

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**ÁREA DO CONHECIMENTO CIÊNCIAS DA VIDA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**RODRIGO RIBEIRO DALANHOLLI**

**ADUBAÇÃO FOLIAR COM CÁLCIO E BORO NO DESENVOLVIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DE BRÓCOLIS**

**VACARIA**

**2023**

**RODRIGO RIBEIRO DALANHOLLI**

**ADUBAÇÃO FOLIAR COM CÁLCIO E BORO NO DESENVOLVIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DE BRÓCOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso II como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul. Área de Conhecimento: Ciências da Vida. Orientadora: Prof<sup>a</sup> Elaine Damiani Conte

**VACARIA**

**2023**

**RODRIGO RIBEIRO DALANHOLLI**

**ADUBAÇÃO FOLIAR COM CÁLCIO E BORO NO DESENVOLVIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DE BRÓCOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso II como  
requisito para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo da Universidade de  
Caxias do Sul.

Área de conhecimento: Ciências da Vida

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Elaine Damiani Conte

Aprovado em: 05/07/2023

---

Professora Dra. Elaine Damiani Conte - Orientadora

Universidade de Caxias do Sul

---

Professor Gabriel Pauletti

Universidade de Caxias do Sul

---

Professor Wendel Paulo Silvestre

Universidade de Caxias do Sul

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos meus pais, Jorge Luiz Dalanholti e Denacir de Souza Ribeiro, pelo incentivo aos estudos ao longo de todos estes anos.

À minha irmã, Ana Clara Ribeiro Dalanholti, pelo companheirismo e apoio ao decorrer do curso.

À minha namorada, Lidiane Gomes de Souza, pelo fiel companheirismo, e a força dedicada em todos os momentos.

Aos colegas do curso de Agronomia, clientes, e colegas de profissão, pelo incansável incentivo.

Aos professores do curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul, por todo o aprendizado repassado.

À prof<sup>a</sup> orientadora, Elaine Damiani Conte, pelo apoio e orientação crucial na reta final do curso.

Dedico este trabalho a uma pessoa muito especial em minha vida, meu querido tio e padrinho, Valdemar Vettorazzi Dalanholti. Embora não esteja mais fisicamente presente ao meu lado, sua influência e amor continuam a guiar meus passos todos os dias.

## ADUBAÇÃO FOLIAR COM CÁLCIO E BORO NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE BRÓCOLIS

Rodrigo R. Dalanholti<sup>1</sup>  
Elaine D. Conte<sup>2</sup>

**Resumo:** O boro e o cálcio são nutrientes essenciais para as plantas, visto que suas funções no metabolismo das plantas estão ligadas ao crescimento celular e ao desenvolvimento da cultura durante todo o ciclo. Deste modo o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da cultura do brócolis a adubações foliares a base de cálcio e boro na região dos Campos de Cima da Serra. O experimento foi realizado em Cambissolo, no município de Bom Jesus – RS, com a cultivar Avenger<sup>®</sup> implantada em sistema de plantio convencional com espaçamento de 60 cm entre plantas e 80 cm entre linhas, em uma área com histórico de cultivo da brássica e outras hortaliças, além de grãos. Os tratamentos consistiram de uma testemunha, sem o fornecimento dos nutrientes foliares, um com boro (B), em uma concentração de 1% (p/p), outro com cálcio (Ca) em concentração de 2% (p/p), e outro com os dois nutrientes sendo aplicados juntos nestas concentrações. Para adubação de base, utilizou-se fertilizante mineral formulado e os tratamentos fitossanitários seguiram o padrão do produtor. Foram avaliados os nutrientes via análise foliar, o diâmetro de inflorescência, massa fresca do brócolis, plantas com haste oca e de padrão indústria. Os resultados demonstraram que a aplicação de cálcio e boro via foliar favoreceu a cultura do brócolis, aumentando a massa fresca, onde quando associados os dois nutrientes a média ficou igual a 660 g, e o diâmetro da inflorescência, com 21,3 cm. reduzindo os sintomas de haste oca a até 0%, e aumentando a produção de inflorescências de maior qualidade. Assim, a adubação via foliar com cálcio e boro influenciou positivamente no desenvolvimento e produtividade da cultura do brócolis.

