

SOONG, N.K.; C.S. YEDH; S.L. CHIN e C. HARIDAS, 1977. Natural rubber encapsulated fertilizers for controlled nutrient release. In: Rubber Research Institute of Malaysia Planters Conference, Kuala Lumpur. **Proceedings**. p.63-74.

STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. **Principles and procedures of statistics**. New York, McGraw-Hill. 481p.

USHERWOOD, N.R., 1982. Interações do potássio com outros íons. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, Fundação, IAPAR, p.207-247.

VALOIS, A.C.C. e J.M.J. BERNIZ, 1974. Adubação mineral em viveiro de seringueira. Bol. Téc. Inst. Pesq. Agr. pec. Amaz. Ocíd. Manaus, (4): 25-33.

VIEGAS, I. de J.M., 1980. **Utilização de fertilizantes na heveicultura**. Belém, Convênio SUDHEVEA/FCAP. 20p. (VII Curso de Especialização em Heveicultura).

VIEGAS, I. de J.M. e R.L.M. da CUNHA, 1980. Avaliação da fórmula comercial de adubação 12-27-12-1 (%N-%P₂O₅-%K₂O-%MgO), em viveiro de seringueira. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, Manaus, p.874-887.

VIEGAS, I. de J.M.; R.M.F. VIEGAS e R.L.M. da CUNHA, 1983. Adubação foliar em viveiro de seringueira. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**. Belém, (13): 3-17.

YOGARATNAM, N. e D.M. KARUNARATNE, 1972. Fertilizer response in *Hevea brasiliensis* seedlings grown in the field nursery. Rubber Research Institute of Ceylon, 49: 28-31.

YOST, R., 1974. Agronomic-economic research on tropical soils. In: North Carol. State Univ., Soil Science Dept. Annual Report, 1974. Raleigh, p. 106-109.

DIAGNÓSTICO DA CARENÇA DE MACRONUTRIENTES EM TRES VARIEDADES DE *Pinus caribaea*

1. SINTOMAS VISUAIS E EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA*

Hermíni E.P. Martinez**
Henrique P. Haag***
Claudio H. Brucker**
Antonio R. Dechen***

RESUMO

Com o objetivo de determinar os sintomas visuais de carência e os efeitos da omissão de macronutrientes na produção de matéria seca de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *Pinus caribaea* var. *caribaea*, realizou-se um experimento de vasos, em casa de vegetação, em Piracicaba, SP.

* Parte da tese do 1º autor apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz" - USP. Entregue para publicação em 15/10/1985.

** Fundação Universidade Federal do Mato Grosso - Curitiba, MT.

*** E.S.A. "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, SP.

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 correspondentes.

Após o estabelecimento dos sintomas de carência as plantas foram colhidas, separadas em acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes, secas a 75 °C em estufa e pesadas.

Descreveram-se os sintomas de carência, sendo que só os de nitrogênio para as três variedades, fósforo e magnésio para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e enxofre para *Pinus caribaea* var. *caribaea*, foram características.

As produções de matéria seca foram reduzidas pelas omissões de nitrogênio, fósforo e enxofre para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, nitrogênio e enxofre para *Pinus caribaea* var. *caribaea*, e nitrogênio para *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Pinus* são consideradas pouco exigentes em termos nutricionais (INGESTAD, 1960), sendo por vezes referidas como colonizadoras pioneiras

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 difícil estudo, devido ao seu grande porte e ao longo ciclo de sua vida (MILLER et alii, 1970), sendo a diagnose apurada das deficiências nutricionais um pré-requisito essencial para o uso eficiente dos fertilizantes (STEWART e SWAN, 1966).

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. elliptii* Engelm., de modo geral caracteriza-se por encurtamento e amarelecimento das acículas, iniciando-se o sintoma pelas mais velhas, e com intensidade de descoloração proporcional à intensidade da carência (HOBBS, 1944; FOWELLS e KRAUSS, 1950; MALAVOLTA et alii, 1968 e BAULE e FRICKER, 1970). Em *P. taeda* L. e *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. elliptii* 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, esparsos revestimento com acículas e irregular apa-

recimento 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 concentra energia na procura do elemento. Esse fato está de acordo com o observado por INGESTAD (1960) e HACKALLO et alii, 1969. O primeiro observou raízes finas e comprimidas 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 pelos radiculares, tendo as mais curtas coralóide em *P. taeda* L. e *P. virginiana* Mill deficientes.

