

**O EFEITO DAS CONDIÇÕES DO AMBIENTE URBANO NO CONTEÚDO
DE PIGMENTOS FOLIARES DE *Acer negundo* L. e *Tabebuia
chrysotricha* (MART. ex DC.) STANDL NA CIDADE
DE CURITIBA - PR.**

DANIELA BIONDI

Engenheira Florestal
Prof. Adjunto da UFRPE.

MÁRIO TAKAO INOUE

Engenheiro Florestal
Prof. Titular de Dep. de Silvicultura e Manejo
da UFPR.

ANTONIO CARLOS BATISTA

Engenheiro Florestal
Prof. Adjunto do Dep. de Ciência Florestal
da UFRPE.

O objetivo deste trabalho foi investigar a influência do meio urbano sob o conteúdo de pigmentos foliares de acer (*Acer negundo* L.) e ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl, largamente plantadas na arborização de Curitiba-PR. Foram analisadas árvores em ruas com diferentes condições de plantio e de tráfego de veículos. Além destas, foram tomadas amostras de árvores de parque, consideradas as menos sujeitas à poluição e livres de obstáculos físicos. Conclui-se que o conteúdo de pigmentos foliares do acer foi elevado em locais menos sujeitos à poluição e não foi alterado pelas condições de plantio enquanto para o ipê ocorreu o inverso.

INTRODUÇÃO

Por volta do ano 2000, mais da metade ds habitantes do planeta estarão vivendo em áreas urbanas. Este fato provavelmente vai afetar significativamente as relações do homem com as árvores e as florestas. A degradação ambiental nas cidades, áreas peri-urbanas e até mesmo as áreas rurais é o resultado do crescimento populacional que se esforça para manter suas necessidades de alimentação, energia e habitação (Urban, 1993). Com tal crescimento acelerado das cidades, os problemas ambientais como a poluição, irão ser uma grande ameaça para a

população, patrimônio público e principalmente as árvores. Cada vez mais, a arborização precisa ser mais eficiente e eficaz para atender as necessidades do ambiente urbano. O conhecimento de alguns processos fisiológicos que afetam direta ou indiretamente o aspecto estético e o funcional das árvores urbanas são ainda muito restrito. acredita-se portanto, que a formação dos pigmentos responsáveis pela cor verde das flores, pode tanto ser afetada pela insalubridade do meio urbano como pelas condições de plantio das árvores.

Este trabalho tem como objetivo investigar o conteúdo dos pigmentos foliares das espécies *Acer negundo* e *Tabebuia chrysotricha*, largamente plantadas na área urbana de Curitiba - PR, em diferentes condições de plantio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A qualidade do ar nas áreas metropolitanas é fundamentalmente crítica devido as grandes agregações de pessoas e máquinas (Smith Dochinger, 1975).

O desenvolvimento crescente das indústrias está deixando o ar cada vez mais contaminado por substâncias fitotóxicas e segundo Tattar (1978), a poluição do ar está restrita às áreas urbanas e suburbanas, mas também ocorre nas áreas rurais.

Os poluentes fitotóxicos são essencialmente gasosos e de fontes variadas. Os veículos, as indústrias e em alguns casos, a geração de energia elétrica são as principais fontes. Os poluentes mais encontrados no ambiente urbano são: dióxido de enxofre, ozônio, fluoretos, etileno, óxidos de nitrogênio, amônia, cloretos, cloretos de hidrogênio, particulados e herbicidas (Davis & Gerhold, 1975; Grey & Deneke, 1978).

No ambiente urbano, as árvores e outras plantas estão sujeitas aos efeitos danosos da poeira e de muitos gases do ar. A poeira proveniente do solo pode impedir a luz nas folhas, fazer corrosões, ser tóxica, e ainda tomar o ar turvo. Os gases fitotóxicos entram dentro da folha através dos estômatos, onde prejudicam a troca gasosa, impedindo a fotossíntese e destruindo os cloroplastos. O dióxido de enxofre paralisa o movimento das células guardas e, desta forma, causa uma excessiva transpiração. A economia de água de toda a planta entra em colapso e em casos extremos as folhas e os galhos secam. Como resultado, o hábito de crescimento é todo alterado. As folhas ou acículas tornam-se mais finas, com pequeno crescimento, as estruturas da copa e do tronco tornam-se distorcidas. O crescimento vertical é mais severamente afetado do que o crescimento em diâmetro. Tudo isso ocorre para uma drástica redução dos órgãos de assimilação (Bernatzky, 1983). Este mesmo autor diz que muitos

