

Boro (^{10}B) em laranja: absorção e mobilidade

RODRIGO MARCELLI BOARETTO

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 2006

Boro (^{10}B) em laranja: absorção e mobilidade

RODRIGO MARCELLI BOARETTO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ENEDI BOARETTO

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro – 2006

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Seção Técnica de Biblioteca – CENA/USP

Boaretto, Rodrigo Marcelli

Boro (¹⁰B) em laranjeira: absorção e mobilidade / Rodrigo Marcelli Boaretto; orientador Antonio Eneidi Boaretto. - - Piracicaba, 2006.
120 p. : fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências.
Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) –
Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

Bibliografia.

1. Adubação foliar 2. Citricultura 3. Fertilidade do solo 4. Isótopos estáveis 5. Nutrição vegetal I. Título

CDU 634.31:631.81

Ao

TAO

TODO

DEDICO

*Aos meus pais, Juarez e Vanda,
que com muita dedicação e amor
sempre estiveram ao meu lado*

A Luciana

A Irmã Daniela

A todos os meus familiares...

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio Eneidi Boaretto, pela orientação, ensinamentos, confiança, incentivo, paciência e apoio em todas etapas deste trabalho.

Aos Prof. Dr. Takashi Muraoka e Prof. Dr. Cássio Hamilton Abreu Junior pelo convívio e troca de experiências e informações.

À Profa. Dra. Maria Fernanda Giné Rosias e a Dra. Ana Cláudia Dias Sanches Bellato, pelo auxílio nas análises no ICP-MS.

Prof. Dr. Patrick Brown e ao Dr. Hening Hu, da Universidade da Califórnia, por me receber em seu laboratório e pela atenção dada durante minha permanência nos EUA.

Ao Prof. Dr. Francisco Assis A. Mourão Filho e ao Dr. Antonio José Quaggio pelas sugestões na elaboração dos experimentos.

Ao Dr. Tsuioshi Yamada da Potafos pelo apoio e atenção.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, por colocar à disposição pesquisadores, funcionários e infra-estrutura, que possibilitaram a execução do trabalho e pela possibilidade de realização do curso.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP), pelas concessões de bolsas e pelo auxílio financeiro das pesquisas.

Aos funcionários e amigos dos Laboratórios de Nutrição Mineral de Plantas e Fertilidade do Solo, em especial a Henriqueta, que me aturou todos esses anos.

Aos estagiários Carolina, Marcos, Alexandre e Viviane pelo auxílio nas atividades laboratoriais.

Aos amigos da Pós-Graduação, Anderson, Mario, Marquinhos, Raul, Rachel, Denis, Tatiana, Fernanda, Barizon, Adriana, Thiago, Roberto Wagner, Genelício, Jose Lavres, Felipe, Cleusa... pela amizade e companheirismo durante o período de realização do curso.

Aos amigos que nos incentivam e dão força Célio, Décio, Ricardo, o pessoal do futebol e...

Aos amigos de Davis Todd, Romeu, Rose, Marcus, Marília, Erik, Fabiana, Lenn, Fernanda, Richard, Gerardo, Alexandra, Llanos, sem os quais a minha permanência nos EUA não teria sido a mesma.

A Fazenda Santa Lúcia, Grupo Branco Peres, e aos Engenheiros Agrônomos Luciano Momesso e André Leonardo, pela concessão da área experimental e apoio no experimento de campo.

A todas as pessoas que de alguma forma colaboraram com a execução deste trabalho.

“Não se pode resolver um problema usando o mesmo tipo de raciocínio que causou o problema.” (Albert Einstein)

“Nada se pode ensinar a um homem, o que se pode é ajudar a ele aprender as coisas em si mesmo.” (Galileu Galilei)

