



ARTIGO ORIGINAL

Jéssica Beatriz de Carvalho¹
Júlia Mundim Nascimento Mota¹
Cleyton Batista de Alvarenga^{1*}
Gabriel Mascarenhas Maciel¹
Adriane de Andrade Silva¹
Monique Ellis Aguilar Borba²

Produção e qualidade fisiológica de sementes de alface cultivada com adubação orgânica e mineral

Production and physiological quality of lettuce seeds grown with organic and mineral fertilization

¹ Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Campus Monte Carmelo, Rodovia LMG-746, km 01, 38500-000, Monte Carmelo, MG, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Campus Monte Carmelo, Rodovia LMG-746, km 01, 38500-000, Monte Carmelo, MG, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: cleytonalvarenga@ufu.br

PALAVRAS-CHAVE

Lactuca sativa L.
Cultivo orgânico
Plantas de cobertura

KEYWORDS

Lactuca sativa L.
Organic cultivation
Cover crops

RESUMO: O cultivo de alface no sistema orgânico é crescente no Brasil. No entanto, para ser cultivada no sistema orgânico, faz-se necessário utilizar sementes provenientes de sistema orgânico conforme exigências da legislação brasileira. Atualmente, são escassas pesquisas referentes ao desempenho agrônômico e à qualidade fisiológica de sementes de alface no sistema orgânico. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e a qualidade fisiológica de sementes de alface no sistema orgânico e mineral. Foram realizados dois experimentos distintos no campo [experimento I, cujos tratamentos foram plantas de cobertura na ausência de cama de frango e experimento II, cujos tratamentos foram plantas de cobertura na presença de cama de frango], utilizando o delineamento em blocos casualizados (DBC) e quatro repetições em ambos os experimentos. Para avaliar o efeito do mineral em ambos os experimentos, foram previamente reservadas quatro parcelas em cada experimento, também casualizadas em DBC, para que posteriormente fosse realizado o transplântio da alface na condição convencional (mineral) sem a presença de plantas de cobertura e cama de frango. Pode-se verificar que a adubação orgânica com cama de frango associada a diferentes adubos verdes como planta de cobertura é uma alternativa viável tanto para a produção de alface quanto para a produção e a qualidade fisiológica de sementes. A substituição da adubação mineral pela orgânica é benéfica ao desenvolvimento da alface e de suas sementes.

ABSTRACT: *Lettuce cultivation in the organic system is increasing in Brazil. However, the cultivation in the organic system requires the use of seeds from the organic system as per the Brazilian legislation. There is little research on the agronomic performance and the physiological quality of lettuce seeds in the organic system. Thus, this work aimed to evaluate the production and physiological quality of lettuce seeds in the organic and mineral system. Two experiments were carried out in the Experiment I [Experiment I (Cover Plants in Absence of poultry litter) and Experiment II (Cover Plants in the Presence of poultry litter) using the randomized block design (DBC) and four replications in both experiments. To evaluate the effect of the mineral, in the two experiments, four plots were reserved in each experiment, also randomized in DBC, so that the transplanting of the lettuce was carried out in the conventional (mineral) condition without the presence of cover plants and poultry litter. It was verified that the organic fertilization with poultry litter associated with different green fertilization as cover plant is a viable alternative to the production of lettuce and seeds in organic system. The replacement of mineral fertilization by organic is beneficial to the development of lettuce and its seeds.*

1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é cultivada em todas as regiões brasileiras, sendo consumida principalmente na forma de salada. É apreciada pelo sabor, qualidade nutricional e preço atrativo para o consumidor (Resende et al., 2007). No Brasil, existe uma grande diversidade de cultivares de alface disponíveis (Suinaga et al., 2013) e os principais tipos de alface cultivados em ordem de importância econômica são a crespa, a americana, a lisa e a romana (Sala & Costa, 2012).

A produção de hortaliças em sistema orgânico é uma atividade em crescimento no mundo. Diante dos relatos sobre a contaminação de hortaliças com produtos fitossanitários, os produtos orgânicos têm sido considerados mais confiáveis para o consumo (Sedyama et al., 2014). Em 2015, a área de produção orgânica no Brasil abrangeu aproximadamente 950 mil hectares, com 11.084 produtores registrados no cadastro nacional de produtores orgânicos. Ademais, vale ressaltar que são produtos que possuem maior valor agregado e, em média, superam em 30% os valores das hortaliças convencionais (Brasil, 2015).