**Palavras-chave:** Nutrientes. Rendimento. Brássicas. Massa Fresca.

### FOLIAR FERTILIZATION WITH CALCIUM AND BORON ON THE DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF BROCCOLI.

**Abstract:** Boron and calcium are essential nutrients for plants, as their functions in plant metabolism are linked to cellular growth and crop development throughout the cycle. Thus, the objective of this study was to evaluate the response of broccoli crop to foliar fertilization with calcium and boron in the Campos de Cima da Serra region. The experiment was conducted in Cambissolo, in the municipality of Bom Jesus - RS, with the Avenger<sup>®</sup> cultivar planted in a conventional planting system with a spacing of 60 cm between plants and 80 cm between rows, in an area with a history of brassica and other vegetable cultivation, as well as grains. The treatments consisted of a control group without the supply of foliar nutrients, one with boron (B) at a concentration of 1% (w/w), another with calcium (Ca) at a concentration of 2% (w/w), and another with both nutrients applied together at these concentrations. For basal fertilization, a formulated mineral fertilizer was used, and phytosanitary treatments followed the

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul. Email: rrdalanholti@ucs.br.

<sup>2</sup> Professora Dra. Orientadora da Disciplina de TCC II da Universidade de Caxias do Sul, localizada na Avenida Dom Frei Candido Maria Bampi, 2800 – Bairro Barcellos – CEP 95206-364. Email: edconte@ucs.br.

standard practices of the producer. The nutrients were evaluated through leaf analysis, as well as the inflorescence diameter, fresh weight of broccoli, presence of hollow stems, and industry-standard plants. The results demonstrated that foliar application of calcium and boron benefited the broccoli crop, increasing the fresh weight, where the average reached 660 g when both nutrients were associated, and the inflorescence diameter, which reached 21.3 cm, reducing the symptoms of hollow stems to 0% and increasing the production of higher-quality inflorescences. Thus, foliar fertilization with calcium and boron positively influenced the development and productivity of the broccoli crop.

**Keywords:** Nutrients. Yield. Brassicas. Fresh mass. Standard

## INTRODUÇÃO

Os brócolis, brócolos ou couve-brócolos são variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea* que pertencem à família Brassicaceae (crucíferas), da qual também fazem parte a couve-flor, o repolho, a couve e espécies distintas como a mostarda, o nabo, o rabanete, o agrião, entre outras (EMBRAPA, 2015).

Segundo o Atlas Big (2023), a China é o maior produtor do mundo de brócolis com mais de 10 milhões de toneladas produzidas, seguida por Índia, Estados Unidos e Espanha. O Brasil possui cerca de 15 mil hectares de brócolis cultivado, sendo que a produção se concentra nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (EMBRAPA, 2015).

O cultivo da Brássica no Brasil fica localizado 94,5% nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, a região Centro-Oeste representa 2,56%, com uma produção superior a 150 mil toneladas no país, com um valor aproximado de R\$295 milhões de reais (IBGE, 2017). A planta requer clima ameno ou temperado com temperaturas médias de 15-18°C e máximas de 23,8°C (EMBRAPA,2015). Ainda segundo a EMBRAPA (2015) o plantio de brócolis teve seu início no século XIX, e atualmente temos no mundo cerca de um milhão de hectares cultivados com uma produção superior a 19 milhões de toneladas por ano.

No Brasil, o brócolis é cultivado principalmente em áreas verdes e domesticamente a maior parte da produção é comercializada na in natura em feiras ou supermercados (FILGUEIRA, 2013).

Para o melhor desenvolvimento da cultura, alguns nutrientes são essenciais para a produção. Segundo MENDES, (2016), a deficiência de B nas brássicas resulta em

coloração escura na parte central do caule, cabeças pequenas e pouco compactas, além da haste oca. De acordo com MALAVOLTA (1980) o elemento químico Boro (B), é imóvel no floema e não se redistribui na planta, assim a deficiência nutricional deste micronutriente aparece em órgãos mais jovens. A adubação com micronutrientes é importante pois promove o potencial produtivo da cultura, já a baixa concentração de micronutrientes disponibilizado para a cultura limita a produtividade.

O boro, juntamente com o cálcio melhora os tecidos da planta contribuindo para melhor formação de parede celular, reduz a incidência de distúrbios fisiológicos, como o tip burn, talo-oco, olho de gato, mancha fisiológica, e aumenta a qualidade da cabeça. A sua deficiência pode causar baixa compactação, má formação da cabeça, pontuações escuras na inflorescência e também a haste oca. E sua toxicidade pode causar queimadura nas bordas das folhas, nanismo e até morte das plantas (ALVES, 2006) . As brássicas de maneira geral respondem muito bem a adubação com boro via solo, e esta resposta é normalmente à mesma intensidade do teor original deste micronutriente no solo e também a cultivar da espécie (PIZZETA, et.al, 2005). Mello et al. (1997) testaram em algumas cultivares variadas doses de boro, e observaram que algumas destas cultivares responderam melhor a esta adubação, e apresentaram altos teores de Boro nas folhas, e também algumas destas, se mostraram sensíveis a teores excessivos do nutriente.

