

## **ABSORÇÃO E MOBILIDADE DO BORO NA CULTURA DE REPOLHO( *Brassica oleracea var. capitata* )**

LIMA, Alef C. NOGUEIRA, Luiz C. A.

### **RESUMO**

A cultura do repolho é cultivada em áreas pequenas e necessita de muita mão de obra, sendo na maior parte conduzida pela agricultura familiar. Objetivo do trabalho é avaliar os efeitos da omissão de boro na solução de nutrientes e de doses de boro em aplicação foliar no crescimento e nutrição, e estudar o tempo de absorção e a mobilidade do boro em plantas de repolho. A sua exigência com micronutrientes são considerados elementos de grande importância para esta cultura, sendo o Boro uma delas. Nas hortaliças, a deficiência de boro é generalizada, podendo comprometer o crescimento, a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. Conhecimento da mobilidade dos nutrientes na planta favorece a escolha do tipo de manejo que será adotado na correção ou prevenção da sua deficiência. Desta forma, a manutenção correta e adequada da cultura é de fundamental importância para alcançar uma boa produtividade resultando em retorno econômico.

**Palavras-chave:** repolho, micronutrientes, absorção, mobilidade.

### **ABSTRACT**

The cabbage crop is grown in small areas and requires a lot of manpower, mostly driven by family farming. The objective of this work is to evaluate the effects of the omission of boron in the solution of nutrients and doses of boron in foliar application on growth and nutrition, and to study the time of absorption and the mobility of boron in cabbage plants. Their requirement with micronutrients are considered elements of great importance for this crop, with Boro being one of them. In vegetables, boron deficiency is widespread and may compromise the growth, productivity and quality of agricultural products. Knowledge of nutrient mobility in the plant favors the choice of the type of management that will be adopted in the correction or prevention of its deficiency. In this way, the correct and proper maintenance of the crop is of fundamental importance to achieve good productivity resulting in economic return

**Key-words:** cabbage, micronutrients, absorption, mobility.

## 1. Introdução

Os solos tropicais apresentam uma baixa fertilidade, e ultimamente os micronutrientes têm sido mais estudados devido à necessidade de informações da sua relação com a produtividade das culturas. Os micronutrientes são considerados elementos de grande importância pela agricultura orgânica, não somente pelo seu papel na nutrição, como na defesa e resistência da planta. Esses microminerais, como boro, zinco, manganês, cobre, molibdênio, e outros, são conhecidos como ferti-protetores das plantas, porque em equilíbrio aumentam a sua resistência e defesa natural .

As brássicas são hortaliças muito exigentes em boro, o seu fornecimento pode ser via semente, solo e foliar. O repolho possui folhas arredondadas dispostas umas sobre as outras, em forma de cabeça. É rico em fibras, sais minerais e vitaminas do complexo B, E e K. Temperaturas altas fazem com que as cabeças não fiquem bem formadas. O plantio é feito por mudas, semeadas em bandejas. É exigente em adubação e água, que deve ser fornecida constantemente para evitar rachaduras.

As gemas apicais são frequentemente danificadas pela deficiência de boro e podem até morrer. Os tecidos das plantas com essa deficiência parecem duros, secos e quebradiços (caule quebradiço). As folhas podem se tornar distorcidas e o caule, áspero e fendido, frequentemente com saliências corticentes e ou manchas. O florescimento é severamente afetado. Se o fruto se forma, frequentemente ele mostra sintomas similares aqueles encontrados nos caules. Raízes sofrem muito e infecções por bactérias e fungos frequentemente são uma consequência secundária da deficiência de boro, tanto na raiz quanto na parte aérea (EPSTEIN, EMANUEL & BLOOM, ARNOLD 2004). Assim, para garantir maior eficiência da adubação foliar com boro nas brássicas, é importante conhecer aspectos básicos da nutrição das plantas, desde as desordens nutricionais, até absorção e mobilidade na planta.

O conhecimento da mobilidade dos nutrientes na planta favorece a escolha do tipo de manejo que será adotado na correção ou prevenção da sua deficiência. As pesquisas realizadas com boro apenas utilizando-se adubação foliar, são ausentes ou incipientes nas brássicas. Apesar disso, existe a recomendação de adubação via aplicação foliar de B em brássicas para o Estado de São Paulo sendo de  $1 \text{ g L}^{-1}$ , em 3 vezes, com ácido bórico (TRANI & RAIJ, 1997).

Assim, nas plantas que o B é móvel, espera-se que as partes jovens das plantas que emergiram após a pulverização foliar tenham sua exigência nutricional atendida pela redistribuição do micronutriente, garantindo determinado efeito residual da pulverização e maior eficiência da adubação foliar. Em brássicas, o estudo sobre mobilidade de boro é ausente ou incipiente no Brasil.

