



AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE BORO ASSOCIADO AO ÁCIDO FÚLVICO SOBRE A MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA DA ALFACE CRESPA

“Vinícius Muniz Ribeiro¹”, “Kleso Silva Franco Júnior²”

RESUMO

Introdução: A alface (*Lactuca sativa*) é uma hortaliça folhosa de grande relevância no Brasil, sendo cultivada em cerca de 86,8 mil hectares com uma produção estimada de 1,5 milhões de toneladas. É uma cultura bastante exigente em fertilidade do solo, desenvolvendo-se bem em solos com pH na faixa de 6 a 6,8 respondendo muito bem a adição de matéria orgânica no solo, em especial os compostos de origem animal. A adubação com micronutrientes geralmente é realizada com 1 a 1,5 kg.ha⁻¹ de B e 1 a 3 kg.ha⁻¹ de Zn, de acordo com os resultados da análise de solo, aplicados no momento do transplântio das mudas.

Objetivo: Objetivou-se avaliar o efeito de diversas fontes de boro associadas a aplicação de ácido fúlvico sobre a massa fresca da parte aérea da alface crespa. **Material e Métodos:** O presente experimento foi realizado no Sítio Rio do Peixe localizado no município de Campestre MG. Utilizou-se o delineamento estatístico em blocos casualizados (DBC), em sistema fatorial 5 x 2, com 10 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais, cada uma com duas plantas de alface crespa. Os resultados obtidos foram tabulados e posteriormente submetidos a análise estatística por meio da análise de variância e do teste Scott - Knott a 5% de probabilidade. **Resultados:** Todos os tratamentos foram iguais estatisticamente e não diferiram da testemunha. A adição de boro não promoveu incrementos significativos de produção na massa fresca da parte aérea, independente da fonte utilizada. A aplicação de ácido fúlvico isolado ou associado com o elemento boro não aumentou a produção de massa fresca de parte aérea. **Conclusão:** Nas condições do experimento o micronutriente boro e o ácido fúlvico não promoveram incrementos no cultivo de alface crespa. Novos experimentos serão realizados visando confirmar ou falsear as hipóteses aqui levantadas.

Palavras-chave: adubação; hortaliças; micronutrientes; compostos orgânicos

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*) é uma hortaliça folhosa herbácea e anual, possuindo um sistema radicular ramificado e superficial e um caule pequeno, de onde saem as folhas, que crescem em roseta ao redor do caule. Suas folhas podem ser lisas ou crespas, de coloração verde ou roxa, podendo ou não ocorrer a formação de cabeça. Em condições de cultivo a céu aberto o seu ciclo da sementeira até a colheita dura de 65 a 80 dias (FILGUEIRA, 2008).

No Brasil a alface é a hortaliça mais produzida, atingindo 1,5 milhões de toneladas produzidas em cerca de 86,8 mil hectares de cultivo, gerando um valor de produção de 8 milhões de reais apenas no setor varejista (PESSOA & MACHADO JUNIOR, 2021).

De forma geral a alface se desenvolve bem em solos com pH na faixa de 6 a 6,8, com bom teor de matéria orgânica e boa drenagem (SEDIYAMA; RIBEIRO & PEDROSA, 2007).

Na ocasião do plantio recomenda-se aplicar calcário para elevar a saturação de bases do solo a 80%, incorporando a uma profundidade de 20 a 30 cm, com pelo menos 20 a 30 dias de antecedência do plantio (TRANI; PASSOS & AZEVEDO FILHO, 1997).

A adubação mineral deve seguir os teores de potássio e fósforo presentes na análise de solo, em condições de teores médios recomenda-se 300 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, 90 kg.ha⁻¹ de K₂O e 150 kg.ha⁻¹ de N, sendo todo o fósforo fornecido na ocasião do plantio e o potássio e nitrogênio parcelados de modo a fornecer 20% de N e K₂O no plantio, 20% no primeiro parcelamento, 30% no segundo parcelamento e 30% no terceiro parcelamento (FONTES, 1999).