Na literatura são referidos os seguintes sintomas de deficiência de fósforo para as diversas espécies de *Pinus*: descoloração das acículas (BAULE e FRICKER, 1970); desenvolvimento 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. eliotii* 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. eliotii* Engelm e FLINN et alii, 1982) em *P. radiata* D. Don).

SRIVASTAVA et alii (1979) observaram em experimento de vasos com solo pobre de Bahau Pine, Malásia, que as plantas deficientes de *P. caribea* Morelet var. *hondurensis*

Bar & 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. eliotii* Engelm e em *P. radiata* D. Don. HACKAYLO et alii (1969) observaram em *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 apresentava-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 potásica 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 & Gof, 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 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. elliotii* 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-avermelhadas, as de meia-idade mostraram uma banda 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 menor e menor número de células (DAVIS, 1949). Eram pálidas na base (MALAVOLTA et alii, 1968 e HACKAYLO et alii, 1969), com pontas avermelhadas (MALAVOLTA et alii, 1968) às vezes em formato de gancho (HACKAYLO et alii, 1969). Foram observadas, ainda, áreas límpidas no meio das acículas (HACKAYLO et alii, 1969) e, perda da turgidez seguida de murchamento e queda.

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 aperteadas, mostrando alguma decomposição de tecido na superfície, fibrosas e grossas, com aspecto de cordas nas partes mais baixas e entumescidas nas pontas (HACKAYLO et alii, 1969). Pontas de raízes grossas são referidas por DAVIS (1949), em *P. taeda* L. e, sistemas radiculares fortemente ramificados em conseqüência 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-amarela e raramente vermelha, quando em deficiência de magnésio. No ano seguinte, a descoloração se estende pela parte inferior das acículas e as pontas começam a ficar marrons e a secar. Em *Pinus* foram observadas descoloração de acículas na parte superior da planta (MALAVOLTA et alii, 1968, em *P. elliotii* 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 progredir 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 de cinzentada (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 azulado, o que concorda com o observado por MALAVOLTA et alii (1968) para *P. elliotii* 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 ve-

lhas secas e com bainhas róseas. As plantas são menores e os ramos finos, havendo lesões com exsudados resinosos no hipocôtilo, próximo às raízes, que se apresentam enegrecidas e abundantes, porém curtas. As raízes longas são muito finas e têm aspecto de linha segundo HACKAYLO et alii (1969).

Como se pode observar, 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*, objeto do presente trabalho, que visa obter de modo claro os sintomas de carência de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, bem como avaliar os efeitos das carências de macronutrientes sobre a produção de matéria seca de mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr & Golf, *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr & Golf e *Pinus caribaea* var. *caribaea* Morelet.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Química da E.S.A. "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 três variedades de *Pinus caribaea*, em sete tratamentos com três repetições, num delineamento experimental inteiramente ao acaso, baseado em PIMENTEL GOMES (1977).

Cada vaso recebeu duas mudas de *Pinus caribaea* Mo-

relet var. *hondurensis* (V1), ou *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* (V2), ou *Pinus caribaea* var. *caribaea* (V3), que eram irrigadas com solução nutritiva de HOGLAND e ARNON (1960), diluída a 1:2, duas vezes ao dia.

Os tratamentos empregados foram:

- . Completo (N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes).
- . Omissão de nitrogênio + micronutrientes.
- . Omissão de fósforo + micronutrientes.
- . Omissão de potássio + micronutrientes.
- . Omissão de cálcio + micronutrientes.
- . Omissão de magnésio + micronutrientes.
- . Omissão de enxofre + micronutrientes.

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 iniciado em 12 de janeiro de 1983.

