ADUBOS FOSFATADOS E TOXIDEZ DE FLUÓR EM
Cordyline terminalis (L.) KUNTH CV. RED EDGE

HELOISA HELENA TEMPESTA RODRIGUES MORAES
Bióloga

Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Março - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

M827a Moraes, Heloisa Helena Tempesta Rodrigues
Adubos fosfatados e toxidez de fluor em Cordy-
line terminalis (L.) Kunth cv. Red Edge. Piraci-
caba, 1991.
80p. ilus.
Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Adubo fosfatado em agavácea - Aplicação 2.
Agavácea - Adubação fosfatada - Teor de fluor 3.
Agavácea - Crescimento - Efeito do fluor 4. Agavá-
cea - Toxidez 5. Fluor - Toxidez I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 635.93443

ADUBOS FOSFATADOS E TOXIDEZ DE FLUOR EM
Cordyline terminalis (L.) KUNTH CV. RED EDGE

Heloisa Helena Tempesta Rodrigues Moraes

Aprovada em: 24/05/1991

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Andre Martin Louis Neptune

ESALQ/USP

Prof. Dr. Antonio Roque Dechen

ESALQ/USP

Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira

ESALQ/USP

Prof. Dr. André Martin Louis Neptune
Orientador

A meu marido

JOÃO CARLOS

e a meus filhos

DIEGO e CAIO

AGRADECIMENTOS

Todo trabalho universitário enfrenta dificuldades como a inexperiência e certa ignorância, a princípio, de recursos que o viabilizem a contento, além dos obstáculos quanto à localização de trabalhos considerados indispensáveis para o êxito da proposta.

No entanto, no decorrer da pesquisa, contamos com o apoio valioso que encontramos nos meios universitários, na condição de professores e colegas de curso, ou mesmo fora dele, entre amigos e produtores que se colocam à disposição para nos ajudar.

Desse modo, queremos registrar o nosso profundo agradecimento:

- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e aos Departamentos de Botânica e Química, pela oportunidade de participar deste curso, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa concedida;

- Ao Prof. Dr. André Martin Louis Neptune pela amizade, compreensão e orientação durante o curso;

- Aos Profs. Drs. Antonio Roque Dechen e Ronaldo Ivan Silveira pelas sugestões;

- Aos Profs. Dr. Antonio A. Lucchesi e Dr. Eduardo Castanho Ferraz pelo incentivo e colaboração;

- Ao Prof. Dr. Paulo Roberto C. de Castro pela ajuda;
- Ao Prof. Dr. Joaquim Albenísio G. da Silveira pela orientação no primeiro semestre do curso;
- À Wigman Agro Pecuária Ltda. na pessoa de seu diretor de produção Sr. Geraldo Wigman e em especial atenção ao gerente de produção Eng. Agr. Paulo Graat pela cessão do material necessário à pesquisa;
- À Cooperativa Agro Pecuária Holambra na pessoa do Diretor de Flores e Plantas Eng. Florestal Francisco José G. Bongers pela colaboração;
- Ao Dr. Jaime A. Cury pelas análises de flúor;
- À Rina van Schaik pelas informações concedidas;
- À amiga Dra. Maria Elisabete Doni pelo apoio, atenção e colaboração;
- Ao Dr. Mário Silva Campos pela ajuda na análise estatística;
- Aos Professores do curso de pós-graduação pelos ensinamentos;
- Aos funcionários dos Departamentos de Botânica, Química e Solos, Geologia e Fertilizantes pela colaboração;

- Ao Dr. Oswaldo Antonio P. Pereira pelo apoio e incentivo;

- Ao Dr. Itamar Soares de Mello pela colaboração;

- À João Carlos de Moraes pelo amor, estímulo e colaboração;

- À todos os colegas de curso pelo convívio;

- À minha mãe Aparecida Tempesta Rodrigues e à minha irmã Hiudéa T.R. Boberg pelo apoio e incentivo constantes;

- À família e aos amigos pelo estímulo;

- À todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	05
2.1. Crescimento	07
2.2. Acúmulo de flúor	11
2.3. Sintomas de toxidez	15
2.4. Relação entre teor de flúor e concentra- ção de macronutrientes	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1. <i>Cordyline terminalis</i> (L.) Kunth 'Red edge'	28
3.2. Preparação das mudas	30
3.3. Características do adubos fosfatados uti- lizados	33
3.3.1. Fosfato natural	33
3.3.2. Superfosfatos.....	34
3.3.3. Termofosfatos	35
3.3.4. Farinha de ossos	35
3.4. Instalação do experimento	36
3.5. Avaliação do crescimento	42
3.6. Determinação do teor de flúor	42
3.6.1. No material vegetal	42
3.6.2. No solo	43
3.7. Avaliação dos sintomas de toxidez	43

3.8. Análises químicas	46
3.8.1. Solo	46
3.8.2. Planta	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1. Crescimento	47
4.2. Concentração de flúor	51
4.4.1. No solo	51
4.4.2. Na planta	53
4.3. Sintomas de toxidez	54
4.4. Relação ente teor de flúor e concentração de macronutrientes	59
4.4.1. No solo	59
4.4.2. Na planta	63
5. CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

ADUBOS FOSFATADOS E TOXIDEZ DE FLÚOR EM
Cordyline terminalis (L.) KUNTH CV. RED EDGE

Autora: Heloisa Helena Tempesta Rodrigues Moraes

Orientador: Prof. Dr. André Martin Louis Neptune

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito do flúor contido nos adubos fosfatados, no crescimento, teor de flúor e de macronutrientes e no desenvolvimento de sintomas de toxidez em *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge', utilizou-se os seguintes adubos fosfatados: super triplo, super simples, fosfato natural de Araxá, termofosfato Yoorin e farinha de ossos, todos empregados em duas doses (150 e 300 kg P_2O_5 /ha) calculadas com base na solubilidade do P_2O_5 em ácido cítrico a 2%. Tais adubos possuem em sua composição, 0,52; 0,84; 2,06; 1,18 e 0,02% de flúor respectivamente.

Pelos resultados obtidos, concluiu-se que *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge' pode ser considerada uma planta muito sensível ao flúor, pois apresentou sintomas de toxidez nos níveis entre 2 a 4,15 ppm de flúor no tecido, sendo que houve uma maior concentração de flúor na base das plantas em relação ao ápice.

Nos tratamentos farinha de ossos, super triplo e super simples, na dosagem de 150 kg P_2O_5 /ha, as plantas apresentaram menor intensidade de sintomas de toxidez de flúor.

As plantas apresentaram um aumento no teor de flúor, nas maiores concentrações de fósforo no solo, não houve relação entre a quantidade dos demais macronutrientes e o teor de flúor na planta.

PHOSPHATE FERTILIZERS AND TOXICITY OF FLUORIDE IN

Cordyline terminalis (L.) KUNTH CV. RED EDGE

Author: Heloisa Helena Tempesta Rodrigues Moraes

Adviser: Prof. Dr. André Martin Louis Neptune

SUMMARY

With the aim of evaluating the effect of fluoride contained in the phosphate fertilizers, on the growth, on the fluoride and macronutrients content and on development of toxicity symptoms in *Cordyline terminalis* (L.) Kunth cv. Red edge, it was utilized five phosphate fertilizers. These fertilizers were triple and single superphosphates, natural phosphate of Araxá, termophosphate and bonemeal, which were applied in two doses namely 150 kg and 300 kg P_2O_5 /ha. The content of fluoride in these fertilizers are 0.52, 0.84, 2.06, 1.08 and 0.02% respectively.

According to the results, it can be inferred that *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge' is a very sensible plant to fluoride, because it showed toxicity symptoms with levels from 2 to 4.25 ppm of fluoride in plants. There was a bigger concentration of fluoride at the base of the plants in relation to the top.

Plants treated with bonemeal, triple and ordinary superphosphate at the rate of 150 kg P_2O_5 /ha showed light symptoms of fluoride toxicity.

The plants showed an increase in the fluoride content with the major concentrations of soil phosphorus, but there was no relation between the quantity of other macronutrients and the content of fluoride in the plant.

1. INTRODUÇÃO

A demanda de folhagens tropicais para ornamentação em casas, apartamentos, hotéis, escritórios, aeroportos e outras construções públicas, tem aumentado na sociedade moderna (CONOVER & POOLE, 1972a), principalmente o uso de composições em forma de arranjos tem crescido consideravelmente nos últimos anos.

Nestes arranjos, folhagens de boa qualidade e de cores brilhantes são altamente desejáveis, uma vez que fornecem um ponto focal visível (CONOVER & POOLE, 1971; POOLE & CONOVER, 1973).

Uma folhagem com excelentes características para arranjos é *Cordyline terminalis* (L.) Kunth cv. Red edge. O gênero *Cordyline* é nativo de regiões tropicais e subtropicais da Ásia e Austrália e pertence à família das Agaváceas (FISHER, 1985), à qual também pertence o gênero *Dracaena* (OSBORNE et alii, 1984), que possui características similares à *Cordyline*.

O Brasil produz comercialmente *Cordyline*

terminalis (L.) Kunth 'Red edge' desde 1981, através da Cooperativa Agro Pecuária Holambra e desde então exporta a países como Holanda (95% da produção) e Dinamarca (5%)¹.

A Cooperativa Holambra exporta semanalmente 60.000 mudas de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge', o que corresponde à 40% do total de folhagens destinadas ao comércio exterior, tendo atingido em 1990, 3.200.000 mudas comercializadas no mercado externo, o que equivale a US\$ 415.000 e tem como expectativa para 1991, a exportação de 3.500.000 mudas, equivalente a US\$ 455.000 de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge'.

O gênero *Cordyline* é considerado muito sensível à toxidez de flúor (POOLE & CONOVER, 1976). Dependendo do material de origem, o elemento flúor é encontrado em maior ou menor quantidade em todos os tipos de solo: é um constituinte das rochas e minerais primários; está presente em restos de plantas e animais e na água de chuva; é frequentemente adicionado em grandes quantidades como um contaminante através de fertilizantes fosfatados, os quais podem conter de 1 a 3% de flúor total (LARSEN & WIDDOWSON, 1971), e em quantidades significantes (1-10 ppm) em algumas águas utilizadas para irrigação (BREWER et alii, 1959). Também é um dos componentes mais agressivos das chuvas

¹ Cooperativa Agro Pecuária Holambra, Comunicação pessoal, 1990.

ácidas. Fluoretos são lançados na atmosfera à partir de inúmeras fontes, incluindo fundições de alumínio, indústrias siderúrgicas, cerâmicas, químicas e de fertilizantes (TRESHOW & PACK², citado por BUSTAMANTE, 1988). É também encontrado, em altas concentrações, em substratos como perlite e vermiculita (CONOVER, 1980).

No Brasil, os produtores utilizam, como fonte de fósforo para a produção de *Cordyline terminalis*, a farinha de ossos, pois acreditam que este adubo não apresenta problemas com relação à toxidez de flúor.

Foi estabelecido, na década de 40, que as plantas podem ser afetadas pelo flúor encontrado na atmosfera, bem como pelo flúor solúvel no solo (LEONE et alii, 1956). O grau de injúria causada à planta depende de sua suscetibilidade ao flúor, a qual é determinada geneticamente e além de fatores anatômicos e bioquímicos, sofre a interação de fatores ambientais (ROSS et alii, 1968). Para ADAMS (1963), reconhece-se três tipos de injúrias em plantas: a) necrose ou colapso do tecido foliar; b) clorose ou outra mudança de cor; c) alterações no crescimento.

² TRESHOM, M. & PACK, M.R. Fluoride ch 3. In: JACOBSON, J. C. & HILL'S, A.C., ed. *Recognition of air pollution injury to vegetation. A pictorial atlas.* Pittsburgh, Air Pollution Control Association Informative Report n° 1, 1970. p.1-17.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de adubos fosfatados, contendo flúor, no crescimento, teor de flúor e de macronutrientes e no desenvolvimento de sintomas de toxidez em *Cordyline terminalis* (L.) Kunth, cultivar Red edge.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A aplicação de adubos fosfatados, os quais contem de 1 a 3% de F tem uma contribuição significativa no conteúdo de F nos solos (LARSEN & WIDDOWSON, 1971 e CONOVER & POOLE, 1981a). De acordo com BREWER (1966) o uso de 1000 kg/ha de superfosfato deve aumentar o conteúdo de fluor no solo em aproximadamente 7,5 ppm na profundidade arável, sendo que o solo pode conter normalmente de 20 a 500 ppm de fluor (WEINSTEIN, 1977). A incorporação de superfosfatos no substrato tem sido o maior fator de toxidez de fluor em plantas sensíveis (CONOVER & POOLE, 1981b), como *Calathea* (CONOVER & POOLE, 1984), *Chlorophytum*, *Cordyline*, *Dracaena* (POOLE & CONOVER, 1981a), *Maranta*, *Yucca*, *Gladiolus* (WOLTZ & MAROUSKY, 1975), *Lilium* (MAROUSKY & WOLTZ, 1975a, 1975b, 1977), *Chamaedorea* (POOLE & CONOVER, 1981b; 1981c), *Ctenanth* (CONOVER, 1980) e *Spathiphyllum* (POOLE & CONOVER, 1985).

Os fatores biológicos que modificam a suscetibilidade das plantas ao flúor podem ser classificados em ontogenéticos e genéticos. Os ontogenéticos incluem o

estágio de desenvolvimento da planta e entre os genéticos temos as diferenças entre espécies e cultivares e as variações fenotípicas que ocorrem em populações naturais de muitas espécies (WEINSTEIN, 1977).