Com base na Lei nº 10.831/2011, considera-se produto orgânico aquele obtido em sistema orgânico de produção agropecuário ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local (Brasil, 2003). A IN 46, de 6 de outubro de 2011, concretiza a proibição da utilização de sementes e mudas não obtidas em sistemas orgânicos de produção a partir de 19 de dezembro de 2013, exceto nos casos em que ocorra indisponibilidade ou inadequação dessas sementes e mudas. Em tais situações, será permitida a utilização de sementes produzidas no sistema convencional ausente de tratamento de sementes (Brasil, 2011).

A utilização de sementes de alta qualidade é a base para o aumento da produtividade agrícola (Freitas & Nascimento, 2006). Com a nova lei de sementes orgânicas, tal atributo passou a apresentar mais relevância, com uma nova vertente – sementes orgânicas de alta qualidade. Diante desse contexto, faz-se necessário validar a combinação de sistemas orgânicos já existentes e os seus efeitos na produção e qualidade fisiológica das sementes de alface. Há relatos de que o uso de adubação orgânica em diversas espécies tem proporcionado resultados benéficos na produção (Fontanétti et al., 2006; Santi et al., 2010; Cavalcante et al., 2015; Oliveira et al., 2010; Silva et al., 2010; Cavallaro Júnior et al., 2009) e na qualidade fisiológica das sementes (Diniz et al., 2009; Villela et al., 2010; Nascimento et al., 2012). A adubação orgânica da alface com cama de frango tem como principal função o suprimento de nutrientes às plantas, além da ação benéfica da matéria orgânica no solo. Outra alternativa viável para se adicionar matéria orgânica ao solo é a adubação verde. São escassas as pesquisas que relacionam os efeitos da adubação orgânica com cama de frango, associadas ou não ao uso de plantas de cobertura na produção e qualidade fisiológica de sementes orgânicas de alface.

Diante do exposto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a produção e a qualidade fisiológica de sementes de alface na presença ou ausência da adubação orgânica com cama de frango associadas a diferentes plantas de cobertura em comparação à adubação mineral.

2 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no campo, na Estação Experimental de Hortaliças (altitude 873 m, 18° 42' 43,19" S e 47° 29' 55,8") e no Laboratório de Análise de Sementes e Recursos Genéticos (Lagen), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Monte Carmelo (MG), entre fevereiro de 2015 e janeiro de 2016.

Foram realizados dois experimentos distintos em condições de campo [experimento I (plantas de cobertura na ausência de cama de frango) e experimento II (plantas de cobertura na presença de cama de frango)] utilizando o delineamento em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições. Para avaliar o efeito da adubação mineral, em ambos os experimentos, foram previamente reservadas quatro parcelas em cada experimento (experimento I e experimento II), para que posteriormente fosse realizado o transplântio da alface na condição convencional (mineral) sem a presença de plantas de cobertura e cama de frango. As parcelas foram representadas por canteiros de 0,25 metro de altura, 1,2 metro de largura por 3 metros de comprimento, totalizando 3,6 m² por parcela constituída por cinco linhas de plantio, sendo as três centrais consideradas úteis.

Com o auxílio de uma enxada rotativa, para ambos os experimentos, foram construídos os canteiros para a semeadura das plantas de cobertura, individualmente em cada canteiro. As plantas utilizadas para adubação de cobertura foram as leguminosas crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e girassol (*Helianthus annuus*), semeadas no espaçamento de 0,5 metro entre linhas, e as gramíneas braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) e milho (*Pennisetum americanum*), semeadas a lanço na quantidade de 15 kg ha⁻¹. A semeadura das quatro espécies de plantas de cobertura ocorreu em 13 de fevereiro de 2015.

