

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA FOLIAR DO IPÊ-AMARELO (*Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl) NA ARBORIZAÇÃO URBANA DE CURITIBA, PR**EVALUATION OF THE FOLIAR CHEMICAL COMPOSITION OF IPÊ-AMARELO (*Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl) IN URBAN ARBORIZATION IN CURITIBA, PR**Daniela Biondi¹ Carlos Bruno Reissmann²**RESUMO**

O conhecimento do estado nutricional das árvores urbanas tem uma grande importância para a avaliação e adoção de práticas de manejo. Este trabalho tem como objetivo investigar a composição química foliar da *Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl no meio urbano. A análise das árvores foi feita em locais com diferentes níveis de poluição e de impermeabilização do canteiro. Com a análise química foliar foi possível constatar que os elementos fósforo (P) e zinco (Zn) diferenciaram os padrões de árvores superiores e inferiores enquanto os elementos cobre (Cu) e zinco (Zn) diferenciaram as condições onde as árvores são plantadas.

Palavras-chave: arborização urbana, *Tabebuia chrysotricha*, ipê-amarelo.

ABSTRACT

The knowledge about the nutritional status of the urban trees has a great importance for the evaluation and adoption of management practices. This work has the objective to investigate the foliar chemical composition of *Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl in an urban environment. The analyses of the trees were performed under different pollution and soil impermeability levels of the plantation sites. Through the chemical analysis was possible to observe that the P and Zn nutrients differentiate superior trees from inferior categories, while Cu and Zn nutrients, differentiate the place where the trees are planted.

Key words: urban trees, *Tabebuia chrysotricha*, ipê-amarelo.

INTRODUÇÃO

Paine *et al.* (1993) dizem que a arborização urbana representa um ambiente único, sendo quase sempre artificial, que contém uma mistura de espécies endêmicas e exóticas e o máximo de contato com o público. Segundo Harris (1992), as causas mais comuns que podem comprometer o vigor, e conseqüentemente, a aparência das árvores urbanas são: a) estratificação e compactação do solo com entulhos de construção; b) infestação por pragas e doenças produzidas por organismos; c) reflexão e reirradiação solar que aumenta a temperatura do ar; d) intensidade de luz que varia desde sombra completa até sol pleno; e) extensão do comprimento do dia pela iluminação à noite; f) redução da umidade; g) escassez ou excesso do suprimento de água; h) insuficiência de nutrientes; i) poluição do ar; j) acidentes, vandalismo e negligência.

Os efeitos morfológicos visíveis ou sintomas de deficiências minerais indicam o resultado de alterações nos vários processos bioquímicos e fisiológicos internos. Geralmente, é difícil determinar com certeza qual falta do nutriente produz cada um dos efeitos observados em virtude das complexas interações existentes. Em geral, a deficiência mineral acarreta a redução tanto da síntese dos carboidratos como do respectivo transporte para os tecidos em crescimento. Com freqüência, a fotossíntese e a respiração são afetadas (Kramer e Kozlowski, 1960).

Por outro lado, o excesso de nutrientes também causa injúrias e decréscimo no crescimento das plantas. A alta concentração de sais no solo pode aumentar a pressão osmótica da solução do solo, reduzir a absorção de água, aumentando o déficit de água na folha, e injuriando os tecidos pela desidratação quando a taxa de transpiração é alta. Quando há severa desidratação das folhas, fecham-se os estômatos e reduz-se a

1. Engenheira Florestal, Dr^a, Professora Adjunta do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, CEP 80210-170, Curitiba (PR). dbiondi@floresta.ufpr.br

2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Solos, Universidade Federal do Paraná, CEP 80035-050, Curitiba (PR). reissman@agrarias.ufpr.br

fotossíntese. Altas concentrações de sais no solo podem injuriar as raízes finas pela extração de água destes. Isto pode ser visto em plantas crescendo em solos arenosos (Kozlowski, 1985).