A classificação de uma planta quanto a suscetibilidade ao flúor é variável entre os autores. Segundo Hill (1969)³ citado por WEINSTEIN (1977), a planta é suscetível quando é injuriada com concentrações foliares entre 20 e 200 ppm. Já para TRESHOW & PACK (1970) citado por BUS-TAMANTE (1988), as plantas são altamente suscetíveis quando apresentam injúrias com concentrações abaixo de 50 ppm.

A maior parte do flúor depositado em solos alcalinos é ligado aos cristais de certos minerais da argila e tornam-se altamente insolúveis. Os fluoretos solúveis (NaF, KF, etc) formados em solos mais ácidos apresentam uma séria ameaça (TRESHOW, 1971). Recomendam CONOVER & POOLE (1981b), que o pH do meio seja elevado para 6 a 6,5 pela adição de corretivos calcários, para o cultivo de plantas sensíveis, pois deste modo há a formação de compostos insolúveis no substrato. Já LARSEN & WIDDOWSON (1971) acreditam que a solubilidade do flúor no solo é complexa e é determinada por vários fatores ao lado do pH do sistema.

³HILL, A.C. Air quality standards for fluoride vegetation effects. *Journal Air Pollution Control Association*, 19: 331-336, 1969.

Para estes autores, a concentração máxima de flúor é determinada pela solubilidade de alguns compostos formados entre flúor e minerais do solo ou pela reação de troca entre flúor e o ion hidroxila.

A absorção do flúor pelas plantas não é controlada apenas pela concentração do flúor solúvel em água. O flúor como o fósforo e alguns outros íons é em grande parte adsorvido pelos materiais do solo e sua absorção deve ser governada pela quantidade de fluor que é capaz de reabastecer a solução do solo quando esta se encontra esgotada (LARSEN & WIDDOWSON, 1971).

Cuidado especial deve-se ter com o meio de propagação, pois plântulas sem raízes absorvem grande quantidade de flúor (OSBORNE et alii, 1985).

2.1. Crescimento

WEINSTEIN (1977) considera o flúor um elemento não essencial para as plantas, mas vários autores tem mostrado que pequenas quantidades de flúor podem aumentar o crescimento de culturas agrícolas e florestais (BREWER et alii, 1960; TRESHOW et alii, 1967; TRESHOW & HARNER, 1968; MacLEAN et alii, 1976).

Para WEINSTEIN (1977), há evidências que a presença do flúor pode resultar em um aumento no crescimento

e produção das plantas, mas estes efeitos não são considerados necessariamente benéficos.

BUSTAMANTE (1988), trabalhando com cultivares de soja, observou tendência de redução da altura em um cultivar, aplicando fluoreto de potássio em fumigação na dose de $10 \mu\text{g}.\text{ml}^{-1}$ após 12 dias de exposição. Também BREWER et alii (1960) encontraram que altas concentrações de flúor inibiram o desenvolvimento de laranjeiras, reduzindo o tamanho das folhas em 25 a 35%.

Tanto o estímulo quanto a inibição do crescimento dependem da concentração do flúor. O estímulo ao crescimento pode estar relacionado ao aumento da taxa de respiração em concentrações sub-letais de flúor (TRESHOW & HARNER, 1968).

A taxa de crescimento é, em grande parte, controlada pela síntese de proteínas. O flúor induz à desintegração dos polissomos, através do aumento da atividade da ribonuclease (CHANG, 1978), provocando alterações no número e eficiência dos polissomos, sítios da síntese de proteínas, acarretando assim, conseqüências sobre a produção vegetal.

Decréscimos na produção foram observados em gladiolos (BREWER et alii, 1966), laranja 'Valencia' (WOLTZ et alii, 1971), trigo (MacLEAN & SCHNEIDER, 1981), citros (BREWER et alii, 1960), *Pseudotsuga menziesii* Mirb. (TRESHOW et alii, 1967) e na qualidade de *Dracaena derimensis*

Emgler 'Warneckii' (POOLE & CONOVER, 1974a), e *Draceana fragans* Ker. (CONOVER & POOLE, 1980).

Por outro lado, WEINSTEIN (1977) trabalhando com várias espécies de gladiolos, espinafre, alface, alcaçofra, alface romana, tomate, feijão, morango e limão, não encontrou efeito significativo no crescimento e desenvolvimento destas plantas; e segundo o autor, isto se deve além da concentração do flúor, à idade das plantas e à fatores externos.

Também com relação ao peso da matéria seca há divergências quanto aos resultados obtidos. TRESHOW et alii (1967) trabalhando com *Pseudotsuga menziesii* Mirb. não encontraram diferença significativa no peso da matéria seca entre os tratamentos (50 a 200 ppm F no tecido) e a testemunha. De acordo com os autores, o aumento no crescimento não relacionado com um maior peso da matéria seca sugere que houve aumento no tamanho da célula e não na divisão celular.

Em tomate, MacLEAN et alii (1976) notaram diminuição no peso da matéria seca das folhas em 16% e caules em 14 a 16%. Plantas tratadas com HF apresentaram caules altos e finos, havendo aumento na elongação e diminuição no peso da matéria seca.

COOKE et alii (1978) aplicando $100 \mu\text{g F/cm}^3$ na forma de fluoreto de sódio, através de fumigação, em plantas de girassol, não encontraram diferença significativa quanto ao peso da matéria seca em relação às plantas con-

troles. No entanto, o flúor aplicado causou senescência prematura das folhas.

BARTHOLOMEW (1935) observou que flúor aplicado na concentração de 100 ppm diminuiu muito pouco, se alguma, a quantidade de matéria seca de caupi crescido em solução com nutriente.

POOLE & CONOVER (1975) encontraram uma diminuição no peso da matéria seca em *Dracaena deremensis* Engler 'Janet Craig' com a aplicação de superfosfato simples. O mesmo ocorreu com gladiolos (BREWER et alii, 1966). Os autores acreditam que a redução observada foi causada pela perda da área fotossintética devido à necrose foliar.

Deve ser lembrado que um efeito do flúor nas plantas é a redução no conteúdo de clorofila das folhas, acompanhado pelo acúmulo de flúor nos cloroplastos (WEINSTEIN, 1977) o que aliado à necrose foliar afeta diretamente a taxa fotossintética e então diminui o peso da matéria seca.

O mecanismo pelo qual o flúor afeta a fotossíntese não está claro, mas acredita-se que os mecanismos de efeitos do flúor incluem inibição enzimática, desorganização subcelular e granulação dos cloroplastos (IVINSKIS & MURRAY, 1984).

Quanto ao número de folhas, foi observado que a presença do elemento flúor no substrato ou mesmo como poluidor atmosférico pode provocar uma diminuição no tamanho

das folhas, como ocorreu com citros (BREWER et alii, 1959; 1960 e WOLTZ et alii, 1971); ou a produção de galhos mais fracos da *Pseudotsuga menziesii* Mirb. (TRESHOW et alii, 1967), mas o efeito do flúor neste caso está diretamente relacionado com sua ação sobre o crescimento, em altura, das plantas.

2.2. Acúmulo de flúor

O flúor fornecido por gases e partículas do ar, água ou solo, pode ser absorvido pela planta (WEINSTEIN, 1977) e acumula-se nas camadas epidérmicas (JACOBSON et alii, 1966). Foi demonstrado por POOLE & CONOVER (1973; 1974), que cloroses foliares em *Cordilyne*, *Dracaena* e *Chlorophytum* foram induzidas pelo flúor absorvido pelas raízes.

Segundo CHANG & THOMPSON (1966) os cloroplastos contêm cerca de 60% do total de flúor e são o maior sítio de acúmulo deste elemento, o que foi confirmado por TRESHOW (1971).

O flúor absorvido pelas raízes é transportado para a parte aérea com o fluxo da transpiração (JACOBSON et alii, 1966; CONOVER & POOLE, 1971). Se o flúor está presente nesta corrente, ele pode mover-se entre as paredes celulares, o qual é provavelmente o caminho de movimento da água nas folhas, sem ser absorvido pelas células, até que alcance a margem da lâmina foliar, o principal sítio de

acúmulo do flúor (COOKE et alii, 1978). Aqui ele presumivelmente passa para as células do mesófilo (TRESHOW, 1971).

Afirma-se que o flúor nas folhas é geralmente imóvel (BREWER, 1966), ou mesmo que é pequena sua translocação subsequente para outras partes da planta. No entanto, LEDBETTER et alii (1960) fumigando tomates com ^{18}F notou a presença de radioatividade no caule.

Através de estudos feitos com desfolhamento artificial em plantas lenhosas, KELLER (1974) concluiu que o flúor é translocado para os sítios de estocagem no caule através dos fotossintatos nas estações de crescimento e não apenas no outono quando há o movimento dos nutrientes para a abscisão foliar.

Estudos com milho e tomate, indicam que o flúor tende a se acumular nas folhas, especialmente nas pontas e margens e muito pouca, se alguma translocação ocorre das folhas para o caule ou raízes (BENEDICT et alii, 1964). Com alfafa o mesmo autor observou que o flúor atmosférico também acumula-se mais nas folhas do que no caule.

JACOBSON et alii (1966) observaram que o flúor fornecido como NaF através do solo ou como HF através do ar acumulam-se nas porções marginais de folhas de tomate.

Também em rosas expostas ao HF a maioria do flúor absorvido pela planta acumulou-se nas folhas. Relativamente, pequena quantidade foi encontrada no caule ou nas flores (BREWER et alii, 1967).

MAROUSKY & WOLTZ (1977), trabalhando com lírio encontraram maiores níveis de flúor em folhas inferiores do que em folhas superiores, nas maiores concentrações de flúor aplicadas ao solo. Nas taxas mais baixas, o nível de flúor foi aproximadamente igual em folhas do ápice e da base.

Com gladiolos tratados com flúor atmosférico (HF), o flúor acumulou-se mais no ápice das folhas sendo que a quarta folha à partir da base da planta foi o melhor indicativo da presença do flúor (COMPTON & REMMERT, 1960).

Folhas maduras de plantas de milho acumularam mais flúor do que folhas novas e o acúmulo foi sempre maior no ápice da folha e diminuiu com a distância deste (LEONE et alii, 1956).

De acordo com JACOBSON et alii (1966), o flúor que entra nas folhas acumula-se no ápice de plantas com folhas estreitas e nas margens de espécies de folhas largas. Para estes autores, a maior suscetibilidade das plantas ao flúor pode, em parte, estar associada com o acúmulo de flúor nos tecidos das folhas e à toxidez metabólica dos compostos de flúor. Contudo, os diferentes graus de acúmulo não explicam a grande classe de sensibilidade entre espécies e variedades de plantas. Gladiolos por exemplo tornam-se necróticos com 20 ppm de flúor enquanto que algodão pode parecer saudável com mais de 4000 ppm de flúor. É interessante notar que de um modo geral, embora

não esteja claro, a relação entre suscetibilidade e acúmulo de flúor dentro das espécies ocorre da seguinte forma: espécies mais resistentes tendem acumular mais flúor em uma determinada dose do que espécies suscetíveis, embora haja excessões (WEINSTEIN, 1977). Havendo portanto maior acúmulo de flúor com menor grau de injúria em variedades tolerantes, como ocorreu em gladiolos (HITCHCOCK et alii, 1962). Foi também observado esta relação inversa entre sensibilidade e acúmulo de flúor em variedades de rosas (BREWER et alii, 1967). Entretanto, HITCHCOCK et alii (1963), trabalhando com diversas variedades de sorgo, relataram maior acúmulo na variedade que apresentou maior clorose.

De acordo com WOLTZ et alii (1971) e BRAEN & WEINSTEIN (1985), o conteúdo usual de flúor nas folhas é em torno de 2 a 20 ppm com base no peso da matéria seca.

Em gladiolos, COMPTON & REMMERT (1960) observaram que o ápice das folhas apresentaram o dobro do teor de flúor encontrado na base das mesmas. Entre folhas maduras, as folhas medianas continham a concentração de flúor mais alta e apresentaram maior injúria.

Em *Dracaena fragrans* Ker. Massangeana a adição de superfosfato ou NaF aumentou o teor de flúor nos tecidos (CONOVER & POOLE, 1982). O mesmo foi observado por POOLE & CONOVER (1974b) em *Dracaena* Engler 'Janet Craig' havendo também um aumento nos danos foliares. CONOVER &

POOLE (1973) trabalhando com *Dracaena deremensis* Engler 'Warneckii' notaram que 12 ppm de flúor causaram leve necrose enquanto que 21,5 ppm ou mais de flúor foi suficiente para causar necroses foliares mais sérias.

Cordyline terminalis Kunth. 'Baby Doll' é considerada particularmente sensível ao flúor (POOLE & CONOVER, 1976) e sofre injúrias com níveis de 0,25 ppm F na solução (CONOVER & POOLE, 1971) e 5 ppm F no tecido (POOLE & CONOVER, 1972), sendo que já foram registradas perdas econômicas com níveis de flúor na solução tão baixos como 0,10 ppm.

2.3. Sintomas de toxidez

Vários autores (WOLTZ et alii, 1971; POOLE & CONOVER, 1973; MAROUSKY & WOLTZ, 1975a; WILKERSON & LINGAMAN, 1978; CONOVER & POOLE, 1980; OSBORNE et alii, 1984; 1985), confirmam que os sintomas de toxidez de flúor foram mais severos em solos ácidos.

Plantas fertilizadas com superfosfato, em solos a baixo pH, apresentam folhas com mais sintomas de toxidez e maior conteúdo de flúor do que plantas crescidas sem superfosfato. MAROVSKY & WOLTZ (1975a, 1975b) demonstraram que lírios da Páscoa e lírios híbridos, apresentaram necrose foliar pela aplicação de flúor no solo como NaF e superfosfato. O modelo de necrose provocado pelo super-

fosfato foi semelhante ao induzido pelo fluoreto de sódio.

