

UNIVERSIDADE BRASIL  
CURSO DE AGRONOMIA

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM BORO LÍQUIDO NO SOLO SOBRE A  
PRODUTIVIDADE DO RABANETE (*Raphanus sativus L.*)**

**FERTILIZING EFFECT WITH SOBREA SOIL BORO ON RADISH  
PRODUCTIVITY (*Raphanus sativus L.*)**

LUCAS PAULO BORTOLOTTI MARTINS

DESCALVADO

2016

UNIVERSIDADE BRASIL  
CURSO DE AGRONOMIA

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM BORO LÍQUIDO NO SOLO SOBRE A  
PRODUTIVIDADE DO RABANETE (*Raphanus sativus L.*)**

**FERTILIZING EFFECT WITH SOBREA SOIL BORO ON RADISH  
PRODUCTIVITY (*Raphanus sativus L.*)**

Lucas Paulo Bortolotti Martins

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Pizetta

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Banca Examinadora, como parte das  
exigências da Matriz Curricular do Curso de  
Graduação em Agronomia da UNIVERSIDADE  
BRASIL - Campus Descalvado – SP

DESCALVADO

2016

## FICHA DE APROVAÇÃO

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me motivaram a ir mais longe, que me ensinaram a fazer o meu melhor, a desenvolver o meu potencial, que mesmo em situações difíceis o meu carácter deveria ser irrepreensível, que mesmo nas dificuldades sempre estiveram ao meu lado, me auxiliando nos caminhos da vida, que me incentivaram ao estudo e podendo chegar cada vez mais longe.

Agradeço aos meus pais

Lucas

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus, por me dar paz, sabedoria e que me faz buscar ser o melhor que eu posso ser. Obrigado senhor por principalmente me dar forças para seguir em frente e lutar pelos meus sonhos a cada dia.

A Nossa Senhora Aparecida, por me proteger, abençoar, dar força, saúde, iluminando meu caminho; por tudo que ela me permite alcançar em minha vida e ajudando a superar todas as fases difíceis vividas.

A minha mãe Lourdes Ermínia Fernanda Bortolotti Martins, que nunca deixou de incentivar meus estudos, me ajudando nas horas difíceis, sempre acreditando que um dia seria capaz de conseguir meus objetivos.

Agradeço ao meu Pai o Sr. Donizete Vicente Martins, que me ajudou a realizar o meu trabalho prático, e me ensinou a ter amor pela terra que nos dá o nosso alimento.

A minha namorada, Viviana Cláudio pelo amor, compreensão, carinho, companheirismo, mesmo estando longe nunca deixou de me apoiar.

Aos meus avós Antônio Bortolotti e Emília Peixoto Bortolotti, Benedito Martins e Benedita de Lurdes Santana Martins, por estimular o meu gosto pelos estudos.

A Universidade BRASIL do município de Descalvado – SP por ter tornado possível a realização deste curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Carlos Pizetta, pela orientação, amizade, paciência, confiança, profissionalismo, apoio, humanismo e principalmente compreensão.

A Profa. Ms. Vera Lucia Monelli Sossai pela sua paciência, determinação, competência, profissionalismo e pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao coordenador do curso de Agronomia, Prof. Dr. Fabio Mazzone pelo a dedicação, incentivo, amizade, compreensão, paciência, dedicação, ajuda e apoio para a conclusão deste curso.

A banca examinadora pelos comentários e sugestões, por aceitarem o convite contribuindo para a finalização deste trabalho.

Aos meus amigos, todos sem exceção, pelos bons momentos, pela amizade, todos que passaram por aqui, e que participaram do meu crescimento, principalmente nas horas de estudos e discussão, mais também nas horas de descontração.

Aos Professores que tive a oportunidade de ter aulas, transmitindo o seu conhecimento e experiência de vida, sempre com dedicação e carinho ao ensinar, gostaria de agradecer a cada um deles, expressando os meus agradecimentos e um profundo respeito que serão pouco diante do que me foi oferecido durante este período.

A todos os meus amigos da turma de agronomia, durante a convivência em 5 anos juntos compartilhando alegria e sonhos.

A todos que fizeram parte diretamente ou indiretamente, e que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse realizado e que não foram lembrados.

Meus sinceros agradecimentos  
Lucas Paulo Bortolotti Martins

## EPÍGRAFE

O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer.

“Albert Einstein”

**SUMÁRIO**

LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
3.1. A CULTURA DO RABANETE .....	3
3.2. O ELEMENTO BORO.....	4
3.3. BORO NA ALIMENTAÇÃO.....	4
3.4. BORO NO SOLO.....	5
3.5. BORO NAS PLANTAS.....	6
3.6. BORO NAS HORTALIÇAS .....	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6. CONCLUSÕES .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Análise química do solo .....	10
Tabela 2 - Recomendações de uso pelo fabricante .....	17
Tabela 3 - Diâmetro da raiz e peso por ha <sup>-1</sup> em função das doses de Boro.....	24

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Escolha da área .....	9
Figura 2 - Limpeza do terreno .....	10
Figura 3 - Revolvimento do solo.....	12
Figura 4 - Levantamento dos canteiros .....	12
Figura 5 - Aplicação do calcário .....	13
Figura 6 - Incorporação do calcário.....	13
Figura 7 - Esquadreamento da área .....	14
Figura 8 - Separação das parcelas .....	14
Figura 9 - Aplicação do adubo de plantio .....	15
Figura 10 - Aplicação do B líquido.....	15
Figura 11 - Incorporação do adubo e B líquido.....	16
Figura 12 - Separação das doses de B .....	16
Figura 13 - Coveamento das parcelas .....	18
Figura 14 - Transplante das mudas de rabanete.....	18
Figura 15 - Primeira adubação de cobertura após 5 dias de transplante .....	19
Figura 16 - Segunda adubação de cobertura após 10 dias de transplante .....	20
Figura 17 - Terceira adubação de cobertura 15 dias após o transplante .....	20
Figura 18 - Irrigação manual .....	21
Figura 19 - Retirada de plantas daninhas .....	21
Figura 20 - Início da colheita .....	22
Figura 21 - Pesagem do rabanete.....	22
Figura 22 - Diâmetro do rabanete .....	23
Figura 23 - Peso kg. ha <sup>-1</sup> de rabanete em relação as doses de B.....	25
Figura 24 - Diâmetro (cm) da raiz do rabanete em relação as doses de B .....	26

