

DOSES DE BORO ENRIQUECIDAS COM SULFATO DE ZINCO NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

Iuri Fernando Rodrigues Lima¹, Danilo Marcelo Aires dos Santos², Michele Ribeiro Ramos³, Arison José Pereira⁴

RESUMO:

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil, ocupando uma área de cerca de 10.775 ha e tendo grande importância econômica e social. Trabalhos voltados ao preparo do substrato utilizando micronutrientes na adubação para o cultivo de mudas ainda são bastante escassos. Tendo em vista ser uma das fases mais importantes do desenvolvimento da espécie, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do boro (B), com adição de doses de sulfato de zinco no desenvolvimento inicial de mudas de alface. O experimento foi realizado em horta com sombrite de 35%, alocada em uma propriedade rural no município de Santana do Araguaia – PA, em bandeja plástica de 128 células onde as mudas de alface Verônica foram semeadas. A semeadura ocorreu no dia 28/10/2020. Quando atingiram as condições de transplântio (25 dias após a semeadura) realizou-se a avaliação de velocidade de emergência; comprimento das plântulas e radículas e massa seca. O delineamento experimental foi realizado em esquema fatorial 4 x 5 com 4 repetições. O primeiro fator foram doses de boro a 0,5, 0,75, 1,25 e 1,5 kg ha⁻¹. O segundo fator foram cinco doses de Zn de 0, 0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 kg ha⁻¹, totalizando 20 tratamentos. Após o preparo das doses, estas foram diluídas em 200 ml de água e, posteriormente, misturadas homogeneamente na fibra de coco. Após a mistura, o substrato de cada tratamento foi acondicionado em 4 células da bandeja escolhida para o experimento. A análise estatística foi realizada por análise de variância (ANOVA), com auxílio do programa SISVAR, sendo feito o teste F de regressão polinomial. A associação de Zn e B proporcionaram maior IVE, crescimento de e plantas e incremento na matéria seca das plantas de alface

Palavras-chave: Micronutrientes; Preparo de mudas; Substrato Alternativo; Adubação.

BORON DOSES ENRICHED WITH ZINC SULFATE IN THE INITIAL GROWTH OF LETTUCE SEEDLINGS (*Lactuca sativa* L.)

ABSTRACT:

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a leafy vegetable belonging to the Asteraceae family and originates from the Mediterranean region and Asia. In Brazil, it was introduced by the Portuguese in the 16th century. It is currently considered one of the most consumed leafy vegetables in Brazil, occupying an area of about 10,775 ha, and having great economic and social importance. Works aimed at preparing the substrate using micronutrients in fertilization for the cultivation of seedlings are scarce. This is one of the most important stages in the development of the species, this work aimed to study the effect of boron (B), enriched with zinc sulfate, on the initial development of lettuce seedlings. The experiment was carried out in a vegetable garden with 35% shade, allocated in a rural property in the municipality of Santana do Araguaia - PA, in a plastic tray of 128 cells where the batavia lettuce seedlings were sown. The experiment was sown on 10/28/2020. When they reached transplanting conditions (25 days after sowing), an evaluation of emergence speed was carried

¹Engenheiro agrônomo gerente de Produção Agropecuário do Grupo Krug; iuri1999@live.com; <https://orcid.org/0009-0005-4070-3928>. ² Professor Doutor efetivo da Universidade Estadual do Tocantins do curso de Engenharia agrônômica, Palmas – TO; danilo.ma@unitins.br; <https://orcid.org/0000-0002-6804-1437> ³ Professora Doutora efetivo da Universidade Estadual do Tocantins do curso de Engenharia agrônômica, Palmas – TO; michele.rr@unitins.br <https://orcid.org/0000-0002-4818-4713> ⁴ Professor Doutor efetivo da Universidade Estadual do Tocantins do curso de Engenharia agrônômica, Palmas – TO; arison.jp@unitins.br; <https://orcid.org/0000-0001-9391-3738>

out; length of seedlings and rootlets and dry mass of the different treatments. The experimental design was carried out in a 4 x 5 factorial scheme with 4 replications. The first factor was boron doses at 0.5; 0.75; 1.25 and 1.5 kg ha⁻¹. The second factor was five levels of Zn with doses of 0.0; 0.5; 1.0; 2.0 and 3.0 kg ha⁻¹, with 4 repetitions, totaling 20 treatments. After preparing the doses, they were diluted in 200 ml of water and then homogeneously mixed in the coconut fiber. After mixing, the substrate for each treatment was placed in 4 cells of the tray chosen for the experiment. The data were recorded for statistical processing, where they were entered into the SISVAR program, and the F test of polynomial regression was performed. The combination of Zn and B provided greater IVE, plant growth, and an increase in the dry matter of lettuce plants.

Palavras-chave: Micronutrients; Seedling preparation; Alternative Substrate; Fertilizing.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil, estando entre as três olerícolas mais importantes, com cerca de 10.775 ha de área cultivada. Seu plantio contribui para a manutenção da mão de obra no campo e incrementa a renda de agricultores familiares. Além disso, pode ser considerada também uma prática empresarial, em razão da profissionalização e tecnificação empregadas para a produção da cultura (Colariccio, 2017).