A prática de adubação orgânica favorece o desenvolvimento radicular da alface, dado a melhoria proporcionada na física do solo, especialmente os compostos de origem animal, como o esterco de aves (FILGUEIRA, 2008). Segundo Sedyama, Ribeiro e Pedrosa (2007) a alface responde significativamente a adubação orgânica, devendo-se atentar ao teor de nitrogênio presente no material, pois elevados teores desse elemento podem levar ao pendoamento precoce, a maior suscetibilidade a doenças e má formação de cabeça. Recomenda-se a adição de 60 a 80 t.ha⁻¹ de esterco de curral curtido ou 15 a 20 t.ha⁻¹ de esterco de galinha nos canteiros, com pelo menos 10 dias de antecedência do plantio (TRANI; PASSOS & AZEVEDO FILHO, 1997). Quando o solo se encontra degradado e com baixa atividade microbiana sugere-se a aplicação do composto bokashi na dose de 50 g a 200 g por m² de canteiro (PACOTTE, 2020).

Em condições de deficiência recomenda-se a aplicação de 1 kg.ha⁻¹ de boro, preferencialmente na forma de bórax (FILGUEIRA, 2008). A aplicação de 1 kg a 1,5 kg.ha⁻¹ de boro e 1 a 3 kg.ha⁻¹ de zinco no momento do plantio é recomendada, quando estes elementos se encontram em teores baixos (PACOTTE, 2020).

No Brasil o boro é o micronutriente mais deficiente em culturas perenes e anuais (MALAVOLTA, 2006). É encontrado no solo adsorvido na matéria orgânica e nos minerais de argila, na composição dos minerais silicatados e associado aos hidróxidos de ferro e alumínio (DECHEN et al., 2018). Na solução do solo este elemento fica disponível para as plantas na forma de ácido bórico (H₃BO₃), entretanto em condições de pH maior que 7 sofre dissociação ficando na forma de H₂BO₃ (RAIJ, 2011). Na planta este elemento atua no florescimento por meio de sua ação no crescimento do tubo polínico e na germinação dos grãos de pólen, atua também na formação da parede celular e na formação de sementes, onde em condições de deficiência ocorre retardamento do crescimento da planta devido sua ação nos meristemas apicais (LOPES, 1998).

As fontes de boro mais utilizadas são o Bórax (11% de B solúvel em água), Pentaborato (18% de B solúvel em água), Tetraborato 46 (14% de B solúvel em água), Tetraborato 65 (20% de B solúvel em água), Solubor (20% de B solúvel em água), Octaborato (21% de B solúvel em água), Ácido bórico (17% de B solúvel em água), Ulexita (10% de B pouco solúvel em água), Colemanita (10% de B pouco solúvel em água), Silicatos (2 a 6% de B insolúvel em água) e complexos orgânicos de boro (8% de B solúvel em água) (MALAVOLTA, 2006).

Dado a boa resposta da cultura da alface a adição de matéria orgânica no solo e as diversas fontes de boro disponíveis no mercado, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de boro, associadas ou não a um produto comercial líquido a base de ácido fúlvico na cultura da alface, aplicado via solo, tendo como parâmetro avaliativo a massa fresca da parte aérea.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Montou-se o experimento no Sítio Rio do Peixe, situado no município de Campestre – MG, nas coordenadas geográficas 21°41'31.56'' de latitude sul e 46°11'13.69'' de longitude oeste, em uma altitude de 1030 m. O clima predominante na área experimental segundo a classificação de Koppen e

Geiger (1936) é o subtropical de inverno seco.