Em gladiolos, a queima de folhas característica causada pelo flúor, aumentou com a diminuição do pH do solo e com o aumento da taxa de aplicação de superfosfato (WOLTZ et alii, 1971). Em *Dracaena fragrans* Ker. 'Massangeana', CONOVER & POOLE (1982) observaram que o aumento do nível de flúor do superfosfato ou do NaF, aumentou as manchas foliares.

Com relação ao teor de flúor que se acumula nas folhas provocando sintomas de toxidez, ALLMENDINGER et alii (1950) encontraram que folhas de gladiolos com 20 ppm de flúor apresentaram menos de 1% de necrose, mas com conteúdo de 100 ppm ou mais de flúor, a porcentagem de necrose aumentou para 8,9%. Também em gladiolos, WOLTZ et alii (1971) observaram que níveis de flúor da ordem de 0,25 ppm em solução provocou danos nas flores e em rosas, 1,5 ppm de flúor danificou suas pétalas.

O desenvolvimento de sintomas característicos pelas plantas, após a exposição ao flúor atmosférico, pode ser considerado como a manifestação visível de atividades metabólicas alteradas das células, o que constitui a lesão. A clorose pode indicar um decréscimo da capacidade metabólica da célula, enquanto que a necrose pode ser o resultado da completa desintegração metabólica e estrutural (McCUNE & WEINSTEIN, 1971).

A maneira pela qual o flúor afeta o metabolismo vegetal não é bem conhecida, em decorrência do limitado conhecimento dos processos metabólicos normais, sua interação e regulação. Também para WEINSTEIN (1977) a ocorrência de lesões foliares é a manifestação visível das alterações a nível de órgãos. A nível celular é a manifestação da alteração na estrutura e função dos cloroplastos ou outra organela, como por exemplo a mitocôndria.

De acordo com HEATH (1980), a injúria visível é estimada a partir da quantidade de área foliar alterada de sua forma morfológica normal. Usualmente esta injúria é expressa como porcentagem da área foliar afetada pela necrose ou algumas vezes clorose.

Para TRESHOW (1971), o fator determinante na severidade da injúria é a quantidade de flúor que alcança sítios ativos e que permanece lá em quantidades tóxicas.

Com o início da injúria visível a permeabilidade celular aumenta, causando perda da solução da célula e encharcamento do tecido. Se isto ocorre a partir das células guardas pode resultar na perda do turgor e fechamento dos estômatos (POOVAIAH & WIEBE, 1973).

O tipo de sintoma foliar e o grau como é expresso são determinados por vários fatores, entre eles a classe a que pertence a planta (folhas largas ou estreitas), seu grau de suscetibilidade, a concentração de flúor e a duração da exposição. Segundo WEINSTEIN (1977) na maioria

das monocotiledôneas (plantas de folhas estreitas) o sintoma inicial é o desenvolvimento de clorose no ápice e margens de folhas estendidas, seguida de necrose. A cor das áreas necróticas varia de marfim ou bronzeado claro até várias tonalidades de marrom, mas é caracteristicamente clara com uma margem marrom escura. Em dicotiledôneas (plantas de folhas largas) os sintomas iniciais de toxidez são clorose no ápice das folhas a qual depois estende-se ao longo da margem e para o limbo até a nervura central. Esta clorose torna-se mais intensa e extensa a ponto de, em exposições prolongadas, a nervura central e algumas nervuras tomar a aparência de uma figura arbórea, sobre um fundo clorótico. Com a continuidade da exposição a folha clorótica pode tornar-se necrótica e cair.

Também para BREWER (1966) os sintomas foliares podem ser incluídos em dois tipos gerais: necrose marginal e clorose internerval. Em muitas espécies de plantas, a necrose marginal é precedida pelo aparecimento de lesões encharcadas de água de coloração cinza ou clara que depois torna-se bronzeada ou marrom avermelhada. A injúria usualmente aparece primeiro nas margens ou ápice das folhas e move-se para dentro e/ou para baixo até que uma grande parte da folha esteja afetada.

De uma maneira geral o tempo requerido para o aparecimento dos sintomas de injúrias causadas pelo flúor

diminui com o aumento da concentração do flúor no substrato (LEONE et alii, 1948).

Milho, sorgo e algumas forrageiras apresentam, no início dos sintomas, manchas cloróticas espalhadas no ápice e margens superiores das folhas maduras. Com o progresso dos sintomas, as manchas tornam-se mais intensas e estendem-se ao longo das margens. A porcentagem de clorose diminui a partir do ápice e das margens até a nervura central (WEINSTEIN, 1977).

Folhas de plantas de soja crescidas em solução nutritiva e submetidas a fumigação contínua de flúor mostraram amarelecimento marginal, seguido por necrose a qual tornou-se muito severa após 4 dias. Primeiramente as folhas mais velhas foram injuriadas e também de maneira mais severa do que as folhas trifoliales mais jovens (POOVAIAH & WIEBE, 1973).

Em citros, BREWER et alii (1960) observaram que os sintomas de necrose começaram a aparecer no ápice das folhas imaturas fumigadas. As áreas necróticas tornaram-se bronzeadas ou marrom avermelhadas e foram precedidas por uma aparência de encharcamento de água de cor verde oliva no ápice e margens das folhas.

LEONE et alii (1948), obtiveram como resultado de altas concentrações de flúor em plantas de tomate o aparecimento de murcha nas folhas. As folhas novas pareceram encharcadas de água e os caules escureceram. O cha-

muscamiento estendeu-se nas áreas descoradas, a partir do pecíolo para a folha. Estas plantas morreram no final do experimento.

BRENNAN et alii (1950) consideram o aparecimento de necrose, no ápice e margens de folhas novas expandidas de plantas de tomate, como sintomas típicos de toxidez de flúor.

HITCHCOCK et alii (1963) observaram em sorgo, diferentes porcentagens de clorose de acordo com a idade e posição das folhas no caule. Por exemplo se a metade superior de uma folha se apresentava clorótica, então as folhas localizadas acima desta exibiam diminuição na quantidade de clorose até apenas traços no ápice ou ao longo da margem superior. Ao contrário, folhas localizadas abaixo desta mostraram aumento na extensão da clorose até a base da folha.

BEN-JAACOV et alii (1984), trabalhando com clorófito observaram que uma fina linha separa a área necrótica causada pela toxidez do flúor. Esta linha é vermelho-marrom claro e separa a outra área larga, vermelho-marrom-escuro, no ápice da folha. A necrose provocada pelo flúor também causa um leve enrugamento do ápice da folha.

Em pêssigo, concentrações de 200 a 400 ppm F tornam as plantas severamente murchas. Em seguida ocorre o chamuscamento estendendo-se a partir do pecíolo ao longo das nervuras, seguindo o fluxo de translocação envolvendo toda a

folha e o tecido do caule. A área chamuscada que no início apresenta coloração marrom vai descolorindo-se até atingir cor amarelo claro (LEONE et alii, 1948).

Em rosas, segundo BREWER et alii (1967), os sintomas foliares da toxidez do flúor foram de leve clorose internerval à necrose marginal relativamente severa, sendo que, as variedades testadas apresentaram diferenças tanto no tipo como na intensidade do sintoma foliar.

A aplicação de superfosfato em lírio provocou o aparecimento de necrose a princípio nas folhas mais velhas, sendo as folhas mais altas afetadas progressivamente, sempre a partir do ápice para a base da folha, seguindo um modelo de manchas em forma de meia lua (WOLTZ & MAROUSKY, 1975; MAROUSKY, 1981). Em casos severos as áreas necróticas aumentaram até atingir toda a margem e ápice da folha (MAROUSKY & WOLTZ, 1975b; 1977).

De acordo com POOLE & CONOVER (1981a), a toxidez de flúor é notada em espécies de palmeiras como *Chrysalidocarpus lutescens* Wendl. (areca palm) e *Chamaedorea seifrizii* Burret (red palm). Os sintomas se iniciam com queima no ápice e frequentemente estão associados com o aparecimento de pontos necróticos nas áreas mais baixas das folhinhas.

Em folhas de gladiolos os sintomas de toxidez de flúor se caracterizam por necrose no ápice, com progressos descendentes, mais ou menos uniformes ou são dis-

tribuídos mais irregularmente, dependendo de maiores ou menores concentrações de flúor a que são submetidas as plantas (WEINSTEIN, 1977). O mesmo foi observado por COMPTON & REMMERT (1960) e THOMAS (1958), sendo notada uma coloração cinza bronzeado no início dos sintomas de toxidez de flúor e a presença de uma lista muito estreita separando o tecido necrótico do sadio.

Com *Dracaena deremensis* Engler, o primeiro sintoma observado é um ponto pequeno, menor que 1 cm, marrom claro, alongado, na faixa branca ao longo da margem. Estes pontos alargam-se e áreas ao longo da borda tornam-se verde claro e a seguir necrótico (POOLE & CONOVER, 1974a).

De acordo com CONOVER & POOLE (1980), em *Dracaena fragrans* Ker. 'Massangeana' manchas foliares provocadas pela toxidez de flúor ocorrem em folhas maduras (quarta ou mais), em ambos os lados da nervura central, com áreas circulares verde claro e amarelo que algumas vezes aumentam e tornam-se necróticas.

CONOVER & POOLE (1971), trabalhando com *Dracaena deremensis* Engler 'Warneckii' observaram que as manchas, devido à toxidez de flúor, aparecem na porção basal das folhas. As manchas podem ser leves ou ocupam metade ou mais da extensão da folha. A princípio as manchas aparecem principalmente ao longo das margens e porção branca das

folhas. Estas áreas alargam-se e tornam-se verde claro e então necróticos (POOLE & CONOVER, 1974a).

Em *Cordolynne terminalis* Kunyith 'Baby Doll' a primeira indicação da toxidez de flúor é a queima do ápice foliar seguida por necrose marginal. Em casos severos, também ocorrem manchas no centro da folha a qual pode morrer (OSBORNE et alii, 1985). Esta desordem é caracterizada por pequenas lesões necróticas marrom que aumentam e se unem até que aproximadamente 50 a 75% da folha seja afetada (POOLE et alii, 1971).

A avaliação visual dos sintomas de toxidez causados pelo flúor é de certa maneira subjetivas, mas vários autores utilizam-se de notas dadas de acordo com uma tabela. BUSTAMANTE (1988) utilizou, para avaliar sintomas de toxidez em soja, a seguinte escala de pontuação: 1 = planta sem injúria; 2 = início de clorose marginal; 3 = clorose internerval; 4 = início de necrose; e 5 = clorose e necrose mais acentuadas. POOLE & CONOVER (1974a; 1975) trabalhando com *Dracaena deremensis* Engler, avaliaram as plantas dando o número 1 para folhas sem danos ou clorose e 5 para severos danos ou clorose.

CONOVER & POOLE (1980, 1982) em *Dracaena fragrans* Ker, empregaram a seguinte tabela: 1 = manchas muito leves; 3 = acima de 25% das folhas com moderadas manchas; 5 = acima de 50% das folhas com severas manchas.

Já POOLE & CONOVER (1981b) utilizaram para

palmeiras a seguinte avaliação: 1 = severa necrose; 3 = moderada necrose ou pontas queimadas; 5 = sem necrose.

Em *Cordyline terminalis* Kunth 'Baby doll' CO-NOVER & POOLE (1971), utilizaram uma tabela de pontuação mais completa: 1 - sem clorose ou necrose; 2 = 25% das folhas afetadas; 3 = 50% das folhas afetadas; 4 = 75% das folhas afetadas e 5 = toda folhagem necrótica.

2.4. Relação entre teor de flúor e concentração de macronutrientes

A relação entre acúmulo de flúor e nutrição da planta é desconhecida. WEINSTEIN (1977) observou em plantas de tomate fumigadas com HF, que houve redução no acúmulo de flúor em baixo nível de fósforo e nitrogênio; reduzido acúmulo de flúor com baixo nível de cálcio e magnésio e aumento no acúmulo com baixo teor de potássio e alto de magnésio. Também em plantas de tomate fumigadas com HF, McCUNE et alii (1966) encontraram que níveis ótimos de nitrogênio, fósforo e cálcio aumentaram a taxa de necroses nas margens das folhas, o que foi confirmado em parte por BRENNAN et alii (1950). Estes pesquisadores encontraram relação entre o teor de fósforo e o grau de injúria causada pelo flúor, fornecido na forma de NaF, através das raízes, sendo que com o nível mais alto de fósforo (62 ppm) houve maior grau de injúria. O mesmo foi encontrado nas plantas

de tomate que receberam flúor na forma de HF atmosférico.

Estes mesmos autores acreditam que tanto o excesso como a deficiência de nitrogênio ou cálcio está associada com a diminuição de injúrias em tomates fumigados com HF.

Já com feijão, WEINSTEIN (1977) observou que baixo nível de fósforo, potássio e ferro aumentam o acúmulo de flúor na folha. O mesmo foi confirmado por ADANS & SULZBACH (1961) em plântulas de feijão. Estes autores observaram que plantas expostas à fumigação com HF, apresentaram sintomas de toxidez de flúor apenas em plantas crescidas em meio deficiente em nitrato, embora o nível de flúor no tecido tenha sido igual ou menor do que de plantas crescidas em outros meios e expostas à mesma concentração de flúor.