pesquisadores acreditam que não existem árvores ou outras plantas absolutamente resistentes à poluição. Mais cedo ou mais tarde, cada planta atinge um ponto crítico a partir do qual adoece ou até mesmo morre. A resistência é sempre relativa. Isto vai depender de: tipo de poluente, sua intensidade e período de influência; fase de desenvolvimento da planta (idade, condições geral de saúde); condições de crescimento (solo, clima e nutrição); localização (distância do solo, proteção por edifícios ou outras plantas).

De acordo com Inoue (1993), o estudo do aparelho fotossintético tem fundamental importância quando é relacionado com as influências sofridas (internas e externas) e seus efeitos sobre o comportamento geral da planta. As diversas condições ambientais como luminosidade, estresse hídrico, poluição e outras, podem apresentar diferentes valores na constituição dos pigmentos.

Segundo Kramer & Kozlowski (1960), o processo mais importante que ocorre nas árvores é a fotossíntese, para o fornecimento de carboidratos necessários para o seu crescimento. A energia total convertida e armazenada pelas folhas na fotossíntese durante um ano é cerca de 100 vezes superior àquela que se encontra no carvão extraído das minas de todo o mundo em igual período de tempo.

Kramer & Kozlowski (1979) afirmam que os pigmentos da clorofila mais importante para as árvores são do tipo a e b e que eles diferem entre si, principalmente na quantidade existente nas plantas. Os carotenóides são mais resistentes à destruição em condições desfavoráveis, como a ausência de luz. Nas folhas, o conteúdo total de clorofila é aproximadamente 1% do peso seco. As quantidades e as proporções de pigmentos variam de acordo com as espécies, o meio e a idade das folhas. Em geral, a proporção de clorofila para os carotenóides é de 3:1, enquanto a é de 2 a 3 vezes mais abundante do que a clorofila b.

Muitos experimentos indicam que a fotossíntese é reprimida em árvores expostas a poluentes. O declínio da fotossíntese pode ser causado pelas alterações no conteúdo de clorofila, permeabilidade da membrana ou abertura estomatal. As importantes trocas bioquímicas são também associadas com a contaminação atmosférica, incluindo a modificação na atividade enzimática e alterações no padrão de fixação de CO₂ (Bruce, 1977).

Kammerbauer et al (1987) constataram que o crescimento, fotossíntese e transpiração foram significativamente reduzidos em árvores expostas à poluição, quando comparadas com uma testemunha numa área não poluída, a uma distância de 15 km.

Comic (1987) conclui que as plantas com estresse hídrico e submetidas à poluição por SO_2 apresentam uma grande redução na capacidade fotossintética.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidos locais com uniformidade de relevo, considerando uma declividade de até 1%. A tipologia dos locais foi feita da seguinte forma:

- a) locais de tráfego intenso, considerados bastante poluídos - trechos da rua Marechal Floriano no bairro do Parolim;
- b) locais de tráfego mediano, razoavelmente poluídos - trechos da rua Rocha Pombo no bairro do Juvê e trechos da rua Desembargador Westphalen e rua Ceará no bairro do Parolim;
- c) locais estritamente residenciais, pouco poluídos - trechos da rua Carvalho Chaves no bairro do Parolim e trechos das ruas Barão de Campos Gerais, Paraguassu, Mauá no bairro do Juvê;
- d) locais de parques, bosques e arboretos, pouco alterados pela urbanização e protegidos da poluição urbana - parque São Lourenço, arboreto da Embrapa (CNPQ), arboreto de um colégio na estrada da Ribeira km 2.

As condições de plantio também serviram para caracterizar o local, como:

- a) área pavimentada - quando a árvore está crescendo circundada pela pavimentação com todo espaço em volta, impermeável;
- b) 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, sem obstáculos físicos e a superfície do solo com ou sem gramado.