## RESUMO

O trabalho foi realizado a campo, no Sítio São Luiz em Santa Cruz das Palmeiras, SP em Latossolo Vermelho – amarelo (argiloso), onde foram avaliados cinco tratamentos, sendo uma testemunha e quatro doses de B: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 L. ha<sup>-1</sup> na forma líquida na produção de rabanete. As parcelas foram de 1 m de comprimento por 1 m de largura. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições. A aplicação de calcário e as adubações de plantio com o 04-20-20 e a aplicação do B líquido foram incorporados com o auxílio de uma enxada aos 10 dias antes do replantio. As adubações de cobertura com 20-00-20 foram divididas em três etapas, aos 5, 10 e 15 dias após o replantio. Toda a parte de limpeza, levantamento dos canteiros, separação das parcelas, aplicação e incorporação do calcário, coveamento, plantio, capina e irrigação foram feitas de forma manual. Após 45 dias da aplicação de calcário foi aplicado o adubo de plantio e o B líquido e após 10 dias foi realizado o transplante das mudas de rabanete. A colheita foi realizada aos 22 dias após o transplante, realizando a pesagem e medindo o diâmetro da raiz do rabanete, foi feita as anotações e os dados submetidos a análise de variância da regressão. Não houve efeito significativo da aplicação de B sobre o peso e diâmetro do rabanete.

**Palavras-chaves:** Micronutriente, adubação borácica, produção.

## ABSTRACT

This work was accomplished in São Luiz farm in Santa Cruz das Palmeiras, SP, Brazil, where five treatments were evaluated: one control and four doses of B: 0,2; 0.4; 0.6; 0.8 L. ha<sup>-1</sup> in liquid form in radish production. The plots were 1 m long and 1 m wide. The experimental design was in randomized blocks with five replicates. The application of limestone and planting fertilizations with 04-20-20 and the application of liquid B were incorporated with the aid of a hoe at 10 days before replanting. Cover fertilizations with 20-00-20 were divided into three stages at 5, 10 and 15 days after replanting. All the cleaning, lifting of the beds, separation of the plots, application and incorporation of the limestone, covered, planting, weeding and irrigation were done manually. After 45 days of application of limestone was applied the fertilizer planting and the liquid B and after 10 days was carried out the transplant of the radish seedlings. Harvesting was performed at 22 days after transplantation, weighing and measuring the root diameter of the radish, the annotations and the data submitted to analysis of variance of the regression. There was no significant effect of the application of B on the weight and diameter of the radish.

Keywords: Micronutrient, boracic fertilization, production.

## 1. INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus*) é uma planta de porte reduzido, de raízes globulares, de coloração escarlate - brilhante, e polpa branca (FILGUEIRA, 2000). Tendo origem na china e no mediterrâneo. Cultivado a mais de 4700 anos pelos egípcios, e a mais de 2400 anos pelos chineses e coreanos (EMBRAPA, 2009).

É uma planta da família Brassicácea, atualmente é muito consumido na Ásia devido a fonte de vitaminas C, fósforo e fibras, contem poucas calorias, e expectorante natural e também estimula a digestão (CALBO, 2009).

Apesar de ser uma cultura de pequena expressão em questão de área plantada, é cultivado em grande número de pequenas propriedades dos cinturões verdes das regiões metropolitanas (CARDOSO e HIRAKI, 2001).

A vantagem de se produzir a cultura do rabanete, é a possibilidade de ganhos durante o tempo transcorrido entre duas culturas de ciclo longo, pois além de ser uma cultura mais rústica, apresenta ciclo curto, de 25 a 30 dias aproximadamente, possibilitando assim um retorno econômico mais rápido (TORRES et al., 2003).

Esta cultura adapta-se melhor ao plantio nas épocas de outono-inverno, tolera bem o frio e a geadas leves. Temperaturas mais baixas e dias mais curtos favorecem o desenvolvimento das raízes tuberosas mantendo a planta vegetativa por mais tempo (FILGUEIRA, 2007).

O pH favorável para a cultura do rabanete e em torno de 5,5 a 6,8, desenvolvendo melhor em solos soltos, leves e profundos. Em solos férteis não é necessário a adubação (FILGUEIRA, 2007).

A cultura do rabanete e exigente em B a sua falta pode causar deficiência como o coração negro que deixam as folhas quebradiças e as raízes escamosas (AZEVEDO, 1999).

Ao longo do ciclo da cultura do rabanete, o suprimento de água no solo deve ser aproximadamente de 100% evitando flutuações drásticas de umidade que podem vir a acarretar rachadura nas raízes tuberosas (FILGUEIRA, 2000).

## **2. OBJETIVO**

O objetivo do trabalho foi testar diferentes doses de B líquido aplicadas à cultura do rabanete, avaliando as características de peso e diâmetro do rabanete.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. A CULTURA DO RABANETE

O rabanete é uma olerícola, que tem como característica o seu ciclo de produção curto, apesar de não ser produzido em larga escala torna-se uma alternativa de renda interessante para os produtores, também utilizada como rotação de cultura (MINAMI et al., 1998).

Cultura com grande fonte importante de vitaminas A, C, complexo B, cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na) e ferro (Fe) (CARDOSO e HIRAKI, 2001). Também possui propriedades medicinais como; laxativa, diurética, e estimula o apetite, rico em fibras, auxiliando no emagrecimento para pessoas que estão de dieta (EMBRAPA, 2009).

Sua colheita inicia-se aos 25-35 dias após a semeadura direta, não devendo ultrapassar o estágio apropriado. Após a colheita as plantas são lavadas e atadas em maços para a sua comercialização (FILGUEIRA, 2007).