MAROUSKY & WOLTZ (1977) trabalhando com três variedades de lírio encontraram que a aplicação de flúor não influenciou os níveis de fósforo, magnésio e potássio nas folhas. No entanto, altos níveis de flúor diminuíram o conteúdo de cálcio em apenas uma das variedades.

Em sorgo, caupi, soja, trevo branco e vermelho, BARTHOLOMEW (1935) observou uma diminuição na porcentagem de fósforo com o aumento no conteúdo de flúor na folha, sendo então, a quantidade total de matéria seca produzida e o total de fósforo absorvido, intimamente associados com o conteúdo de flúor.

A adição de superfosfato aumentou o conteúdo foliar de fósforo em *Chamaedorea elegans* Mart, mas para POOLE & CONOVER (1981c) a presença de sais solúveis não está relacionada com necroses induzidas pelo flúor, embora a presença dos sais pode também influenciar necrose foliar.

Para McCUNE et alii (1966), a translocação do flúor para as pontas e margens das folhas pode ser indiretamente afetada por níveis de nutrientes, mas a natureza do efeito deve depender sobretudo da espécie. A aparência de injúria visível está relacionada com a translocação e acúmulo de flúor nas áreas marginais e as maiores taxas de translocação estão associadas com maior crescimento. Os níveis de nutrientes também podem modificar o metabolismo da planta alterando assim, o nível de flúor requerido para o aparecimento de sintomas de toxidez, interagindo deste modo, com fatores genéticos na determinação da sensibilidade ao flúor.

CONOVER & POOLE (1980) encontraram em *Dracaena fragrans* Ker. um aumento nos teores de nitrogênio, fósforo e potássio nos tecidos com o aumento dos níveis de fertilizantes, no entanto houve diminuição no conteúdo de cálcio e magnésio. Contudo todos os elementos se encontravam dentro dos níveis desejados para uma qualidade aceitável de folhagem.

Para POOLE et alii (1976) a composição química para a produção de *Dracaenas* de boa qualidade é dife-

rente para as diversas espécies ou mesmo variedades. Em trabalhos feitos com *Dracaena* Engler 'Janet Craig', D. Engler 'Warneckii', D. Ker. 'Massangeana', D. Sander *godseffiana* e D. Sander *sanderiana*, os autores observaram que o nível de nitrogênio com base no peso da matéria seca varia de 1,5% (*D. godseffiana*) a 3,5% (*D. sanderiana* e 'Waneckii'); o teor de fósforo entre 0,15% ('Warneckii') e 0,3%; potássio entre 1,0% ('Massangeana' e *goldeffiana*) à 4,5% ('Warneckii'); cálcio varia de 1,0% a 2,5% (*sanderiana*) e magnésio entre 0,3% a 1,0% ('Warneckii' e 'Massangeana').

Pesquisas com relação à fonte de nutrientes para plantas ornamentais, bem como o teor destes no solo e o efeito das diferentes fontes, não tem sido conduzidas, então a maior consideração deve ser feita sobre o efeito no pH e a disponibilidade de nutrientes (CONOVER & POOLE, 1984).

Apenas no que diz respeito à fonte de nitrogênio CONOVER & POOLE (1981a; 1984) recomendam o uso de nitrato (de 10 a 25% do N total) em combinação com amônia ou uréia. Nestes mesmos trabalhos, os autores sugerem como nível de nitrogênio, fósforo e potássio para *Cordyline terminalis* Kunth: $N = 169,05 \text{ g/m}^2$; $P_2O_5 = 56,35 \text{ g/m}^2$ e $K_2O = 112,7 \text{ g/m}^2/\text{ano}$, o que está de acordo com CONOVER (1980), que recomendou, para a produção de *Cordyline terminalis*, 170g de N, 50g de P_2O_5 e 110g de $K_2O/\text{m}^2/\text{ano}$; e com OSBORNE et alii (1985) que recomendam para a mesma cultura, 166,6 g de nitrogênio, 58,8 g de P_2O_5 e 112 g $K_2O/\text{m}^2/\text{ano}$.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge'

As plantas utilizadas no experimento pertencem ao gênero *Cordyline* à espécie *terminalis* e à variedade Red edge. Foi classificada primeiramente por Linnaeus em 1754 como *Convallaria fruticosa*, sendo que posteriormente o pesquisador alemão Carl Sigismund Kunth (1788-1850) a denominou de *Cordyline terminalis* (FISHER, 1985). O nome fruticosa dada à espécie e até hoje mantido embora com mais frequência se utilize a denominação "terminalis" tratando-se portanto da mesma espécie (HETTERSCHEID & BOS, 1990). Estas plantas possuem crescimento vertical, podendo atingir até 1,8 m de altura, mas em geral crescem de 30 a 90 cm; folhas estreitas e alongadas de aproximadamente 14 cm de comprimento e 3,5 cm de largura, com tendência a enrolar; de coloração verde com listas mais escuras e bordas vermelho escuras. Quando a planta é mantida com alta luminosidade, em luz solar direta, as listas tornam-se mais claras e as faixas das margens se alargam, o que torna a folha quase que

totalmente rosa com apecto brilhante. O caule fibroso em plantas jovens apresenta coloração verde ao passo que plantas mais velhas apresenta o caule avermelhado, com borda clara. É uma planta de propagação por estacas relativamente fácil, sendo visível o aparecimento dos primórdios de raízes, entre os nós, no caule (Figura 1).

Figura 1. *Cordyline terminalis* (L.) Kunth cv. Red edge.

3.2. Preparação das mudas

De acordo com Wigmann Agropecuária Ltda.⁴, da Cooperativa Agropecuária Holambra, as matrizes, com aproximadamente um ano, foram enraizadas na primavera de 1989. Para tanto, cortou-se os 15 cm superiores da planta e em seguida mergulhou-se a base da haste em uma solução com 40g de "Captan"⁵ em 50 litros de água como preventivo de *Fusarium*. O substrato utilizado era composto de 15% de casca de pinho, 15% de areia, 40% de xaxim e 30% de terra comum e foi esterilizado por 3 horas com vapor d'água. Este substrato foi colocado em bandejas próprias para enraizamento (multi-vasos) onde foram plantadas as mudas e mantidas com temperatura mínima de 18°C e máxima de 25°C com umidade do ar $\cong$ 50% e luminosidade de no máximo 15.000 lux, com o auxílio de sombrite de 50% de luz/sombra. Antes do plantio aplicou-se 13g de nitrato de potássio e 7g de nitrato de cálcio por m² de canteiro e durante o enraizamento as plantas foram regadas com água de torneira de acordo com as necessidades, não deixando-se, no entanto, o solo encharcado.

⁴Wigmann Agropecuária Ltda, Comunicação pessoal, 1990.

⁵"Captan" - composição: Cis - N - [(triclorometil) + io]-4-ciclohexeno - 1,2 - dicarboximida 1,2,3,6 - tetrahydro-N-(triclorometiltio) - ftalimida.

Depois de aproximadamente 15 dias, as mudas já enraizadas foram transferidas para os canteiros de produção com substrato composto de 40% de xaxim, 30% de terra de barranco e 30% de casca de pinho. Ao substrato adicionou-se esterco de curral curtido (20 kg/m^2) e farinha de ossos (250 g/m^2) antes do plantio; e o pH foi corrigido para 5,5. As mudas foram plantadas com espaçamento de 18 cm entre linhas e 15 cm entre plantas e mantidas em estufas cobertas com plásticos pintados de branco (látex) com umidade relativa de $\cong 30\%$, temperatura mínima de 17°C e máxima de 35°C e luminosidade de 25 a 35.000 lux. No inverno, quando a temperatura mínima foi inferior a 17°C procedeu-se ao aquecimento do ambiente ao nível do solo, com o auxílio de mangueiras de 0,5 polegadas, colocadas sob a superfície do solo por onde circulava água aquecida, por caldeiras, à aproximadamente 45°C para manter a temperatura do solo entre 15 e 20°C . No verão a temperatura foi mantida com um sistema de refrigeração composto de bomba de água com aspersores e aspiradores de ar quente.

A irrigação no verão foi feita de 3 a 4 vezes e no inverno 2 vezes por semana com aspersores utilizando-se água de torneira e sempre no período da manhã para se evitar o aparecimento de fungos em folhas molhadas no período noturno. Para complementar a adubação utilizou-se o nitrato de potássio e nitrato de cálcio na proporção de 3 kg de KNO_3

e 1,5 kg de CaNO_3 para 1000 litros de água por 300 m^2 de canteiro, uma vez ao mês.

O controle fitossanitário foi feito, pelos seguintes produtos comerciais:

- Para *Fusarium* - Benlate⁶ - 100 g/100 litros de água à cada 15 dias.
- Para ácaro - Vertimec - 25 ml/100 litros de água, uma vez por semana.
- Para cochonilha - Actellic - 150 ml/100 litros de água uma vez a cada 15 dias.
- Para lesmas - mata lesmas pica-pau, à cada 15 dias.

Quando as matrizes atingiram aproximadamente 25 cm de altura pode-se efetuar a primeira poda, cortando-se com tesoura os 15 cm superiores (poda reta), os quais constituíram-se em novas mudas que foram exportadas (fitossanidade excelente) ou plantadas para formarem novas matrizes com a durabilidade de dois anos, quando são então substituídas por mudas novas.

⁶ Composição dos produtos utilizados:

Benlate - 50% do princípio ativo Binomil 1-(butil carbo-moil)-2-benzimidazol carbonato dimetila.

Vertimec - 80% avermectin-B_{1a} (5-O-dimetil avermectin A_{1a} e 20% avermectin¹B_{1b} (5-O-dimetil) 25 (1 metil-propil) 25 (metil-lêtil) avermectin A_{1a} - 18g/L.

Actellic - 500 CE - O-2-Dietilamino-6-Metilpirimidin. 4-il 00 dimetil fosforotionato (Pirimifos-metili-co) 500 g/L.

3.3. Características dos adubos fosfatados utilizados

3.3.1. Fosfato natural

Este fosfato veio da jazida de Araxá, que se encontra à 5 Km ao sul da cidade de Araxá (M.G.). É um fluorapatita, tendo a seguinte fórmula: $\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$ ou $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$. Após o processo de beneficiamento, ele é vendido ou utilizado como adubo, ou como matéria prima para produzir superfosfatos, termofosfatos e outros tipos de fosfatos. Ao aplicar o fosfato natural ao solo, este sob a ação dos ácidos orgânicos ou minerais existentes no solo, sofre solubilização e libera, além do fósforo, cálcio e flúor. O flúor pode trazer problemas, maiores ou menores, para algumas plantas sensíveis, dependendo da quantidade aplicada e do teor de flúor que possui.

O fosfato natural pode se dissolver de acordo com a seguinte reação:

O fosfato natural pode chegar a ter 3% de flúor (POZIN, 1986).

A porcentagem de P_2O_5 total neste fosfato natural pode chegar a 35. E a porcentagem de P_2O_5 em ácido cítrico a 2% (1:100) pode chegar a 2 ou mais.

3.3.2. Superfosfatos

O superfosfato simples é produzido através do ataque ao fosfato natural pelo ácido sulfúrico, de acordo com a seguinte reação:

O flúor, nesta reação, é em grande parte liberado para a atmosfera ou é captado e uma pequena parte continua no adubo. O superfosfato simples possui 21% de P_2O_5 total, 19% de P_2O_5 disponível e 18% de P_2O_5 solúvel em água.

Quanto ao supertriplo, a principal reação de conversão é a seguinte:

Acontece com o HF nesta reação o mesmo que na reação 2.

É interessante notar, que no caso do supertriplo ocorre o ataque, ao fosfato natural, pelo ácido fosfórico.

Os superfosfatos, de uma maneira geral, podem chegar a possuir até 0,8% de flúor.

O supertriplo possui entre 45 e 56% de P_2O_5 total, entre 42 e 50% de P_2O_5 disponível e entre 38 e 42% de P_2O_5 solúvel em água.

3.3.3. Termofosfato

Este produto é obtido pela fusão de uma mistura da rocha fosfatada com materiais que contém sílica e magnésio como silicatos de magnésio, tais como serpentina ou olivina ou mesmo escória magnesiana resultante da metalurgia do níquel. Com isso ocorre a destruição da estrutura cristalina da apatita. Pode ocorrer, durante o processo, um certo grau de desfluorização, de 20 a 30%. Como é óbvio, um pouco do flúor fica no produto, sendo que o teor deste elemento pode chegar a 2%. Além do fósforo e do flúor, o termofosfato contém MgO (15 a 16%); CaO (28%); SiO_2 (25%); Zn (0,16 a 0,40%); B (0,06 a 0,15%) e um pH entre 8,0 e 8,5.

3.3.4. Farinha de ossos

É um fosfato natural orgânico. Os ossos foram usados na Inglaterra, como fertilizantes, desde 1853. O osso seco é constituído de 1/3 de matéria orgânica e 2/3 de mineral. A parte orgânica, com 34%, compreende osseína (27%) e graxas (7%). A parte mineral, 66%, compreende fos-

fato tricálcico (54%), fosfato trimagnésiano (1 a 2%), carbonato de cálcio (7,5%) e fluoreto de cálcio (1,5%).

A porcentagem de P_2O_5 total encontrada na farinha de ossos situa-se entre 26 a 28.

3.4. Instalação do experimento

O experimento foi instalado e conduzido sob condições de casa de vegetação do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Campus de Piracicaba, Estado de São Paulo, latitude $22^{\circ}42'30''$ S, longitude $47^{\circ}38'00''$ W e 546 m de altitude, no período de 18 de setembro a 26 de novembro de 1990.