A alface mais consumida no Brasil é a alface crespa da variedade Verônica, a qual foi utilizada no experimento, representando uma parcela de cerca de 70% do mercado. Por não apresentarem cabeça e por suas folhas crespas, o manuseio e o transporte desta variedade é mais facilitado. Seu ciclo de produção varia de 45 a 60 dias, o que permite a produção durante todo ano em ambiente controlado e o rápido retorno de capital. Quanto ao clima adequado para o cultivo, recomenda-se locais com temperatura mais amenas, com a faixa ideal entre 20 e 25 °C. Existem, no entanto, cultivares no mercado desenvolvidas para diferentes condições de clima (Maldonado; Mattos; Moretti, 2014).

Segundo o manual de boas práticas agrícolas na produção de alface da Embrapa (Maldonado; Mattos; Moretti, 2014), a alface pode ser plantada em sementeiras ou diretamente em canteiros, sendo mais indicado a plantio em sementeiras, pois permite melhor controle sanitário e uma seleção das mudas mais vigorosas para o transplantio. As mudas devem ser transplantadas com cerca de 4 a 6 folhas definitivas, aproximadamente de 15 a 25 dias após o semeio. Após o transplantio, deve-se fazer irrigação diária nas primeiras semanas e, posteriormente, a depender das condições ambientais, realizar irrigação a cada 2 a 3 dias. Para que se consiga obter mudas de boa qualidade, é essencial que se mantenha as plantas saudáveis e com bom vigor. A produção em larga escala tem exigido constantemente o aumento da tecnificação pelos produtores, a fim de se obter mudas de melhor qualidade e mais uniformes (Medeiros et al. 2007).

A utilização de fertilizantes em hortaliças é uma prática essencial para um bom desenvolvimento das culturas. No entanto, deve-se levar em consideração a qualidade dos produtos, bem como a concentração dos nutrientes nas quantidades

adequadas, principalmente os micronutrientes, que apesar de exigidos em menores quantidades, também tem papel fundamental na qualidade do produto final, visando reduzir os custos de produção e preservar a saúde dos consumidores (Costa, 1994).

Segundo Nascimento (2009), o manejo de adubação para suprir as hortaliças folhosas com todos os nutrientes na quantidade e época adequadas é essencial para um correto desenvolvimento da planta e, para que isso ocorra, um conjunto de práticas ou ações devem ser tomadas antes, durante e depois do ciclo das culturas. Enquanto para algumas culturas, principalmente as do segmento de grãos, as recomendações de adubação estão bem definidas com base em um amplo espectro de pesquisas, para muitas hortaliças os estudos são poucos e, visando a produção de mudas, são raros.

No caso da alface, estudos voltados a recomendações de adubação já foram realizados. Viggiano (1990), recomenda que o pH do solo esteja entre 6,0 e 6,5 e que se utilize de 90 a 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em solos de alta concentração de fósforo e de 60 a 120 kg ha⁻¹ de K₂O em solos de baixa concentração. No entanto, Kano et al. (2004), relataram aumento linear na produção de semente alface crespa “Verônica” com doses de P₂O₅ variando de 0 a 800 kg ha⁻¹ em solo com baixa quantidade de fósforo. Soffer & Smith (1974), verificaram que o aumento da fertilidade do solo aumenta a produção de sementes de alface, no entanto, não ocasiona o aumento correspondente no vigor das sementes produzidas, evidenciando a complexidade envolvida na adubação da cultura.

Apesar de haver estudos voltados às recomendações de adubação para a cultura da alface, nota-se a deficiência de estudos voltados a doses de micronutrientes em mudas produzidas em sementeiras, bem como qual ou quais micronutrientes são mais importantes no processo de desenvolvimento inicial da planta. O boro (B) e o zinco (Zn), pelas características que desempenham nas plantas, aparentam ser os micronutrientes mais importantes no desenvolvimento inicial. Por se tratar de uma das etapas mais essenciais para o sucesso final da cultura, o cultivo de mudas de alface deve ser priorizado.

Tendo em vista a necessidade de toda cultivar a diferentes quantidades dos nutrientes para que esta complete seu ciclo, estudar suas relações com os micronutrientes é primordial. Frente a isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a velocidade de emergência,

o comprimento das plântulas e radículas, massa seca dos diferentes tratamentos e constatar quais doses dos nutrientes podem influenciar no crescimento das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi preparado e semeado no dia 28/10/2020 em uma horta com sombrite de 35%, alocada em uma propriedade rural no município de Santana do Araguaia – PA, coordenadas -9.161528, -50.161758.

As fontes de boro e zinco escolhidas para o trabalho foram ácido bórico e sulfato de zinco. O ácido bórico apresenta em sua composição 17% de B e o sulfato de zinco 20% de Zn e 10% de enxofre (S). As doses dos nutrientes foram definidas utilizando valores semelhantes, abaixo e acima do recomendado e consorciando os dois fertilizantes com diferentes doses. A utilização de doses mais e menos elevadas que a recomendada pelo boletim de calagem e adubação da alface do Instituto Agronômico de Campinas IAC (Trani et al. 2014), de 1,0 kg ha⁻¹ de B e 3 kg ha⁻¹ de Zn.

O preparo de cada tratamento foi feito utilizando 1 kg de substrato, onde as doses dos fertilizantes foram diluídas em 200 ml de água e misturadas homogeneamente em 1 kg de fibra de coco. Após a mistura, o substrato de cada tratamento foi acondicionado em bandeja plástica para produção de mudas com 128 células.