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo fazer o levantamento dos efeitos da deficiência de boro na solução de nutrientes, e também de doses de boro em aplicação foliar no crescimento e nutrição, e estudar o tempo de absorção e a mobilidade do boro em plantas de repolho.

## 2. CONTEUDO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é planta herbácea, bienal e muito consumido no Brasil, possui origem Europeia e Americana, e como outras espécies dessa família origina-se da couve selvagem (*Brassica oleracea* L.). Originalmente o repolho é uma hortaliça de clima temperado, independe do fotoperíodo, sendo a temperatura o fator limitante para o desenvolvimento da planta (FILGUEIRA, 2008). Contudo, ao longo do tempo, foram obtidas cultivares adaptadas a temperaturas elevadas, ampliando conseqüentemente os períodos de plantio e de colheita. Assim, pela escolha criteriosa da cultivar, a época de plantio estende-se ao longo do ano (FILGUEIRA, 2008). As brássicas têm grande capacidade de extração de nutrientes do solo e apresentam grande conversão em pouco tempo e, para fornecer nutrientes em quantidades adequadas e equilibradas é necessário, entre outros fatores,

conhecer as exigências nutricionais de cada variedade botânica (KIMOTO, 1993). Dentre as hortaliças o repolho constitui-se em alimento de excelente qualidade, apresentando teores apreciáveis de  $\beta$ -caroteno, cálcio e de vitamina C (FERREIRA et al., 2002).

A cultura do repolho, como qualquer outra hortaliça, apresenta caráter social devido ao número de empregos gerados em consequência da exigência de mão-de-obra desde a sementeira até a comercialização. Estima-se que cada hectare plantado com hortaliças possa gerar, em média, entre 3 a 6 empregos diretos e um número idêntico de indiretos (MELO & VILELA 2007).

No estado de São Paulo a produção de repolho no ano de 2010 foi de aproximadamente 1.038 toneladas sendo que esta brássica está entre as principais olerícolas comercializadas no estado com volume de 7.123 toneladas perdendo somente para o tomate, melancia, batata e cebola (CEASA, 2012). Desta forma, o abastecimento do mercado local é oriundo de outros estados da Federação estando o SP somente com uma pequena contribuição de 0,70% (CEASA, 2012).

O repolho é uma planta tradicionalmente de inverno, desenvolvendo-se melhor em climas amenos, com temperaturas na faixa de 15 a 20 graus. A utilização de híbridos permite obter produções satisfatórias, também no verão, viabilizando o cultivo desta espécie durante todo o ano. Conforme a coloração das folhas, pode ser classificada em dois grupos : Verde e Roxo. Suas principais variedades no Brasil, você pode cultivar com sucesso as variedades de repolho “Copenhagen Market”, “Brunswick” e o híbrido japonês “Matsukase”.

O melhoramento genético realizado ao longo dos anos permitiu a obtenção de híbridos muito uniformes e vigorosos, com elevado grau de adaptabilidade as várias condições ambientais existentes em nosso país, tendo grande presença na dieta alimentar das famílias.

#### Importância da Nutrição Mineral

Para o seu desenvolvimento as plantas superiores necessitam da energia solar, que é captada e armazenada na forma de ATP e NADPH,  $\text{CO}_2$ , água e os elementos

nitrogênio, fósforo, enxofre, potássio, cálcio, magnésio, boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco. Todos esses elementos provêm do solo, com exceção do nitrogênio que, primeiramente sofre o fenômeno de fixação biológica. Os elementos químicos são componentes estruturais de metabolitos e de não metabolitos, ativadores enzimáticos e exercem ainda outras funções Sanchez & Salinas (1981).

A importância dos macronutrientes (C, H, O, N, S, P, K, Ca, e Mg) e dos micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, e Zn) é evidenciada, de forma clara, constituindo-se nos `` componentes de formação ``. As transformações energéticas constituem o metabolismo bioquímico nas plantas e os acumuladores de energia são constituídos das substâncias orgânicas e dos tecidos de armazenamento. Infelizmente, existem sérias restrições nos solos da América Latina quanto à disponibilidade de nutrientes para as culturas. A distribuição geográfica dos fatores limitantes nos solos da América Tropical foi levantada por Sanchez & Salinas (1981).

Observa-se que as deficiências mais acentuadas nos solos da América Tropical são as de nitrogênio, fósforo e potássio. Além disso, 54% dos solos desta área apresentam problemas de fixação de fósforo, 50% são deficientes em enxofre e zinco, e carência de cálcio e de magnésio, elementos relegados a um plano secundário, ocorre em cerca de 50% da área. Entre os micronutrientes, além do zinco e do boro, ocorrem problemas com o cobre. Não há estimativas sobre o percentual de áreas deficientes em boro e em molibdênio.

