahamensis*, com 0,90 mg/g e *P. caribaea* var. *bahamensis*, com 1,07 mg/g, confirmando a menor eficiência de *P. caribaea* var. *hondurensis* (Tabela 20).

CONCLUSÕES

- Os níveis internos na matéria seca das acículas de mudas sadias 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 e 0,11% S para *P. caribaea* var. *caribaea*.

- Os níveis internos na matéria seca das acículas de mudas sob omissão de macronutrientes são: 0,54% N; 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. *baha-*

mensis; 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, enxofre e fósforo.

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

SUMMARY

MACRONUTRIENTS IN CARIBEAN PINE II. CORRESPONDING SUFFICIENCY AND DEFFICIENCY INTERNAL LEVELS

A pot experiment was conducted in a green house in Piracicaba, Brazil, in order to determine, the effects of omission in growth, the corresponding internal levels and the efficiency of macronutrients use for young plants of *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* and *P. caribaea* var. *caribaea*.

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.

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 internal levels in needles under complete and deficient treatments 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 0.35, 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, P% 0.01 and 0.02, K% 1.51 and 0.34, Ca% 0.15 and 0.04, 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.

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. & FRICKER, C., 1970. **The fertilizer treatment of forest tree.** Translate by WITTLES, C.L. BLV Berlage - sellschaft. Munique. 260 p.
- CAMERON, P.M.; RANCE, S.J. & WILLIAMS, E.R., 1981. 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; CASTRO H.A.de; YAMADA, T. & SPELTZ, G.E., 1983. Nutrição mineral de *Pinus*. In: HAAG, H.P. (coord.). **Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Araucaria* e *Gmelina* no Brasil.** Fundação Cargill. Campinas, 101 p.

- 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.
- EGUNJOBI, J.K. & BADA, S.O., 1979. Biomass and nutrient distribution in stands of *Pinus caribaea* L. in dry forest zone of Nigeria. **Biotropica**. Lawrence, **11**(2): 130-135.
- HAAG, H.P.; MARTINEZ, H.E.P. & BRUCKNER, C.H., 1985. Macronutrientes em *Pinus caribaea* Morelet l. Efeitos da omissão sobre o desenvolvimento e sintomas visuais de carência. **Anais da ESALQ**, 1985. No prelo.
- HART, P.B.S.; WIDDOWSON, J.P.; WATTS, H.M. & 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. & ARNON, D.I., 1980. The water cultura method for growing plants without soil. **Cal. Agric. Exp. Sta. Cir.** 347.
- INGESTED, T., 1960. Studies on the nutrition of forest tree seedlings III. Mineral nutrition of Pine. **Physiologia Plantarum**. Oxford, **13**:513-531.
- MANGHEMBE, J.A. & REDHEAD, J.F., 1984. Growth and ectomycorrhizal development of *Pinus caribaea* seedlings inoculated with basidiospores of *Scleroderma dictyosporum* in fertilizer nursery soil in Tanzania. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, **8**:221-228.
- MILLER, H.G.; MILLER, J.D. & PAULINE, O.J.L., 1976. Effect of nitrogen supply on nutrient uptake in corsican pine. **Journal of Applied Ecology**. Oxford, **13**:955-966.

- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, Departamento de Química. ESALQ/USP.
- SRIVASTAVA, P.B.L.; NARUNDIN, A. e ZAINORIN, B.A., 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. & KELLMAN, M., 1982. Nutrient accumulation by *Pinus caribaea* in its native savanna habitat. **Plant and Soil**. Hague, **69**:105-118.
- TALWAR, K.K. & BHATNAGAR, H.P., 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, 116 p. (Tese de Doutorado).
- ULRICH, A.; RIRIE, D.; HILLS, F.J.; GEORGE, A.G. & MORSE, M.D., 1959. Plant analysis, analytical methods. California Agricultural Station. Bulletin 766. California, 77 p.
- VAN GOOR, C.P., 1965/66. A nutrição de alguns pinheiros tropicais. **Silvicultura em São Paulo**. São Paulo, **4/15**(4):313-340.