De acordo com Faquin e Andrade (2004) os nutrientes no brócolis são acumulados na seguinte ordem de forma decrescente: K>N>Ca>P>Mn>S>Zn>B>Mg>Fe>Cu>Mo. Apesar do boro (B) não estar entre os minerais mais acumulados pela cultura, ainda que sendo o segundo micronutriente mais importante de acordo com a sequeência, ele é bastante exigido por possuir papel limitante na produção e por participar de vários processos no solo e na planta. No solo o boro é encontrado na turmalina que é o principal mineral contendo o micronutriente, que é encontrado em maioria dos solos de regiões úmidas, porém é muito resistente ao intemperismo (MALAVOLTA, 1980).

Nota-se que o cálcio é um dos nutrientes que mais é acumulado na planta de brócolis, geralmente é encontrado em baixa concentração nos solos ácidos, típicos do território brasileiro.

De acordo com Yamada (2000), a correção do teor de cálcio ao longo do perfil do solo é praticada por produtores brasileiros, feita através da calagem e da gessagem. Considerando que o cálcio é imóvel no floema é preciso que se faça a correção do seu teor ao longo do perfil do solo até onde se estabelecerá as raízes da cultura instalada. Já o boro é imóvel no floema. Como algumas exceções, as plantas que produzem polióis – como sorbitol, manitol, dulcitol – que complexam o boro, tornando-o móvel no floema, como ocorre nas amendoeiras, macieiras e nectarinas (YAMADA, 2000), considerando estes fatores, é preciso que o boro e cálcio estejam em teores adequados, para que o sistema radicular se desenvolva em um determinado local.

O importante papel do boro na integridade da membrana foi avaliado por CAKMAK et al. (1995), trabalhando com girassol, comparando as folhas deficientes em boro com as normais eles observaram que as perdas era 35 vezes maior para o potássio, 45 vezes maior para a sacarose e 7 vezes maior para os fenólicos e aminoácidos nas folhas deficientes em B que nas folhas com níveis suficientes em B. Em outras palavras, a deficiência de boro, pode diminuir a eficiência da adubação potássica, e ainda liberar sacarose e aminoácidos que são nutrientes para pragas e patógenos de plantas.

O boro tem um papel muito importante para as brássicas, incluindo o brócolis, este micronutriente atua em processos metabólicos como, incorporação do cálcio na parede celular, que auxilia na biossíntese da mesma, bem como no crescimento e expansão celular, atuando diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas (ALVES, 2006). As brássicas extraem muitos nutrientes do solo e fazem uma grande conversão destes em curto espaço de tempo, visto que seus ciclos produtivos não são tão grandes (120 dias), e, para fornecer a quantidade adequada de nutrientes para estas plantas, é necessário o conhecimento de vários fatores, incluindo primeiramente as exigências nutricionais de cada variedade botânica (KIMOTO, 1993).

Além dos papéis já citados, o boro está relacionado no desenvolvimento e alongação celular, e na integridade estrutural da parede celular da dicotiledôneas (SILVA et. al, 2005), isto devido ao transporte de açúcares, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de ácido indol-acético, metabolismo de fenol de ascorbato (CAKMAK ; RÖMHELD, 1997). Além de desenvolver diversos processos metabólicos, o B é importante para o florescimento de hortaliças, já que é fornecido através da mineralização da matéria orgânica, este

nutriente inibe a formação de caloses durante o alongamento do tubo polínico, por formação do complexo borato-calose. Estas caloses é uma forma de defesa vegetal que inibe a entrada de microorganismos na planta, no entanto, sem a presença do boro, síntese de calose e fitoalexina impedem que o tubo polínico atinja o ovário e provoca o abortamento floral, ou seja, a senescência e abscisão da flor. Em caso de baixo teor de boro, ocorrerá este abortamento floral, e conseqüentemente baixa na produção e produtividade, com teor adequado a produção é maior, já que se tem viabilidade dos grãos de pólen e boa fertilização floral (EMBRAPA, 2015).

Hortaliças deficientes em boro ficam com seus pontos de crescimento afetados, o que diminui a qualidade do produto e também a produção (SILVA et al, 2005). Segundo Malavolta (1980), a falta de boro provoca um aumento da rigidez na parede celular, o que não permite o aumento natural da mesma.