Após 40 dias da semeadura, as plantas de cobertura (crotalária, girassol, braquiária e milho) atingiram a fase de florescimento. Em seguida, foram trituradas com o auxílio de um triturador do tipo trincha fabricado pela Vicon, modelo 1.60, e decorridos quinze dias, foi utilizada enxada rotativa para incorporação dos restos vegetais e reestruturação dos canteiros com o intuito de realizar o transplântio das mudas de alface sobre os canteiros com as plantas de cobertura e nas parcelas do tratamento convencional (Mineral), utilizando a cultivar UFU MC BIOFORT que pertence ao banco de germoplasma de Alfaces Biofortificadas da UFU. A cultivar UFU MC BIOFORT1 é do tipo crespa, rica em carotenoides, com boa aceitação pelos produtores familiares da região e está presente em parte da merenda escolar do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba em Minas Gerais.

As mudas de alface do sistema orgânico foram obtidas em bandejas de poliestireno de 200 células, preenchidas com substrato comercial à base de fibra de coco e cama de frango na proporção de 1:1. Às mudas do sistema convencional, a cama de frango foi substituída por adubação mineral. O transplântio foi realizado no espaçamento de 0,25 × 0,25, cerca de 35 dias após a semeadura.

O experimento I não recebeu adição de cama de frango nos canteiros, sendo constituído apenas pelas plantas de cobertura e pelo tratamento com adubação convencional mineral.

Ao experimento II, além dos efeitos das plantas de cobertura, foram adicionados 3,13 kg de cama de frango por

parcela, fornecida no momento do transplante das mudas de alface, exceto nas parcelas que foram adubadas pelo sistema convencional (Mineral).

A quantidade de cama de frango foi recomendada com base na análise de solo e da cama de frango conforme descrito a seguir: o solo apresentou as seguintes características: pH (H₂O) = 5,9; P disponível = 30,1 mg dm⁻³; K = 0,22 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ = 2,8 cmolc dm⁻³; Mg = 1,0 cmolc dm⁻³; H⁺ Al trocável = 3,40 cmolc dm⁻³; matéria orgânica (MO) = 4,2 dag kg⁻¹; índice SMP = 3,40; Alumínio = 0,0 cmolc dm⁻³; CTC pH 7,0 = 7,42 cmolc dm⁻³; Sat CTC pH 7,0 por bases = 54%; Sat CTC efetiva por alumínio = 0; cobre = 2,3 mg dm⁻³; zinco = 6,6 mg dm⁻³ e manganês = 6,6 mg dm⁻³. A cama de frango apresentou as seguintes características: umidade = 8,75%; pH CaCl₂ 0,01M (ref. 1:5) = 9,20. Teores calculados na base seca: N = 2,28%; MO = 82,29%; carbono = 45,72%; resíduo mineral = 18,31%; relação C/N total (C total e N total) = 20/1; relação C/N total (C orgânico e N total) = 18/1; P₂O₅ = 0,60%; K₂O = 6,26%; Ca = 0,73%; Mg = 0,30%; S = 0,25%; B = 51 mg kg⁻¹; Cu = 47 mg kg⁻¹; Fe = 668 mg kg⁻¹; Mn = 83 mg kg⁻¹; Zn = 64 mg kg⁻¹; Na = 517 mg kg⁻¹.

Foram avaliados os teores de clorofila a e b no dossel inferior, mediano e superior: medido com o auxílio de um clorofilômetro do tipo Clorofilog – CFL 1030 Falker onde foram avaliadas seis folhas em cada terço a 0,02 m de sua borda na posição central da folha e a 0,05 m em ambos os lados da nervura central; o diâmetro da haste (cm): medido com paquímetro digital em centímetros; o diâmetro de copa (cm): obtido com o auxílio de uma régua graduada em centímetros; o número de folhas: determinado considerando folhas até o tamanho mínimo de 0,07 m e desprezando-se as folhas amarelas ou secas que apresentavam avançado estado de senescência.

A massa fresca e seca da raiz e da parte aérea: as folhas e raízes foram acondicionadas separadamente, em sacos de papel, levadas para a estufa (SOLAB SL-102), na temperatura de 70 °C, até se obter massa constante e, posteriormente, foram pesadas em balança de precisão (Shimadzu UX6 200H). Essas avaliações foram realizadas em 16 de maio de 2015, medindo-se essas variáveis em seis plantas por parcela.