Os plantios foram selecionados com pouca diferença de idade. Segundo informações da Prefeitura de Curitiba, as árvores de acer escolhidas para este trabalho foram plantadas no período de 1977 a 1978, enquanto as árvores de ipê foram plantadas no ano de 1980.

Além das árvores plantadas nas calçadas, foram selecionadas árvores plantadas em locais pouco alterados pela urbanização, para efeito de testemunha. Com relação a estas árvores, não há informação precisa da idade do plantio. Foram selecionadas 5 árvores para cada tipo de local. A coleta do material foliar foi feita na parte mais exposta da copa e na posição que mais caracterizasse o tipo do local, como: as folhas das árvores situadas em locais considerados poluídos foram coletadas no lado do tráfego de veículos e as folhas das árvores situadas em áreas residenciais foram coletadas na posição voltada para as residências.

A determinação dos pigmentos foi feita em folhas adultas que atingiram o seu máximo desenvolvimento e com coloração verde característica de cada espécie.

Para o acer, a unidade amostral foi constituída por uma árvore, sendo tomadas 6 sub-amostras de 6 folhas, formando uma amostra composta com 5,196 cm² de área.

Para o ipê, a unidade amostral foi constituída por uma árvore, sendo tomadas 4 sub-amostras de 4 folhas, formando uma amostra composta com 3,464 cm² de área. Devido a alta concentração do extrato testado com a leitura no espectrofotômetro, foi preciso diminuir a área da amostra de ipê. Obviamente esta diferença de concentração do extrato é uma característica de cada espécie.

O método utilizado para a extração de pigmentos foi conforme Inoue (1993).

O extrato de cada unidade amostral foi submetido à leitura da absorbância em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 470,647 e 664 nm. A concentração dos pigmentos foi expressa em mg.m⁻² ou µg.g⁻¹.

O cálculo da concentração dos pigmentos foi efetuado segundo as fórmulas estabelecidas por Lichtenthaler (1987). Foram determinados:

C_a = clorofila α ;

C_b = clorofila β ;

Car = carotenóides (caroteno + xantofila);

C_t = clorofila total ($C_a + C_b$);

Para análise de pigmentos foliar, foi utilizado análise de variância com delineamento inteiramente ao acaso, com 5 repetições, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as diferenças de concentração de clorofilas e carotenóides em folhas de acer plantados na rua em diferentes condições de plantio.

Observa-se na Tabela 1 que as quantidades e proporções da concentração de clorofila e carotenóides não foram alteradas pelas condições de plantio. Embora não significativo, a quantidade de clorofila total foi maior para árvores de área pavimentada.

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILAS E CAROTENÓIDES (mg.m^{-2}) EM FOLHAS DE ACER DE ÁREA PAVIMENTADA E DE CANTEIRO GRAMADO.

	Ca	Cb	Car	Ct	Cb:Ca	Ca:Cb	Ct:Car
Pav.	201a	74a	60a	275a	0,37a	2,72a	4,58a
C.G.	192a	50a	62a	242a	0,26	3,84a	3,90a

PAV. - acer de área pavimentada; C.G. - acer de canteiro gramado

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

A comparação das médias da concentração de clorofilas e carotenóides das árvores de acer de parque com as de área pavimentada e canteiro gramado é apresentada na Tabela 2.

TABELA 2 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILAS E CAROTENÓIDES (mg.m^{-2}) EM FOLHAS DE ACER DE PARQUE COM AS DE ÁREA PAVIMENTADA E CANTEIRO GRAMADO.

	Ca	Cb	Car	Ct	Cb:Ca	Ca:Cb	Ct:Car
Parque	231a	89a	62a	320a	0,38a	2,59a	5,16a
Pav.	201b	74b	60a	275b	0,37a	2,79a	4,58a
Parque	231a	89a	62a	320a	0,38a	2,59a	5,16
C.G.	192b	50b	62a	242b	0,26a	3,84a	3,90a