No século XIX, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e ferro, bem como água e CO<sub>2</sub>, eram considerados essenciais para o desenvolvimento de plantas e animais. Hoje para um elemento ser considerado essencial, ele deve satisfazer a três critérios proposto por Arnon & Stout (1939), na ausência do elemento a planta não completa o seu ciclo de vida, o elemento não pode ser substituído por nenhum outro e o elemento deve estar diretamente envolvido no metabolismo da planta, como constituinte de um composto essencial, ou ser necessário para a ação de um sistema enzimático.

## Boro

O boro tem sido um problema para os pesquisadores. Por décadas, depois da descoberta de sua essencialidade nos anos 1920, as funções que ele pode ter na fisiologia de plantas ou na bioquímica permaneceram incertas e muito ainda esta para ser aprendido. A concentração de boro nos tecidos de plantas variam bastante, estendendo-se de 5 a 300 ppm, com base em peso seco. Valores para o conteúdo de B são geralmente maiores em dicotiledôneas que em monocotiledôneas. Ele está presente como ácido bórico não dissociado,  $B(OH)^3$ , em soluções de solos com pH menores que 7 e dissociado em  $B(OH)^4$ , apenas em valores de pH mais altos. Então, o boro é o único micronutriente presente em uma ampla gama de pH como uma molécula neutra, em vez de como um íon. Nesse aspecto, ele lembra o silício, que é quantitativamente muito mais notável.

Embora numerosas funções tenham sido propostas para o boro, o consenso geral é que suas funções quantitativamente mais importantes estão relacionadas com a estrutura da parede celular e com as substâncias pécticas associadas a ela, especialmente na lamela média. Paredes celulares consistem predominantemente de polissacarídeos como celulose, com menores quantidades de glicoproteínas estruturais, enzimas, ésteres fenólicos e elementos minerais ligados iônica ou covalentemente (O' NEILL & YORK, 2003). A celulose é inserida em uma matriz de pectina e esses materiais estruturais são organizados por glicoproteínas interligadas e ricas em hidroxiprolinas (extensinas), que são as proteínas principais da parede celular (DEY, BROWNLEADER & HARBONE, 1997). Durante o crescimento da parede celular secundária, as paredes são reforçadas por lignina e suberina, atuando como vigas de aço para reforçar o concreto. Acredita-se que o boro interligue duas moléculas de um polissacarídeo da parede celular chamado ramnogalacturonano II (RGII), e, então, fornece muito da força física da parede celular. Evidências adicionais vêm de estudos mostrados que muito do boro da parede celular é associado com pectinas (HU & BROWN, 1994; MATOH & KOBAYASHI, 1998; O' NEILL et al., 2001). Dembitsky e outros (2002) revisaram a ocorrência de compostos contendo boro em plantas, algas e microorganismos.

Apesar da concordância de que é essencial para as plantas, ainda não foi estabelecida uma função bioquímica para o boro. A hipótese mais aceita é a de Gauch & Dugger Jr.(1953), para as quais a função desse elemento é a de facilitar o transporte de açúcares através das membranas. Esses autores chamaram a atenção, ainda, para a propensão do borato formar complexos com composto polihidroxilicos, inclusive açúcares e álcoois. Postularam que os compostos açúcar-borato atravessariam as membranas celulares mais facilmente do que as moléculas de açúcar altamente polares, e, por último, relataram que a translocação da sacarose nas folhas do repolho foi acelerada quando se as mergulhou em soluções que continha nesse elemento, em comparação com outras que o mesmo estava ausente. Entretanto têm sido relatados resultados contraditórios. Weise et al (1964) concluíram que a absorção da sacarose pela folha, e não a translocação em si, era influenciada pelo boro, mas esta conclusão foi contestada por Lee et al (1966).

Na procura de outras funções para o boro, aspectos do metabolismo tem sido considerados, os quais incluem: metabolismo de ácidos nucleicos, biossíntese de carboidratos, fotossíntese, metabolismo de proteínas e, recentemente, a função de estabilidade da membrana celular (DUGGER Jr., 1983; PILBEAM & KIRKBY,1983). Apesar disso, existe a recomendação de adubação via aplicação foliar de B em brássicas para o Estado de São Paulo sendo de  $1 \text{ g L}^{-1}$ , em 3 vezes, com ácido bórico (TRANI & RAIJ, 1997).

