

CONCENTRAÇÕES DE ALGUNS MACRO E MICRONUTRIENTES EM ESSÊNCIAS FLORESTAIS DO PARQUE DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA «LUIZ DE QUEIROZ» \*

FERNANDO ANTONIO CAMPO DALL'ORTO  
RUBENS CRISTIANO DAMAS GARLIPP  
JORGE LUÍS BRAUNER  
MARCOS TASSO DE MIRANDA

RESUMO

Em cinco árvores do parque da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pertencentes às espécies, *Aspidosperma polynuron* Müell, *Cariniana estrellensis* Raddi, *Paratecoma peroba* Record, *Aleurites moluccana* Wiedl e *Piptadenia rigida*, foram coletadas três amostras constituídas de folhas consideradas novas, medianas e velhas, aparentemente. As 15 amostras obtidas foram lavadas para micronutrientes, secadas em estufa a aproximadamente 70°C, moídas e analisadas sob três repetições, quanto a seus teores em N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, e as diferenças estatísticas significativas entre as médias dos vários tratamentos, detectadas pela análise de variância, foram comparadas através do teste Tukey.

Os seguintes contrastes puderam ser observados:

a) Pelo menos uma árvore dentre as cinco, diferiu das demais quanto à concentração relativa de cada um dos nutrientes considerados.

b) Em todas as árvores estudadas, com exceção da pertencente à espécie *Aleurites moluccana* (nogueira de Iguape), os nutrientes constatados em maior concentração foram o N e o Ca, enquanto que, na nogueira detectou-se maior concentração de N e K.

c) *Piptadenia rigida* (angico branco) e *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco) mostraram concentrações particularmente elevadas de Fe.

d) Genericamente, as folhas novas das essências observadas apresentaram tendência de possuírem maiores concentrações de N, P, K e Cu, enquanto as folhas velhas mostraram maiores concentrações de Ca e Mn.

\* Entregue para publicação em 08/09/1976. Trabalho conduzido pelos alunos do Curso Pós-Graduado em Engenharia Florestal, disciplina "Nutrição Mineral em Silvicultura" — Profs. H.P. Haag e G.D. de Oliveira. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

## INTRODUÇÃO

Na última década, devido ao grande desenvolvimento industrial do país e conseqüente aumento na demanda de matéria prima, a silvicultura foi bastante incentivada. Assim, concomitantemente à restauração das florestas pela utilização de essências alienígenas, apesar de longe da ideal, alguma importância foi dada à manutenção do equilíbrio ecológico, através da obrigatoriedade de plantio conjunto, de determinada porcentagem de espécies nativas.

Deste modo, fazem-se necessários estudos concernentes aos hábitos peculiares a essas espécies, comportamento adaptativo, propagação, rendimento econômico para as diversas finalidades, além de suas exigências nutricionais. Com respeito a esta última característica, a análise química de tecidos pode constituir-se em instrumento de grande valia, visando principalmente, a prescrição de adubação.

O presente trabalho visa fornecer subsídios a tais especulações, através da obtenção de dados preliminares acerca da concentração de alguns macro e micronutrientes, em árvores do parque da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', principalmente, de espécies nativas, brasileiras, utilizando o método da análise foliar.

## REVISÃO DA LITERATURA

Kramer & Koslowski (apud SIMÕES & COUTO, 1973), consideram que o suprimento adequado de certos elementos minerais é essencial para o crescimento das plantas. Citam como principais funções, a participação desses elementos como constituintes dos tecidos da planta, catalizadores em várias reações e reguladores da permeabilidade da membrana, entre outras de igual importância.

SWAN (1966 e 1967), frisa que a diagnose precisa das deficiências de nutrientes no solo é um requisito essencial para o uso científico e proveitoso de fertilizantes nas florestas. No caso de se suspeitar das deficiências minerais, as mesmas podem ser diagnosticadas por: análise de solo, estudo dos sintomas visuais, condução de bio-ensaios e análise química foliar.

Para KRAMER & KOSLOWSKI (1960), o método de se avaliar a fertilidade do solo e a adequabilidade do suprimento mineral ao crescimento das árvores, consiste em se analisar as plantas nele existentes, para verificar se as mesmas contêm quantidades suficientes dos elementos essenciais.

Maki (apud SIMÕES & COUTO, 1973), considera que o padrão, com o qual tais análises são comparadas, deve ser o teor dos elementos minerais encontrado nas folhas das árvores. No entanto, a concentração

mineral é muito variável, dependendo da espécie, do solo, das condições climáticas, da idade e posição das folhas. Segundo LAVENDER & CARMICHAEL (1966), a época de coleta de folhas também afeta os resultados obtidos para a composição mineral.