As plantas obtidas por estacas do ápice de aproximadamente 15 cm foram fornecidas, já enraizadas, pelos produtores Wigmann Agropecuária Ltda. da Cooperativa Agropecuária Holambra, com cerca de 20 dias e mantidas nas bandejas de enraizamento, em casa de vegetação, por uma semana antes do plantio para aclimação.

O substrato utilizado, também fornecido por Wigmann Agropecuária Ltda. é o mesmo utilizado pelos produtores daquela cooperativa para a produção de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth, variedade Red edge, do qual foi retirado uma amostra para análise quanto à fertilidade segundo RAIJ &

QUAGGIO (1983) (Tabela 1) e quanto à granulometria pelo método do densímetro, de acordo com KIEHL (1979), nos laboratórios de solos da ESALQ e outra para o laboratório de bioquímica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP) para análise do flúor segundo CURY (1984).

Tabela 1. Resultados das análises químicas do substrato utilizado (antes da aplicação dos tratamentos).

pH CaCl ₂	M.O. %	P resina µg cm ³	S	K ⁺	Ca ²⁺ meq/100 cm ³	Mg ²⁺
4,7	13,7	82	52	1,75	6,00	3,41

Os tratamentos foram em número de doze:

- 1 - testemunha
- 2 - NPK (300 kg P₂O₅/ha na forma de ácido fosfórico)
- 3 - NK+P (150 kg P₂O₅/ha na forma de super triplo)
- 4 - NK+P (300 kg P₂O₅/ha na forma de super triplo)
- 5 - NK+P (150 kg P₂O₅/ha na forma de super simples)
- 6 - NK+P (300 kg P₂O₅/ha na forma de super simples)
- 7 - NK+P (150 kg P₂O₅/ha na forma de fosfato natural)
- 8 - NK+P (300 kg P₂O₅/ha na forma de fosfato natural)
- 9 - NK+P (150 kg P₂O₅/ha na forma de termofosfato)
- 10 - NK+P (300 kg P₂O₅/ha na forma de termofosfato)
- 11 - NK+P (150 kg P₂O₅/ha na forma de farinha de ossos)
- 12 - NK+P (300 kg P₂O₅/ha na forma de farinha de ossos)

com três repetições para cada tratamento, perfazendo um total de 36 vasos.

Tais adubos foram analisados quanto ao teor de P_2O_5 , solúvel em ácido cítrico a 2%, segundo as determinações do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1982), no laboratório de adubos do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ/USP e quanto ao teor de flúor no laboratório de bioquímica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP) segundo a metodologia de CURY (1984) da seguinte forma: pesou-se 200 mg de cada adubo ao qual adicionou-se 5 ml de tampão citrato (de cálcio ou amônio) 0,4M e ácido perclórico ($HClO_4$) 0,2M e deixou-se em repouso por uma hora. Em seguida fez-se a leitura potenciométrica utilizando-se eletrodo específico para íon flúor 96-09, Orion e potenciômetro digital Orion 701. Através de análise computadorizada segundo RODRIGUES & CURY (1990), a qual, por regressão linear de curvas de calibração feitas com padrões contendo de 0,25 a 10 mg F/ml, obteve-se a concentração do flúor total, solúvel na forma iônica (F^-) e ionizável e o insolúvel (flúor ligado) (Tabela 2).

A dosagem dos adubos utilizados, em kg de P_2O_5 /ha, foi calculada com base na solubilidade do P_2O_5 em ácido cítrico a 2%. O N e K fornecidos para a testemunha foram também utilizados na fertilização dos outros tratamentos e o P, como ácido fosfórico (H_3PO_4), foi empregado neste tratamento.

Tabela 2. Teor de flúor, P_2O_5 , Ca, S e Mg nos adubos fosfatados utilizados no experimento.

Adubos	Flúor		P_2O_5		Ca %	S %	Mg %
	ppm	%	Sol. ác. cítrico 2%	total			
Super triplo	5.160	0,52	42,58	49,02	11	1	-
Super simples	8.394	0,84	13,72	20,40	19	12	-
Fosfato natural	20.655	2,06	4,64	31,62	29	-	-
Termo-fosfato	11.803	1,18	16,36	17,96	20	-	9,5
Farinha ossos	210	0,02	26,67	33,09	36	-	0,62

O nitrogênio, na dosagem de 350 kg N/ha foi fornecido como nitrato de potássio (45.5 kg N/ha), aplicado na forma líquida antes do plantio, e uréia (304,5 kg N/ha), também aplicada na forma líquida quinze dias após o plantio. O potássio na dosagem de 250 kg K_2O /ha foi aplicado na forma de nitrato de potássio já citado acima; como fonte de fósforo, no tratamento NPK, foi utilizado ácido fosfórico na dosagem de 300 kg P_2O_5 /ha (0,25 mg de H_3PO_4 /vaso, diluído em 10 ml de água destilada) também aplicado antes do plantio.

Os vasos de polietileno com capacidade de 1,3 kg receberam o substrato peneirado - 1 kg em peneira de 2mm, mais 300 g do que permaneceu na peneira, para homogeneização. Em seguida os adubos fosfatados foram incorporados ao substrato sendo bem homogeneizados em sacos plásticos antes de colocá-los nos vasos.

Foram plantadas duas mudas por vaso as quais foram identificadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado tendo 2 plantas/vaso como unidade experimental.

A análise de variância ficou, portanto, do seguinte modo:

Causas da variação	Graus de liberdade
Tratamentos	11
Resíduo	24
Total	35

Para a análise dos dados foi feita a análise de variância de cada uma das variáveis e em seguida a análise de correlação entre as variáveis consideradas de relevância para se determinar a influência do flúor encontrado nos adubos no que diz respeito à injúria causada à planta e sua influência no desenvolvimento da mesma, levando-se em conta a altura das plantas, número de folhas, peso de matéria fresca e seca e composição química das mesmas.

As plantas foram regadas diariamente com água destilada de acordo com suas necessidades. Para tanto, regava-se até que a água começasse a sair pelos furos de drenagem, a qual era coletada por pratos de polietileno e fornecido novamente à planta, repetindo-se o processo até que não mais houvesse drenagem de água.

Durante o experimento as plantas receberam pulverização de inseticidas e fungicidas para controle fitossanitário à saber:

- Vertimec - contra ácaros, aplicado uma vez por semana na proporção de 0,175 ml/1 litro de água destilada para os 36 vasos.
- Actellic - contra cochonilha branca pulverulenta, aplicado à cada 15 dias na proporção de 0,75 ml/litro de água destilada para os 36 vasos.
- Daconil⁷ - como preventivo de fusarium, aplicado uma vez por semana na proporção de 2 ml/1 litro de água destilada para os 36 vasos.

⁷ Composição química

Daconil - 500 SDS - 50% do princípio ativo chlorothalonil-tetracloroisofalometrila.

3.5. Avaliação do crescimento

Ao final do experimento foram determinadas a altura das plantas e o número de folhas por planta, para tanto escolheu-se aleatoriamente uma das duas identificações das plantas e obteve-se a altura das plantas medindo-se a partir do colo da raiz até o comprimento da folha mais longa.

Em seguida cortou-se a parte aérea, ao nível do solo, para se determinar o peso da matéria fresca (duas plantas por vaso) e o peso da matéria seca, sendo que a parte aérea das plantas foram colocadas para secar em estufas, com ventilação forçada à 65°C até peso constante.

Para as demais avaliações, as plantas foram divididas em duas partes. Cortou-se as plantas na altura de 15 cm medidos a partir do nível do solo e denominou-se a parte inferior de base e a superior de ápice.

3.6. Determinação do teor de flúor

3.6.1. No material vegetal

Para a análise de F^- no material vegetal moído, procedeu-se do mesmo modo que nos adubos com a diferença de que após 1 h de repouso fez-se a filtragem do material

para se evitar maior flutuação na leitura. Neste caso utilizou-se curva de calibração com padrões contendo de 0,05 a 0,5 mg F/ml.

3.6.2. No solo

Para a determinação do teor de F no solo seco por um dia em estufa à 40°C e passado por peneira de 2 mm, utilizou-se a mesma metodologia empregada quando da análise dos adubos e material vegetal. No entanto, no caso do solo, utilizou-se apenas 40 mg do material, pois segundo CURY (1984), o cálcio encontrado no solo (6,0 meq/100 cm³) poderia, se fosse utilizado maior quantidade de solo, se ligar ao F⁻ e então teríamos um resultado irreal quanto à quantidade de F⁻ existente no material. Também neste caso utilizou-se curva de calibração com padrões contendo de 0,05 a 0,5 mg F/ml.

3.7. Avaliação dos sintomas de toxidez

A avaliação visual dos sintomas de toxidez de flúor foi feita ao final do experimento, na mesma planta escolhida para a determinação da altura e número de folhas. A classificação dos sintomas, média de três observadores, foi feita com base no número de folhas por planta que apre-

sentavam necrose e também na porcentagem de folha atingida da seguinte forma: a planta era dividida em sua altura, em três partes iguais, as quais recebiam as letras A (base), B (mediana) e C (superior), sendo então as partes analisadas separadamente (Figura 2A). As folhas foram classificadas quanto à porcentagem do limbo foliar atingido pela necrose da seguinte forma: 1 - ápice da folha com necrose; 2 - início de uma necrose marginal em um dos lados do limbo foliar; 3 - necrose marginal pouco pronunciada em ambos os lados do limbo foliar; 4 - necrose atingindo um terço da folha, à partir do ápice; 5 - necrose em dois terços da folha; 6 - folha totalmente necrosada (Figura 2B).

Figura 2A. Avaliação dos sintomas de toxidez. Letras A - base; B - mediana; C - superior.

Figura 2B. Avaliação dos sintomas de toxidez (Número 1- ápice da folha com necrose até nº 6, com folha totalmente necrosada).

Para se atribuir um determinado número a uma letra, foi considerado o número de folhas total da planta; este era dividido por três (partes A, B e C) e do resultado subtraía-se um (1), devido ao fato de que poderia ter sido perdida uma folha no plantio. Considerava-se então os dois números inferiores a este resultado como também possível para a classificação da parte da planta para aquela numeração. Exemplificando seria:

Uma planta com 24 folhas,

$24:3 = 8$ (folhas para cada parte - A, B e C)

$8-1 = 7$ (uma folha que pode ter sido perdida no plantio)

Portanto, se a planta apresentar de 5 a 7 folhas na parte basal com características da numeração 3, esta receberia a classificação A_3 . Da mesma forma, para as par-

tes B e C até que a planta recebesse uma classificação completa como por exemplo: $A_3 B_1 C_1$.

3.8. Análises químicas

3.8.1. Solo

O solo foi seco por um dia em estufa à 40°C e passado em peneira de 2 mm para então proceder-se a determinação do teor de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, pH e matéria orgânica, de acordo com os métodos descritos em VAN RAIJ & QUAGGIO (1983).

Para a avaliação do teor de enxofre empregou-se o método turbidimétrico segundo VITTI (1989).

3.8.2. Planta

O material vegetal moído sofreu digestão sulfúrica (ácido sulfúrico com sais e catalisadores) para a determinação do nitrogênio; o fósforo foi determinado pelo método de fotolorimetria do metavanadato; potássio, cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, sendo que todas as determinações foram feitas de acordo com MALAVOLTA et alii (1989). O teor de enxofre foi avaliado utilizando-se o método de Turbidimetria segundo VITTI (1989).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento

Os tratamentos utilizados não apresentaram diferença significativa quanto ao número de folhas (Tabela 3). Já com relação à altura das plantas, a aplicação de superfosfato triplo (dose 2), resultou em maior desenvolvimento das plantas, diferindo, estatisticamente, este tratamento dos demais. A testemunha e o tratamento NPK bem como termofosfato (dose 1), apresentaram menor crescimento, sendo que a testemunha apresentou diferença significativa com relação a estes dois tratamentos. Deve-se salientar, no entanto, que no caso do termofosfato (dose 1), foi observado durante o experimento que uma das plantas deste tratamento não apresentou desenvolvimento normal, talvez devido à problemas genéticos, já que todas as plantas tinham, praticamente, a mesma altura no início do experimento.

Tabela 3. Número de folhas, altura das plantas e peso da matéria fresca e seca de plantas de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge', submetidas à diversos adubos fosfatados contendo flúor.

Tratamentos	Número de folhas*	Altura plantas cm*	Peso mat. fresca (g)**	Peso mat. seca (g)**
Testemunha	20,66	35,70	36,20	6,37
NPK	21,33	38,27	38,63	7,02
Super triplo 1	23,00	42,37	49,73	9,01
Super triplo 2	24,00	48,23	55,19	10,20
Super simples 1	21,66	42,00	47,09	8,44
Super simples 2	22,66	43,47	51,05	9,06
Fosfato natural 1	23,00	42,47	43,05	7,97
Fosfato natural 2	23,00	42,97	49,17	9,00
Termofosfato 1	20,66	36,03	41,29	7,78
Termofosfato 2	22,00	43,17	43,59	8,03
Farinha ossos 1	23,00	44,03	48,41	9,00
Farinha ossos 2	21,66	43,57	52,25	9,37
d.m.s. (5%)	12,20	2,32	9,87	0,58
CV (%)	8,95	9,43	8,01	3,98

* média de 3 repetições (1 planta por vaso).

** média de 3 repetições (2 plantas por vaso).

Também no que diz respeito ao peso da matéria fresca e seca, o tratamento com super triplo (dose 2), apresentou melhor resultado, com diferença significativa com

relação aos outros tratamentos, o que indica que o crescimento em altura foi acompanhado pelo aumento em massa e portanto, em divisão celular. Os tratamentos super triplo (dose 1), super simples (dose 2), fosfato natural (dose 2) e farinha de ossos (doses 1 e 2) não apresentaram diferença significativa quanto ao peso da matéria seca.