Uma adubação adequada de B em brássicas resulta em maior qualidade do produto, com cabeças mais compactas e pesadas, ao contrário da sua deficiência que entrega cabeças mais frouxas, causando perda de qualidade do produto, como verificado por ALVES (2006). Bergamin et. al (2005) mostra que existe uma resposta positiva com a utilização de boro, visto que no Brasil a recomendação do nutriente é encontrada com frequência, mas ainda há uma carência sobre estas informações, referentes a aplicação via foliar.

O fornecimento de B e Ca para a cultura do brócolis é fornecida já no transplante das mudas de forma sólida no solo, e ao longo do ciclo estes nutrientes podem ser fornecidos de forma foliar, complementando a necessidade da cultura em cada estágio fisiológico (EMPABA,2015). Entretanto, solos com altos teores de matéria orgânica e com elevada capacidade de troca de cátions como os da região dos Campos de Cima da Serra do – RS podem apresentar exigência distinta em relação a necessidade de aplicação destes nutrientes via foliar.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da cultura do brócolis a adubações foliares a base de boro e cálcio em um Cambissolo, na região dos Campos de Cima da Serra.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada em área particular de cultivo de brócolis, em Bom Jesus-RS, localidade de Passo do Governador (28°39'58.09" S - 50°34'03.90" O). O solo característico da região é o Cambissolo, com estações climáticas bem definidas e alta pluviosidade. A área em que o experimento foi realizado, produz brócolis intensivamente há três anos com ciclos entre 150 e 200 dias, sendo intercalado com milho também. Anteriormente ao brócolis, a área foi utilizada para o plantio de alho e cebola, intercalado com milho também. O sistema de plantio utilizado é o convencional, onde o solo é preparado previamente ao transplante, sendo realizado uma aragem e uma gradagem da área.

O solo do local antes da instalação do experimento apresentava na camada superficial de 0 – 20 cm os seguintes atributos: argila 49%; pH 5,5; índice SMP 5,5; MO 6,4%; Al 0,31  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ; H+Al 8,1  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ; Ca 8,4  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ; Mg 3,4  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ; K 256,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; CTC  $\text{pH } 7,0$  20,6  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ; saturação por bases 60,6  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ; P 12,2  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; Zn 5,8  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; Cu 2,6  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; Mn 11,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; e, B 1,5  $\text{mg}/\text{dm}^3$ .

O delineamento foi realizado em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições (Figura 1).

Figura1: Croqui do delineamento experimental. Bom Jesus – RS, 2023

T4	T3	T1	T2
T2	T1	T4	T3
T3	T4	T2	T1
T2	T4	T3	T1

No tratamento T0, testemunha, não foi realizada nenhuma aplicação de boro e cálcio foliar. No tratamento T1, foi feita apenas a aplicação de boro, com o AgroQuim Indutech Boro com a concentração de 1% (p/p) para o boro, em uma dose de 100ml/20L enquanto a concentração de cálcio permaneceu em 0%. No tratamento T2, foi feita apenas a aplicação de cálcio, utilizando o AgroQuim Indutech Cálcio, com dose de 100ml/20L com uma concentração de 2% (p/p) para o cálcio, enquanto a concentração

de boro permaneceu em 0%. No tratamento T3, foi realizada a aplicação de ambos produtos, Indutech Boro (100ml/20L) e Indutech Cálcio (100ml/20L), resultando em uma concentração de 1% (p/p) para o boro e 2% (p/p) para o cálcio.

Os tratamentos do experimento, começaram a ser realizados 20 dias após o transplante com dose recomendada pelo fabricante, de 100ml/20L, de cada nutriente, sendo quatro aplicações, com intervalo de 20 dias cada utilizando de uma bomba costal.

A cultivar de brócolis usada para o referido trabalho foi a “Avenger”, com ciclo médio de 105 dias, alta produtividade e muito bem adaptada a região dos Campos de Cima da Serra. Foi realizado plantio de mudas, com espaçamento de 60 cm entre plantas e 80 cm entre linhas, com uma população aproximada de 20 mil plantas por hectare.

O transplante das mudas foi realizado de forma mecânica, no dia 10 de outubro de 2022, com plantadeira específica para o transplante de mudas de hortaliças, onde também realizou-se a adubação de base, utilizando fertilizante formulado 04-14-08, com dose de 1250 kg/ha, conforme padrão do produtor. Após o transplante das mudas, a área do experimento foi devidamente demarcada, e identificada.