Em cada célula foram semeadas 3 sementes, igualmente distribuídas em distância e profundidade a fim de se garantir a germinação de pelo menos uma para cada repetição. O experimento foi irrigado três vezes ao dia até a retirada das plântulas para avaliação. Após a emergência de todos os

tratamentos, foi realizado o desbaste de todas as repetições, deixando somente uma plântula por célula. No decorrer do experimento, calculou-se o índice de velocidade de emergência (IVE), descrito por Laboriau & Valadares (1976) e calculado da seguinte forma: $IVE = \frac{n_1}{D_1} + \frac{n_2}{D_2} + \frac{n_3}{D_3} + \frac{n_4}{D_4} \dots$ onde IVE é o índice de velocidade de emergência, N é o número de plantas observadas no dia da contagem e o D número de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

Após 25 dias, ao atingir o nível de transplântio recomendado por Filgueira (2000), as mudas foram retiradas, separando-se as plântulas do substrato e avaliou-se: comprimento da plântula, comprimento da radícula, massa verde foliar e massa verde radicular. As avaliações foram feitas utilizando régua graduada, onde as plântulas eram medidas e, posteriormente, divididas utilizando um estilete para separar a área foliar da radícula, que foram pesadas separadamente. Após estas avaliações, as áreas foliares e as radículas foram colocadas em pacotes de papel kraft e colocadas em estufa a 105 °C por 72 horas. Após a retirada da estufa, foram novamente pesadas para a aferição do peso seco e obtenção de dados acerca da matéria seca foliar e radicular.

O delineamento experimental foi realizado em esquema fatorial 4 x 5 com 4 repetições. O primeiro fator foi doses de boro a 0,5, 0,75, 1,25 e 1,5 kg ha⁻¹. O segundo fator foram cinco níveis de Zn com doses de 0, 0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 kg ha⁻¹, com 4 repetições, totalizando 20 tratamentos (Quadro 1). Os dados foram analisados pelo software SISVAR (Ferreira et al., 2011), sendo feito o teste F de regressão polinomial, onde as regressões polinomiais quadráticas foram derivadas para a obtenção do ponto de máxima.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos, com as respectivas dose de Boro e Zinco em kg ha⁻¹

Tratamentos	Doses de Boro (kg ha ⁻¹)	Doses de Zinco (kg ha ⁻¹)
1	0,50	0,00
2	0,50	0,50
3	0,50	1,00
4	0,50	2,00
5	0,50	3,00
6	0,75	0,00
7	0,75	0,50
8	0,75	1,00
9	0,75	2,00
10	0,75	3,00
11	1,25	0,00
12	1,25	0,50
13	1,25	1,00
14	1,25	2,00
15	1,25	3,00
16	1,50	0,00
17	1,50	0,50
18	1,50	1,00
19	1,50	2,00
20	1,50	3,00

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento 1 foi o que apresentou pior índice, com dose de 0,5 kg ha⁻¹ de boro e 0 de zinco, seguido pelos tratamentos 2 e 3, onde as doses de Zn

foram de 2,5 e 5,0 kg ha⁻¹. A partir do momento em que a dose do zinco ultrapassou 2,0 kg ha⁻¹, mesmo que com dose reduzida de B (0,5 kg ha⁻¹), o IVE se igualou ao restante dos tratamentos (Figura 1).

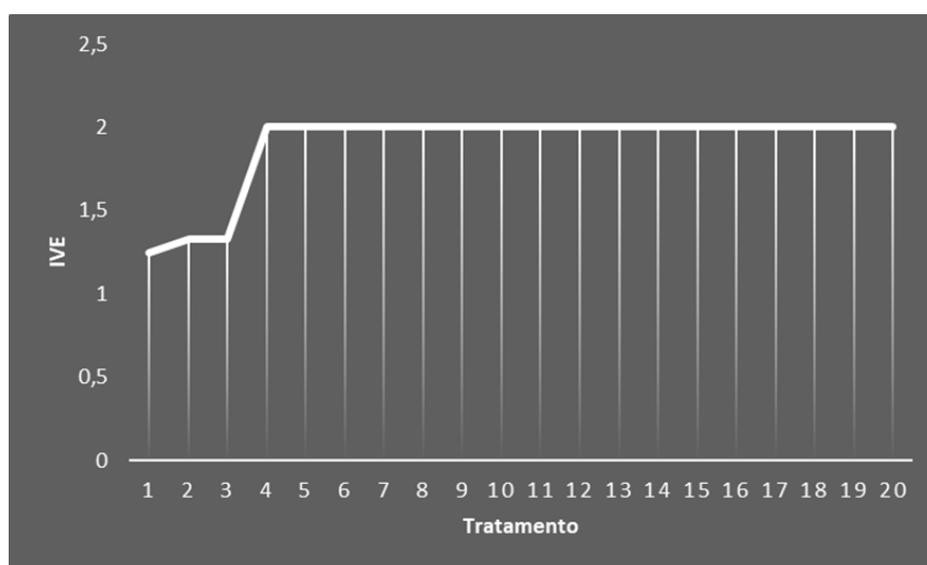


Figura 1. Índice de velocidade de emergência (IVE) dos diferentes tratamentos.