Comparando-se os resultados obtidos na Tabela 3, entre as duas doses aplicadas de cada adubo, pode-se observar que a segunda dose, com excessão da farinha de ossos, sempre apresenta um aumento, em relação à primeira dose. Este aumento obtido, com a aplicação de uma maior dose de adubos fosfatados, deve-se provavelmente, à presença de uma taxa mais elevada de flúor, o que teria aumentado o crescimento das plantas. Tal fato foi observado em citrus, por BREWER et alii (1960). Mas em gladiolos, BREWER et alii (1966) e em *Dracaena deremensis* Engler 'Janet Craig', POOLE & CONOVER (1975), observaram uma diminuição no peso da matéria seca, com o aumento do teor de flúor aplicado, o que está de acordo com TRESHOW et alii (1967) e TRESHOW & HARNER (1968); segundo estes autores, pequenas quantidades de flúor estimularam o crescimento em *Pseudotsuga menziesii* Mirb. e feijão, respectivamente.

O estímulo ao crescimento pode estar relacionado com o aumento da taxa respiratória (TRESHOW & HARNER, 1968). O flúor inibe a enzima adenosina trifosfatase, que degrada o ATP, alterando, assim, o balanço ADP-ATP que

regula a respiração (Lords & McNulty, 1965^B, citado por BUSTAMANTE, 1988).

O fato de haver excessão, com respeito à altura das plantas, com a aplicação da farinha de ossos, aumenta as evidências de influência do flúor no crescimento, uma vez que este adubo apresenta a menor concentração deste elemento, quando comparado com os demais fertilizantes (Tabela 2).

Deve, no entanto ser observado, que de acordo com a Tabela 2, o adubo super triplo apresenta uma concentração de flúor inferior ao fosfato natural, termofosfato e super simples. Desta forma, embora tenha ocorrido um aumento no crescimento das plantas, com as maiores doses de adubos fosfatados, o adubo que apresentou aumento no crescimento, inclusive apresentando diferença significativa com relação aos demais tratamentos, foi o que possui menor teor de flúor, com excessão da farinha de ossos, a qual, ao que parece, possui uma quantidade de flúor insuficiente para interferir no crescimento.

^B LORDS, J.L. & McNULTY, I.B. Estimation of ATP in leaf tissue employing the firefly luminescent reactions. Utah Acad. Sci. Arts Letts., 42: 163-4, 1965.

4.2. Concentração de flúor

4.2.1. No solo

Comparando-se as Tabelas 2 e 4 pode-se observar que o fosfato natural possui maior teor de flúor, sendo também os tratamentos que apresentaram maior concentração de flúor no solo. Há relação direta entre os teores de flúor encontrados em todos os adubos, a dose empregada e a taxa de flúor no solo. No entanto, apenas os tratamentos fosfato natural (doses 1 e 2), apresentaram diferença significativa com relação aos demais tratamentos.

A aplicação de adubos fosfatados, os quais apresentam de 1 a 3% de flúor, aumenta o nível de flúor no solo, quando este apresenta pH abaixo de 6 (POOLE & CONOVER, 1974b; MAROUSKY & WOLTZ, 1977 e CONOVER & POOLE, 1982).

O pH (CaCl_2) do solo (Tabela 6) variou entre 4,77 e 5,00, sendo portanto, inferior ao recomendado para se evitar a toxidez de flúor em plantas sensíveis (CONOVER & POOLE, 1972b; 1973, 1980; OSBORNE et alii, 1984; 1985).

Para BREWER (1966) o tipo de solo, o conteúdo de cálcio, fósforo e o pH do solo são os fatores que controlam a disponibilidade do flúor do solo para as plantas.

Tabela 4. Concentração de flúor no substrato e parte aérea de plantas de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge' submetidas à diversos adubos fosfatados contendo flúor.

Tratamentos	F no solo (ppm)	F na planta base (ppm)	F na planta ápice (ppm)
Testemunha	2,89	1,50	1,06
NPK	2,90	1,53	1,24
Super triplo 1	4,68	1,92	1,66
Super triplo 2	4,90	2,74	1,80
Super simples 1	6,20	2,47	1,73
Super simples 2	9,25	2,98	1,88
Fosfato natural 1	27,29	3,34	2,47
Fosfato natural 2	52,78	4,54	4,25
Termofosfato 1	9,51	2,67	1,82
Termofosfato 2	11,55	3,17	2,06
Farinha ossos 1	4,09	2,61	1,30
Farinha ossos 2	4,34	2,39	1,64
d.m.s. (5%)	9,96	2,65	3,74
CV (%)	28,92	50,12	46,85

4.4.2. Na planta

A aplicação de adubos fosfatados aumentou o teor de flúor nos tecidos. Esta observação está de acordo com CONOVER & POOLE (1982), os quais, trabalhando com *Dracaena fragrans* Ker. 'Massangeana', encontraram um aumento no teor de flúor nos tecidos, com a utilização de adubos fosfatados.

A menor concentração de flúor nas folhas de plantas que receberam adubação fosfatada, foi encontrada nos tratamentos que utilizaram farinha de ossos, a qual possui o menor teor de fluor entre os fertilizantes empregados (Tabela 2).

Houve um aumento proporcional entre o teor de flúor e a dose de adubo aplicado, tanto na base como no ápice das plantas. Já em 1948, LEONE et alii observaram, em plantas de tomate, que o flúor total do tecido aumentou com a quantidade de flúor no substrato.

A análise do teor de flúor demonstrou uma maior porcentagem de flúor na base das plantas em relação ao ápice (Tabela 4).

BENEDICT et alii (1964) trabalhando com alfafa, observaram que o conteúdo de flúor, fornecido através do solo, tende a ser maior na base do que no ápice das plantas. O mesmo foi observado em lírios por MAROUSKY & WOLTZ (1977), mas foi contestado, em parte, por COMPTON &

REMMERT (1960), que em gladiolos, observou maior concentração de flúor nas folhas medianas.

Não houve diferença significativa quanto ao teor de flúor no ápice das plantas, embora o tratamento com fosfato natural (dose 2) tenha apresentado maior teor de flúor, seguido pelo termofosfato (dose 2), super simples (dose 2) e super triplo (dose 2). Segue, portanto, a taxa de flúor encontrada nos adubos (Tabela 2).

Quanto ao teor de flúor na base das plantas, o tratamento termofosfato (dose 2), apresentou maior concentração de flúor. Os demais tratamentos, com exceção da testemunha e NPK, não apresentaram diferenças significativas entre si, quanto ao teor de flúor, sendo que aqui também pode-se observar a relação entre teor de flúor no adubo e a concentração do íon na planta.

4.3. Sintomas de toxidez

A avaliação visual, dividindo-se a planta em três partes, demonstrou que a parte superior das plantas apresentou-se sempre sadia. Em nenhum dos tratamentos as quatro folhas superiores apresentaram sintomas de toxidez. O que também foi observado por CONOVER & POOLE (1982) em *Dracaena fragrans* Ker. 'Massangeana'.

A porção mediana das plantas recebeu na avaliação final, notas entre zero a um, variável entre os tratamentos, provocando um coeficiente de variação muito alto. Isto se deve ao fato de uma maior concentração de flúor na base e um pequeno teor no ápice das plantas, ficando esta porção da planta, intermediária entre a maior e a menor concentração de flúor. Optou-se então, pela não utilização destes dados, uma vez que não possuímos o teor de flúor na porção mediana das plantas, pois a análise deste material resultaria em um maior número de análises a serem feitas.

A análise estatística da avaliação visual da base das plantas (Tabela 5) demonstrou que houve diferença significativa entre o tratamento fosfato natural (dose 2), o qual apresentou maior quantidade de sintomas de toxidez, a testemunha e o NPK, nos quais apresentaram algumas folhas com pontas queimadas, devido talvez às altas temperaturas e os demais tratamentos, que não apresentaram diferença estatística significativa entre si. No entanto, pode-se observar que houve um aumento nos sintomas de toxidez proporcional à quantidade de flúor encontrada nos adubos. Tal observação foi também feita em *Dracaena fragrans* Ker. 'Massangeana' por CONOVER & POOLE (1982).

Houve uma relação direta entre a concentração de flúor nos tecidos e os sintomas de toxidez. CONOVER & POOLE (1971), observaram, em *Cordyline terminalis* Kunth

'Baby Doll' que o teor de flúor nos tecidos, aumentou quando os sintomas necróticos tornaram-se mais severos. Segundo estes autores, a severidade da injúria depende do nível de flúor, tipo do meio de propagação e condições ambientais, além, é claro, da suscetibilidade geneticamente determinada.

Tabela 5. Teores de flúor na parte aérea e análise visual de plantas de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge' submetidas a diversos adubos fosfatados contendo flúor.

Tratamentos	F na planta (ppm)		Análise visual base
	base	ápice	
Testemunha	1,50	1,06	1,00
NPK	1,53	1,24	1,00
Super triplo 1	1,92	1,66	1,33
Super triplo 2	2,74	1,80	2,00
Super simples 1	2,47	1,73	1,33
Super simples 2	2,98	1,88	2,00
Fosfato natural 1	3,34	2,47	1,67
Fosfato natural 2	4,54	4,25	2,67
Termofosfato 1	2,67	1,82	1,67
Termofosfato 2	3,17	2,06	2,33
Farinha ossos 1	1,61	1,30	1,33
Farinha ossos 2	2,39	1,64	1,67
dms (5%)	2,65	3,74	1,38
CV (%)	50,12	46,85	28,28

Uma vez que o flúor move-se rapidamente na corrente transpiratória (WOLTZ, 1964), a redução da transpiração, controlando-se a intensidade de luz e temperatura, é um procedimento que atenua o aparecimento dos sintomas de toxidez do flúor, em plantas sensíveis (POOLE & CONOVER, 1976). Estes autores, em um outro trabalho (POOLE & CONOVER, 1972), demonstraram que temperaturas mais baixas e alta umidade relativa, reduziu o aparecimento de necrose em *Cordyline terminalis* Kunth 'Baby Doll'. No entanto, as condições da casa de vegetação em que conduzimos os experimentos, não nos permitiu o controle da temperatura, a qual permaneceu em níveis altos, por um determinado período de tempo (máx. = 36,8 e mín. = 17°C). Para aumentarmos a umidade relativa, mantínhamos o piso da casa de vegetação, sob um filme d'água. Já quanto à luminosidade, esta foi medida várias vezes durante o experimento e se manteve entre 15.000 e 20.000 lux. De acordo com OSBORNE et alii (1985) e POOLE & CONOVER (1973), a luminosidade, para produção de *Cordyline terminalis* Kunth, deve ser mantida entre 30.000 e 35.000 lux. Desse modo, não podemos considerar que a luminosidade, durante o período do experimento, tenha agravado os sintomas de toxidez, mas temos que levar em conta a alta temperatura e a baixa umidade relativa, o que possivelmente contribuíram para aumentar a taxa transpiratória e, conseqüentemente, os sintomas de toxidez.

O tempo requerido para o aparecimento dos

sintomas foi variável entre os tratamentos. Com seis dias de experimento, plantas tratadas com fosfato natural (dose 2), começaram a apresentar folhas enrugadas, com o aspecto de encharcamento de tecido. Em *Cordyline terminalis* Kunth 'Baby Doll', POOLE et alii (1971), observaram o aparecimento de danos foliares entre 3 ou 4 dias, quando as mudas foram colocadas em meio de propagação que continha flúor. Já CONOVER & POOLE (1972b), observaram, também em *Cordyline terminalis* 'Baby Doll', colocada em meio de propagação, que os sintomas apareceram entre o sétimo e o décimo dia.

A aparência de encharcamento e murcha, é frequentemente associada com injúria por flúor, indicando um colapso celular e vazamento do fluído da célula para os espaços intercelulares (POOVAIAH & WIEBE, 1973).

No sétimo dia, após o início do experimento, foram observados sintomas de toxidez em plantas tratadas com termofosfato (dose 2) e com super simples (dose 2).

Aos quinze dias de tratamento pudemos constatar que plantas tratadas com super triplo e farinha de ossos mantinham-se saudáveis, sendo que plantas tratadas com super triplo (dose 2), apresentaram sintomas de toxidez de flúor na terceira semana após o início do experimento e plantas tratadas com farinha de ossos (dose 2), só começaram a apresentar toxidez, à partir da quarta semana de experimento.

Os sintomas de toxidez começaram pelo aparecimento de pontas queimadas, as quais, dependendo do tratamento, progrediam para necrose marginal, à princípio em um dos lados e posteriormente para ambos os lados do limbo foliar. A cor das áreas necróticas era marfim claro, com uma fina linha marrom, que separava a área necrótica da sadia. Estas características estão de acordo com WEINSTEIN (1971), já que *Cordyline terminalis* Kunth 'Red edge' é uma planta que apresenta folhas estreitas. Também OSBORNE et alii (1985), encontraram sintomas semelhantes em *Cordyline terminalis* Kunth 'Baby Doll'.

4.4. Relação entre teor de flúor e concentração de macronutrientes

4.4.1. No solo

O pH (CaCl_2) do solo variou entre 4,77 e 5,00 (Tabela 6), sendo que o valor mais alto foi encontrado com a aplicação de termofosfato (dose 2). Isto é de se compreender, uma vez que o pH deste adubo é levemente alcalino. Como já foi dito anteriormente, o pH abaixo de 6,0 facilita a absorção do flúor, já que os compostos formados em solos ácidos são altamente solúveis (TRESHOW, 1971).