Estudos de nutrição mineral realizados em casa-de-vegetação por Swan e Ingestad (apud SWAN, 1967), demonstraram que, dentro de certos limites há estreita correlação entre a concentração do elemento limitante na solução nutritiva, a sua concentração nas folhas e o crescimento das plantas. Tais resultados aumentaram, na opinião daquele autor, a confiança na técnica da análise foliar.

CURLIN (1970), acentua que a maioria das espécies florestais acumula os nutrientes na ordem  $Ca > N > K > P$ , embora exceções tenham sido observadas.

KRAMER & KOLOWSKI (1960), ressaltam que as diferenças na capacidade de absorção de Ca, têm especial interesse, pois, a adição de folhas ricas em Ca, pode apressar a decomposição do material de coníferas, o qual é considerado de lenta velocidade de decomposição.

TIFFIN (1972), observa que existem poucas informações explícitas, a respeito da translocação dos micronutrientes no floema. No entanto, cita um exemplo no qual o Cu aplicado através de pulverização foliar, moveu-se até as folhas novas e frutos das árvores. Cita também, que o Fe radioativo move-se das folhas até as raízes, ou da semente até a plântula, sendo este mesmo comportamento observado para Mn, Mo e Zn.

## MATERIAL E MÉTODOS

O local em que se encontram as árvores das espécies estudadas é o Parque da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", situado na cidade de Piracicaba-SP., a 540 m de altitude e coordenadas: 22° 42' 31" de lat. sul e 47° 38' 01" de long. oeste. Caracteriza-se ainda, por clima quente de inverno seco, com as seguintes temperaturas médias: máximas — 29,4°C, mínimas — 18,3°C e compensadas de 24,2°C. A média pluviométrica é cerca de 1.200 mm anuais (I.B.G.E., 1957).

As árvores estudadas estão localizadas nos seguintes tipos de solo<sup>(1)</sup>:

*Aleurites moluccana* (Lineu) Willd, *Cariniana estrellensis* (Raddi) O. Ktze e *Tabebuia roseo-alba* — Terra roxa estruturada ou, conforme a Sétima Aproximação, *Tropudalf*, que possui basalto como material de origem, elevado teor de argila e alta porcentagem de saturação em bases.

(1) Informação pessoal do Prof. Dr. J.L.I. Demattê do Departamento de Solos e Geologia, E.S.A. Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

*Aspidosperma polyneuron* Müell — ou, conforme a Sétima Aproximação, provavelmente, *Dystropepts* (desconhece-se a caracterização química deste solo). Possui como material de origem silito/folhelho e textura mediana.

*Piptadenia rigida* — Hidromórfico ou, conforme a Sétima Aproximação, provavelmente, *Tropaquult* (desconhece-se a caracterização química deste solo). Possui como material de origem o folhelho.

As espécies amostradas foram:

Angico branco — *Piptadenia rgiida* — Fam. Leguminaceae. Conhecido também pelas denominações comuns de angico-amarelo, angico-cedro, angico-rosa, angico-sujo e angico do banhado ou guarucaia. Via de regra, com 10 a 15 m de altura, pode atingir 20 a 30 metros e DAP de 80 cm. Floresce de novembro a dezembro e frutifica no período de maio a agosto. Ocorrência: desde São Paulo até o Rio Grande do Sul, sendo encontrado também na Argentina, Uruguai e Paraguai (RIZZINI, 1971).

Nogueira de Iguape — *Aleurites molluccana* (Lineu) Willd. — sin. *A. triloba* Forst. — Fam. Euphorbiaceae. Outros nomes comuns: nogueira brasileira, nogueira da Índia, noguenra americana, nogueira ou árvore da vela e ainda, árvore do verniz. Árvore de grande desenvolvimento, copa aberta, ramos longos esparramados. A floração ocorre em novembro, frutifica em abril e produz sementes em julho. A sua propagação é em geral seminífera, ocorrendo a germinação das sementes, em condições favoráveis, em quatro a cinco semanas. Originária das ilhas Molucas no Pacífico, dissiminou-se pelas Índias, Ceilão, Madagascar e generalizadamente pelos trópicos. No Brasil, foi introduzida pelos colonizadores portugueses, tendo se desenvolvido subespontaneamente no litoral. (HOEHNE et alii, 1941; MAC MILLAN et alii, 1956; PEREIRA, 1929).