Instalou-se o experimento com delineamento em blocos casualizados, em um sistema fatorial 5 x 2, testando 4 fontes de boro e uma testemunha, na presença e ausência de ácido fúlvico, contendo 40 parcelas experimentais com 10 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela possuía 2 pés de alface crespa. Utilizou-se 1 kg.ha⁻¹ como dose padrão de boro para todos os tratamentos, de acordo com as recomendações de Trani et al. (1997) e 10 l.ha⁻¹ do produto comercial contendo ácido fúlvico.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	Composição do fertilizante	Dose do fertilizante
T1 Borato de monoetanolamina	135 g.l ⁻¹ de B	7,4 l.ha ⁻¹
T2 Borato de monoetanolamina + Ácido fúlvico	135 g.l ⁻¹ de B; 349,25 g.l ⁻¹ de Ácidos fúlvicos	7,4 l.ha ⁻¹ ; 10 l.ha ⁻¹
T3 Ácido bórico sólido	17% de B	5,88 kg.ha ⁻¹
T4 Ácido bórico + Ácido fúlvico	17% de B; 349,25 g.l ⁻¹ de Ácidos fúlvicos	5,88 kg.ha ⁻¹ ; 10 l.ha ⁻¹
T5 Ulexita	9% de B sol. Ac. Cítrico	11,11 kg.ha ⁻¹
T6 Ulexita + Ácido fúlvico	9% de B sol. Ac. Cítrico; 349,25 g.l ⁻¹ de Ácidos fúlvicos	11,11 kg.ha ⁻¹ ; 10 l.ha ⁻¹
T7 Ácido bórico em formulação líquida	148,5 g.l ⁻¹ de B	6,73 l.ha ⁻¹
T8 Ácido bórico em formulação líquida + Ácido fúlvico	148,5 g.l ⁻¹ de B; 349,25 g.l ⁻¹ de Ácidos fúlvicos	6,73 k.ha ⁻¹ ; 10 l.ha ⁻¹
T9 Ácido fúlvico	349,25 g.l ⁻¹ de Ácidos fúlvicos	10 l.ha ⁻¹
T10 Testemunha	-	-

Fonte: Autoria própria (2021).

O período da realização do experimento foi de 33 dias, com o transplante das mudas de alface para o canteiro no dia 22/10/2021 e colheita no dia 24/11/2021.

De início realizou-se o levantamento de 5 canteiros, a uma altura de 15 cm do solo, com 5,4 m de comprimento e 50 cm de largura, com um espaçamento entre canteiros de 20 cm.

Após o levantamento dos canteiros realizou-se a amostragem de solo na profundidade de 0 a 20 cm, com um trado tipo sonda, onde coletou-se 5 amostras simples de cada canteiro,

totalizando 25 amostras simples, que misturadas formaram uma amostra composta. Encaminhou-se o solo para o laboratório, onde se realizou uma análise física e uma análise química completa.

Tabela 2 – Resultados da análise de solo.

Parâmetros	Resultados
pH (H ₂ O)	4,6
C. Orgânico	1,46 dag.kg ⁻¹
P (Melich)	5,6 mg.dm ⁻³
K	92,10 mg.dm ⁻³
Ca	2,70 cmolc.dm ⁻³
Mg	0,63 cmolc.dm ⁻³
Al	0,3 cmolc.dm ⁻³
H + Al	5,2 cmolc.dm ⁻³
S	16,37 mg.dm ⁻³
B	1,28 mg.dm
Cu	0,7 mg.dm ⁻³
Fe	65,9 mg.dm ⁻³
Mn	32,1 mg.dm ⁻³
Zn	1,66 mg.dm ⁻³
P Rem	11,45 mg.dm ⁻³
V%	40,69%
S.B	3,57 cmolc.dm ⁻³
T	8,77 cmolc.dm ⁻³
Areia	43,4%
Argila	22,1%
Silte	34,5%

Fonte: Autoria própria (2021).

Com base no resultado da análise de solo procedeu-se a aplicação de 4 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico B com PRNT de 87,5%, visando elevar a saturação de bases do solo para 80%. Considerando a área do canteiro de 2,7 m² aplicou-se 1 kg de calcário por canteiro. Após a aplicação do calcário procedeu-se a incorporação do mesmo por meio do revolvimento dos canteiros com enxada.

5 dias após a aplicação do calcário aplicou-se 60 t.ha⁻¹ de esterco de curral curtido. Considerando a área do canteiro de 2,7 m² aplicou-se 16,2 kg de esterco por canteiro. Após a aplicação do esterco realizou-se a incorporação do mesmo, por meio do revolvimento manual do solo com enxada.

20 dias após a aplicação do calcário procedeu-se a adubação de plantio. Utilizou-se para adubação fosfatada os padrões propostos por Fontes (1999), no caso como os teores de fósforo estavam baixos utilizou-se 400 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Para a adubação potássica e nitrogenada de plantio utilizou-se a recomendação de Trani et al. (1997), sendo aplicados 100 kg.ha⁻¹ de K₂O e 40 kg.ha⁻¹ de N. Os fertilizantes utilizados foram 1250 kg.ha⁻¹ de 4-14-8 e 1406 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples. Considerando a área do canteiro de 2,7 m² aplicou-se 337 g de 4-14-8 e 380 g de superfosfato simples por canteiro. Após a aplicação procedeu-se a incorporação dos fertilizantes por meio do revolvimento com enxada.