Herrmann et al. (2020), afirmam que a germinação da alface leva de 4 a 6 dias, aspecto que já foi melhorado com a adição de B e Zn e o uso da fibra de coco neste experimento, já que todos os tratamentos já haviam emergido no terceiro dia após a semeadura.

Na tabela 1 encontram-se os resultados obtidos após a análise de variância. A relação B x Zn se mostrou significativa para os parâmetros de altura

das plântulas, massa seca foliar e massa seca radicular, não sendo significativa para o comprimento das radículas, onde só o B apresentou resultado dentro do nível de significância (Tabela 1). Yamada (2000), relata que quando há a deficiência do B, não há crescimento de novas raízes e nem de novas brotações, o que novamente comprova uma maior necessidade para a formação do sistema radicular.

Tabela 1 - Tabela de regressão com análise de variância para os parâmetros analisados.

	Altura das Plântulas	Comprimento das Radículas	Massa Seca Foliar	Massa Seca Radicular
	TESTE F p>F			
Boro (B)	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0001*
Zinco (Zn)	0,0866 ns	0,48 ns	0,479 ns	0,095ns
B*Zn	0,046*	0,345 ns	0,048*	0,002*
CV (%)	16,33	21,09	43,91	51,78

Comprimento de plântulas

Como pode ser observado na Figura 2a, onde há o desdobramento das doses de B para o parâmetro de altura de plantas, após a ANOVA obteve-se uma regressão linear quadrática, onde o ponto de máxima obtido após a derivação foi de 1,32 kg ha⁻¹ de B quando em dose 0 de Zn. Pietroski et al. (2015), comprovaram uma melhora significativa no desenvolvimento de plantas de alface que tiveram B aplicado tanto via foliar quanto via solo, demonstrando a importância do B para o crescimento de plântulas. É possível que esta dose de boro possa ter acelerado o crescimento da planta, o que diminuiu o ciclo da cultura, sendo necessários menos dias para que a plântula atinja o nível de transplante e, possivelmente, de colheita, tendo como base a recomendação de Herrmann et al. (2020) quanto ao estágio de desenvolvimento para transplante, de 2 a 3 pares de folhas ou quando estão com 8 a 10 cm de altura e ao número de dias descrito por Filgueira (2000), sendo 25 dias, onde com a dose de 1,32 kg ha⁻¹ as plântulas apresentavam pouco mais de 12 cm.

Com a dose de zinco de 0,5 kg ha⁻¹, as doses de B apresentaram resultado linear, ou seja, o aumento das doses de boro favoreceu o crescimento das plântulas de alface (Figura 2b), Resende et al. (2008), que comprovaram maiores rendimentos de massa fresca total e comercial da circunferência da cabeça da alface com doses de Zn variando de 0,44 a 0,49 kg ha⁻¹, comprovaram que comprimento do caule não foi alterado pelo acréscimo de Zn. São doses bem

diferentes das utilizadas no experimento, mas que demonstra uma possível resposta variável da alface para diferentes doses de Zn para o parâmetro de altura de plantas.

Berni et al. (2012), constataram melhora significativa na biomassa fresca total e no diâmetro da cabeça da alface quando adubada com bórax, potencializado quando aplicado via foliar. Pietroski et al. (2015), comprovaram melhora progressiva na massa fresca total da parte aérea, sem melhora significativa na massa fresca do sistema radicular. Tais resultados comprovam a importância e essencialidade do B para produção de alface de qualidade. Seja aplicado via solo ou foliar, a adição de B em níveis dentro do recomendado para a cultura estimula o desenvolvimento da mesma tanto em quantidade de folhas, como em tamanho foliar.

Para o desdobramento das doses de B com 1 kg ha⁻¹ de Zn (Figura 2c), obteve-se uma regressão polinomial quadrática com o ponto de eficiência máxima a 1,09 Kg ha⁻¹ de B, onde a altura de plantas obtidas nessa combinação de doses foi de pouco mais de 12 cm, demonstrando assim também bons resultados acerca do desenvolvimento das mudas.

Deve-se atentar ao aspecto do uso do B nestas situações, pois mesmo que tenha ocorrido um crescimento linear, por se tratar de micronutrientes, não se sabe qual seria a dose máxima dos micronutrientes para um melhor crescimento de plantas, pois o limiar entre doses com efeito benéfico e tóxico se tratando d