Os tratamentos fitossanitários, seguiram o padrão do produtor. No dia 14 de novembro de 2022, foram aplicados os seguintes ingredientes ativos: Macozebe (nome comercial Dithane) na dose de 1 kg/ha e Metomil (nome comercial Lanatte) na dose de 1L/ha. No dia 5 de dezembro de 2022, ocorreram várias aplicações, sendo elas: Aminoácido (nome comercial Phosanco Bio) na dose de 2 L/ha, Cloridrato de propamocarbe + Fluopicolida (nome comercial Infinito) na dose de 0,5 L/ha, e Tiametoxan + Cipermetrina (nome comercial Engeo Pleno) na dose de 0,5 L/ha. Novamente no dia 5 de dezembro de 2022, houve uma segunda aplicação de Aminoácido (nome comercial Phosanco Bio), desta vez na dose de 2 L/ha, juntamente com Difenconazol (nome comercial Score) na dose de 0,3 L/ha, e Deltametrina (nome comercial Decis) na dose de 1L/ha. No dia 28 de dezembro de 2022, foi realizada a aplicação de Azoxistrobina + Difenconazol (nome comercial Amistar Top) na dose de 0,5 L/ha, juntamente com Difenconazol (nome comercial Decis) na dose de 1L/ha. Por fim, no dia 11 de janeiro de 2023, foi aplicado Hidróxido de cobre (nome comercial Tutor) na dose de 2kg/ha. A área foi tratada com herbicida pré emergente antes do transplante, e o controle de plantas infestantes ao longo do ciclo, se deu de forma mecânica.

Após a primeira aplicação dos tratamentos, ainda em fase vegetativa, com 25 dias após o transplante, foi realizada uma análise foliar em cada tratamento, coletando dez folhas jovens de todas as repetições, livre de doenças e danos de pragas. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de Química e Fertilidade de Solos da Universidade de Caxias do Sul para determinação de macro e micronutrientes no tecido.

Na colheita, realizada entre os dias 20 e 22 de janeiro de 2023, de forma manual, foram avaliados o diâmetro de inflorescência, massa fresca do brócolis, plantas com haste oca e padrão indústria. A aferição do diâmetro de cabeças foi realizada utilizando fita métrica, em quinze plantas de cada tratamento, ainda em solo, e a massa fresca da inflorescência, utilizando balança digital, após o corte, aferindo o peso de quinze plantas de cada tratamento.

A haste oca em brócolis é uma condição em que a parte central do talo dos brócolis apresenta uma cavidade vazia ou falha estrutural devido a deficiências nutricionais de boro e cálcio durante o seu desenvolvimento. Essa condição foi avaliada visualmente após o corte dos brócolis e quantificada em termos de porcentagem. A classificação de brócolis em "indústria" ou "in natura" é determinada com base na massa da inflorescência dos brócolis após o corte. Quando a massa fresca das brássicas é superior a 450 g, ele é classificado como "indústria", pois excede o tamanho que se encaixa nas embalagens padrão para comercialização in natura. Portanto, os brócolis classificados como "indústria" são destinados ao processamento para posterior comercialização. A avaliação desse fator foi realizada quantitativamente, levando em consideração a porcentagem do peso da inflorescência em relação ao limite de 450 g.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Em caso de normalidade, a comparação de médias foi realizada utilizando a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de não normalidade, a comparação de médias foi realizada utilizando o teste Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS 21.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados demonstram que o cultivo de brócolis respondeu às aplicações dos nutrientes cálcio e boro via foliar, onde o diâmetro da inflorescência foi maior quando aplicado os dois nutrientes associados, e quando aplicados separadamente diferiram também da testemunha. Já no parâmetro de massa fresca da inflorescência (MFI), a aplicação de um nutriente ou de ambos aumentou a massa em relação à testemunha, tratamento no qual as plantas não receberam nenhum dos nutrientes (tabela 1).

**Tabela 1:** Diâmetro e massa fresca da inflorescência obtida após os tratamentos com cálcio e boro foliar na cultura dos brócolis. Bom Jesus - RS, 2023.

Tratamentos	Diâmetro de inflorescência	Massa fresca da inflorescência
	cm	g
Testemunha	12,5 c	307 b
T1 - Boro	17,2 b	494 a
T2 - Cálcio	18,2 b	546 a
T3 – Boro e Cálcio	21,3 a	660 a
CV(%):	25,45	38,42

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para diâmetro de inflorescência e pelo teste de teste Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ) para massa fresca da inflorescência. CV= Coeficiente de variação.

Os tratamentos T1, T2 e T3 não diferiram estatisticamente, com uma média de MFI igual a 567 g. Os resultados obtidos nos tratamentos T1 e T2, ficaram semelhantes ao estudo realizado por Curado (2021), onde em diferentes formas de adubação orgânica a base de esterco animal, a massa fresca da inflorescência (MFI) ficou entre 384 g e 438 g em diferentes híbridos de brócolis. No entanto, em um estudo realizado por Santos (2017) avaliando a produção de inflorescências de diferentes cultivares de brócolis em condições de clima quente e úmido, as plantas foram adubadas com 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio proveniente de fertilizante químico. Nesse estudo, as médias de massa das inflorescências variaram de 119 g a 300 g, sendo inferiores ao estudo presente.