As raízes podem ser afetadas, direta ou indiretamente, pelo estresse nutricional. Diretamente, causando a sua morte ou pelo impedimento ou redução do alongamento, ramificação, crescimento radicial e formação de micorriza. Indiretamente, são afetadas pelas influências adversas da fotossíntese e de outros processos fisiológicos da planta. O estresse nutricional pode reduzir a quantidade de carboidratos disponíveis para uso e estocagem nas raízes, retardar a produção de reguladores e outras substâncias necessárias para o crescimento ou interferir no transporte destes materiais para as raízes (Wargo, 1983).

Colderick e Hodge (1991), estudando árvores urbanas, constataram que o crescimento das árvores foi mais fortemente correlacionado com as concentrações de nutrientes foliares do que com as propriedades físicas do solo.

De acordo com Leaf (1973), a amostragem de tecidos abrange uma série de critérios para obter a melhor estimativa do estado nutricional das árvores: máxima diferença entre os dados químicos entre plantas doentes e afetadas e estabilidade no nível de nutrientes a fim de minimizar a variação entre árvores do mesmo grupo. Smiley e Kielbaso (1985) afirmam que, na literatura atual, há terminologias conflitantes e inadequadas com a análise de nutrientes. E, que a confusão é composta por problemas associados com a definição dos padrões de qualidade das árvores.

Para o manejo adequado das árvores urbanas, é necessário o conhecimento do seu estado nutricional para evitar desperdício e a geração de poluição no solo com o uso de fertilizantes desnecessários. Pode ser ainda útil na investigação de problemas de ordem biótica e abiótica que ocorrem com as árvores urbanas.

Este trabalho tem o objetivo de investigar a composição química foliar da *Tabebuia chrysostricha* em situações encontradas no meio urbano.

MATERIAL E MÉTODOS

Tabebuia chrysostricha (Mart) Standl) é uma espécie nativa de ocorrência natural da floresta pluvial Atlântica, desde o Espírito Santo até Santa Catarina. Muito utilizada para fins ornamentais, especialmente, pela sua exuberante floração. Por causa do seu porte, na arborização de ruas, é uma árvore adequada às ruas estreitas e fiação aérea baixa (Lorenzi, 1992). Pertence a família Bignoniaceae. Possui um crescimento lento, podendo atingir de 20 a 30m de altura, com 60-100cm de DAP, com tronco que varia de reto a tortuoso (Inoue *et al.*, 1984). De acordo com o levantamento feito por Milano (1984) em Curitiba, o ipê-amarelo é uma das 18 espécies mais plantadas na cidade, representando 7,7% da população amostrada. Aparentemente, essa espécie se mostra bastante resistente à poluição urbana. Em Curitiba, a maioria dos plantios estão situadas em áreas com grande tráfego de veículos, e as características originais da espécie se mantêm fiéis. É uma espécie caducifolia, com o período da queda das folhas coincidindo com a floração de cor amarela vistosa, dando um belíssimo efeito paisagístico às ruas. Na floração, durante os meses de agosto e setembro, a coloração das flores produz esse efeito tanto na copa da árvore como no chão das ruas, com a formação de um tapete que contrasta com o cinza do asfalto.

A cidade de Curitiba está localizada a 25° 25' 48" de latitude sul e 49° 16' 15" de longitude oeste de Greenwich, com uma área de 432,418 km² (IPPUC, 1991). De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Curitiba é do tipo cfb, sempre úmido, pluvial quente-temperado. A temperatura média anual é de 16,5°C, sendo 20,4°C nos meses mais quente e 12,7°C nos meses mais frio, com mais de cinco geadas por ano e precipitação anual de 1.450,8mm (Maack, 1968). O relevo da cidade é levemente ondulado, com formação de colinas, morros baixos e terraços ao norte, sul e sudeste, caracterizando uma baixada às margens do rio Iguaçu (IPPUC, 1991). Os possíveis grupos de solo existentes na cidade são Cambissolo Alíco, Latossolo Vermelho Amarelo Alíco, Podzólico Vermelho Amarelo e Rubrozem (EMBRAPA, 1974).