PAV. - acer de área pavimentada; C.G. - acer de canteiro gramado

Pares de valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Na Tabela 2, observa-se que a concentração de clorofila a, clorofila b e clorofila total das árvores de parque foram significativamente diferentes das árvores de área pavimentada e canteiro gramado. A menor concentração de clorofila nas árvores de área pavimentada e canteiro gramado quando comparado com as árvores de parque, pode estar indicando alguma ação do ambiente, como poluição do ar ou outro tipo de estresse ambiental. Há vários autores que tiveram experiências semelhantes com diversos tipos de plantas e que relacionaram tanto com a poluição como outro estresse. Marek *et al* (1988) verificaram diminuição significativa do conteúdo de clorofila total nas acículas de *Picea abies* afetadas pelo estresse ambiental; Inoue *et al* (1990) encontraram resultados semelhantes nas folhas de *Ligustrum lucidum* exposto a poluição

atmosférica; Houpis *et al* (1988) encontraram uma redução do conteúdo de clorofila e carotenóides em acículas de 2 variedades de *Pinus ponderosa* afetadas por concentrações de CO₂. Tomer *et al* (1987) e Subhash *et al* (1989) encontraram diminuição do conteúdo de clorofila total e grande redução de clorofila a em folhas de *Raphanus sativus* L. e *Tricali hexaploide* expostas a diferentes concentrações de SO₂. Ahmed *et al* (1986) verificaram diminuição do conteúdo de clorofila nas folhas de algumas plantas da região de Karachi-Paquistão, afetadas por poluição proveniente de carros e indústrias. Zakharenko & Luk'yanova (1989) verificaram diminuição do conteúdo de clorofila total, clorofilas a e b e carotenóides nas acículas de algumas gymnospermas, Na Rússia, afetadas por poluentes de veículos, Kuo (1988) e Stuhlfauth *et al* (1990) não encontraram alteração no conteúdo de carotenóides nas folhas de *Digitalis lanata* submetidas a estresse hídrico.

Observa-se que resultados similares podem ser vistos, conforme a literatura, em diversos tipos de plantas e estresse ambiental.

A tabela 3 apresenta a influência das 3 condições de plantio na rua com a concentração de clorofilas e carotenóides das folhas de ipê.

Nas árvores de ipê, foi possível encontrar diferenças significativas entre as 3 condições de plantio no meio urbano (Tabela 3). As árvores de canteiro gramado em local residencial apresentaram maiores concentrações de clorofila total, clorofila a e carotenóides, e foram significativamente diferentes das árvores de área pavimentada em local poluído. As menores médias da concentração de clorofila total das árvores de área pavimentada em local poluído podem estar indicando tanto a influência da poluição atmosférica local como as condições de plantio das árvores, ou ainda estes dois fatores juntos.

TABELA 3 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILAS E CAROTENÓIDES (mg.m⁻²) EM FOLHAS DE IPÊ DE ÁREA PAVIMENTADA EM LOCAL POLUÍDO, E DE ÁREA PAVIMENTADA E CANTEIRO GRAMADO EM LOCAL RESIDENCIAL.

	Ca	Cb	Car	Ct	Cb:Ca	Ca:Cb	Ct:Car
P. Pol.	410b	160a	148b	570b	0,39a	2,55a	3,85a
P. Res.	436ab	179a	152ab	615ab	0,41a	2,43a	4,05a
C.G.R.	500a	174a	170a	674a	0,35a	2,87a	3,96a

P. Pol.. - Ipê de área pavimentada em local poluído; P. Res. - Ipê de área pavimentada em local residencial; C.G.R. - Ipê de canteiro gramado em local residencial

Valores em coluna seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

A comparação de médias da concentração de clorofilas e carotenóides em folhas de ipê de parque e de área pavimentada em local poluído, área pavimentada e canteiro gramado em local residencial é apresentada na Tabela 4.

TABELA 3 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILAS E CAROTENÓIDES (mg.m^{-2}) EM FOLHAS DE IPÊ DE ÁREA PAVIMENTADA EM LOCAL POLUÍDO, E DE ÁREA PAVIMENTADA E CANTEIRO GRAMADO EM LOCAL RESIDENCIAL.