Tabela 6. Resultados das análises químicas do substrato em vasos com plantas de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge' submetidas a diferentes adubos fosfatados contendo flúor (média de 3 vasos).

Tratamentos	pH CaCl ₂	M.O. % *	Fósforo µg/cm ³	Potássio ----- meq/100cm ³	Cálcio meq/100cm ³	Magnésio -----	Enxofre µg/cm ³
Testemunha	4,87	12,93a**	88,33	1,06	6,93	3,77	52,00
NPK	4,90	13,06a	113,67	1,32	6,76	3,41	37,67
Super triplo 1	4,80	12,70a	99,33	1,32	5,96	2,68	44,00
Super triplo 2	4,80	12,73a	122,67	1,36	5,73	2,62	46,33
Super simples 1	4,80	12,86a	98,33	1,17	6,21	2,72	80,00
Super simples 2	4,77	12,46a	107,33	1,28	6,45	2,84	136,67
Fosfato natural 1	4,83	12,76a	132,00	1,32	7,06	2,75	38,00
Fosfato natural 2	4,83	12,40a	174,67	1,39	7,61	2,70	39,00
Termofosfato 1	4,90	12,43a	102,33	1,17	6,17	4,17	38,00
Termofosfato 2	5,00	11,90b	134,00	1,39	6,65	4,47	30,67
Farinha ossos 1	4,87	12,50a	87,33	1,21	6,77	4,35	43,00
Farinha ossos 2	4,83	12,60a	101,33	1,32	8,24	4,55	41,00
dms (5%)	0,12		38,34	0,31	2,21	1,76	62,11
CV (%)	0,84	1,63	11,47	8,37	11,23	17,58	40,37

*Os dados originais, em porcentagem, foram multiplicados por arco seno $\sqrt{x}$ de acordo com PIMENTEL GOMES (1987), para a análise de variância e determinação da diferença mínima significativa.
 **As médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença mínima significativa nos dados transformados (originais multiplicados por arco seno $\sqrt{x}$).

Quanto ao teor de matéria orgânica, apenas o tratamento com termofosfato (dose 2) apresentou diferença estatística com relação aos demais tratamentos, o qual teve a menor quantidade de matéria orgânica (11,90%). No entanto, todos os tratamentos apresentaram um alto teor de matéria orgânica.

O tratamento que apresentou maior teor de fósforo no solo foi o fosfato natural (dose 2), seguido pelo termofosfato (dose 2) e fosfato natural (dose 1). Pode-se observar, comparando-se os teores de fósforo no solo (Tabela 6) e o teor de flúor nas plantas (Tabela 4), que estes três tratamentos apresentaram maior concentração de flúor, o que sugere um aumento no teor deste elemento nas maiores concentrações de fósforo no solo.

BRENNAN et alii (1950), encontraram em plantas de tomate, as quais receberam flúor na forma de HF atmosférico, que em geral, o conteúdo de flúor nas folhas foi maior com o aumento do teor de fósforo no solo. Para estes autores, o fósforo parece aumentar a mobilidade do flúor das raízes para as folhas, causando então, mais severas injúrias em níveis mais altos de fósforo.

A análise de correlação entre os teores de flúor e fósforo no solo, demonstra um valor próximo de uma reta (0,744). Este valor pode ser explicado, pelo menos em parte, pelo fato de que os três maiores valores da concen-

tração de fósforo e flúor, no solo, pertencem aos mesmos tratamentos.

Apenas o tratamento testemunha apresentou diferença estatística sobre o teor de potássio, com relação aos demais tratamentos, uma vez que todos os outros tratamentos receberam a mesma dose de KNO_3 como fonte deste elemento.

Os tratamentos com super triplo (doses 1 e 2) apresentaram diferença significativa com relação aos demais tratamentos, para a concentração de cálcio no substrato, os quais tiveram menor teor deste elemento entre os tratamentos. Aqui deve-se notar, que o maior teor de cálcio foi encontrado no tratamento farinha de ossos (dose 2), diferenciando este tratamento dos demais.

Os tratamentos com farinha de ossos e termofosfato apresentaram teores mais altos de magnésio no solo. Estes adubos contêm na sua constituição o elemento magnésio. Não foi constatado nenhuma correlação entre o teor de magnésio e dos demais nutrientes com o teor de flúor.

WEINSTEIN (1977) encontrou, em plantas de tomates fumigadas com HF, uma diminuição no teor de flúor com baixo nível de cálcio e magnésio no solo. Em nosso trabalho pudemos observar que ocorreu maior teor de cálcio e menor de magnésio no solo, nos tratamentos que apresentaram maior concentração de flúor.

Os maiores teores de enxofre foram encontrados nos tratamentos super simples (doses 1 e 2), sendo estes os únicos tratamentos que apresentaram diferença estatística significativa, quanto ao teor de enxofre no solo. Este adubo apresenta em sua composição 12% de enxofre.

4.4.2. Na planta

Apenas o tratamento testemunha apresentou diferença estatística significativa com relação à concentração de nitrogênio (Tabela 7), uma vez que todos os demais tratamentos receberam a mesma quantidade deste elemento. Não foi observado relação entre a concentração de nitrogênio e o teor de flúor na planta ou mesmo com a presença de sintomas de toxidez nas folhas.

Ocorreu um aumento no acúmulo de fósforo na planta com a maior taxa de adubo fosfatado empregado. Não houve diferença estatística entre os tratamentos super triplo (doses 1 e 2), super simples (dose 2), fosfato natural (dose 2), termofosfato (dose 2) e farinha de ossos (doses 1 e 2). A testemunha apresentou o menor teor de fósforo na planta e os demais tratamentos tiveram uma concentração de fósforo intermediária aos tratamentos citados. Não houve relação entre teor de fósforo no solo e a concentração deste elemento na planta. A análise de correlação

entre a concentração de flúor na base e o teor de fósforo na mesma porção da planta, apresentou resultado negativo (0,102), o que indica que o aumento de um não está relacionado ao maior valor do outro.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos, quando o acúmulo de potássio nas plantas, com excessão dos tratamentos super triplo (dose 2) que apresentou maior acúmulo deste elemento e a testemunha, a qual teve o menor teor de potássio.

Quanto à concentração de cálcio nos tecidos, não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados. Também não foi observado relação entre concentração de cálcio e acúmulo de flúor nas folhas.

Apenas o tratamento testemunha apresentou diferença significativa quanto ao teor de magnésio. Houve um aumento no teor de magnésio nos tratamentos, quando comparados com a testemunha, não havendo então, diminuição no teor de magnésio com o aumento da concentração de flúor, como foi observado por BREWER et alii (1960), em laranjas-da-baia expostas ao gás fluorídrico.

MCCUNE et alii (1966), trabalhando com gladiolos, encontraram um aumento na quantidade de pontas queimadas na variedade Elisabeth the Queen, em plantas crescidas em baixo teor de magnésio. Tal relação não foi observada neste experimento.

Tabela 7. Resultados das análises químicas da quantidade de nutrientes acumuladas na parte aérea de plantas de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge', submetidas a diferentes adubos fosfatados contendo flúor (média de 3 vasos).

Tratamentos	N (g)	P (mg)	K (g)	Ca (g)	Mg (mg)	S (mg)
Testemunha	0,15	28,16	0,40	0,16	44,92	52,23
NPK	0,25	46,01	0,47	0,14	45,77	58,77
Super triplo 1	0,33	54,40	0,55	0,18	47,51	80,42
Super triplo 2	0,40	68,58	0,61	0,20	51,97	86,00
Super simples 1	0,32	53,89	0,58	0,19	50,58	84,58
Super simples 2	0,34	59,66	0,51	0,19	52,59	87,64
Fosfato natural 1	0,28	47,25	0,50	0,19	48,34	79,58
Fosfato natural 2	0,33	55,31	0,57	0,20	50,41	84,14
Termofosfato 1	0,29	51,83	0,49	0,17	52,53	68,20
Termofosfato 2	0,34	54,50	0,44	0,17	53,78	72,82
Farinha ossos 1	0,29	56,95	0,54	0,19	55,19	79,17
Farinha ossos 2	0,33	58,07	0,55	0,19	59,49	82,78
dms (5%)	0,18	26,08	0,18	0,09	13,91	25,29
CV (%)	11,62	16,74	11,88	17,48	9,23	11,24

A análise de correlação entre a concentração de flúor e magnésio, ambos no ápice da planta, apresentou como resultado 0,605, sendo portanto uma correlação significativa; no entanto, o mesmo não foi observado na base das plantas.

Com os resultados obtidos com relação à concentração de enxofre nas plantas, pode-se observar que o tratamento super simples (dose 2) apresentou maior teor deste elemento na planta, já que este adubo apresenta 12% de enxofre em sua composição. Os tratamentos super simples (doses 1 e 2), super triplo (dose 2) e fosfato natural (dose 2) não diferiram estatisticamente entre si quanto à concentração de enxofre, mas apresentaram diferença com relação aos demais tratamentos.

A análise de correlação entre o acúmulo de macronutrientes na planta e o peso da matéria seca (Tabela 8), demonstrou que os resultados encontrados com todos os elementos, com exceção do cálcio, que apresentou uma fraca correlação, estão diretamente relacionados com o peso da matéria seca, ou seja, com o aumento destes elementos na planta, houve também um incremento no peso da matéria seca.

Com excessão da concentração de fósforo no solo, não podemos afirmar que a concentração dos macronutrientes, no solo ou na planta, tenha contribuído ou que esteja relacionado com o teor de flúor e consequente aparecimento de sintomas de toxidez. Em gladiolos, WEINSTEIN

(1977) também não encontrou efeito de níveis de N, K, Ca e Mg na concentração de flúor nas folhas.

Tabela 8. Análises de correlação entre acúmulo de macronutrientes na parte aérea e o peso da matéria seca, de plantas de *Cordyline terminalis* (L.) Kunth 'Red edge' submetidas à vários adubos fosfatados contendo flúor.

Macronutrientes Âpice + base	Peso matéria seca (g)
Nitrogênio (g)	0,912
Fósforo (mg)	0,819
Potássio (g)	0,843
Cálcio (g)	0,445
Magnésio (mg)	0,879
Enxofre (mg)	0,895

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

1. Teores de 2 a 4,25 ppm F no tecido, da base das plantas, apresentaram sintomas de toxidez de flúor.

2. O teor de flúor foi maior na base do que no ápice das plantas.

3. Nos tratamentos farinha de ossos, super triplo e super simples, todos na dosagem de 150 kg P_2O_5 /ha, os sintomas de toxidez foram menos intensos e as concentrações de flúor no tecido foram menores.

4. Os macronutrientes não interferiram no teor de flúor e sintomas de toxidez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D.F. Recognition of the effects of fluorides on vegetation. *Journal of the Air Pollution Control Association*, Pittsburgh, PA, 13(8): 360-62, August, 1963.

ADAMS, D.F. & SULZBACH, C.W. Nitrogen deficiency and fluoride susceptibility of bean seedlings. *Science*, Washington, 133: 1425-26, 1961.

ALLMENDINGER, D.F.; MILLER, L.V.; JOHNSON, F. The control of fluorine scorch of gladiolus with foliar dusts and sprays. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Lake Alfred, Florida, 56: 427-32, 1950.

BARTHOLOMEW, R.P. Fluorine, its effect on plant growth and its relation to the availability to plants of phosphorus in phosphate rocks. *Soil Science*, New Jersey, 40(3): 203-17, 1935.

BENEDICT, H.M.; ROSS, J.M.; WADE, R.W. The disposition of atmospheric fluorides by vegetation. *International Journal Air Water Pollution*, New York, 8: 279-89, 1964.

- BEN-JAACON, J., POOLE, R.T.; CONOVER, C.A. Tipburn of *Chlorophytium comosum* 'Vittatum'. *HortScience*, St. Joseph, Mich., 19(3): 445-47, 1984.
- BRAEN, S.N. & WEINSTEIN, L.H. Uptake of fluoride and aluminum by plants grown in contaminated soils. *Water, Air and Soil Pollution*, Dordrecht, Holland, 24: 215-223, 1985.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. - Métodos padrões oficiais para análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes. Brasília, 1982. 137p.
- BRENNAN, E.G.; LEONE, I.A.; DAINES, R.H. Fluorine toxicity in tomato as modified by alterations in the nitrogen, calcium and phosphorus nutrition of the plant. *Plant Physiology*, Maryland, 25: 736-47, 1950.
- BREWER, R.F. Fluorine. In: CHAPMAN, H.D., ed. *Diagnostic criteria for plants and soils*. University of California, Division of Agricultural Sciences, 1966. cap. 12, p.180-96
- BREWER, R.F.; GUILLEMET, F.B.; SUTHERLAND, F.H. The effects of atmospheric fluoride on gladiolus growth, flowering and corn production. *American Society for Horticultural Science*, Lake Alfred, Florida, 88: 631-34, 1966.
- BREWER, R.F.; SUTHERLAND, F.H.; GUILLEMET, F.B. The relative susceptibility of some popular varieties of roses to fluoride air pollution. *American Society for Horticultural Science*, Lake Alfred, Florida, 91: 771-76, 1967.

BREWER, R.F.; CHAPMAN, H.D.; SUTHERLAND, F.H., McCULLOH, R. B. Effect of fluorine additions to substrate on navel orange trees grown in solution cultures. *Soil Science*, New Jersey, 87(4): 183-88, April, 1959.

BREWER, R.F.; CREVELING, R.K.; GUILLEMET, F.B.; SUTHERLAND, F.H. The effects of hydrogen fluoride gas on seven citrus varieties. *American Society for horticultural Science*, Lake Alfred, Florida, 75: 236-43, 1960.