No último censo do IBGE (2000), Curitiba possuía 1.586.848 habitantes com a densidade demográfica de 3.690,23 habitantes/km².

Até 1999, Curitiba apresentava aproximadamente 140.000 árvores plantadas em ruas, além dos plantios efetuados para adensamento de bosques, arborização de parques, praças e outros logradouros

públicos (IPPUC, 1991). Nas ruas de Curitiba, a estimativa de uma cobertura arbórea equivalente a 395,08 ha, corresponde a 6,64% do total de áreas arborizadas (Milano *et al.* (1992). A proporção de ruas arborizadas em relação ao total de vias da cidade, é de 32,80%, compreendendo 1.175,48 km de extensão (Hardt, 1994). Em 1999, a cidade possuía 300.000 (trezentas mil) árvores plantadas nas vias públicas (Prefeitura Municipal de Curitiba, 1999).

Para a realização deste trabalho, foram escolhidos locais com uniformidade de relevo considerando uma declividade de até 1%. Tanto o local como as árvores existentes nas ruas foram separados em grupos, segundo suas características e tipologias.

A tipologia dos locais encontrados foi feita da seguinte forma: a) locais de tráfego intenso, considerados bastante poluídos; b) locais de tráfego mediano, razoavelmente poluídos; c) locais estritamente residenciais, pouco poluídos; d) locais de parques, bosques e arboretos, pouco alterados pela urbanização e protegidos da poluição urbana.

As condições de plantio também serviram para caracterizar o local, como: pavimentado – quando a árvore está crescendo circundada pela pavimentação com todo espaço em volta, impermeável; b) com canteiro gramado – quando a árvore está crescendo com alguma área livre de pavimentação, com gramado na superfície do solo; c) parque – quando a árvore está crescendo livremente, sem obstáculos físicos e a superfície do solo com ou sem gramado.

As árvores foram separadas, visualmente, por padrão superior – àquela que tinha as melhores condições fitossanitárias (mínima incidência de infestação de pragas e doenças) e estética para uso na arborização (forma e densidade da copa característica da espécie, floração exuberante, tronco livre de ramificação a uma altura mínima de 1,80 m, raízes subterrâneas e estrutura geral da árvore semelhante àquela plantada nas áreas naturais) e padrão inferior – àquela que tinha algum problema de qualquer ordem (biótica e/ou abiótica) que poderia torná-la menos atrativa à arborização, tais como: copa rala, mal-formada e clorótica, tronco com alta de bifurcação, raízes superficiais e superficiais, tronco com presença de insetos e doenças.

Os plantios foram selecionados com pouca diferença de idade. Segundo informações da Prefeitura de Curitiba, as árvores de ipê foram plantadas no ano de 1980.

Com as árvores encontradas no trecho selecionado, foi possível amostrar as seguintes quantidades de árvores: a) trinta árvores de plantio pavimentado em áreas bastante poluídas de padrão superior; b) 15 árvores de plantio pavimentado em áreas bastante poluídas de padrão inferior; c) 31 árvores residenciais de plantio pavimentado; d) 37 árvores residenciais com canteiro gramado e; e) 13 árvores de parque.

A coleta do material vegetal (folhas, galhos e frutos) para a análise química foi feita na posição do topo da copa da árvore. Antes da coleta definitiva, foi tentado coletar material vegetal na posição média da copa e exposição norte, indicada como a melhor posição de coleta, segundo (Biondi e Reissmann, 1992; Bellote, 1990 e Moreira *et al.*, 1983), mas foi impossível uniformizar a coleta por causa da orientação das ruas e interferências das casas e prédios. Com o auxílio e autorização do Setor de Arborização Urbana da Prefeitura de Curitiba, foi possível coletar o material vegetal no topo da copa, parte da árvore com menos influência do sombreamento proveniente da estrutura urbana.