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

As plantas colhidas sofreram lavagem e foram separadas em acículas superiores (P1) (tomadas da metade superior dos ramos individuais), acículas inferiores (P2) (correspondentes à metade inferior dos ramos), ramos (P3) e raízes (P4). Tais amostras foram secas a 75 °C, em estufa de circulação forçada de ar, sendo em seguida pesadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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. elliptica*.

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 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), MALAVOLTA et alii (1968), HACKAYLO et alii (1969) e BAULE e FRICKER (1970) observaram em plantas jovens de *P. echinata*, *P. rigida*, *P. resinosa*, *P. elliptica* e *P. sylvestris*, avarmelhamento, 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 amarelamento 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 exsudavam 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 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 tufos. 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. elliptica* 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 amarelamento das regiões de crescimento por volta de 135 dias após o início dos tratamentos. Tal amarelamento 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 secamento 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 de 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 gemas apicais (BAULE e FRICKER, 1970; MALAVOLTA et alii, 1968, HACKAYLO et alii, 1969).

Magnésio

A variedade que primeiro mostrou sintomas de deficiência de magnésio, embora tênues, inespecíficos e que não se acentuaram com o tempo, foi *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tais plantas começaram a mostrar, por volta de 150 dias após o início dos tratamentos, um leve amarelimento das regiões de crescimento, permanecendo assim por cerca de 90 dias, quando as acículas, que se mostravam menos lignificadas, começaram a secar, ao que sucedeu colapso e morte das plantas, que foram colhidas 268 dias após o início dos tratamentos.

Pinus caribaea var. *bahamensis* também não manifestou sintomas acentuados de carência de magnésio. Duzen-

tos e trinta e sete dias após o início dos tratamentos, as acículas dos fascículos emergentes da metade inferior do ramo guia tornaram-se pardo-amareladas, estendendo-se, posteriormente, esses sintomas para as demais acículas dos ramos localizados na parte baixa da copa. O amarelecimento se iniciava pela base das acículas, surgindo, posteriormente, manchas amarelas no limbo e nas pontas. Finalmente, a região de crescimento dos ramos inseridos na parte baixa da copa começou a amarelecer, secar e morrer. Os sintomas apresentaram um gradiente da base para o ápice das plantas, que foram colhidas aos 268 dias após o início 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 intimamente 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. elliptica*, não são comparáveis aos observados no 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, ve-

rificou-se o amarelhecimento das acúculas 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 amarelos 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 acúculas 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 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 amarelhecimento 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 1 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.

Tabela 1. 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	2,0	5,5	2,8	B	B	A	B	M	A

Através da tabela 1 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 foram bem caracterizados.

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 2, e sua análise de variância na tabela 3.

A tabela 3 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 4, em ordem decrescente.

Observa-se na tabela 4 que o tratamento completo permitiu o maior acúmulo de matéria seca (19,56 g) refletido

Tabela 2. Peso da matéria seca (g) das acículas superiores, acículas inferiores, ramos e raízes de mudas 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	Total
<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	15,67	16,23	21,27	74,60
	-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	158,17
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	-S	33,27	24,17	19,00	16,87	93,31
	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
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	-Mg	43,47	40,45	37,33	31,47	152,72
	-S	37,20	36,60	37,07	30,67	141,54
	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
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	-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 3. Análise da variância dos dados de peso da matéria seca (g) das partes de mudas 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			
Tratamentos (T)	9	5480,5260	913,4210	68,41**	
Variedades (V)	2	32,6402	16,3201	1,22ns	
Partes da pl. (P)	3	795,6144	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	1,97ns	
Vd T ₂	2	1,1343	0,5671	0,05ns	
Vd T ₃	2	263,0737	131,5368	9,85**	
Vd T ₄	2	58,0875	29,4439	2,20ns	
Vd T ₅	2	28,4205	14,2101	1,06ns	
Vd T ₆	2	25,4705	12,7352	0,95ns	
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	324,0470	24,33**	
Td P ₄	6	571,1243	95,1874	7,13**	
T x P	18	708,1828	39,3432	2,94**	
P x V	6	217,4435	36,2406	2,71*	
Resíduo	204	2723,8677	13,3523		
Total	251	10586,3469			

Tabela 4. Produção média de matéria seca (g) por mudas 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.