De acordo com Seabra Junior et al. (2014), em experimento realizado com diferentes variedades de brócolis de cabeça única, tanto no sistema convencional de cultivo quanto no plantio adensado, utilizando o híbrido Avenger, foi registrada uma média de 886 g de massa fresca da inflorescência por planta. Por outro lado, Ohse et al. (2012) alcançaram uma média de 968 g de massa fresca da inflorescência por planta, tanto quando o brócolis foi plantado em consórcio com alface quanto quando foi cultivado isoladamente. Em outro estudo realizado por Melo et al. (2010), também utilizando o híbrido Avenger, foi registrada uma média de 458 g de massa fresca da

inflorescência por planta, no plantio direto sobre a palhada de milho durante o verão, em Brasília/DF. No entanto, esse estudo utilizou adubação convencional e irrigação diária.

Quando avaliamos a variável do diâmetro da inflorescência, Santana (2021), utilizando em tratamentos diferentes, esterco bovino, esterco equino, e cama aviária, o diâmetro da inflorescência ficou semelhante ao presente trabalho, variando de 12,2 cm no tratamento controle e 17,8 cm onde se aplicou a cama aviária. O que pode ser explicado pela ação dos nutrientes no metabolismo da planta, de acordo com Javorski et al (2015), as funções do boro implicam-se no crescimento celular e desenvolvimento da flor, onde o boro, de acordo com Camargo e Silva, (2002) está ligado a maturação e a diferenciação celular, sendo que o nutriente tem papel importante na fecundação, germinação do grão de pólen e o alongamento do tubo polínico. E segundo Galeriani, (2021) o boro também atua no crescimento e desenvolvimento das plantas, considerando que o brócolis é uma inflorescência, estes fatores contribuem para sua maior produtividade. Quanto ao cálcio, é um elemento absorvido antes do florescimento até a fase final de desenvolvimento da cultura, com importância na alongação e divisão celular (JAVORSKI, 2015), sabe-se que é um nutriente usado na síntese de novas paredes celulares (TAIZ;ZIEGER, 1991), o que possivelmente explica o aumento do diâmetro e da massa fresca da inflorescência, além de ser um nutriente importante para o desenvolvimento radicular.

Outro parâmetro avaliado foi a presença de haste oca, sintoma típico quando há deficiência de boro em brássicas. O sintoma não esteve presente no tratamento que conteve os dois nutrientes, quando os nutrientes foram aplicadas separadamente o percentual do sintoma foi de 13,3% em cada, e quando nenhum foi aplicado, como na testemunha, o índice de haste oca foi bem elevado, sendo um problema para o rendimento da área, já que é uma abertura para patógenos (Tabela 2).

**Tabela 2:** Classificação das inflorescências e a presença do sintoma haste oca no cultivo. Bom Jesus – RS, 2023.

Tratamentos	Haste oca	Indústria
	%	
Testemunha	40,0	13,3
T1 - Boro	13,3	73,3
T2 - Cálcio	13,3	80,0
T3 – Boro e Cálcio	0	93,0

As inflorescências também foram classificadas em “padrão indústria” ou “padrão in natura”, sendo as cabeças levadas para indústria aquelas que possuem massa fresca maior que 450 g, que serão processadas. Pode-se observar que onde foram realizados os tratamentos com cálcio e boro, a massa foi maior e conseqüentemente maior o número de brócolis classificado como indústria (tabela 2). Para a EMBRAPA (2015), os brócolis comercializados in natura devem ter de 300 a 400 g com coloração verde escura e com inflorescência bem compactada, o brócolis com massa superior a 400g é destinado ao processamento, onde os floretes são congelados.

Os resultados deste trabalho, foram semelhantes ao que Campagnol et al. (2008) obteve ao testar diferentes doses de boro via solo, onde a parcela que não recebeu o nutriente apresentou 45 % de plantas com haste oca, e na dose de 4kg/ha de boro, a incidência da anomalia foi de 10 %, sendo que este nutriente também associado com nitrogênio reduziu drasticamente a incidência de haste oca.

No estágio vegetativo inicial das plantas, foram coletadas amostras foliares para análise laboratorial, onde foram constatados os níveis de nutrientes presentes (tabela 3).