A amostra foi composta de folhas pertencentes a cinco galhos de cada árvore. A coleta foi realizada na época do verão, com material gerado na primavera e verão do ano anterior.

Para a análise da composição química foliar do ipê-amarelo, as árvores foram classificadas em: ipê residencial pavimentado – árvores em área residencial com plantio pavimentado; b) ipê-amarelo residencial com canteiro gramado – árvores em área residencial com plantio não pavimentado; c) ipê-amarelo superior pavimentado poluído – árvores de uma performance visualmente melhor, de plantio pavimentado em áreas poluídas; d) ipê-amarelo inferior pavimentado poluído – árvores de uma performance visualmente ruim, de plantio pavimentado em áreas poluídas.

A análise química foliar foi processada da seguinte forma (conforme Hildebrand *et al.*, 1976): a) secagem – a 70°C em estufa e moagem até a consistência de pó; b) digestão – por incineração a 500°C, com

solubilização em HCl a 10% e filtragem. Os elementos foram determinados mediante seguintes processos: a) a determinação do N, segundo Kjeldahl; b) a determinação do P, por colorimetria com molibdato-vandato de amônio; c) a determinação do K, por fotometria de emissão; d) a determinação do Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al, por absorção atômica.

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com número variável de repetições por tratamento. As médias dos tratamentos foram comparadas mediante Teste de Tukey. Para análise das árvores de parque, utilizou-se o teste T que, segundo Freese (1967), é aplicado para tal situação, quando comparam-se médias de árvores sem o conhecimento da idade e em locais distintos. O nível de significância utilizado em todas as análises foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da composição química foliar do ipê-amarelo com árvores residenciais de plantio pavimentado, árvores residenciais com canteiro gramado e as árvores superiores de plantio pavimentado poluído, são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1: Médias da composição química foliar do ipê-amarelo com árvores residenciais de plantio pavimentado (R.Pav.), árvores residenciais com canteiro gramado (R.C.G.) e árvores superiores de plantio pavimentado poluído (P.Pol.).

TABLE 1: Average chemical foliar composition of "ipê-amarelo" trees planted in paved residential quarters (R. Pav.), residential quarters with grass bed (R.C.G.) and superior trees planted in paved and polluted quarters (P. Pol.).

	Composição Química Foliar									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
	← g kg ⁻¹ →					← mg kg ⁻¹ →				
R. Pav.	29,1a	1,8a	12,2a	11,0a	3,0a	138a	614a	22a	43a	190ab
R.C.G.	29,6a	1,8a	12,7a	9,9a	3,3a	134a	531a	13 b	35 b	161a
P. Pol.	30,4a	1,5a	12,7a	9,8a	3,5a	200 b	528a	9,0 c	26 c	231 b

Em que: Valores em colunas seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Os resultados da Tabela 1 mostram diferenças significativas para os seguintes componentes químicos:

- P – as árvores residenciais de plantio pavimentado e com canteiro gramado têm maior teor médio de P. Isso pode ser em consequência de menores quantidades de P no solo ou algum tipo de impedimento de absorção pelas raízes das árvores, como estresse hídrico.
- Fe – as árvores de plantio pavimentado poluído apresentaram uma média maior no teor de Fe. Supõe-se que seja por causa da poluição ambiental rica em partículas sólidas de metais pesados. Alguns autores como Inoue *et al.* (1990) e Reissmann e Biondi (1993) já encontraram este mesmo efeito ao pesquisar a capacidade fotossintética de árvores submetidas à poluição e a quantidade de particulados de Fe nas folhas em áreas poluídas. Kim e Kim (1990) analisando concentrações de metais pesados em folhas de árvores ao longo de rodovia, encontraram teores de Fe foliar que variaram de 68 a 340 ppm.
- Cu e Zn – para estes nutrientes, as 3 categorias de árvores são distintamente diferentes, com a maior média para as árvores residenciais de plantio pavimentado.
- Al – as árvores superiores de plantio pavimentado e poluído apresentaram uma média maior no teor de alumínio. É provável que esse comportamento tenha sido influenciado pelo Fe (com maiores teores), uma vez que existe uma forte correlação entre tais elementos, especialmente, em solos ácidos (Scheffer e Schachtschabel, 1976) e que, portanto, pode-se refletir nas folhas. Trabalhos desenvolvidos com o chá, *Camellia sinensis*, (Jaynan e Sivasubramaniam, 1975) e com *Eucalyptus gummiifera* (Mulleter, 1974), relatam esses aspectos também relacionados com a absorção do P, fortemente complexo por óxidos de Fe e Al em solos ácidos. Observa-se que o mesmo efeito ocorre também nas árvores residenciais de plantio pavimentado.