Completo	Tratamentos					
	-k	-Mg	-Ca	-S	-P	-N
19,56 ^c	18,90 ^c	18,87 ^c	17,46 ^c	14,32 ^b	13,31 ^b	5,36 ^a
DMS 5%	2,56					

tindo 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 (5,36g) 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.

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 3) 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 5, 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. carib-*

Tabela 5. Peso da matéria seca (g) de tratamentos de omissão de macronutrientes e completo, dentro 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 ^{bc}	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 3) 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. *hombluensis*, e no tratamento sem fósforo *P. caribaea* var. *hombluensis* difere de *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. caribaea* var. *caribaea*. As médias são apresentadas na tabela 6.

Variedade *triflorum* *trifloris*
tribaea
hondurensis

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 3).

Através da tabela 7 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 reduzida 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

Acículas Superiores
-Ca
19,24^{bcd}
7^{cd}
Acículas Inferiores

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
Raíces						
-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					

ores e raízes tiveram seus pesos de matéria seca reduzidos 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 a 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 contrária à observada 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), WITTWER 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.

CONCLUSÕES

- Os sintomas de carência em *P. caribaea* são inespecíficos, com exceção dos de nitrogênio nas três variedades.

des, 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 - amarelecimento 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.

- A carência de macronutrientes reduz a produção de matéria seca de mudas de *P. caribaea*, redução esta devida preferencialmente ao decréscimo nos pesos das acículas superiores e dos ramos.

- As produções de matéria seca das mudas foram reduzidas pelas omissões de N, P e S para *P. caribaea* var. *hondurensis*, pelas omissões de N e S para *P. caribaea* var. *caribaea* e pela omissão de N para *P. caribaea* var. *bahamensis*.

- As produções de matéria seca de mudas de *P. caribaea* não são afetadas pela omissão de potássio, cálcio e magnésio.

SUMMARY

A POT EXPERIMENT WAS CONDUCTED IN A GREEN HOUSE IN PIRACICABA, BRAZIL, IN ORDER TO DETERMINE THE VISUAL SYMPTOMS OF DEFICIENCY, AND THE EFFECTS OF MACRONUTRIENTS OMISSION IN *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* and *P. caribaea* var. *caribaea* SEEDLINGS DRY MATTER PRODUCTION.

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 75 °C and weighed.

Seedlings dry matter productions are depressed by omission of N, P and S for *P. caribaea* var. *hondurensis*, by omission of N and S for *P. caribaea* var. *caribaea*, and by omission of N for *P. caribaea* var. *bahamensis*, being upper needles and branches dry matter productions the major depression sources.

P. caribaea seedlings dry matter productions aren't significantly affected by low levels of K, Ca and Mg in nutritive solution.

LITERATURA CITADA

BAULE, H. e C. FRICKER, 1970. The fertilizer treatment

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 needles 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 Eucalypts, Pinus, Araucária e Gmelina no Brasil**. Fundação Cargill. Campinas, 101p.

DAVIS, D.E., 1949. Some effects of calcium deficiency on the anatomy of *Pinus taeda*. **American Journal of Botany**. New York, 36: 276-282.

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.

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.

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.
- 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 thickness and cellulose concentration in the xylem of slash pine (*Pinus elliottii*). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Universidade de São Paulo, 50p. Boletim avulso.
- 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.
- PIMENTEL GOMES, F., 1977. *Curso de Estatística Experimental*. 7ª ed., Livraria Nobel S/A, São Paulo-SP. 340p.
- 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.
- SRIVASTAVA, P.B.L.; A. NARUDDIN e B.A. ZAINORIN, 1979.

The response of *Pinus caribaea* Mor. vari. *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 pulperwood species. Technical Reports 464 series, Woodlands Research index nº 179. Pulp and paper research institute of Canada. Point Claire. 11p.

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