Jequitibá branco — *Cariniana estrellensis* (Raddi) O. Ketzé — sin. *C. legalis* (Mart.) O. Katze — Fam. Lecythidaceae. Nomes vulgares: caixão e caatinga. Porte elevado, fuste definido, podendo atingir de 25 a 30 m. A brotação se verifica em outubro, floração em novembro e a maturação dos frutos em outubro. Propagação seminífera. Ocorrência: serras da zona litorânea, nos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina (RIZZINI, 1971; MAINIERI, 1971).

Ipê branco — *Tabebuia roseo-alba* sin. *Paratecoma peroba* Record — Fam. Bignoniaceae. Outros nomes vulgares: ipê-claro, ipê-rajado, peroba amarela, peroba parda, peroba tigre, peroba tremida e perobinha do campo. Porte mediano. O florescimento ocorre de junho a julho, em seguida à queda das folhas. Frutificação de setembro a outubro. Propagação por sementes, que germinam em cerca de 20 dias. Ocorrência: desde o vale do rio Paraguaçu e da Bahia Central até o

vale do rio Doce em Mato Grosso, além de ocorrer também no Espírito Santo (RIZZINI, 1971; MAINIERI, 1971).

Peroba — *Aspidosperma polyneuron*, Müell — Fam. Apocynaceae. Outros nomes comuns: peroba, peroba amargosa, peroba rajada, peroba-açú e sobro (Espírito Santo). Porte elevado, podendo atingir até 35 m de altura e 1,5 m de diâmetro. Floresce de novembro a dezembro e frutifica em outubro; no sul do país, assinalam-se respectivamente os períodos de abril a maio e junho a agosto. A germinação das sementes ocorre em cerca de 16 dias. Ocorrência: apresenta-se desde o centro e extremo-sul da Bahia (menos comum), norte e oeste do Paraná, chegando à Argentina, Paraguai e Perú. No Rio de Janeiro observam-se uns poucos indivíduos e, em Minas Gerais já é bem rara (RIZZINI, 1971).

Em abril de 1976, foram coletadas amostras, constituídas de folhas, pertencentes a cada uma das árvores das cinco espécies estudadas. A amostragem foi efetuada no terço superior e ensolarado das plantas. As folhas amostradas foram ao mesmo tempo, separadas em três tipos: das extremidades dos ramos (novas), intermediárias ou medianas (médias) e basais (velhas). Coletaram-se assim, no total, 15 amostras, as quais foram levadas separadamente, em sacos de papel para o laboratório, e lavadas para micronutrientes, de acordo com SARRUGE & HAAG (1974). Depois de deixadas secar ao ambiente, foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C, até peso constante. A seguir, prepararam-se extratos para cada uma das amostras, em três repetições, via úmida, por digestão nítrico-perclórica, seguindo-se as recomendações de SARRUGE & HAAG (1974). Por meio de alíquotas destes extratos, procederam-se as determinações de N, pelo método de Kjeldahl; P, pelo método colorimétrico — vanado-molibdato de amônia; K, através da fotometria de chama de emissão; Ca; Mg; Fe; Mn e Zn (fotometria de absorção atômica), segundo as prescrições de SARRUGE & HAAG (1974).

As diferenças entre os diversos tratamentos (árvores e tipos de folhas) foram verificadas, utilizando-se de delineamento inteiramente casualizado em três repetições. Nos tratamentos em que houve significância, a constatação ou não das diferenças, foi evidenciada pelo teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentadas as concentrações dos nutrientes obtidos das folhas das árvores estudadas, sem levar em consideração o estágio fisiológico das mesmas. Pode-se observar que, pelo menos uma árvore difere das demais quanto à concentração de cada nutriente.

Tabela 1 — Concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca em cinco árvores do parque da ESALQ (média de 9 valores).

Árvore	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
Angico branco	2,08b	0,05c	0,55e	0,87c	0,22d	6b	565a	262b	76a
Nogueira de iguape	2,51a	0,16b	1,81a	1,39b	0,51a	6b	95cd	193c	24b
Jequetibá branco	2,02b	0,08c	0,86d	1,31b	0,49a	7b	211b	379a	24b
Ipê branco	1,55c	0,14b	1,17c	2,14a	0,31c	5b	124bc	57d	28b
Peroba rosa	1,63c	0,23a	1,44b	1,62b	0,39b	12a	139b	60d	25b
C.V.	10,20%	22,66%	12,00%	22,00%	14,63%	20,00%	25,40%	20,30%	14,50%
D.M.S. (Tukey) 5%	0,27	0,04	0,19	0,43	0,08	1,7	77,8	52,1	6,9

Nas colunas, os valores possuindo pelo menos uma letra comum não diferem entre si.