Os resultados da Tabela 1 indicam que os teores dos nutrientes Cu e Zn diferenciaram significativamente nas três condições de plantio do ipê-amarelo. Já os teores de P e Fe distinguiram as árvores residenciais (de plantio pavimentado e com canteiro gramado) e as árvores de plantio pavimentado poluído. E, os teores de Al diferiram as árvores com canteiro gramado e as árvores de plantio pavimentado poluído.

As médias da composição química foliar das árvores superiores e inferiores de plantio pavimentado e poluído são apresentadas na Tabela 2.

Os únicos nutrientes que diferiram significativamente os padrões de árvores superiores das inferiores (Tabela 2) foram o P e o Zn, sendo que a maior média do P foi registrada nas árvores superiores e para o Zn, nas inferiores. De certa forma, isso está de acordo com o clássica interação P-Zn (Marschner, 1995), embora não necessariamente signifique antagonismo no presente caso. Por causa da igualdade de ambientes, a discussão desses resultados deve ser dirigida para os aspectos fisiológicos da árvore. Mengel e Kirby (1987) e Olsen (1983) citam quatro possibilidades para o acontecimento deste fato: a) uma interação P-Zn no solo; b) uma velocidade de translocação mais lenta do Zn das raízes para as extremidades da planta; c) um efeito simples de difusão na concentração de Zn nas extremidades da planta em razão da resposta do crescimento ao P; d) uma alteração metabólica dentro das células da planta, relacionada com o desbalanceamento entre o P e o Zn, ou uma concentração excessiva de P que interfere com as funções metabólicas do Zn em determinados sítios da célula. Nesse último, caso a concentração do Zn por si mesma não é a causa direta da alteração no crescimento.

TABELA 2: Médias da composição química foliar do ipê-amarelo com árvores superiores de plantio pavimentado poluído (S.P.Pol.) e inferiores de plantio pavimentado poluído (I.P.Pol.).

TABLE 2: Average chemical composition of "ipê-amarelo" superior (S.P.Pol.) and inferior trees (I.P.Pol.) respectively planted in polluted and paved condition.

Composição Química Foliar										
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
S.P. Pol.	30,4a	1,5a	12,7a	9,8a	3,5a	200 ^a	528a	9,0a	26a	222a
I.P. Pol.	29,5a	1,3 b	12,3a	9,5a	3,6a	197 ^a	572a	9,0a	31 b	222a

Em que: Valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Esse resultado pode ter um significado importante por apontar para um indicador biológico bastante sensível entre as duas categorias de árvores, mesmo que a diferença em termos absolutos, para cada nutriente, seja inferior a 15% (Tabela 2).

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da análise dos pares de médias da composição química foliar das árvores de ipê-amarelo plantados no parque com as árvores residenciais de plantio pavimentado, com as árvores residenciais com canteiro gramado e com árvores de plantio pavimentado poluído. Os resultados demonstram que os teores de N, P, K, Fe, Cu, Zn e Al das árvores de parque diferiram significativamente das árvores residenciais de plantio pavimentado e com canteiro gramado.