**Tabela 3:** Teores de nutrientes presentes em folhas de brócolis da cultivar Avenger em estágio vegetativo inicial. Bom Jesus – RS, 2023.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn	Fe	B
Tratamento	----- g.kg <sup>-1</sup> -----						----- mg.kg <sup>-1</sup> -----				
Testemunha	26,9	4,6	32,3	11,8	3,0	6,7	31,3	<4,0	40,3	69,9	28,0
T1 - Boro	27,8	7,8	36,2	14,9	4,4	8,6	63,5	4,3	52,7	112,7	31,7
T2 - Cálcio	33,3	6,2	51,1	22,6	5,2	8,3	25,3	<4,0	30,7	73,0	33,5
T3 – Boro e Cálcio	26,7	4,3	35,7	13,7	3,3	7,0	14,7	<4,0	29,6	77,0	31,7

Podemos observar que nesta análise, realizada após o primeiro tratamento, os teores de cálcio e boro, são maiores onde houve tratamento com os nutrientes. Resultado semelhante com o que foi observado no estudo de Campagnol et al.(2009), onde em diferentes tratamentos com boro via solo, associado com nitrogênio, as parcelas que receberam maiores doses de adubação, apresentaram teores foliares elevados de cálcio e boro. Por exemplo, com uma dose de 8 kg.ha<sup>-1</sup> de boro, o teor de cálcio nas folhas foi de 22 g.kg<sup>-1</sup>, e 100 mg.kg<sup>-1</sup> de boro, este último sendo superior ao que apresentou este trabalho. Já Mendes (2016) em seu trabalho avaliando diferentes doses de boro via solo e foliar, notou que houve diferença estatística com maior teor foliar de boro com a utilização de 4 kg.ha<sup>-1</sup> do nutriente no solo, na média das doses aplicadas via foliar, resultou em acréscimo de 19,38 % nos teores de B nas folhas do brócolis em relação ao tratamento sem boro no solo.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o cultivo de brócolis respondeu positivamente às aplicações dos nutrientes cálcio e boro via foliar. A aplicação combinada desses nutrientes resultou em um aumento significativo no diâmetro da inflorescência, indicando um desenvolvimento mais robusto das plantas. Além disso, a aplicação dos nutrientes contribuiu para um aumento na massa fresca da inflorescência.

Outro aspecto importante observado neste estudo foi a redução do sintoma de haste oca, que é um problema comum nas brássicas devido à deficiência de boro. O

tratamento que recebeu a aplicação combinada de cálcio e boro apresentou ausência desse sintoma, enquanto a testemunha apresentou um índice elevado. Essa redução do talo oco é relevante para o rendimento da área, pois essa condição favorece o surgimento de doenças.

Além disso, a aplicação de cálcio e boro também influenciou a classificação das inflorescências, com um maior número de cabeças de brócolis sendo classificadas como "padrão indústria" (massa fresca maior que 450 g) nos tratamentos que receberam esses nutrientes. Isso indica um potencial aumento na produção de brócolis de qualidade para a indústria de processamento.

Analisando os teores de nutrientes presentes nas amostras foliares, verificou-se que os tratamentos com cálcio e boro resultaram em maiores concentrações desses nutrientes, o que demonstra a eficácia das aplicações foliares na correção das deficiências nutricionais nas plantas de brócolis, mas é importante que seja coletada um maior número de amostras ao longo do ciclo, para melhor acompanhamento da eficácia das fertilizações.

Em suma, os resultados deste estudo destacam a importância das aplicações foliares de cálcio e boro no cultivo de brócolis, resultando em melhorias significativas no desenvolvimento das plantas, redução de haste oca, aumento na produção de inflorescências de maior qualidade e correção das deficiências nutricionais. Essas informações são valiosas para os agricultores que buscam otimizar a produção de brócolis e obter melhores rendimentos.

## **CONCLUSÃO**

Nas condições testadas, pode-se concluir que:

A aplicação de cálcio e boro via foliar favoreceu a cultura do brócolis, aumentando a massa e diâmetro da inflorescência, reduzindo os sintomas de haste oca e aumentando a produção de inflorescências de maior qualidade.

A adubação via foliar com cálcio e boro influenciou positivamente na qualidade e na produtividade da cultura do brócolis.

## REFERÊNCIAS

ALVES AU; PRADO RM; GONDIM ARO; CECÍLIO FILHO AB; SOUZA FV. 2006. **Influência do boro sobre o desenvolvimento do repolho**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44. Anais... Jaboticabal: ABH.

ATLAS BIG. **Produção mundial de couve-flor e brócolis por país**. Disponível em: <https://www.atlasbig.com/pt-br/paises-por-producao-de-couve-flor-e-brocolis>. Acesso em: 22 jun. 2023.