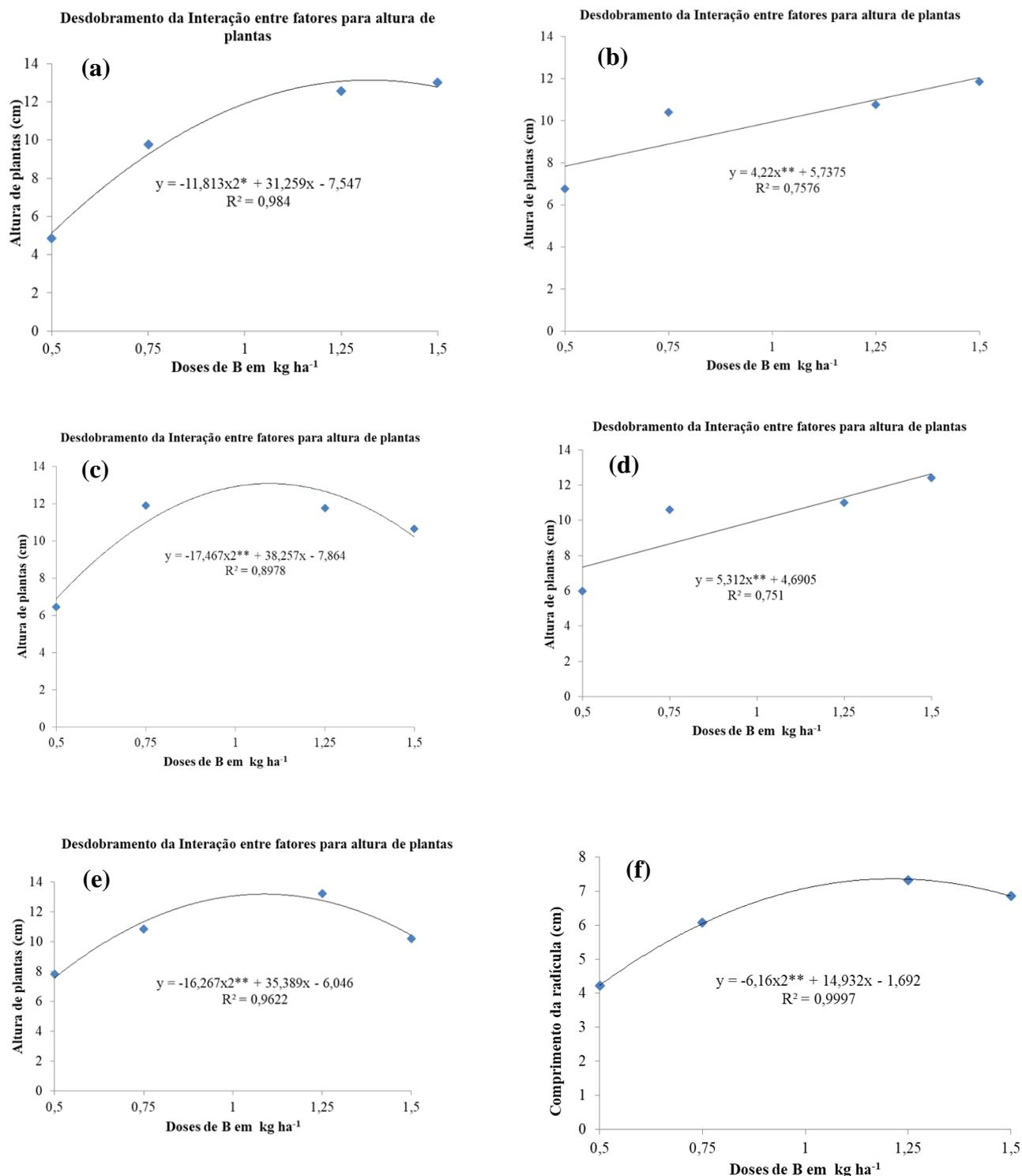


Figura 2. Regressões: Doses de boro correlacionadas com a dose 0 kg ha⁻¹ (a), 0,5 kg ha⁻¹ (b), 1,0 kg ha⁻¹ (c), 2,0 kg ha⁻¹ (d) e 3,0 kg ha⁻¹ (e) de zinco para altura de plantas; Comprimento da Radícula das plantas de alfaca com relação a doses de Boro (f).

micronutrientes é muito estreito, como citado por Marschner & Cakmak, (1989), assim havendo necessidade de novos estudos.

Já na Figura 2e observa-se novamente regressão polinomial quadrática, agora com melhor

resultado quando com dose de 1,08 kg ha⁻¹ de B correlacionada com 3 kg ha⁻¹ de Zn. Ou seja, 0,01 kg a menos que a dose mais eficiente demonstrada na Figura 2c, onde se tinha 1 kg de Zn. Estes resultados, novamente, demonstram comportamento adaptável

de B e Zn para alface. Do mesmo modo, autores como Iorio et al. (1996), comprovam não existir efeito positivo da adição em cobertura de Zn, enquanto Moreira et al. (2001), comprovam que a adição de diferentes doses de zinco estimulou o desenvolvimento de plantas de alface incrementando a quantidade de massa verde total.

Comprimento da radícula

Para o comprimento de radículas, na Figura 2f, obteve-se regressão polinomial quadrática para as diferentes doses de B, onde o melhor resultado foi com a dose de $1,21 \text{ kg ha}^{-1}$, com uma radícula de pouco mais de 7 cm de comprimento. Corrêa et al. (2006), afirmam que o B favorece o crescimento radicular em condições de boa disponibilidade no solo, afirmação esta que pôde ser comprovada no experimento, onde o B além de favorecer o crescimento das plântulas, também favoreceu o crescimento radicular, novamente na faixa entre 1 e $1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ do micronutriente.

Massa seca foliar

Quando em doses isoladas de B (Figura 3a), obteve-se regressão linear positiva à medida em que houve incremento das doses, demonstrando a essencialidade deste elemento para a obtenção de mudas de boa qualidade, onde o máximo teor de massa seca foliar obtido foi com a dose de $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ do micronutriente. Malavolta (1997), afirma que a disponibilidade de B às plantas afeta significativamente os tecidos vegetais, tendo em vista sua importância na composição e manutenção das membranas celulares, onde observa-se sintomas visíveis e característicos da deficiência e da toxidez caso este se apresente em níveis mais elevados. Por se tratar de um micronutriente, deve sempre atentar-se aos níveis adequados de adubação do mesmo, pois a faixa entre resultados benéficos e maléficis é pequena.