Em suma, a comparação dos teores dos nutrientes foliares do ipê plantado em parque com as três diferentes condições de plantio nas ruas possibilitou obter-se os seguintes resultados:

- Os teores dos nutrientes foliares das árvores residenciais são semelhantes.
- Apesar das discrepâncias de locais, os teores dos nutrientes foliares das árvores de plantio pavimentado poluído são os que mais se assemelham às árvores de parque.

As árvores de parque (Tabela 3) apresentaram maior número de nutrientes com diferenças significativas, quando comparados com o número de nutrientes das árvores em ambiente residencial de plantio pavimentado e com canteiro gramado. Isso evidencia a diferença de locais e comportamento das árvores. No entanto, quando se comparam as árvores de parque com as árvores superiores de plantio pavimentado poluído (Tabela 2) há uma drástica redução no número de diferenças significativamente.

TABELA 3: Médias dos pares de médias da composição química foliar do ipê-amarelo das árvores de parque com as árvores residenciais de plantio pavimentado (R.Pav.), residenciais com canteiro gramado (R.C.G.) e as de plantio pavimentado poluído (P.Pol.).

TABLE 3: "Ipê-amarelo" paired average of foliar chemical composition of park trees (parque) compared to residential and paved planting condition (R.Pav.), grass bed planting condition (R.C.G.) and paved and polluted planting condition (P. Pol.).

Composição Química Foliar										
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
Parque	19,3a	1,4 ^a	8,0a	10,0a	3,0a	208a	720a	15a	29a	285a
R. Pav.	29,1 b	1,8 b	12,2 b	11,0a	3,0a	138 b	614a	22 b	43 b	190 b
Parque	19,3a	1,4 ^a	8,0a	10,0a	3,0a	208a	720a	15a	29a	285a
R.C.G.	29,6 b	1,8 b	12,7 b	9,9a	3,3a	134 b	531a	13 b	35 b	161 b
Parque	19,3a	1,4 ^a	8,0a	10,0a	3,0a	208a	720a	15a	29a	285a
P.Pol.	30,4 b	1,5 ^a	12,7 b	9,8a	3,5a	200a	528a	9,0 b	26a	231a

Em que: Valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste T ao nível de 5%.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos foi possível concluir que a análise química foliar das árvores de ipê-amarelo permitiu diferenciar o padrão superior do inferior por meio dos teores de P e Zn, bem como diferenciaram as três condições de plantio (pavimentado; com canteiro gramado; parque) por meio dos teores de Cu e Zn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLOTE, A. F. J. *Nährelementversorgung und Wuchsleistung von gedüngten Eucalyptus grandis*: plantagem im cerrado von São Paulo (Brasilien). 1990. 159p. Tese (Doutorado) – Bodenkundliche Abhandlungen, Freiburger. (Freiburg Helft 26).
- BIONDI, D.; REISSMANN, C. B. Estudo de amostragem para a análise química foliar do dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hill) na arborização urbana. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo, p. 601-604.
- COLDERICK, S.M.; HODGE, S.J. A study of urban trees. In: HODGE, S.J. (Ed.) **Research for practical arboriculture**. London: HMSO, 1991. p. 63-73 (Bulletin Forest Commission, n. 97, 1991).
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sudeste do Estado do Paraná**: 1ª parte (informe preliminar). Curitiba, 1974. (Boletim Técnico).
- FREESE, F. **Elementary statistical methods for foresters**. Washington: U.S.D.A. Forest Service, 1967. 87p. (Agriculture Handbook) n. 317.
- HARDT, L. P. A. **Subsídios ao planejamento de sistemas de áreas verdes baseado em princípios de ecologia urbana**: aplicação a Curitiba-PR. 1994. 207p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HARRIS, R. W. **Arboriculture**: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. 674p.
- HILDEBRAND, C.; REISSMANN, C. B.; HILDEBRAND, E. E. **Manual de análise química de solo e foliar para técnicos de laboratório**. Curitiba: UFPR, 1976.(mimeografado).
- IBGE. **População**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ibge/est.../sinopse> . Acesso em: nov. 2001.
- INOUE, M. T.; REISSMANN, C. B.; WANDEMBRUCK, A.; MORES, M.; CONEGLIAN, S. Efeitos da poluição na fotossíntese, conteúdo de ferro e cobre e dimensões das folhas de alfeneiro (*Ligustrum lucidum*) da arborização de Curitiba,PR. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1990. p. 170-180.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 1984. 260p.
- IPPUC. **Histórico de dados do município de Curitiba**. Curitiba, 1991. 163p.