A produtividade do rabanete varia entre 15 a 30 toneladas de raízes por hectare ou 16.000 a 20.000 maços. No Brasil a produção está concentrada nas regiões sudeste e sul (EMBRAPA, 2009).

O rabanete não é uma cultura muito exigente em nutrientes, desde que seja rico em húmus e pouco úmido (FILGUEIRA, 2003), porém segundo Cecílio Filho et al. (1998), um fator que pode prejudicar a produtividade comercial do rabanete, e sua perda de qualidade das raízes é a ocorrência de desordens fisiológicas de origem nutricional.

O cultivo da cultura do rabanete em alguns casos é favorecido quando cultivado em solos areno-argilosos e friáveis, porém é exigente em B, sua carência pode levar a planta ter necroses nas raízes tuberosas (FILGUEIRA, 2003).

O rabanete pode ser também comercializado na forma de produto minimamente processado na forma de fatias finas embaladas em sacos plásticos a vácuo parcial (CALBO e MORETTI, 2000).

### 3.2. O ELEMENTO BORO

O B é um semi metal leve ( $10,81 \text{ g.mol}^{-1}$ ), e de raio iônico muito pequeno ( $0,23 \text{ \AA}$ ), seu número atômico é 5 e sua configuração eletrônica é  $1s^2, 2s^2, 2p^1$ , sempre trivalente e ocorre em solução sempre coordenado por três hidroxilas, em formas de ligações covalentes, em solução forma um ácido muito fraco, com dissolução parcial nos valores de pH 9,14 ( $pK_1$ ), 13,14 ( $pK_2$ ) e 13,80 ( $pK_3$ ), suas formas dissolvidas mais importantes são  $B(OH)_3^0$ , e  $B(OH)_4^-$ , os quais tem maior mobilidade no solo (RAIJ, 1991).

O B pode ser encontrado nas rochas ígneas variando em teores entre  $5 \text{ mg.kg}^{-1}$  no basalto a  $15 \text{ mg.kg}^{-1}$  no granito e rochas sedimentares  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ , nas rochas calcárias  $35 \text{ mg.kg}^{-1}$  no arenito a  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$  no argilito (Harmsen e Vlek, 1985, citados por RAIJ, 1991).

A água do mar tem alta concentração de boro ( $4,4 \text{ mg.L}^{-1}$ ), devido a facilidade com que lixiviado das rochas, sedimentos de solos, a medida com que estes estão sendo intemperados (SIMS e BINGHAM, 1968).

### 3.3. BORO NA ALIMENTAÇÃO

Além de ser um nutriente para plantas, o B também é essencial para a vida do homem, atua no metabolismo de nutrientes e substratos energéticos no funcionamento do cérebro e na performance psicomotora e cognitiva (NIELSEN, 1997).

A principal fonte de B para o homem é através da ingestão de frutas, leguminosas e hortaliças, a ingestão diária de um adulto deve ser de 1 a 13 mg (NILSEN, 1997).

Segundo Hunt (1996), o baixo teor de B no organismo causa problemas como; baixa no sistema imunológico, inflamações e disfunção hormonal e o alto teor de B no organismo pode ser prejudicial causando perda de apetite, peso, diminui atividade sexual, causa náusea, redução do volume de sêmen, degeneração e atrofia os testículos (CHAPIN, 1998).



Uma dieta rica em boro também pode causar; diarreia, vômito e dermatites (LINDEN et al. 1986).

### 3.4. BORO NO SOLO

A disponibilidade de boro nos solos brasileiros varia de 30 a 60 mg kg<sup>-1</sup> e o boro solúvel em água quente de 0,06 a 0,5 mg kg<sup>-1</sup>, indicando que apenas pequenas frações de B ocorre na forma disponível (MALAVOLTA, 1980).

No solo, o boro ocorre como borato ou ácido bórico, é absorvido fortemente na fração orgânica e inorgânica (BARROS; NOVAIS, 1996).

O B disponível no solo está principalmente associado a matéria orgânica, implicando maiores concentrações nos horizontes superficiais, indicando que o teor de boro diminui com o aumento da profundidade (VANDERLEI et al, 1988). Portanto há uma correlação do teor de B disponível e a quantidade de matéria orgânica (VANDERLEI et al., 1988; MALAVOLTA, 1980; BALONI, 1997).

A disponibilidade de B para as plantas varia com a textura do solo; em solos arenosos por exemplo a disponibilidade é muito baixa devido a lixiviação, a baixa capacidade de adsorção desses solos, e ao pH ácido do solo (DANTAS1991).

A forma química mais encontrada nos solos e o ácido fraco H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. Apenas em solos com pH alto, a forma B (OH)<sub>4</sub>, passa a ser predominante (RAIJ, 1991). Também como bórax (Na<sub>2</sub> B<sub>4</sub> O<sub>7</sub>. 10 H<sub>2</sub>O), esterco de animais, resíduos vegetais e fontes inorgânicas (MALAVOLTA et. al., 2002).

Dentre os micronutrientes o B e um dos mais importantes, porque afeta o desenvolvimento das culturas (FAQUIN,1994).

A deficiência de B nos solos tem provocados grandes perdas de produtividade em algumas culturas. A maioria das adubações com esse micronutriente e realizada somente em solos onde já foi constatada a deficiência, não levando em consideração o teor inicial de B no solo para se fazer a recomendação correta, geralmente sintomas de deficiência aparecem rapidamente, após um período de alta umidade seguido por diminuição (MARIANO et al., 2000).

### 3.5. BORO NAS PLANTAS

Bergman (1984) relata que os primeiros estudos de efeito a aplicação de boro em plantas iniciaram a partir de 1876, na literatura existem discordâncias quanto ao autor que demonstrou a essencialidade do B nas plantas. A prova inicial foi publicada por Warington em 1923 (POWER e WOODS, 1997).