Nogueira de Iguape possui maior concentração de N do que as demais espécies. Angico e jequitibá branco, possuem concentrações iguais, porém maiores do que ipê branco e peroba rosa, os quais exibem a mesma concentração; tais considerações podem ser feitas para cada elemento, ao simples exame visual dos resultados.

Nota-se uma tendência do N e do Ca se apresentarem em concentrações maiores do que os demais nutrientes; isto vem corroborar as afirmações de KRAMER & KOSLOWSKI (1960) e CURLIN (1970). Talvez este fato possa também ser explicado pela maior necessidade das essências florestais, principalmente em cálcio, visto que, este elemento desempenha entre outras funções, a de dar estruturação à planta, concentrando-se como pectato na lamela média da parede celular, e na planta como oxalato. Ainda, como tais essências têm sistemas radiculares profundos e o cálcio é necessário para o desenvolvimento normal das raízes, é evidente que este elemento apareça em concentrações maiores.

Comparando-se as concentrações de macro e micronutrientes no Quadro 1, com as concentrações consideradas médias, de cada árvore para algumas espécies florestais, dentro de uma classificação: deficiente, baixa, média e alta, LEAF (1973), observa-se que todos os valores encontram-se dentro daquela faixa, com exceção do Fe, que é muito mais elevado que o indicado, especialmente nos casos do angico e jequitibá branco.

O angico branco apresentou muito mais Zn do que as outras espécies estudadas, sendo este valor, bem mais alto do que aquele encontrado por BEENSON et alii (1955), ao redor de 40 ppm, em *Ilex glabra* (L.) Gray, espécie acumuladora de Zn.

Na Tabela 2, visualizam-se as concentrações dos nutrientes, nas folhas consideradas fisiologicamente novas, medianas e velhas, no conjunto de todas as árvores estudadas. Para macronutrientes observa-se a tendência de as folhas novas apresentarem maiores concentrações de N, P e K, enquanto que o Ca se concentra nas folhas velhas. Estas constatações concordam com as evidências que demonstram serem o N, P e K móveis no floema e facilmente redistribuídos, enquanto o Ca é considerado elemento imóvel, manifestando portanto, os sintomas de deficiência nas folhas mais novas. O Mg apresenta-se em idênticas concentrações nos três tipos de folhas. EPSTEIN (1975), salienta que o Mg é considerado elemento móvel, enquanto WITTWER (apud ANDA, 1971) considera-o imóvel.

Com relação aos micronutrientes, existe uma tendência de as folhas mais novas apresentarem concentrações mais elevadas de Cu, e das folhas mais velhas concentrarem mais o Mn. O Fe apresentou concentrações idênticas tanto nas folhas novas, médias e velhas. O mesmo comportamento foi verificado para o Zn. Tais resultados estão de acordo com aquele obtido por TIFFIN (1972).

Tabela 2 — Concentrações de N, P, K, Mg, Cu, Mn e Zn na matéria seca das folhas novas, médias e velhas de cinco árvores do parque da ESALQ (média de 15 valores).

Folhas	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
Novas	2,05a	0,15a	1,29a	1,33b	0,39a	8a	234a	175b	36a
Médias	1,99a	0,13a	1,24a	1,41ab	0,38a	8a	221a	180b	36a
Velhas	1,83b	0,12a	0,97b	1,65a	0,39a	7b	226a	216a	34a
C.V.	10,20%	22,66%	12,00%	22,00%	14,63%	20,00%	25,40%	20,30%	14,50%
D.M.S. (Tukey) 5%	0,18	0,03	0,12	0,28	0,05	1,0	51,3	34,3	4,5

Nas colunas, os valores possuindo pelo menos uma letra comum não diferem entre si.



## CONCLUSÕES

1) Pelo menos uma árvore dentre as cinco das espécies consideradas, diferiu das demais quanto à concentração relativa de cada um dos nutrientes considerados.

2) Em todas as essências estudadas, com exceção da *Aleurites moluccana* (nogueira de Iguape), os nutrientes constatados em concentrações mais elevadas foram o N e o Ca, enquanto que, na nogueira detectou-se uma concentração maior de N e K.

3) As árvores pertinentes às espécies *Piptadenia rigida* (angico branco) e *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco) mostraram concentrações particularmente elevadas de Fe.

4) De uma maneira geral, as folhas novas das árvores analisadas, apresentaram tendência de possuírem maiores concentrações de N, P, K, Cu, enquanto as folhas velhas mostraram maiores concentrações de Ca e Mn.

## AGRADECIMENTOS

São devidos ao Prof. Dr. Fábio Poggiani do Departamento de Silvicultura da E.S.A. "Luiz de Queiroz" pelas sugestões apresentadas.