	Ca	Cb	Car	Ct	Cb:Ca	Ca:Cb	Ct:Car
Parque	314b	147b	126b	460b	0,47a	2,43b	3,63a
P.Pol.	410a	160a	148a	570a	0,39a	2,56a	3,85a
Parque	314b	147b	126b	460b	0,47a	2,43a	3,63a
C.G.R.	500a	174a	170a	674a	0,35a	2,87a	3,96a
Parque	314b	147b	126b	460b	0,47a	2,43a	3,63a
Pav.	436a	179a	152a	615a	0,41a	2,43a	4,05a

P. Pol. - Ipê de área pavimentada em local poluído; C.G.R. - Ipê de canteiro gramado em local residencial; Pav. - Ipê de área pavimentada.

Pares de valores em colunas seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de T ao nível de 5%.

Observa-se na Tabela 4 que os resultados encontrados para as árvores de ipê ocorreram de forma inversa daqueles encontrados em acer. A concentração de clorofilas e carotenóides das árvores de área pavimentada poluída foram maiores do que as árvores de parque.

Nota-se que os resultados da Tabela 4 são conflitantes com a maioria das bibliografias consultadas e com os resultados encontrados em acer. Verifica-se que a concentração de clorofilas e carotenóides de ipê de parque foram menores em relação a todas as categorias de árvores plantadas em rua. Seguindo a mesma linha de considerações adotadas na análise das árvores de acer, estes resultados deveriam ser de forma inversa, já que o ambiente das árvores do parque foi considerado testemunha (com menor possibilidade de estresse ambiental).

Quanto aos outros parâmetros, a concentração de carotenóides e as proporções de clorofilas a:b, b:a e clorofila total e carotenóides não discutidas ainda, também são parâmetros contraditórios e polêmicos. Borges *et al* (1992), analisando os pigmentos foliares da *Tabebuia alba* e

Pittosporum undulatum, constataram que árvores estressadas têm maiores concentrações de clorofila total e menor teor de carotenóides; e altos valores na relação b:a indicam que as árvores estão localizadas em ambientes poluídos.

CONCLUSÕES

As árvores de acer plantadas em local menos sujeito à poluição do ar demonstraram ser capazes de manter uma concentração mais elevada de pigmentos, enquanto que o inverso pôde ser observado em ipê; as condições de plantio no meio urbano não interferiram na concentração de pigmentos foliares de acer, não acontecendo o mesmo em ipê; as condições ambientais de local residencial e canteiro gramado propiciaram que as árvores de ipê mantivessem uma concentração elevada de pigmentos foliares.

ABSTRACT

The objective of this paper is to investigate urban environmental influence on foliar pigment contents of the "acer" (*Acer negundo* L.) and "ipê" (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl, widely used as urban trees of Curitiba-Pr, it was analysed trees in the streets with different planting systems and traffic conditions. Trees of city parks that were less submit to pollution and without any physical obstruction were analysed. It was found that "acer" foliar pigment contents were higher on polluted sites and did not present any changes regarding planting systems, while for "ipê" the opposite occurred.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMED, S.; ISMAIL, F.; MAJEED, J. Effect of atmospheric pollution on chlorophyll and protein contents of some plants growing in Karachi region. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, v. 29, n. 6, p. 464-467, 1986. *Review of Plant Pathology*, v. 67, Ref. 01166, 1988. Resumo.
2. BERNATZKY, A. The effects of tree on the urban climate. In: *Trees in the 21 st century*. Oxford: AB Academic Publ., 1983, p. 59-75.
3. BORGES, M.; ANDRADE, T. J.; JANKOWSKI, A.; FERREIRA, E. B.; INOUE, M. T. Pigmentos foliares em *Tabebuia alba* e *Pittosporum undulatum* como bioindicadores da poluição urbana. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS (2:1992:São Paulo). *Anais. São Paulo: Revista do Instituto Florestal*, v. 4, parte 3(Edição especial), p. 778-781, 1992.
4. BRUCE, R. R. The response of urban trees to abiotic stress. *J. Arboric., Urban*, v. 3, n. 4, p. 75-78, 1977.
5. CORNIC, G. Interaction between sublethal pollution by sulphur dioxide and drought stress. The effect on photosynthetic capacity. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 71, n. 1, p. 115-119, 1987.