- JAYMAN, T. C. Z.; SIVASUBRAMANIAM, S. Release of bound Iron and aluminum from soils by the root exudates of tea (*Camellia Sinensis*) **Plants J. Sci. Fd. Agric.**, v. 26, p. 1895-1898, 1975.
- KIM, J. K.; KIM, J. S. Studies on the contents of pollutants in soil and leaves of ornamental trees in the Namhae expressway. **Journal of Korean Forestry Society**, Chinju, Korea Republic, v. 79, n. 4, p. 352-358, 1990. Forestry Abstracts, v. 52, n. 11, p. 1176, 1991. Ref. 8387. Resumo.
- KOZLOWSKI, T. T. Soil aeration, flooding, and tree growth. **J. Arboric.**, Urban, v. 11, n. 3, 1985.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste ulbenkian, 1960. 745p.
- LEAF, A. F. Plant analysis as an aid in fertilizing forests. In: WASH, L. M.; BEATON, I. D. **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Soc. Amer., 1973. Cap.25. p. 427-454.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992. 351p.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba: BADEP/UFPR/IBPT, 1968. 350p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Boston: Academic Press. 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Worblaufen: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba**. 1984. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MILANO, M. S.; NUNES, M. L.; ROBAYO, J. A. M.; SANTOS, L. A.; SARNOWSKI, F. O. Aspectos quali-quantitativos da arborização de ruas de Curitiba - 1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória; ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/CVRD, 1992. p. 199-210.
- MOREIRA, C. S.; MALAVOLTA, E.; RODRIGUEZ, O.; SANCHES, A. C.; KOO, J. R. C. **Nutrição mineral e adubação – citrus**. São Paulo: Inst. da Potassa, 1983. 122p. (Boletim técnico).
- MULETTE, K, L.; HANNON, N. J. ; ELLIOTT, A. G. L. Insoluble phosphorus usage by *Eucalyptus*. **Plant and Soil**, v.41, p. 199-205, 1974.
- OLSEN, S. R. Interacciones de los micronutrientes. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDAY, W. L. **Micronutrientes en agricultura**. 3. ed. México: AGT, 1983. p. 267-286.
- PAINE, T. D.; MILLAR, J. G.; BELLOWS, T. S.; HANKS, L. M.; GOULD, J. R. Integrating classical biological control with plant health in the urban forest. **J. Arboric., Urban**, v. 19, n. 3, p. 125-130, 1993.
- CURITIBA. PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Poda urbana: controle de “ervas-de-passarinho”**. Curitiba, 1999. não paginado.
- REISSMANN, C. B.; BIONDI, D. O teor de ferro em dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hil) como elemento indicador da poluição urbana por particulados. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 23, n. 1/2 , p. 55-62, 1993. (Publicada em 1995).
- SHEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. **Lehrbuch de Bodenkunde**. Stuttgart: Enke, 1976. 394p.
- SMILEY, E. T.; HART, J. B. Jr.; KIELBASO, J. J. Foliar nutrient diagnosis of urban sugar and Red maples in the Great Lakes region. Separata de: **J. Environ. Hort.**, E. Lansing, v. 3, n. 3, p. 104-107, 1985.
- WARGO, P. M. Effects and consequences of strees on root physiology. **J. Arboric.**, Urban, v. 9, n. 7, p. 173-176, 1983.