Nos solos brasileiros o B é um dos micronutrientes que mais limitam o rendimento das culturas, principalmente se forem cultivadas em solos de textura arenosa, pois os micronutrientes tendo mobilidade alta podem ser perdidos por lixiviação (BLEVINS e LUKASZEWSKI, 1998).

O B provavelmente é absorvido na forma de ácido bórico não dissociado ( $H_3BO_3$ ) porém existem controversas de sua absorção ser passiva ou ativa (MALAVOLTA; VITTI, OLIVEIRA, 1997).

Em todas as culturas de uma maneira geral, a deficiência de B, é a que ocorre com maior frequência (GUPTA, 1979; BLEVINS e LUKASZEWSKI, 1998).

Segundo Goldberg (1997) os principais fatores que implicam na disponibilidade de B são: textura do solo, quanto mais arenoso o solo, menor a disponibilidade de nutrientes, a umidade do solo sendo que a disponibilidade de B diminui com a redução da umidade, matéria orgânica (quanto maior a matéria orgânica, maior a disponibilidade de B).

O B está relacionado a uma série de processos fisiológicos da planta: como transporte de açúcares, síntese da parede celular, lignificação, estrutura da parede celular, respiração, metabolismo, de carboidratos, metabolismo de RNA, metabolismo do ácido indolilacético e diminuição da taxa de alumínio (MARSCHNER, 1995).

Entre os fatores ambientais, a taxa de transpiração é a que mais influencia absorção de B, quanto maior a transpiração maior a absorção de B que é influenciada pela umidade, temperatura e intensidade luminosa (HU e BROWN, 1997).

Segundo Amberger (1988), o crescimento das radículas das plantas pode ser paralisado por 48 horas a omissão de B. A deficiência de B também

causa rápido endurecimento da parede celular, formando complexos com carboidratos que controla a disposição de micelas de celulose, não permitindo o aumento normal no volume da célula (MALAVOLTA, 1980).

O B tem efeito na formação dos vasos xilemáticos, e sua falta é prejudicial ao desenvolvimento da planta. Cabe ressaltar que o excesso de boro protege o crescimento do sistema radicular em solos com alto teor de alumínio (LENOBLE et al., 2000).

A deficiência de B causa uma má formação das raízes, folhas quebradiças, pequeno número de flores, folhas de coloração amarronzada e baixa produtividade dos frutos, e o excesso pode causar a morte da planta (SAH e BROW, 1997). Pode ainda causar a paralização do crescimento e a morte da extremidade da haste principal da planta, leva a formação de ramos laterais cuja as extremidades vêm a morrer (SILVA e FERREYRA, 1998).

Em espécies onde o B é móvel no floema, os sintomas de toxicidade se mostram através de morte dos brotos terminais ou mesmo secreção profusa na axila da folha, com lesões marrons ao longo do caule e pecíolos, desordens nos frutos, necrose na casca devido a morte do tecido cambial e morte do broto terminal (BROWN e HU, 1996).

O transporte de B na planta ocorre através do xilema, através de processos ativos e passivos que regulam o movimento do B por membranas, de um modo geral o B é considerável imóvel na planta, contudo estudos mostram que esta afirmação não devia ser generalizada, pois sabe que este micronutriente é móvel em algumas espécies de plantas (BROWN e HU, 1994).

Segundo Brown e Hu (1996) em algumas espécies o B é móvel no floema sendo B complexado por poliois; como; manitol, dulcitol, e sorbitol. Esses poliois são formados por tecidos fotossintetizadores e transportados pelo floema para drenos; como: meristemas reprodutivos, meristemas vegetativos, suprido a necessidade de nutrientes em folhas jovens e frutos.

O B tem a função de facilitar o transporte de açúcares através das membranas, participando também da síntese da base nitrogenada uracila, sendo base precursora da uridina difosfato glicose, coenzima essencial para a síntese da sacarose. A uracila é uma base nitrogenada componente do RNA que, quando deficiente em B afeta a síntese do ácido nucleico e consequentemente a síntese de proteínas (FAQUIN, 1994).

O conhecimento da mobilidade do nutriente no solo favorece a escolha do manejo, que será adotado na prevenção ou na correção da deficiência. Quando o nutriente é imóvel na planta, é necessário o fornecimento frequente de nutriente, neste caso a aplicação foliar de boro deverá promover um melhor resultado na produção em cultivares com maior mobilidade de nutrientes. Plantas em que o boro é imóvel, a aplicação mais viável seria via solo, para fornecer o nutriente continuamente por todo o ciclo da planta (MALAVOLTA et al., 1997).

### **3.6. BORO NAS HORTALIÇAS**

Entre os micronutrientes, a adubação mineral com B é uma das mais importantes para o cultivo das hortaliças (FILGUEIRA, 2000).

Se destacam entre as hortaliças mais ricas em B o rabanete a cenoura e as brássicas. No grupo das brássicas o repolho a couve flor e os brócolos (MARTENS e WESTERMANM, 1991).

Os sintomas de deficiência de B nas hortaliças podem se manifestar de diversas formas, similares aos das plantas, podendo ser provocador por; doenças viróticas, deformações das folhas causadas por reguladores de crescimento ou ataque de pragas no seu sistema radicular (MAGALHÃES, 1988).

Em brássicas por exemplo a deficiência é determinada com o aparecimento de coloração escuro a parte central do caule, cabeças pequenas e malformadas e coloração bronzeada (FILGUEIRA, 1982). Nos tubérculos como beterraba e rabanete pode ser observado coração negro nas raízes (SHELP et al., 1992).

O B e o zinco são os micronutrientes que resultam em ganho de produtividade nas culturas implantadas (AZEVEDO et al., 2000).

Na cultura do rabanete Trani et al., (1996), recomendam de 1 a 2 kg. ha<sup>1</sup> de B, sem levar em consideração o tipo de solo, então o rabanete é uma das culturas com maior exigência e probabilidade de resposta a aplicação de B.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho-escuro (argiloso) no sítio São Luiz em Santa Cruz das Palmeiras, onde foi feita a escolha do local do experimento (figura 1), e a limpeza do terreno (figura 2).