Segundo Kirkby & Römheld (2007), as funções que o B e Zn desempenham nas plantas favorecem o crescimento inicial, no entanto, devido a variação de resultados acerca de qual ou quais doses usar dos elementos para o cultivo de mudas de alface, ainda se faz um desafio constatar quais as doses ideais para os micronutrientes. Para as diferentes doses de

Zn, nota-se melhor resposta ao parâmetro de crescimento de plântulas quando as doses de B estiveram entre 1 e $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$.

Ainda no parâmetro da massa seca foliar dos diferentes tratamentos, foram obtidas respostas quadráticas quando correlacionada as doses de B com as doses de 1 kg ha^{-1} de Zn (Figura 3c), com doses de B obtidas após a derivação de $1,18 \text{ kg ha}^{-1}$ sendo a mais eficiente. Na Figura 3d, novamente, obteve-se um resultado linear positivo da interação entre o B e Zn, no entanto, com valores inferiores a dose isolada de B apresentada na Figura 3a. Na Figura 3e, resposta polinomial quadrática com ponto de máxima obtido após a derivada matemática de $1,00 \text{ kg ha}^{-1}$ de B, quando trabalhado com 3 kg de Zn.

Massa seca radicular

Para massa seca radicular, novamente, obteve-se dois tipos de respostas para as diferentes combinações de doses. Lineares positivas para as doses de 0; 0,5 e 2 kg de Zn e quadráticas para as doses de 1 e 3 kg ha^{-1} . Novamente, a melhor média obtida foi com a dose 0 de Zn e 1,5 de B, demonstrando assim uma maior necessidade para o incremento da massa seca das radículas pelo B. Yamada (2000), afirma que o B participa de uma série de processos fisiológicos nas plantas, o que faz com que a sua deficiência seja por muitas vezes confundida com a de outros nutrientes como fósforo (P) e potássio (K), por exemplo. Duas das funções do B observadas pelo autor estão bem definidas: a síntese da parede celular e a integridade das membranas plasmáticas.

Nota-se na Figura 3f, uma regressão linear positiva ao incrementar as doses de B quando a dose de Zn foi de 0 kg ha^{-1} . Por se tratar de um elemento com baixa mobilidade na planta, à medida que se incrementa sua disponibilidade, acontece um aumento no teor de massa seca. Na Figura 4a, tem-se novamente resposta linear positiva, porém, com resultados inferiores aos observados quando a dose de zinco foi 0 kg ha^{-1} . Tais resultados indicam uma maior necessidade de B pela alface, para um melhor desenvolvimento do teor de matéria seca, quando comparado ao Zn. Na Figura 4b, observa-se resposta polinomial quadrática com pontos de máxima resposta com doses de $1,11 \text{ kg ha}^{-1}$ com o Zn a 1 kg