*“A vida é muito importante para ser levada a sério”
(Oscar Wilde)*

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Importância econômica da citricultura	4
2.2 Características gerais das plantas de cítricas	5
2.3 Influência do porta-enxerto na composição mineral da copa	7
2.4 Elemento Boro.....	10
2.5 O Boro como nutriente	11
2.6 Definições utilizadas na tese: Absorção, mobilidade, transporte e redistribuição ou remobilização	15
2.7 Absorção de Boro pelas plantas.....	16
2.8 Mobilidade do Boro nas plantas	20
2.9 Boro em laranjeiras	23
2.10 Comparação entre as adubações no solo e nas folhas.....	25
2.11 Boro estável (¹⁰ B)	30
2.12 Espectrometria de massas com fonte de plasma.....	32
3 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 Experimentos	34
3.1.1 Experimento 1: Absorção radicular do B em laranjeiras jovens e sua redistribuição nas plantas.....	34
3.1.2 Experimento 2: Absorção foliar de B por laranjeiras jovens e sua redistribuição na planta	39
3.1.3 Experimento 3: Redistribuição do B absorvido pelas raízes e folhas de laranjeiras jovens	41
3.1.4 Experimento 4: Absorção do B pelas raízes e folhas das laranjeiras e sua redistribuição para os frutos	42
3.2 Análises químicas	47
3.2.1 Preparo das amostras	47

3.2.2 Determinação do B total	47
3.2.3 Determinação de razões isotópicas ($^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$)	48
3.3 Análise isotópica	49
3.3.1 Equipamento (ICP-MS)	49
3.3.2 Otimização e calibração de massas do ICP-MS	49
3.3.3 Diminuição do efeito de memória	50
3.4 Materiais e Analíticos	51
3.4.1 Materiais de laboratório	51
3.4.2 Adubo enriquecido em ^{10}B	51
3.5 Cálculo da % Bppf.....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Experimento 1: Absorção radicular do B em laranjeiras jovens e sua redistribuição nas plantas.....	53
4.1.1 Variação do pH e da condutividade elétrica na solução nutritiva	53
4.1.2 Acúmulo de biomassa	56
4.1.3 Concentração de B total	58
4.1.4 Partição do B total e do ^{10}B na laranjeira	63
4.1.5 Concentração na laranjeira do B proveniente da solução nutritiva.....	65
4.1.6 Redistribuição do B na laranjeira.....	68
4.2 Experimento 2: Absorção foliar de B por laranjeiras jovens e sua redistribuição na planta	73
4.3 Experimento 3: Redistribuição do B absorvido pelas raízes e folhas de laranjeiras jovens	79
4.4 Experimento 4: Absorção do B pelas raízes e folhas das laranjeiras e sua redistribuição para os frutos	83
4.4.1 Concentração de B total nas folhas, na parte lenhosa dos ramos e nos frutos.....	83
4.4.2 Concentração de B proveniente do fertilizante nas folhas, nas partes lenhosas e nos frutos e mobilidade do nutriente na laranjeira	88
4.4.3 Efeito residual da adubação com B.....	91
4.4.4 Produção e exportação de B.....	96
5 CONCLUSÕES	99
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1. A – Vista geral do início do experimento; B – Sistema radicular da laranjeira recém transplantada em solução nutritiva	36
Figura 3.2. Aplicação de ¹⁰ B no solo, simulando o sistema de gotejo	44
Figura 3.3. Valores de temperatura e precipitação pluviométrica registrada pela fazenda durante o período do experimento. Épocas de aplicação de ¹⁰ B: 1 ^a Adubação (29/09/2003); 2 ^a Adubação (19/01/2004)	46
Figura 3.4. Diagrama do sistema de injeção em fluxo. L representa a alça de amostragem (50 cm), C a solução transportadora (H ₂ O) e W o lixo. As setas pequenas indicam a ação da bomba peristáltica e a maior o movimento da seção central do injetor	50
Figura 4.1. Variação do pH das soluções nutritivas dos diferentes tratamentos, em função dos dias após o início do tratamento com ¹⁰ B.....	55
Figura 4.2. Variação da condutividade elétrica da solução nutritiva dos diferentes tratamentos, em função dos dias após o início do tratamento com ¹⁰ B	56
Figura 4.3. Concentração de B nas partes lenhosas da laranjeira	61
Figura 4.4. Concentração de B total na laranjeira	62
Figura 4.5. Partição do B nas partes da laranjeira.....	64
Figura 4.6. Partição do B nos órgãos da laranjeira.....	65
Figura 4.7. Concentração de B proveniente do fertilizante na matéria seca das folhas das laranjeiras.....	66
Figura 4.8. Concentração de B proveniente do fertilizante por kg de matéria seca nos tecidos lenhosos da laranjeira.....	67
Figura 4.9. Concentração de B proveniente da solução nutritiva na matéria seca das flores e frutos da laranjeira.....	68
Figura 4.10. Contribuição das reservas de B da planta para as folhas novas.....	69
Figura 4.11. Contribuição das reservas de B da planta para os ramos novos.....	70

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