Figura 1 - Escolha da área



Figura 2 - Limpeza do terreno

Foi realizada uma análise química do solo no dia 27/10/2015, coletando-se a uma profundidade de 0 a 0,2 m, no local do experimento, que resultou nos resultados da Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo

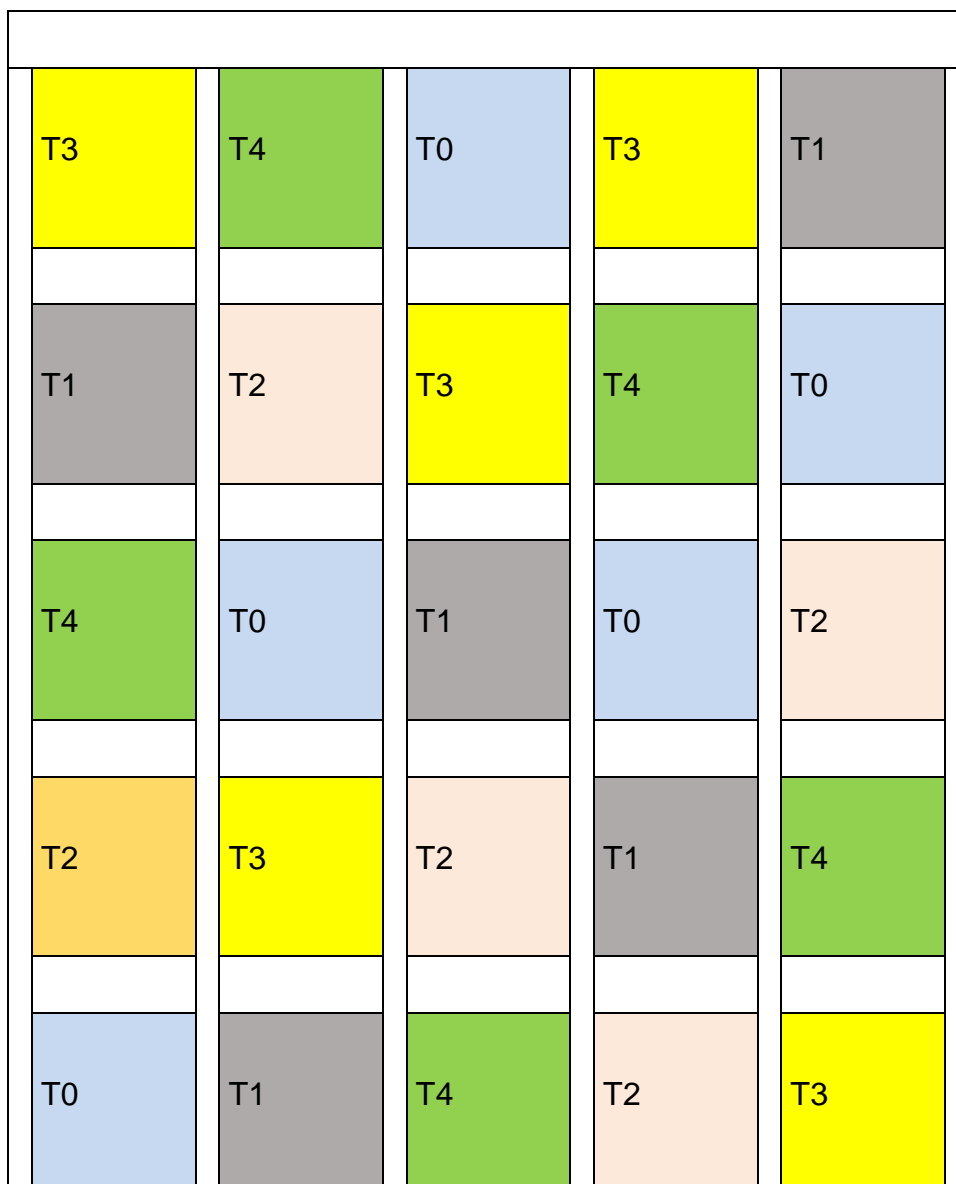
<b>pH</b>	<b>M.O.</b>	<b>P<sub>resina</sub></b>	<b>B</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		-----	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----				%
5,5	43	15	0,01	1,0	36	13	33	50,0	83,0	60

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, comparando 4 doses de B líquido e 1 testemunha com 5 repetições, totalizando 25 parcelas. As doses de B líquido foram: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 L.ha<sup>-1</sup> e a variedade utilizada foi a Crimson Gigante, O teor de B no solo foi de 0,01 mg dm<sup>-3</sup>



O experimento foi conduzido a nível de campo, com 5 canteiros de 5,80 metros de comprimento por 1 m de largura, os canteiros foram separados totalizando 25 parcelas de 1 m e corredores de 20 cm.

Cada parcela foi constituída por 4 linhas de 1 metro de comprimento, com espaçamento nas entre linhas de 20 cm e entre plantas de 10 cm. Foi utilizada toda a área útil da parcela.



Legenda

T0 - Testemunha    T1 - 200 ml de B    T2 - 400 ml de B    T3 - 600 ml de B    T4 - 800 ml de B

Após toda a área ser limpa e antes do plantio foi realizada todas as operações de preparo do solo, como; revolvimento do solo (figura 3),

levantamento dos canteiros (figura 4), aplicação do calcário (figura 5) e incorporação do calcário (figura 6).



Figura 3 - Revolvimento do solo



Figura 4 - Levantamento dos canteiros





Figura 5 - Aplicação do calcário



Figura 6 - Incorporação do calcário

Logo após a incorporação do calcário foi feito o esquadrejamento da área (figura 7) e a separação das parcelas (figura 8).





Figura 7 - Esquadramento da área



Figura 8 - Separação das parcelas



Após 45 dias após a calagem, foi aplicado o adubo de plantio na fórmula 04-20-20 (figura 9), juntamente com o B líquido (figura 10) e incorporado levemente com a enxada (figura 11).