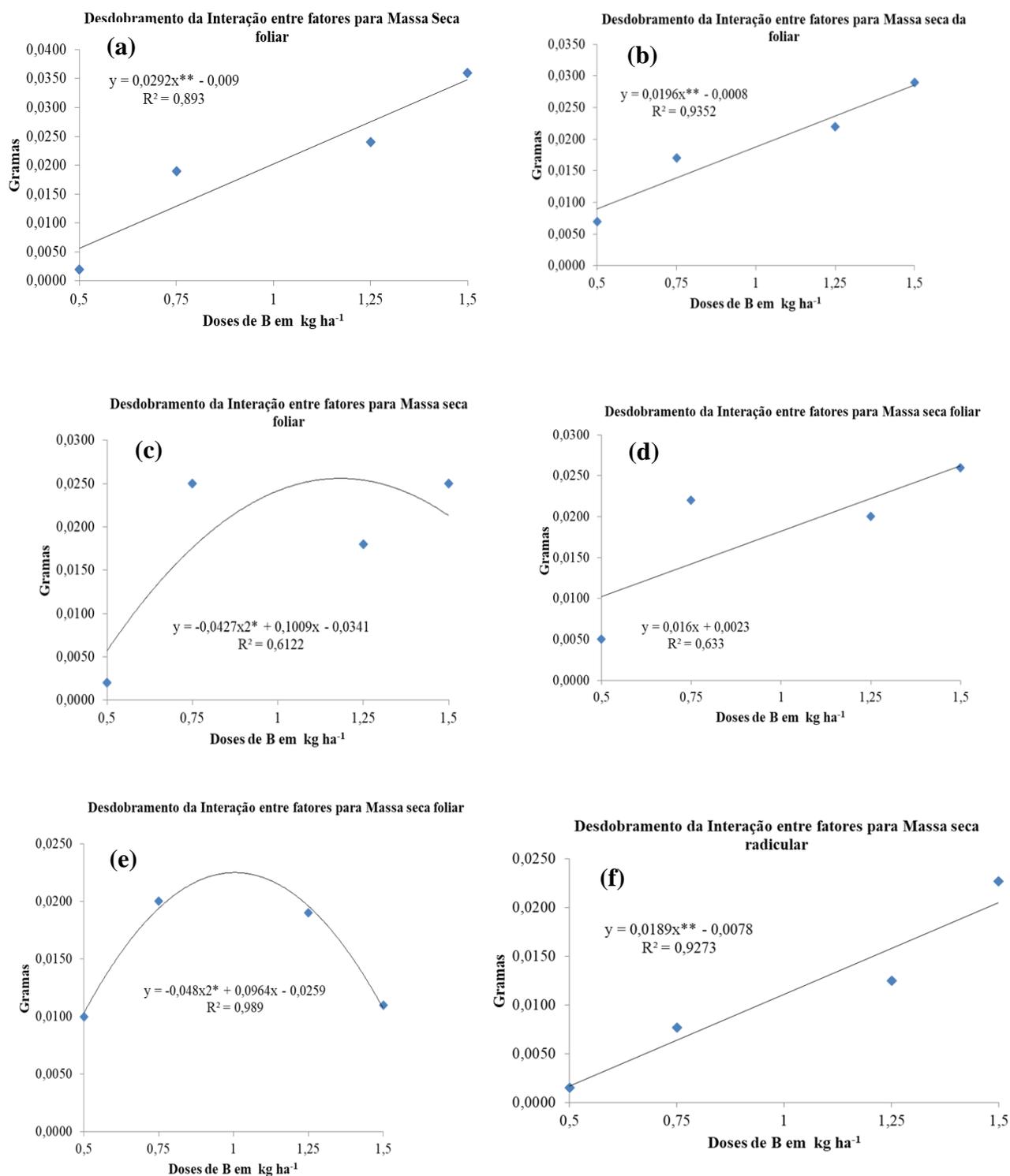


Figura 3. Regressões: Doses de boro correlacionadas com a dose 0 kg ha⁻¹ (a), 0,5 kg ha⁻¹ (b), 1,0 kg ha⁻¹ (c), 2,0 kg ha⁻¹ (d) e 3,0 kg ha⁻¹ (e) de zinco, para massa seca foliar; Doses de boro correlacionadas com a dose 0 kg ha⁻¹ de zinco, para massa seca radicular (f).