Com o solo devidamente corrigido procedeu-se a divisão dos canteiros em blocos experimentais. Cada canteiro recebeu 8 blocos experimentais, cada um com duas plantas de alface, totalizando 40 parcelas na área experimental.

Procedeu-se a adubação dos canteiros com os fertilizantes a base de boro e ácidos fúlvicos. Aplicou-se por bloco experimental 0,35 ml de borato de monoetanolamina, 0,48 ml de ácido fúlvico, 0,2822 g de ácido bórico sólido, 0,5332 g de ulexita e 0,32 ml de ácido bórico líquido.

Os fertilizantes líquidos foram medidos com uma seringa de precisão, que possui escala de 0,1 ml até 1 ml. Os fertilizantes sólidos foram pesados em balança digital de precisão, com escala de 0,01 g até 500 g.

Todos os fertilizantes com exceção da ulexita foram aplicados diluídos em 1 l de água, utilizando um regador. A ulexita foi aplicada de forma manual, ao redor da coveta das plantas de alface.

1 dia após a aplicação dos fertilizantes contendo boro e ácidos fúlvicos realizou-se o transplântio das mudas de alface crespa, sendo 2 mudas por bloco experimental, totalizando 80 mudas. Logo após o transplântio procedeu-se a irrigação da área. As mudas foram compradas em uma loja agropecuária na cidade de Campestre.

Após o transplântio os tratos culturais foram somente irrigações diárias no final do período da tarde, durante 32 dias, até o momento da colheita.

No dia 24/11 procedeu-se a colheita das plantas de alface. Cortou-se as plantas rente ao solo e imediatamente realizou-se a pesagem, utilizando uma balança digital. À medida que ocorria a colheita de um bloco já se pesava as plantas e anotava-se os valores de massa fresca das duas plantas.

Após a colheita procedeu-se a tabulação dos dados. Como haviam duas plantas de alface por bloco, realizou-se a média aritmética dos valores de massa fresca como referência para a análise estatística.

Realizou-se a análise de variância e o teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade com o software Sisvar (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 3 - Massa fresca da alface com diferentes fontes de boro em associação com ácido fúlvico.

Fontes de boro	Massa fresca de parte aérea (g)		Média
	Ácido fúlvico	Presente	
	Ausente		
Borato de monoetanolamina	141,37 Aa	116,75 Aa	129,06 A
Ulexita	147,12 Aa	146,75 Aa	146,93 A
Ácido bórico sólido	181,50 Aa	135,37 Aa	158,43 A
Ácido bórico líquido	164,37 Aa	155,37 Aa	159,87 A
Ausente	163,00 Aa	167,00 Aa	165,00 A
Média	159,47 a	144,25 a	
Coefficiente de variação (%)	26,30		

Fonte: Autoria própria (2021).

Todos os resultados obtidos no experimento foram iguais estatisticamente, portanto não diferindo da testemunha. Destaca-se que durante a realização do experimento não se visualizou nenhum sintoma visual característico de toxidez do elemento boro nas plantas de alface.

A adição de boro isolado ou associado a aplicação de ácido fúlvico, a independe das fontes aplicadas, não levou a incrementos de produção na massa fresca da alface. Tal resultado pode ser explicado pelos bons teores de boro presentes no solo, que atenderam com suficiência as plantas de alface no tratamento testemunha, pois Pietroski et al. (2015) ao testar doses de boro na cultura da alface, em condições de solos com deficiência, observou incremento

significativo na massa fresca de parte aérea, quando aplicado 12 mg.dm^{-3} de boro no solo via ácido bórico. Yuri et al. (2004) observou que a aplicação foliar de bórax na dose de $1,71 \text{ kg.ha}^{-1}$

¹ proporcionou maior incremento de massa fresca comercial em alface americana, quando a pulverização foi realizada aos 21 dias após o transplantio.

