



**Universidade  
Católica de Brasília**



**Universidade Católica de Brasília**  
Curso de Engenharia Ambiental

## ***3º Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental***



***3 a 7 de outubro de 2004,  
Brasília - DF***

# CRESCIMENTO E TEORES DE FLUORETOS EM BIOINDICADORES. I.

## *Capsicum sinensis* L.

MARIANE FURTADO GONÇALVES<sup>1</sup>

RISSANDRÉIA DANTAS DE VASCONCELOS<sup>2</sup>

BÁRBARA RODRIGUES DE QUADROS<sup>3</sup>

HERACLITO EUGENIO OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO<sup>4</sup>

ENILSON SOLANO ALBUQUERQUE SILVA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Pará (UEPA),  
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, CEP 66095-100, Belém, Pará.

[marizinhafurtado@yahoo.com.br](mailto:marizinhafurtado@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),  
Av. Tancredo Neves S/N – cx. postal 917 CEP 66077.530 Belém, Pará.

<sup>3</sup> Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA),  
Av. Tancredo Neves S/N – cx. postal 917 CEP 66077.530 Belém, Pará.

[agrobabi20@yahoo.com.br](mailto:agrobabi20@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48 –  
CEP 66095-100 – Belém – PA.

[heraclit@cpatu.embrapa.br](mailto:heraclit@cpatu.embrapa.br)

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Assistente de Pesquisa da Embrapa Amazônia Oriental.

totais em pimenteira-de-cheiro, na área de influência de emissões antropogênicas de fluoretos atmosféricos gerados no processo de produção de alumínio primário pela fábrica de alumínio da ALBRAS.

**Abstract:** The objective of the work is to determine the effects on the growth and the tenors of total fluoretos in pepper-of-smell, in I spill it of the factory of primary aluminum of ALBRAS. Therefore twelve portions were selected, that they are subdivided in five smaller portions. The effects of the treatments were certain through methods biometric and analytical. The growth of the stem, of the leaf and the area to foliate of the plant bioindicat it was affected even about 1km of the factory, in feeling it of the predominant winds, that in the area is in feeling it northeast.

**Keywords:** Growth, flour tenors and pepper-of-smell.

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas apresentam acentuadas diferenças quanto à tolerância ao flúor. Isto é válido não apenas entre espécies, mas também entre variedades dentro da mesma espécie (Bustamante et al. 1993). É verdadeiro também para plantas inferiores como musgos, samambaias e líquens (Arndt et al., 1995).

As variações dos efeitos, portanto, ocupam uma posição central na estratégia de conservação do ar, da água e do solo. Entre as ferramentas mais apropriadas para estas observações, estão os bioindicadores, cujo uso já era conhecido no século XIX, mas que apenas nos últimos 25 anos alcançaram o estágio de desenvolvimento necessário para o seu uso rotineiro (Weinstein, 1977, Arndt et al, 1995). Os bioindicadores são de especial significado para a conservação da pureza atmosférica, pois possibilitam avaliações qualitativas e quantitativas de poluentes no meio ambiente, comprovando sua presença e efeitos. Alguns bioindicadores podem estar presentes no ecossistema, como os líquens, ou podem ser aí introduzidos de forma estandardizada.

Considerou-se importante neste trabalho, usar um bioindicador já presente nos ecossistemas dos municípios de Barcarena e Abaetetuba, Estado do Pará, com o objetivo de se determinar os efeitos sobre o crescimento e os teores de fluoretos

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em áreas dos municípios de Barcarena e Abaetetuba, Estado do Pará. Foram alocadas topograficamente, 12 parcelas principais de 1.000 m<sup>2</sup> – 10 m de largura por 100 m de comprimento (Quadro 1). A alocação das parcelas teve por base o centro geométrico da fábrica de alumínio da ALBRAS, onde foi localizado o tratamento 08 (T.08). A partir desta, foram demarcadas aleatoriamente, as outras parcelas. Cada parcela foi subdividida em cinco parcelas menores, com dimensões de 10 m de largura por 20 m de comprimento. As parcelas menores foram identificadas como SP.01, SP.02, SP.03, SP.04 e SP.05.

Foi utilizada como planta bioindicadora, a pimenteira-de-cheiro (*Capsicum sinensis* L.). Quando as plantas atingiram cinco meses de idade, procedeu-se à exposição das mudas com auxílio de “gabaritos de exposição” e sobre peças de madeira de 5 cm de altura por 20 cm de diâmetro, para evitar o contato da muda com o solo e, sempre que possível, em clareiras de 200m<sup>2</sup> – 10m de largura por 20m de comprimento, localizadas nas subparcelas 02 e 04 de cada uma das 12 parcelas principais do experimento.

Os efeitos dos tratamentos foram determinados através de métodos biométrico e analítico, após 48 dias de exposição das mudas. As variáveis de respostas selecionadas para a avaliação biométrica foram as seguintes: massa seca do caule (MSC), matéria seca da folha (MSF) e área foliar (Af). Duas plantas por tratamento foram cortadas ao nível do substrato e separadas em caule e folha, e colocadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados. Posteriormente, este material foi levado para uma estufa, regulada para operar a 70°C, até atingir peso constante. Das folhas de cada planta foi retirada uma amostra de oito discos foliares de área conhecida, para estimar a área foliar. O método analítico consistiu na determinação do conteúdo de fluoretos totais, através da metodologia usada pela ASTM (1976) e Garcia-Ciudad *et al.* (1985) modificada, utilizando-se o caule (Fcaule) e as folhas (Ffolha) de duas plantas por tratamento.