Figura 9 - Aplicação do adubo de plantio



Figura 10 - Aplicação do B líquido





Figura 11 - Incorporação do adubo e B líquido

As doses de B líquido que foram utilizadas foram: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 L.ha<sup>-1</sup> separadas em garrafas pet (figura 12), seguindo as recomendações de sua bula (tabela 2).



Figura 12 - Separação das doses de B

Tabela 2 - Recomendações de uso pelo fabricante

RECOMENDAÇÕES DE USO			
Culturas	Dosagem por aplicação		Épocas de aplicação
	ml.100 litros de água	L. há	
Algodoeiro	250 a 500	0,50 a 1,0	4 a 5 aplicações antes do florescimento e as demais com intervalo de 7 a 10 dias
Arroz, Milho, Sorgo e Trigo	250 a 500	0,50 a 1,0	Aplicar entre 15 a 20 dias após a emergência e repetir no início do florescimento
Cafeeiro	250	1	3 a 4 aplicações anuais, iniciando antes do florescimento e as demais com intervalo de 45 a 60 dias
Cana-de-açúcar	500	1	Aplicar quando as brotações estiverem com 60 a 70 cm de comprimento e se houver necessidade, repetir 15 dias após
Citro	50	1	3 a 4 aplicações anuais, iniciando antes do florescimento e as demais com intervalo de 45 a 60 dias
Girassol	1000 a 2000	2,0 a 4,0	Aplicar entre 15 a 20 dias após a emergência e repetir 10 dias após
Soja	250 a 500	0,50 a 1,0	Aplicar entre 20 a 30 dias após a emergência (V3 a V4) e repetir no início do florescimento
Hortalças em geral	50 a 100	0,20 a 0,40	3 aplicações: 15, 30 e 45 dias após o transplante

Após 10 dias da aplicação do adubo de plantio e do B líquido foi feita toda o coveamento das parcelas com perfurador manual no espaçamento de 10 cm entre planta e 20 cm entre linhas, com 4 linhas cada parcela (figura 13).





Figura 13 - Coveamento das parcelas

Depois de ser feito todo o coveamento foi iniciado o transplante das mudas de rabanete (figura 14).



Figura 14 - Transplante das mudas de rabanete

Após 5 dias de transplante foi realizada a primeira adubação de cobertura com aplicação de 15 g.m<sup>2</sup> de NPK 20-00-20 (figura 15), e respectivamente com 10 dias (figura 16) e com 15 dias após o transplante (figura 17), todas as adubações foram realizadas manualmente.



Figura 15 - Primeira adubação de cobertura após 5 dias de transplante





Figura 16 - Segunda adubação de cobertura após 10 dias de transplante



Figura 17 - Terceira adubação de cobertura 15 dias após o transplante

Os tratos culturais desta cultura foram realizados manualmente como: irrigação (figura 18) e retiradas de plantas daninhas (figura 19).





Figura 18 - Irrigação manual



Figura 19 - Retirada de plantas daninhas

Vinte e dois dias após o transplante foi realizada a colheita (figura 20), analisando o peso (figura 21) e o diâmetro da raiz (figura 22) do rabanete.





Figura 20 - Início da colheita



Figura 21 - Pesagem do rabanete



Figura 22 - Diâmetro do rabanete

A análise dos dados foi realizada conforme produção e calculados conforme a variação de B líquido por tratamento.

As medidas dos resultados dos efeitos da adubação boro líquido nas variáveis diâmetro e peso foram submetidas a análise de variância e as medidas dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software ASSISTAT, versão 7.7 beta (Silva 2014).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso e diâmetro da raiz do rabanete não foram influenciados significativamente pelas doses de B (tabela 3).

A dose de 200 mL.ha<sup>-1</sup> de B proporcionou 13696,4 kg.ha<sup>-1</sup> de raiz de rabanete, resultando em 18,97% maior que a produção da testemunha (11510,4 kg ha<sup>-1</sup>).

Com doses de 600 mL.ha<sup>-1</sup> de B ocorreu a maior produtividade de raiz do rabanete (14297 Kg.ha<sup>-1</sup>), cuja a produtividade foi superior em 24,21% em relação a testemunha.

Com doses de 800 mL.ha<sup>-1</sup> de B a produtividade foi de 13241,6 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo 7,38% inferior a produtividade com dose de 600 mL.ha<sup>-1</sup>, porém a produtividade foi 15% superior a testemunha (tabela 3 e figura 23)

Tabela 3 - Diâmetro da raiz e peso por ha<sup>-1</sup> em função das doses de Boro

Tratamentos		
B (mL.ha <sup>-1</sup> )	Peso (kg)	Diâmetro (cm)
0	11510,4	3,40
200	13696,4	3,58
400	13681,0	3,52
600	14297,0	3,57
800	13241,6	3,56
F	0,62 n.s.	1,13 n.s.
C.V.(%)	19,65	5,54

n.s. não significativo

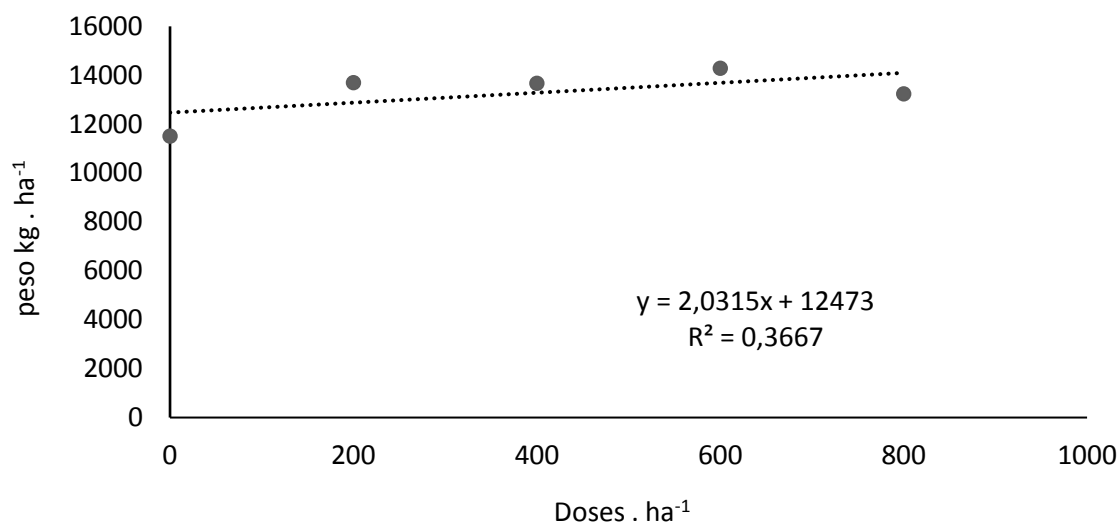


Figura 23 - Peso kg. ha<sup>-1</sup> de rabanete em relação as doses de B.