A adição de ácido fúlvico na dose de 10 l.ha^{-1} do produto comercial, não levou a incrementos estatísticos em produção de massa fresca, o que mostra que somente a adição de esterco de curral foi suficiente para melhorar a estrutura física do solo, bem como liberar substâncias húmicas para a solução do solo. Acredita-se que a quantidade de ácidos fúlvicos fornecidos pelo produto comercial na dose testada seja insuficiente para a cultura da alface, quando aplicado via solo. Tal resultado não corrobora com o encontrado por Azevedo et al. (2011), que ao avaliar doses de ácido fúlvico extraídos de esterco bovino, na cultura da alface, obteve-se que a dose de 100 ml por litro de água aplicado via rega aos 5, 15 e 25 dias após o transplantio promoveram incrementos significativos na massa fresca da parte aérea. Borcioni, Mógor e Pinto (2016) ao testar doses de ácidos fúlvicos em mudas de alface 1 dia antes do transplantio, obtiveram incrementos significativos em massa fresca de parte aérea e raiz, quando aplicou-se até 6 ml de um produto comercial por litro de água, em alface americana.

4 CONCLUSÃO

A aplicação do elemento boro via solo não promoveu incremento na massa fresca da parte aérea da alface crespa, quando aplicado na dose de 1 kg.ha^{-1} de B, independente da fonte de fertilizante utilizado.

A adição de ácido fúlvico na dose de 10 l.ha^{-1} do produto comercial, aplicado via solo, isolado ou associado ao nutriente boro não promoveu acréscimos na massa fresca da alface.

A associação das diferentes fontes de boro com o ácido fúlvico também não promoveu incrementos na massa fresca de parte aérea da alface.

Pretende-se realizar novos experimentos em solos com deficiência acentuada de boro, com teores de carbono orgânico inferiores ao do presente trabalho e com modalidade de aplicação via foliar, com vistas a confirmar ou falsear as hipóteses descobertas desse experimento.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, S. A.; MORAIS, J.; OLIVEIRA, R. A.; SOUSA, V. M. S.; NASCIMENTO, I. O.; DIAS, V. L. N.; NUNES, S. E. A. Efeitos dos ácidos húmicos e fúlvicos na qualidade da *Lactuca sativa* L. (Alface) em relação ao peso fresco área foliar e às concentrações de clorofila e teor de ferro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA: Meio ambiente e energia, 51. Anais São Luis – MA, out. 2011.

BORCIONI, E.; MÓGOR, A. F.; PINTO, F. Aplicação de ácido fulvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 3, p. 509-515, jul-set. 2016.

DECHEN, A. R.; NACHTTIGALL, G. R.; CARMELLO, Q. A. de C.; SANTOS, L. A.; SPERANDIO, M. V. L. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. de.; SANTOS, L. A. (Orgs.). **Nutrição mineral de plantas**, 2. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018. p. 491-562.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 419 p.

FONTES, P. C. R. Alface. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. (Orgs.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º aproximação**. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999, p.177.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**: Das geographische System der Klimate. Berlin: Verlag von Gebrüder Borntraeger, 1936. 44 p.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1998. 177 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2006. 630 p.

PACCOTE, M. R. (Org.). **Manual técnico**: Para cultivo de hortaliças. 4. Ed. Campinas: Associação brasileira do comércio de sementes e mudas, 2020. 123 p.

PESSOA, H. P.; MACHADO JUNIOR, R. Folhosas: Em destaque no cenário nacional.

Revista campo e negócios, 2021. Disponível em:

<<https://revistacampoenegocios.com.br/folhosas-em-destaque-no-cenario-nacional/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

PIETROSKI, M.; TEIXEIRA, S. O.; CARDOSO, M. A.; CLAUDINO, W. V.; DOMINGUES, T. R.; CAIONE, G. Doses de boro em solo cultivado com alface. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35. **Anais**.....Natal - RN, ago. 2015.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

SEDIYAMA, M. A. N.; RIBEIRO, J. M. O.; PEDROSA, M. W. Alface (*Lactuca sativa* L.).

In: PAULA JÚNIOR, T. J. de.; VENZON, M. (Orgs.). **101 culturas**: Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007, p. 53-62.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO FILHO, J. A. de. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d' água. In: Raij, B. van.; Cantarella, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Orgs.).

Boletim técnico 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo, 2. ed. Campinas: Instituto agrônômico de Campinas, 1997, p. 168-169.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de.; MOTA, J. H.; RODRIGUES JUNIOR, J. C.; SOUZA, R.

J. de.; CARVALHO, J. G. de. Comportamento da alface americana em função do uso de doses e épocas de aplicação de boro em cultivo de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 593-596, jul-set. 2004.