O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso constituído por 12 tratamentos e duas repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de crescimento e de teores de fluoretos totais em pimenteira-de-cheiro, expressos como MSC, MSF, Af, Ffolha e Fcaule, após 48 dias de exposição estão apresentados na Tabela 1. Observam-se efeitos significativos diferenciados entre os tratamentos, segundo as variáveis respostas usadas.

**TABELA 1** – Médias de produção de massas secas de folhas, caule e parte aérea e área foliar da pimenteira-de-cheiro, após 48 dias de exposição<sup>1</sup>.

Tratamento	Parâmetros				
	MSF (g/planta)	MSC (g/planta)	Af (cm <sup>2</sup> /planta)	Ffolha (mg de F/g MS)	Fcaule (mg de F/g MS)
01	2,40 a	7,28 a	663,01 ab	5,05 d	7,95 e
02	1,51 abc	4,57 bc	682,86 ab	31,30 d	39,20 de
03	2,65 a	4,56 bc	815,11 a	185,00 d	106,30 d
04	2,47 a	5,44 abc	605,75 ab	121,80 d	31,10 e
05	1,89 a	5,20 abc	209,82 bc	34,30 d	8,00 e
06	2,54 a	5,64 abc	699,72 ab	61,75 d	28,00 e
07	2,78 a	6,28 ab	916,20 a	27,60 d	23,70 e
08	0,48 bc	1,68 de	215,69 bc	840,05 b	245,80 c
09	0,29 bc	1,45 e	103,39 c	519,91 c	462,92 b
10	1,30 abc	5,62 abc	467,69 abc	13,25 d	14,25 e
11	2,20 a	5,86 abc	759,42 a	7,00 d	33,00 de
12	0,10 c	3,76 cd	57,35 c	1.393,70 a	573,40 a
Média geral	1,72	4,78	516,33	270,06	131,14

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras minúsculas iguais, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Após 48 dias de exposição da pimenteira-de-cheiro na área experimental, foi observado que a MSF dos tratamentos T.08, T.09 e T.12 foi reduzida significativamente. A MSC e a Af, foram reduzidas significativamente nos tratamentos T.02, T.03, T.08, T.09 e T.12 e, T.05, T.08, T.09 e T.12, respectivamente. Em geral, o crescimento da pimenteira-de-cheiro, foi reduzido nas parcelas localizadas mais próximas da fábrica de alumínio da ALBRAS (Quadro 1 e Tabela 1).

Kotte (1929), citado por Arndt *et al.* (1995) relata que perdas na produção e redução do crescimento de diversas plantas têm sido observadas nas proximidades de emissores de flúor, sem controle ou insuficientemente controladas. Muitos fatores, porém, podem ser associados a tais perdas, como a espécie ou variedade da planta,

sua idade ou estágio de desenvolvimento, sua condição nutricional, a concentração de flúor na atmosfera e o tempo de exposição, ou outros fatores climáticos e edáficos.

Os teores médios de fluoretos totais nos tecidos da folha e do caule da pimenteira-de-cheiro, após 48 dias de exposição nas parcelas das áreas de influência da fábrica de alumínio da ALBRAS, variaram de 5,05 a 1.393,70 e de 7,95 a 573,40 mg de F<sup>-</sup>/g MS, respectivamente, em tecidos de folhas e caules da planta (Tabela 1). Para Ffolha, ocorreram aumentos significativos nos teores de fluoretos totais nos tratamentos T.08, T.09 e T.12 e, para Fcaule nos tratamentos T.03, T.08, T.09 e T.12.

As reduções de crescimento da folha, do caule e da área foliar das plantas de pimenteira-de-cheiro observadas, principalmente, nas parcelas mais próximas da emitente (Quadro 1 e Tabela 1), estão relacionadas com os maiores acúmulos de fluoretos totais. Resultados semelhantes têm sido relatados por vários autores (Weinstein, 1977; Bustamante *et al.*, 1993). O flúor é absorvido da atmosfera pelas plantas, principalmente pelas folhas (Weinstein, 1977), ocorrendo, também, um transporte basipetalar do F<sup>-</sup> para a raiz e outros órgãos, acompanhando a corrente de assimilados (Ledbetter, Mavrodineanu e Weiss, 1960).

#### 4. CONCLUSÕES

Os danos causados no crescimento do caule, da folha e da área foliar da planta bioindicadora, são mais pronunciados até cerca de 1 km da fábrica de alumínio da ALBRAS, no sentido dos ventos predominantes, que na região é no sentido nordeste.

O acúmulo de fluoretos totais nos tecidos da folha e do caule da planta de pimenteira-de-cheiro foi significativamente aumentado nestes órgãos nos tratamentos T.12, T.09, T.08 e T.04.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNDT, U.; FLORES, F.E.V.; WEINSTEIN, L.H. **Efeitos do flúor sobre as plantas: diagnose de danos na vegetação do Brasil**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1995. 155p.

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS). Methods for analysis for fluoride content of plant tissues. Annual Book of ASTM Standards Methods, 1976. D-3269, D-3270.

BUSTAMANTE, M.; OLIVA, M.A.; SANTÁNNIA, R. e LOPES, N.F. Sensibilidade da soja ao flúor. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, n.2, p.151-157, 1993.

GARCIA-CIUDAD, A.; GARCIA-CAIADO, E.L.; PONTON-SAN EMETERIO, C. Determination of fluoride in plant samples by a potentiometric method and near-infrared reflectance spectroscopy. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.16, n.10, p.1107-1122, 1985.

LEDBETTER, M.C.; MAVRODINEANU, R.; WEISS, A.J. Distribution studies of radioactive fluorine-18 and stable fluorine-19 in tomato plants. **Contribution of the Boyce Thompson Institute**. n.20, p.331-348, 1960.

WEINSTEIN, L.H. Fluoride and plant life. **Journal of Occupational Medicine**, n.19, p.49-78, 1977.