Entretanto segundo Azevedo (1999) em ensaios com doses de; 0; 0,25; 0,50; 1,50; 3,0 e 6,0 kg.ha<sup>-1</sup> de B, obteve resposta significativa na cultura do rabanete, tendo um aumento de 90% da produção máxima atingida.

FRANCOIS (1986), realizou experimento da cultura do rabanete em solo arenoso com tratamentos de 0; 3,0; 6,0; 10,0; 13,0 e 16 mg. de B.L<sup>-1</sup> (ácido bórico) e obteve redução significativa de 22% na produção de raiz, com o aumento das doses de B, para cada unidade que aumentou o B, acima de 1,0 mg.L<sup>-1</sup> a produtividade diminuiu 1,4%.

O diâmetro da raiz do rabanete foi maior (3,13 cm) com doses de 200 mL.ha<sup>-1</sup> de B. Este diâmetro foi superior a testemunha (3,40 cm) em 5,29%. Com doses de 400 a 800 mL.ha<sup>-1</sup> de B, a média de diâmetro foi em média superior a testemunha em 4,41% (Figura 24).

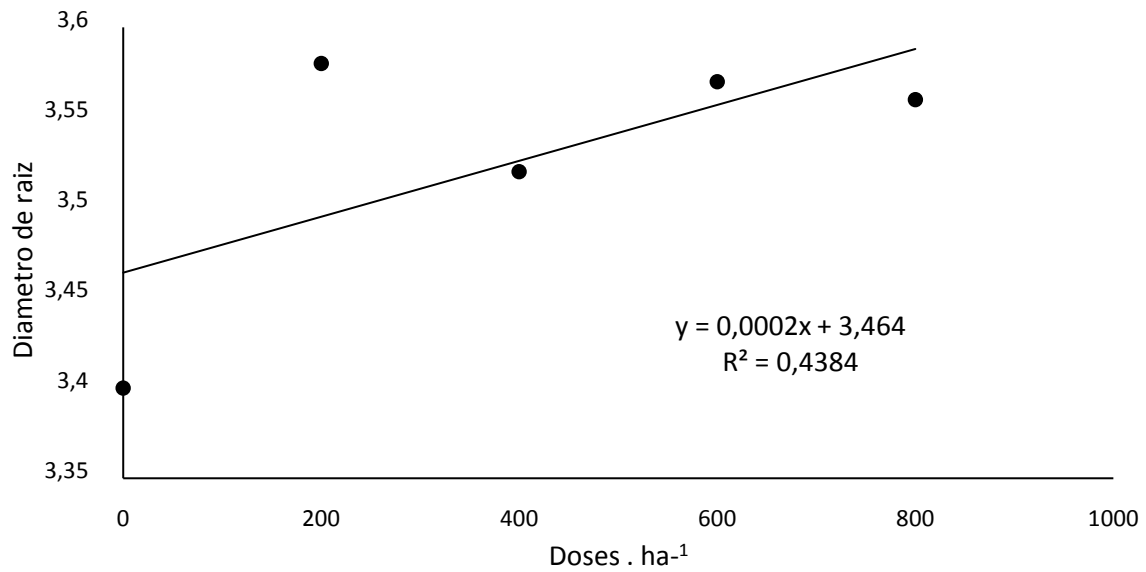


Figura 24 - Diâmetro (cm) da raiz do rabanete em relação as doses de B

Francois (1986), com os tratamentos de 0; 3,0; 6,0; 10,0; 13,0 e 16 mg. de B.L<sup>-1</sup> obteve redução do diâmetro da raiz da cultura do rabanete com aumento das doses de B.

Azevedo (1999) também não obteve diferença estatística com doses de B; variando entre 3,06 a 3,43 cm. O maior diâmetro foi onde não se aplicou B, devido provavelmente a alta fertilidade do solo, entretanto Madeira, et al., (2003) obteve resposta significativa com doses de B (7,4 L.ha<sup>-1</sup>).

## **6. CONCLUSÕES**

As aplicações das doses de B não resultaram em efeitos significativos sobre o peso e o diâmetro na cultura do rabanete. Provavelmente devido ao alto teor de matéria orgânica e fertilidade de solo que podem ter influenciado nas respostas, tornando assim inviável a aplicação de B nessas condições de solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBERGER, A. **Pflanzenernährung**: Okologische und physiologische Grundlagen Dynamik und Stoffwechsel der Nahrelemente. Stuttgart: Eugen Ulmer, 3.ed. 264p.,1988.

AZEVEDO, W.R.; **Níveis críticos do boro em rabanete cultivado em solos de várzea no sul de minas gerais**. 1999. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1999, 53p.

AZEVEDO, W. R.; FAQUIN, V.; FURTININETO, A. E. Boro em rabanete cultivados em solos de várzea: produção de matéria, seca, níveis críticos no solo e na planta. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, p. 7-14,2000.

BALONI,E.A Deficiências de boro em povoamentos florestais implantados. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 5, n. 14, p. 49-65, 1997.

BERGMANN, W. The significance of the micronutrient boron in agriculture. In: **Symposium held by the borax group in the international trade centre of the g.d.r.**; 1984, Berlin. Berlin: Borax Holdings, p.1-26, 1984.

BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Boron plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.49, p.481-500, 1998.

BROWN, P.H.; HU, H. Phloem mobility of boron is species dependent; evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. **Annals of Botany**, London, v. 77, p. 497-505, 1996.

BROWN, P.H.; HU, H. Boron uptake by sunflower, squash, and cultured tobacco cells. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.91, p.435-441, 1994.



BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Boron plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.49, p.481-500, 1998.

CALBO A.G. SAC- *Embrapa. Rabanete (Raphanus sativus)*. Disponível em: [http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos\\_colheita/rabanete.htm](http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/rabanete.htm).

Acesso em: 21/06/2016.

CALBO, A. G; MORETTI; C. L. 2000. Embrapa Hortaliças- CNPH. BRASÍLIA, Disponível em; <http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos-colheita/rabanete>. Acessado em 21/06/2016.

CARDOSO, A I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 328-331, 2001.

CECÍLIO FILHO, A.B.; FAQUIN, V; FURTINI NETO, A.E.; SOUZA, R.J. **Deficiência nutricional e seu efeito na produção de rabanete**. Científica, 26: 231-241, 1998.

CHAPIN, R.E. & KU, W.W. The reproductive toxicity of boric acid. **Environmental Health Perspectives**, 102, p. 231-241, 1998.

DANTAS, J.P. Micronutrientes no solo: boro. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, p.113 - 130, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos-colheita/dicas/rabanete.htm>. Acesso em 21/06/2016.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. FAEPE, p.227, 1994.

FRANCOIS, L. E. Effect of excess Boron on Brocoli, Cauliflower and Radish. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**, 111(4): 494-498. 1986.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, 402p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: 3º Ed. UFV, 2007, 294p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, v.2, 1982, 357p.

GOLDBERG, S. e GLAUBIG, R.A. **Boron adsorption and silicon release by the clay minerals kaolinite, montmorillonite and illite**. Soil Sci. Soc. Am. J., 49: 1374-1379, 1985.

GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. **Boron in soils and plants: Reviews**. Dordrecht: Kluwer Academic, p.35-48, 1997.

GUPTA, U.C. Boron nutrition of crops. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.31, p.273-307, 1979.

HU H.; BROWN P.H. Absorption of boron by plant roots. **Plant and Soil**, Hague, Chapter 4, v.193, p.49-58, 1997.

HUNT, C.D. The biochemical effects of physiological amounts of dietary boron. **Journal of Trace Elements in Experimental Medicine**, 9: 185, 1996.

LENOBLE, M.E.; BLEVINS, D.G.; MILES, R.J. Boro extra mantém crescimento radicular sob condições de alumínio tóxicos. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.92, p.3-4, 2000.

LINDEN, C.H.; HALL, A. H.; KULIG, K.; RUMACK, B.H. **Acute ingestion of boric acid**. Journal of Toxicology Clinical Toxicology, 24: 269, 1986.

MADEIRA, D. M.; AZARIAS, R. A.; SANTOS, A. D.; COMPRI, G. M.; YURI, J. E. Comportamento do rabanete em função de aplicação de boro. Três corações, MG, 2003. ININCOR. **Resumo. 4p.**

MAGALHÃES, J.R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1988, 64p. (EMBRAPA/CNPH documento, 1).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Editora agronomia ceres. 1980, 251 p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo; Nobel, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Fundações. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. (Ed). **Avaliação de estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a pesquisa da potassa e do Fosfato, 1997, 319p.

MARIANO, I. O. S. et e al. Níveis críticos de boro em solos de várzea para o cultivo do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1637-1644, 2000.

MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. New York: Academic Press, p.379-396, 1995.

MARTENS, D.C.; WESTERMANN, D.T. Fertilizer applications for correcting micronutriente deficiencies. In: MORTVED, J.J.; COX, F. R.; SHUMAM, L.M.

WELCH, R. M. (Ed) Micronutrients in agriculture. 2. Ed. Madison: **Soil Science Society of America**, p. 549-592, 1991.

MINAMI, K.; CARDOSO, A. I. I.; COSTA, F.; DUARTE, R. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, v. 57, p. 169-173, 1998.

NIELSEN, F.H. **Boron in human and animal nutrition**. *Plant and Soil*, v.193, p.199-208, 1997.

POWER, P.P; WOODS, W.G. The chemistry of boron and its speciation in plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, p.1-14, 1997.

RAIJ, B. van. Geoquímica de micronutrientes. In: FERREIRA, M.E & CRUZ, M.C. da, eds. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba, POTAFOS/CNPq. p.99-111.1991.

SAH, R.N.; BROWN, P. H.; Techniques for boron determination and their application to the analysis of plant and soil. **Canadian journal plant Science**. Ottawa, v. 72, p. 883-888, 1992.

SILVA, F. R.; FERREYRA, H. F. Avaliação de extratores de boro no solos de estado do Ceará. **Revista brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, 22(3): 471, 1998.

SILVA, F. de A. S. e. e Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the **Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SIMS, J.R. e BINGHAM, F.T. **Retention of boron by layer silicates, sesquioxides and soil materials**. I; Layer silicates, *Soil Sci, Soc. Am. Proc.*, 31; 728-732, 1967.

SHELP, B, J.; PENNER, R.; ZHU, Z. Broccoli (*Brassica oleracea var. italica*) cultivar response to boron deficiency. **Canadian Journal Plant Science**, Ottawa, v. 72, p. 883-888,1992.

TORRES, C. A. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; SIQUEIRA, L. G; SILVA, J. C. G.; AMORIM, C.H. F.; CARDOSO, N. S. Avaliação da densidade de plantio sobre a produção e diâmetro de rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. Suplemento CD-ROM.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Van. Hortaliças. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M. C. (Ed) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, p. 157-164 e 174, 1996 (Boletim Técnico, 100)

VANDERLEI, J.C.; FAQUIN, V.; GUEDES, G. A. A.; CURTI, N. Boro em materiais de três solos do município de lavras, MG. Separata de **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 23, n. 12, p. 1421-1429, 1988.