Quanto aos solos, o plantio do repolho orgânico deve ser feito em solo argilo-arenoso, profundo, com boa aeração, teor de matéria orgânica entre 2,0 e 3,0% e pH entre 6,0 e 6,5. A deficiência de Boro pode ser corrigida com a aplicação foliar de Borax ou Ácido Bórico ( $1,0 \text{ g/l}$  d'água) iniciando-se quinze dias após o transplante. Fazer aração, gradagem e levantar canteiro com 20 a 30 cm de altura e 50 cm de largura. Assim, nas plantas que o B é móvel, espera-se que as partes jovens das plantas que emergiram após a pulverização foliar tenham sua exigência nutricional atendida pela redistribuição do micronutriente, garantindo determinado efeito residual da pulverização e maior eficiência da adubação foliar.



**Figura1.** Rachadura da cabeça ( deficiência de boro ).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAL**

O efeito da deficiência de boro pode causar grandes danos, as raízes sofrem muito surgindo infecções por bactérias e fungos frequentemente são uma consequência secundária da deficiência de boro, tanto na raiz quanto na parte aérea fazendo com que comprometa na produtividade, no crescimento, e a qualidade do produto, no final do ciclo da hortaliça (terceiro estágio de desenvolvimento), causando maior diminuição na parte comercial. Portanto fazendo a manutenção correta e adequada da cultura é fundamental para alcançar uma boa produtividade resultando em retorno econômico.

### **4. Referências Bibliográficas**

SÁNCHEZ,P.A &SALINAS,J.P. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in Tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, 34:279-406, 1981.



EPSTEIN,EMANUEL E BLOOM,ARNOLD ; **Nutrição Mineral de Plantas : Princípios e Perspectivas.**/2.ed- Londrina,PR : Editora planta, 2004.401p

ARNON.D.I. & STOUT , P. R .The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiology, Lancaster**, 14:371-5,1939.

Dey, P. M.; M. D. Brownieader;J.B. Harbone (1997). The plant, the cell and its molecular componentes. In : Dey, P. M.; J.B. Harbone; J.F. Bonner (Eds.). **plant biochemistry**. Academy Press, San Diego. P. 1-47.

O' Neill, M.A.; W.S. York(2003). **The composition and structure of plant primary cell walls**. In: Rose, J. K. C. (Ed.). The plant cell wall. Blackwell, Oxford. P .1-54

O' Neill, M. A.; S. Eberhard; P. Albersheim; A. G. Darvill(2001). **Requerimento of borate cross- linking of cell wall rhamnogalacturonan II for Arabidopsis growth**.Science 294:846-849

Dembitsky,V. M.; R. Soum; A. A. A i-Quntar; H. A bu Ali; I. Pergament; M.Srebnik (2002). **Natural occurrence of boron- containing compounds in plants, algae ,and microorganisms**. Plant Sience 163:931-942.

DUGGER Jr., **Boron in plant metabolismo**. In: LAUCHLI,A. & BIELSKY, R . L., ed. Inorganic plant nutrition. Berlin, S Pringer Verlag , 1983. v. 15B. p. 626-50. ( Encyclopedia of Plant Physiology, Hew Scies).

GAUCH,U.G. & DUGGER Jr., W.M. **The role of boron in the translocation of sucrose**. Plant Physiology, Lancaster, 28:457-66, 1953.

LEE,K ,W.; WHITTLE, C,M.;DYER, H.J. Boron deficiency and translocation profiles in sunflower. **Physiology Plantarum**, Lund, 19:919-24,1966.

PILBEAM, D.J. & KIRKBY, E. A. **The physiological role of boron in plants**. Journal of Plant Nutrition, Nem York, 6:56-82,1983.

WEISE,C.J.;BLANEY,L. T.;LI ,P. **The questiono f boron and sugar translocation in plants**.**Physiologia Plantarum**, Lund, 17:589-99,1964.

CEASA-SP. 2012. **Centrais de Abastecimento de São Paulo**. Dados de volume e peso. Disponível em: . Acesso em: 15 mar. 2012.

MELO PCT; VILELA NJ. 2007. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia 13. Produtiva de Hortaliças/ MAPA. Brasília. 11p. Disponível em: . Acesso em: 28 jun. 2012

FERREIRA WR; RANAL MA; FILGUEIRA FAR. 2002. **Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve da malásia**. Horticultura Brasileira 20: 635-640.

TRANI, P.E.; van. RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p.175. (Boletim técnico, 100).

KIMOTO T. 1993. **Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo**. In: FERREIRA ME; CASTELLANE PD; CRUZ MPC. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: POTAFOS. 480p.

FILGUEIRA FAR. 2008. **Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Novo Manual de Olericultura. 3. Ed. Viçosa: UFV. 421p.