6. DAVIS, D. D.; GERHOLD, H. D. Selection of trees for tolerance of air pollutants. In: SANTAMOUR Jr, F. S.; GERHOLD, H. D.; LITTLE, S. **Better trees for metropolitan landscapes**. Washington: USDA Forest Service, 1975. p. 61-66.
7. GREY, G. M.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. New York: J. Wiley, 1978. 279p.
8. HOUPIS, J. L. J.; SURANO, K. A.; COWLES, S.; SHINN, J. H. Chlorophyll and carotenoid concentrations in two varieties of *Pinus ponderosa* seedlings subjected to long-term elevated carbon dioxide. **Tree Physiology**, v. 4, n. 2, p. 187-193, 1988. **Forestry Abstracts**, v. 50, Ref. 04535. Resumo.
9. INOUE, M. T.; REISSAMANN, 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.
10. INOUE, M. T. **Determinação de pigmentos foliares**. Curitiba: UFPR, 1993. (Notas das práticas em Ecofisiologia Florestal).
11. KAMMERBAUER, H.; SELINGER, H.; ROMMELT, R.; ZIEGLER-JONS, A.; KNOPPIK, D.; HOCK, B. Toxic components of motor vehicle emissions for the spruce *Picea abies*. **Environmental Pollution**, Barking, v. 48, n. 3, p. 235-243, 1987.
12. KOZLOWSKI, T. T. The impact of environmental pollution on shade trees. **J. Arboric., Urban**, v. 12, n. 2, p. 29-37, 1986.
13. KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press, 1979. 811 p.
14. KRAMER, P. J. & KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das Árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 745 p.
15. KUO, S. R. Response of Taiwania seedlings to water stress conditioning. **Quatery Journal of the Experimental Forest of National Taiwan University**. v. 2, n. 1, p. 39-62, 1988. **Forestry Abstracts**, v. 52, Ref. 03681, 1991. Resumo.
16. LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotinoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.
17. MAREK, M.; KRATOCHVILLOVA, I.; JANOUS, D.; ZACH, P. Response of spruce stants to impacts of air pollution. **Prirodevedne Prace Ustavu Ceskoslovenske Akademie Ved v Brne**, v. 22, n. 10, 47p., 1988. **Forestry Abstracts**, v. 50, n. 7, 1989. Resumo.
18. SMITH, W. H.; DOCHINGER, L. S. Capability os metropolitan trees reduce atmosferic contaminants. In: SANTAMOUR Jr, F. S.; GERHOLD, H. D.; LITTLE, S. **Better trees for metropolitan landscapes**. Washington: USDA Forest Service, 1975. p. 49-60.
19. STUHLFAUTH, T.; STEUER, B.; FOCK, H. P. Chlorophylls and carotenoids under water stress and their relation to primary metabolism. **Photosynthetica**, v. 24, n. 3, p. 412-418, 1990. **Horticultura Abstracts**, v. 61, Ref. 11470, 1991. Resumo.

20. SUBHAASH-CHAND; SINGH, V.; CHAND, S. Sensitivity of *tricale hexaploide* cv. Panda 6 to sulphur dioxide. *Plant Sciences*, v. 99, n. 3, p. 271-278, 1989. *Review of Plant Pathology*, v. 69, Ref. 06358, 1990. Resumo.
21. TATTAR, T. A. *Diseases of shade trees*. New York: Academic Press, 1978. 117p.
22. TOMER, Y. S.; NARESH-KUMAR; KUMAR, N. Effects of SO₂ on *Raphanus sativus* L. *Indian Journal of Ecology*, v. 14, n. 2, p. 173-178, 1987. *Review of Plant Pathology*, v. 68, Ref. 01965, 1989. Resumo.
23. URBAN and peri-urban forestry. *Unasyiva*, Rome, v. 44, n. 173, 1993.
24. ZAKHARENKO, A. N.; LUK'YANOVA, N. M. The effect of car exhaust fumes on the pigment content of some gymnosperms. *Sbornik Nauchnykh Trudov Gosudarstvennyi Nikitskii Botanicheskii Sad*, n. 108, p. 111-118, 1989. *Horticultural Abstracts*, v. 62, Ref. 06766, 1992. Resumo

Recebido para publicação em 19/10/95.