BUSTAMANTE, M.M.C. Efeitos fisiológicos e bioquímicos do flúor em dois cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill). Viçosa, 1988. 75p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).

CHANG, C.W. Comparison of the biochemical mechanism of growth retardation caused by fluoride and ozone. *Fluoride*, Detroit, Mich., 11(2): 55-9, 1978.

CHANG, C.W. & THOMPSON, C.R. Site of fluoride accumulation in Navel Orange Leaves. *Plant Physiology*, Maryland, 41: 211-13, 1966.

COMPTON, D.C. & REMMERT, L.F. Effect of air-born fluorine on injury and fluorine content of gladiolus leaves. *American Society for Horticultural Science*, Lake Alfred, Florida, 75: 663-75, 1960.

CONOVER, C.A. Foliage plants. In: LARSON, R.A., ed. *Introduction to floriculture*. Orlando, Academic Press, 1980. cap. 21, p.555-87

- CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Influence of fluoride on foliar necrosis of *Cordyline terminalis* cv. Baby Doll during propagation. Florida State Horticultural Society, Lake Alfred, Florida, 84: 380-83, 1971.
- CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Influence of shade and nutritional levels on growth and yield of *Scindapsus aureus*, *Cordyline terminalis* 'Baby Doll' and *Dieffenbachia exotica*. University of Florida. Agricultural Research Center, IFAS, Apopka, 1972a. 9p.
- CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Production of high quality plants of *Cordyline terminalis* 'Baby Doll'. Florida Foliage Grower, Gainesville, 9(8): 1-2, August, 1972b.
- CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Factors influencing notching and necrosis of *Dracaena deremensis* 'Warneckii' foliage. University of Florida. Agricultural Research Center, Apopka, 1973. 10p.
- CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Influence of fertilization, superphosphate and lime on mottling of *Dracaena fragrans*. HortsScience, St. Joseph, Mich., 15(1): 23-24, February, 1980.
- CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Guide fertilizing tropical foliage plant crops. IFAS, University of Florida. Agricultural Research Center. Apopka, ACR-A Research Report RH-81-1, 1981a. 9p.
- CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Fluoride analysis of materials commonly available as nutritional soil amendments. IFAS, University of Florida, Agricultural Research Center - Apopka, ARC-A Research Report RH-81-12, 1981b. 5p.

CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Fluoride induced chlorosis and necrosis of *Dracaena fragrans* 'Massangeana'. J. Amer. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Mich., 107(1): 136-39, 1982.

CONOVER, C.A. & POOLE, R.T. Light and fertilizer recommendations for production of acclimatized potted foliage plants. University of Florida, IFAS. Agricultural Research Center - Apopka. ARC-A Research Report RH-84-7, 1984. 11p.

COOKE, J.A.; JOHNSON, M.S.; DAVIDSON, A.W. Uptake and translocation of fluoride in *Helianthus annuus* L. grown in sand culture. Fluoride, Detroit, Mich., 2(2): 76-88, April, 1978.

CURY, J.A. Estudos do metabolismo do flúor em função da sua administração a ratos por períodos pré-natais sucessivos. Piracicaba, 1984. 136p. (Livre-Docência - Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP).

FISHER, J.B. Agavaceae. In: Halevy, A.H., ed. CRC Handbook of Flowering. Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc., 1985. vol. 1, p.394-97.

HEATH, R.L. Initial events in injury to plants by air pollutants. Ann. Rev. Plant Physiol., Palo Alto, Calif., 31: 395-431, 1980.

HETTERSCHEID, W.L.A. & BOS, J.J. Het geslacht *Cordyline* onder de lope. Vaklad voor de Bloemisterij, Holland, 31: 28-35, augusters, 1990.

HITCHCOCK, A.E.; ZIMMERMAN, P.W.; COE, R.R. Results of ten years work (1951-1960) on the effect of fluorides on gladiolus. *Contributios from Boyce Thompson Institute*, New York, NY, 21: 303-44, 1962.

HITCHCOCK, A.E.; ZIMMERMAN, P.W.; COE, R.R. The effect of fluorides on milo maize (*Sorghum* sp.). *Contributions from Boyce Thompson Institute*, New York, NY, 22: 175-206, 1963.

IVINSKIS, M. & MURRAY, F. Associations between metabolic injury and fluoride susceptibility in two species of *Eucalyptus*. *Environmental Pollution*, London, Series A, 34: 207-23, 1984.

JACOBSON, J.S.; WEINSTEIN, L.H., McCUNE, D.C.; HITCHCOCK, A. E. The accumulation of fluorice by plants. *Journal of the Air Pollution Control Association*, Pittisburch, PA, 16(8): 412-17, August, 1966.

KELLER, Th. Translocation of fluoride in woody plants. *Fluoride*, Detroit, Mich., 7(1): 31-35, January, 1974.

KIEHL, E.J. *Manual de Edafologia; relações solo-planta*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1972. 262p.

LARSEN, S. & WIDDOWSON, A.Z. Soil Fluorine. *Journal of Soil Science*, Oxford, Ingl., 22(2): 210-21, 1971.

LEDBETTER, M.C.; MAVRODINEANU, R.; WEISS, A.J. Distribution studies of radioactive fluorine-18 and stable fluorine-19 in tomato plants. *Contributions from Boyce Thompson Institute*, New York, NY, 20: 331-348, 1960.

- LEONE, I.A.; BRENNAN, E.G.; DAINES, R.H.; ROBBINS, W.R.
Some effects of fluorine on peach, tomato and buck wheat
when absorbed through the roots. *Soil Science*, New
Jersey, 66: 259-66, 1948.
- LEONE, I.A.; BRENNAN, E.; DAINES, R.H. Atmospheric fluori-
de: Its uptake and distribution in tomato and corn
plants. *Plant Physiology*, Maryland, 31: 329-33, 1956.
- MCCUNE, D. & WEINSTEIN, L.H. Metabolic effects of atmos-
pheric fluorides on plants. *Environmental Pollution*,
London, Great Britain, 1: 169-74, 1971.
- MCCUNE, D.C.; HITCHCOCK, A.E.; WEINSTEIN, L.H. Effect of
mineral nutrition on the growth and sensitivity of gla-
diolus to hydrogen fluoride. *Contributions from Boyce
Thompson Institute*, New York, NR, 23(8): 295-99, 1966.
- MacLEAN, D.C. & SCHNEIDER, R.E. Effects of gaseous hydro-
gen fluoride on the yield of field-grown wheat. *Envi-
ronmental Pollution*, London, Series A, 24: 39-44, 1981.
- MacLEAN, D.C.; SCHNEIDER, R.E.; MCCUNE, D.C. Fluoride sus-
ceptibility of tomato plants as affected by magnesium nu-
trition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Mich.,
101(4): 347-52, 1976.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do
estado nutricional das plantas; princípios e aplicações.*
Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Po-
tassa e do Fosfato, 1989. 201p.

- MAROUSKY, F.J. Symptomatology of fluoride and boron injury in *Lilium longiflorum* Thunb. J. Amer. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Mich., 106(3): 341-44, 1981.
- MAROUSKY, F.J. & WOLTZ, S.S. Relationship of phosphate fertilization and soil pH to incidence of Leaf Scorch and fluorine content in Easter Lilies. HortScience, St. Joseph, Mich., 10(3): 51, June, 1975a. Abst.
- MAROUSKY, F.J. & WOLTZ, S.S. Incidence of leaf scorch in hybrid lilies as influenced by fluoride and superphosphate. Florida State Horticultural Society, Lake Alfred, Florida, 8: 612-15, 1975b.
- MAROUSKY, F.J. & WOLTZ, S.S. Influence of Lime, Nitrogen, and Phosphorus sources on the availability and relationship of soil fluoride to leaf scorch in *Lilium longiflorum* Thunb. J. Amer. Soc. Hort. Sci., St. Joseph, Mich., 102(6): 799-804, 1977.
- OSBORNE, L.S.; CHASE, A.R.; HENLEY, R.W. *Dracaena marginata*. University of Florida. IFAS. Agricultural Research and Education Center, Apopka. AREC-A Foliage Plant Research note RH-1984-D, 7p.
- OSBORNE, L.S.; CONOVER, C.A.; CHASE, A.R. *Cordylyne* (Ti plant). University of Florida, IFAS. Agricultural Research and Education Center - Apopka. AREC-A Foliage Plant Research note RH-1985-A. 7p.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel S.A., 12a. edição, Piracicaba, SP., 1987. 467p.

- POOLE, R.T.; McCONNELL, D.B.; KNAUSS, J.F. Leaf necrosis of *Dracaena* 'Baby Doll'. *Florida Foliage Grower*, Gainesville, 8(1): 13, 1971.
- POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Necrosis of *Cordyline terminalis* 'Baby Doll' as influenced by soluble fluoride. *HortScience*, St. Joseph, Mich., 7(3): 320, 1972. Abst.
- POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Fluoride induced necrosis of *Cordyline terminalis* Kunth 'Baby Doll' as influenced by medium and pH. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, Mich., 98(5): 447-48, 1973.
- POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Foliar chlorosis of *Dracaena deremensis* Engler cv. *Warneckii* cuttings induced by fluoride. *HortScience*, St. Joseph, Mich., 9(4): 378-79, August, 1974a.
- POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Fluoride toxicity of *Dracaena* 'Janet Craig'. *HortScience*, St. Joseph, Mich., 9(3): 29, June, 1974b. Abst.
- POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Fluoride-induced necrosis of *Dracaena deremensis* Engler cv. Janet Craig. *HortScience*, St. Joseph, Mich., 10(4): 376-77, August, 1975.
- POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. A list of foliage plants sensitive to fluoride. *Florida Foliage Grower*, Gainesville, 13(7): 5, 1976.
- POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Influence of fertilizer, dolomite and fluoride levels on foliar necrosis of *Chamaedorea elegans* Mart. *HortScience*, St. Joseph, Mich., 16(2): 203-5, April, 1981a.

POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Dolomite and fluoride affect foliar necrosis of *Chamaedorea scifrizii* and *Chrysali-docarpus lutescens*. Proc. Fla. State Hort. Soc., Lake Alfred, Florida, 94: 107-9, 1981b.

POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Influence of fertilizer, dolomite, and fluoride levels on foliar necrosis of *Chamaedorea elegans* Mart. HortScience, St. Joseph, Mic., 16(2): 203-5, 1981c.

POOLE, R.T. & CONOVER, C.A. Boron and fluoride toxicity of foliage plants. University of Florida, IFAS. Agricultural Research and Education Center - Apopka. AREC-A Research Report RH -85-19, 1985. 5p.

POOLE, R.T.; CONOVER, C.A.; JOINTER, J.B. Chemical composition of good quality tropical foliage plants. Proc. Fla. State Hort. Soc., Lake Alfred, Florida, 89: 307-8, 1976.

POOVAIA, B.W. & WIEBE, H.H. Influence of hydrogen fluoride fumigation on the water economy of soybean plants. Plant Physiol., Maryland, 51: 396-99, 1973.

POZIN, M.E. Fertilizer manufacture. MIR Publisher, Moscow, 1986. 373p.

RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Boletim técnico n° 81, Instituto Agronômico de Campinas (SP), 1983. 39p.

- RODRIGUES Jr., AL.L & CURY, J.A. Software utilizado em rotinas de dosagens de íons flúor. In: VII REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS (SBPqO). Pirassununga, 1990.
- ROSS, C.W.; WIEBE, H.H.; MILLER, G.W.; HURST, R.L. Respiratory pathway, flower color, and leaf area of gladiolus as factors in the resistance to fluoride injury. *Botany Gaz.*, Chigago, 129(1): 49-52, 1968.
- TRESHOW, M. Fluorides as air pollutants affecting plants. *Annual Review of Phytophathology*. Palo Alto, Calif., 9: 21-44, 1971.
- TRESHOW, M. & HARNER, F.M. Growth responses of Pinto bean and alfafa to sublethal fluoride concentrations. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, 46: 1207-10, 1968.
- TRESHOW, M.; ANDERSON, F.K.; HARNER, R. Responses of Douglas - Fir to elevated atmospheric fluorides. *Forest Science*, Lawrence, Kan., 13(2): 114-20, 1967.
- THOMAS, M.D. Air pollution with relation to agronomic crops: I general status of research on the effects of air pollution on plants. *Agronomy Journal*, Madison, Wis., 50 (8): 545-50, 1958.
- VITTI, G.C. Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta. FUNEP-SN (Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de AMônio Ltda.). FCA-UNESP, Jaboticabal, SP, 1989. 37p.

WEINSTEIN, L.H. Fluoride and Plant Life. *Journal of Occupational Medicine*. Arlington Heights, NY, 19(1): 49-78, January, 1977.

WILKERSON, D.C. & LINGAMAN, G.L. The effects of fluoride on *Chlorophytium comosum*. *HortScience*, St. Joseph, Mich., 13(3): 270, June, 1978. Abst.

WOLTZ, S.S. Translocation and metabolic effects of fluorides in gladiolus leaves. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, Lake Alfred, Florida, 77: 511-15, 1964.

WOLTZ, S.S. & MAROUSKY, F.J. Fluoride leaf scorch of lily and gladiolus: soil acidity, superphosphate and diagnostic techniques. *Florida State Horticultural Society*, Lake Alfred, Florida, 8: 609-12, 1975.

WOLTZ, S.A.; WATERS, W.E.; LEONARD, D.C. Effects of fluorides on metabolism and visible injury in cut-flower crops and citrus. *Fluoride*, Detroit, Mich., 4(1): 30-6, January, 1971.