## SUMMARY

### CONCENTRATIONS OF SOME MACRO AND MICRONUTRIENTS IN TREES GROWING ON THE CAMPUS OF ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"

Five trees growing on the campus of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" were analysed in relation to their macro and micronutrient concentrations. These trees belong to the following species: *Aspidosperma polyneuron* Müell, *Tabebuia roseo-alba*, *Aleurites moluccana* Willd, *Cariniana estrellensis* Randü, and *Piptadenia rigida*.

Three samples of young, intermediate and old leaves were collected from each of the above species. The 15 samples obtained, were washed for micronutrient analysis, dried in an incubator at 70°C, macerated and analysed for N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn. Each analysis was repeated three times. The differences between treatments (trees and leaf types) were analysed according to the completely randomised statistical design.

The following observations were made:

- a) At least one of the trees differed from the others in relation to nutrient concentration.

b) The nutrients that appeared in higher concentration were N and Ca in all trees, but *Aleurites mollucana* Willd, presented higher concentrations of N and K.

c) *Piptadenia rigida* and *Cariniana estrellensis* Raddi, showed higher concentrations of Fe than other species.

d) Young leaves showed a tendency to have high concentrations of N, P, K and Cu, whereas old presented higher concentrations of Ca and Mn.

#### LITERATURA CITADA

- BEESON, K.C., U.A. LAZAR, S.G. BOYCE. 1955. Some plant accumulators of the micronutrient elements. *Ecology* 36: 155-56.
- CURLIN, J.W. 1970. Nutrient cycling as a factor in site productivity and forest fertilization. *In* Youngberger, C.T. & C.B. Davey. Tree growth and forest soils. Oregon State University Press. p. 313-35.
- EPSTEIN, E. 1975. Nutrição Mineral das Plantas: princípios e perspectivas. Trad. E. Malavolta 1.<sup>a</sup> ed., São Paulo. Ed. da USP, Livros Técnicos e Científicos. 341 p.
- HOEHNE, F.C., M. KULLMANN, O. HANDRO. 1941. O Jardim Botânico de São Paulo. 1.<sup>a</sup> ed., São Paulo. Departamento de Botânica do Estado — Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio de São Paulo. Brasil. 481 p.
- IBGE. 1957. Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. v. 19.
- JOLY, B.A. 1975. Introdução à Taxonomia Vegetal. 2.<sup>a</sup> ed., São Paulo. Ed. Nacional. 777 p.
- KRAMER, P.J. & T. KOSLOWSKI. 1960. Fisiologia das árvores. Trad. A.M. A. Gomes, 1.<sup>a</sup> ed., Lisboa. Ed. Fundação C. Gulbenkian. 745 p.
- LEAF, A.L. 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing forest. *In* L.M. Walsh & J.D. Beaton. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Inc. Wisconsin. pp. 427-54.
- MAC MILLAN, H. F.; F. L. S.; A. H. R. S. 1956 — Tropical Planting and Gardening. Fifth edition. London. Mac Millan & Co. Ltda. 379 p.
- MAINIERI, C. 1970. Madeiras Brasileiras. Instituto Florestal. 1.<sup>a</sup> ed., São Paulo, Ed. CPRN. 109 p.
- MANUAL DE ADUBAÇÃO. 1971. ANDA. 1.<sup>a</sup> ed., São Paulo, Ed. Ave Maria Ltda. 265 p.
- PEREIRA, H. 1929. Pequena Contribuição para um Dicionário das Plantas Úteis do Estado de São Paulo. 1.<sup>a</sup> ed. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo. 536 p.
- RIZZINI, C.T. 1975. Árvores e Madeiras úteis do Brasil. 1.<sup>a</sup> ed. São Paulo, Ed. Edgard Blucher. 294 p.
- SWAN; H.S.D. 1966. Studies of the mineral nutrition of Canadian pulpwood species. The use of visual symptoms, soil and foliage analysis and soil assays for the Sixth World. Forestry Congress. Madri 2: 2344-7.
- SARRUGE, J. R. & H. P. HAAG. 1974 — Análise química em plantas. ESALQ. Piracicaba. Ed. USP. 56 p.
- SIMÕES, J.W. & H.T.Z. COUTO. 1973. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do Pinheiro do Paraná, *Araucaria angustifolia* (Bert) O.K. cultivado em vaso. IPEF. Piracicaba, 7: 3-39.
- TIFFIN, L.O. 1972. Translocation of micronutrients in plants. *In* J.J. Mortvedt; P.M. Giordano & W.C. Lindsay. Micronutrients in agriculture. Madison. Soil Science Society of América. P. 199-229.