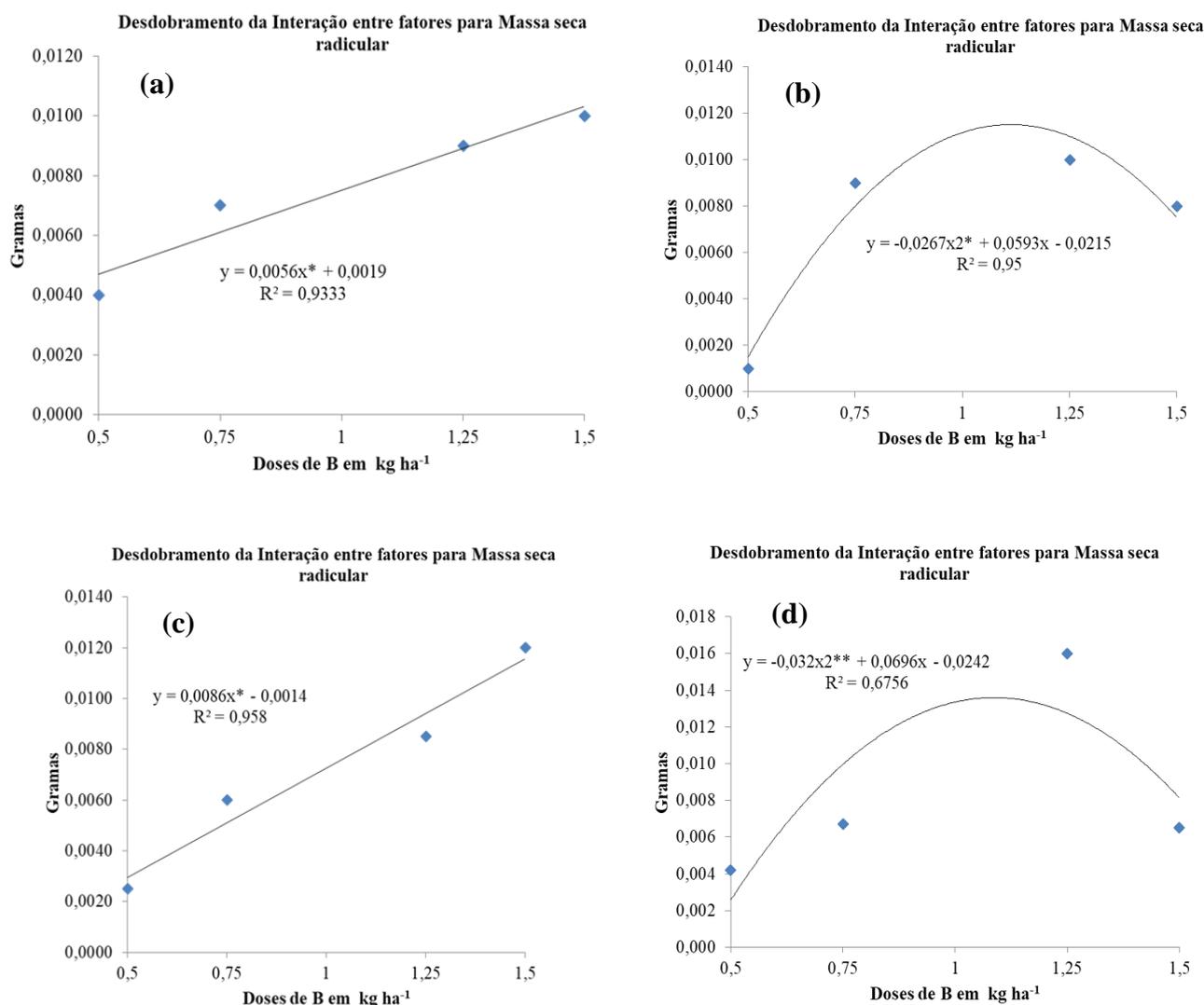


Figura 4. Regressões: Doses de boro correlacionadas com a dose 0,5 kg ha^{-1} (a), 1,0 kg ha^{-1} (b), 2,0 kg ha^{-1} (c) e 3,0 kg ha^{-1} (d) de zinco, para massa seca radicular.

Este resultado novamente se mostrou inferior quando o Zn em dose 0 e o B em dose de 1,5 Kg ha^{-1} . Quando em dose de 2 kg ha^{-1} de Zn (Figura 4c), obteve-se novamente resposta linear positiva à medida que se incrementou as doses de B, com melhor resultado obtido com a dose de 1,5 kg ha^{-1} .

Na Figura 4d, novamente, resposta polinomial quadrática com ponto máximo a 1,08 kg ha^{-1} de B na dose de 3 kg ha^{-1} de Zn indicando que dose maior do Zn associado ao B promove incremento da matéria seca nas plântulas de alface.

CONCLUSÃO

As doses de boro (B) e zinco (Zn) influenciaram o desenvolvimento das mudas de

alface, doses de Zn 0,5 associadas a doses crescente de boro proporcionaram maior altura das plantas.

A dose de 3 kg ha^{-1} de Zn e 1,08 kg ha^{-1} de B, houve incremento da massa seca.

A aplicação de B e Zn favorece a emergência das plântulas.

Doses de B e Zn, promovem maior crescimento das mudas da alface o que pode encurtar o período para o transplântio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berni, R.F.; Chaves, F.C.M.; Kano, C.; Batista, A.C. (2012). Efeito de doses de boro em aplicação via solo e foliar sobre a alface americana no Amazonas. **Horticultura Brasileira** 30: S373-S379.

- Cakmak, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. **New Phytologist**, Cambridge, v. 146, p. 185-205.
- Colariccio, A.; Chaves, A. L. R. (2017). **Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface**.
- Corrêa, J. C. et al. (2006). Doses de boro e crescimento radicular e da parte aérea de cultivares de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, p. 1077-1082.
- Costa, C.A. (1994). **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados da alface e da cenoura adubada com compostos orgânicos de lixo urbano** (Dissertação mestrado). Viçosa, MG. UFV, 89 p.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042.
- Filgueira, F. A. R. (2000). **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402 p.
- Herrmann, J. C.; Kinetz, S. R. R.; Elsner, T. C. **Alface**. In: Projetos Unijuí. [S. l.], 2020. Disponível em: https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/alface/index.html#_Toc15379009. Acesso em: 5 dez. 2020.
- Iorio, A. F.; Gorgoschide, L.; Rendina, A.; Barros, M. J. (1996). Effect phosphorus, copper, and zinc addition on the phosphorus/copper and phosphorus/zinc interaction in lettuce. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 19, n. 3/4, p. 481-491.
- Kirkby, E. A.; Römheld, V. (2007). Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agronômicas**, v. 118, n. 2, p. 1-24.
- Labouriau, L.G.; Valadares, M.B. (1976). On the physiology of seed of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 42, n. 2, p. 235-264.
- Malavolta, E. (1997). **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**/Eurípedes Malavolta, Godofredo Cesar Vitti, Sebastião Alberto de Oliveira 2. ed., ver. e atual. Piracicaba: Potafos.
- Maldonado, I. R.; Mattos, L. M.; Moretti, C. L. (2014). Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface. **Embrapa Hortaliças-Documentos** (INFOTECA-E).
- Medeiros, D.C.; Lima, B.A.B.; Barbosa, M.R.; Anjos R.S.B.; Borges, R.D.; Cavalcante Neto, J.G.; Marques, L.F. (2007). Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira** 25: 433-436.
- Moreira, M. M.; Fontes, P. C. R.; Camargos, M. I. (2001). Interação entre zinco e fósforo em solução nutritiva influenciando o crescimento e a produtividade da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 903-909.
- Nascimento, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009.
- Pietroski M.; Teixeira S.O.; Cardoso M.A.; Claudino W.V.; Domingues T. R.; Caione G. (2015). **Doses de boro em solo cultivado com alface**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 4p. Natal – RN.
- Resende, G. M.; Yuri, J. E.; Souza, R. J. (2008). Épocas de plantio e doses de zinco em alface tipo americana. **Horticultura Brasileira**. v. 26, n. 4, p.510–514. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000400017>
- Soffer, H.; Smith, O. E. (1974). Studies on lettuce seed quality. III. Relationships between flower in pattern, seed yield, and seed quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**.
- Viggiano, J. (1990). Produção de sementes de alface. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, p. 1-13.
- Yamada, T. (2000). Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Informações agronômicas** -Potafós, n. 90, 20p.