BERGAMIN LG; CRUZ MCP; FERREIRA ME; BARBOSA JC. 2005. **Produção de Repolho em função da aplicação de boro associado a adubo orgânico**. *Horticultura Brasileira* 23:311-315.

BRASIL. IBGE. **Produção de Brócolis**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/brocolis/br>. Acesso em: 20 jun. 2023.

**BRÓCOLIS**. Brasília: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142779/1/PLANTAR-Brocolis-ed-01-2015.pdf>. Acesso em: 06 out. 2020.

CAKMAK I; RÖMHELD V. 1997. **Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants**. *Plant and Soil* 193: 71-83.

CAKMAK, Ismail; KURZ, Hannes; MARSCHNER, Horst. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. *Physiologia Plantarum*, [S.L.], v. 95, n. 1, p. 11-18, jan. 1995. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1995.tb00801.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1995.tb00801.x>. Acesso em: 22 jun. 2023.

CAMARGO, P.N., SILVA, **O Manual de Adubação Foliar**. Livrosceres SP. 2002.

CAMPAGNOL, Rafael; NICOLAI, Marcelo; MELO, Simone da Costa; ABRAHÃO, Camila; BARBOSA, José Carlos. **Boro e Nitrogênio na incidência de Hastes ocas e no rendimento de brócolis**. *Ciências Agrotécnicas*, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1477-1485,

dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/wQDnQB7Y3bKG79w4hKST8Rv/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

CURADO, Tariky. **Brócolis Japonês sob diferentes adubações**. 2021. 20 f. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia, Instituto Federal Goiano, Ceres, GO, 2021.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88 p.

FILGUEIRA, FAR. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1982. v.2, 357p.

GALERIANI, Tatiani Mayara. **SUPLEMENTAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO E BORO MELHORA A EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E AUMENTA PRODUTIVIDADE DA SOJA**. 2021. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho", Botucatu Sp, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/214661>. Acesso em: 21 jun. 2023.

JAVORSKI, Maicon *et al.* Rendimento de sementes de milho em função da adubação foliar com cálcio e boro no estágio fenológico (V6). **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel PR, v. 8, n. 2, p. 7-17, jun. 2015. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/635/558>. Acesso em: 20 jun. 2023.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor, e brócolo. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e Adubação de Hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. P. 149-178.

MALAVOLTA E. 1980. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agrônômica Ceres. 251p.

MELO, Rafael Augusto de C e; MADEIRA, Nuno R; PEIXOTO, José Ricardo. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 23-28, mar. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/SrpMM78Vvw7dgjbLN8ZpC3m/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 jun. 2023.

MENDES, Rodrigo Teles. **Adubação borácica na cultura do brócolos**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri Go, 2016. Disponível em: <http://200.137.241.33/handle/tede/447>. Acesso em: 01 jun. 2023.

OHSE, Silvana et al . **Viabilidade agrônômica de consórcios de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas**. Idesia, Chile. V. 30, n. 2, p. 29-37, agosto 2012 . Disponível em: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292012000200004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292012000200004&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 22 jun. 2023.

PIZETTA, L.C; FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. **Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.1, p.51-56, jan-mar. 2005.

SANTOS, André Ricardo Morais dos. **PRODUÇÃO DE INFLORESCÊNCIAS DE CULTIVARES DE BRÓCOLIS EM CONDIÇÕES DE CLIMA QUENTE E ÚMIDO DA AMAZÔNIA CENTRAL**. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus Am, 2017.

SILVA KS; SANTOS ECM; BENETT CGS; LARANJEIRA LT; EBERHARDT NETO E; COSTA E. 2012. **Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro**. Horticultura Brasileira 30: 520-525.

SEABRA JUNIOR, Santino; NEVES, Jucimar F; DIAS, Leonardo de; SILVA, Leandro B; NODARI, Ivan de. **Produção de cultivares de brócolis de inflorescência única em condições de altas temperaturas**. Horticultura Brasileira, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 497-503, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620140000400021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/5Cd3cj5bkBdCPxztw5kLjTN/?lang=pt>. Acesso em: 29 maio 2023.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Mineral nutrition**. In: TAIZ, L.; ZIEGER, E. Plant physiology. Califórnia: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. cap.5, p.100-119.

YAMADA TSUIOSHI. **Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimentos das plantas?** INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS, N°90,

JUNHO DE 2000 - POTAFOS - Piracicaba SP. Disponível em:

<http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA->

[BRASIL.NSF/0/501935EA5234F79C83257AA300699E8A/\\$FILE/Jornal%2090.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/501935EA5234F79C83257AA300699E8A/$FILE/Jornal%2090.pdf).

Acesso em: 15 de jun. 2022