A colheita das sementes e a produtividade de sementes por planta foram obtidas apenas das plantas da parcela útil. A colheita foi realizada entre 119 e 130 dias após a semeadura (DAS). As sementes foram colhidas separadamente e colocadas em sacos de papel devidamente identificados e armazenados em câmara fria.

O grau de umidade foi determinado pelo método em estufa aos 105 ± 3 °C, por 24 horas, utilizando-se duas subamostras por lote, pesando aproximadamente 5,0 g de sementes por amostra.

O peso de 1.000 sementes (PMS) foi efetuado de acordo com as regras para análise de sementes (RAS) (Brasil, 2009).

O teste de germinação (%G) foi conduzido em quatro repetições de 100 sementes obtidas de amostras coletadas de cada lote de sementes referente a cada tratamento, distribuídas uniformemente sobre papel-toalha umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, em caixas plásticas transparentes (gerbox) mantidas em incubadora BOD a 25 °C. Foram realizadas contagens diárias para determinação do índice de velocidade de germinação (IVG), sendo no 28º dia após a semeadura computada a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

A primeira contagem da germinação (PC) foi realizada em conjunto com o teste de germinação, mediante o registro das porcentagens de plântulas normais no quarto dia após a semeadura (Brasil, 2009).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado em conjunto com o teste de germinação, computando-se o número de sementes germinadas a cada dia:

O teste de condutividade elétrica (CE) foi realizado utilizando-se quatro subamostras de 25 sementes previamente pesadas em balança de precisão (0,0001 g). Em seguida, as sementes foram colocadas em copos plásticos descartáveis contendo 50 mL de água destilada, com condutividade elétrica entre 1 e 3 µS cm⁻¹, e permaneceram em incubadora BOD a 25 °C. A leitura da condutividade elétrica ocorreu após 24 horas de embebição das sementes. Os resultados foram expressos em µS cm⁻¹ g⁻¹ de sementes.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos (crotalária, girassol, milho, braquiária e mineral) e quatro repetições.

Os resultados foram submetidos aos testes de Levene e Shapiro-Wilk, com o objetivo de avaliar a variância e a normalidade dos erros. Na análise dos dados, empregou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa computacional GENES (Cruz, 2013).

3 Resultados e Discussão

A palhada de braquiária na presença de cama de frango proporcionou incremento significativo no diâmetro da haste em relação aos demais tratamentos e aumento de 26,8% em relação à adubação mineral. Na qualidade fisiológica de sementes, a germinação (91,25%) e o índice de velocidade de germinação (90,83%) na palhada com braquiária apresentaram resultados acima de 90%, semelhantes aos da adubação mineral (Tabela 1).

A palhada de crotalária na presença de cama de frango incrementou o teor de clorofila A no dossel inferior (12,1%) em relação ao milho e não se diferenciou estatisticamente do mineral. Para a variável peso de mil sementes, não houve diferença estatística na adubação com crotalária (0,98g) em relação à adubação com milho, a qual se destacou nesse parâmetro. A crotalária obteve valores significativos para germinação (93%) e índice de velocidade de germinação (91,54%), apresentando-se estatisticamente diferente de girassol e milho. Para a variável produtividade de semente, esse tratamento ficou entre os mais produtivos (10,10 g planta⁻¹) e foi diferente de girassol e mineral.

Os resultados nos parâmetros da qualidade das sementes mostram que a adubação com crotalária sobressai na avaliação das sementes em relação às demais adubações verdes e pode proporcionar resultados melhores do que a adubação mineral. Na literatura, poucos trabalhos relacionam as adubações verdes com a qualidade fisiológica das sementes de alface. Bruno et al. (2007), ao avaliarem a germinação de sementes de cenoura cultivadas com adubação orgânica e convencional, verificaram que o desenvolvimento vegetativo das cenouras adubadas com composto orgânico mais biofertilizante via planta resultou em sementes com maior potencial germinativo e vigor. Isso mostra

Tabela 1. Teores de clorofila (a e b), avaliações agrônômicas de interesse comercial e qualidade fisiológica das sementes de alface cultivadas com diferentes adubos verdes na presença de cama de frango (experimento I).**Table 1.** Chlorophyll content (a and b), agronomic evaluations of commercial interest and physiological quality of lettuce seeds cultivated with different cover plants in the presence of poultry litter (experiment I).

Tratamentos	Braquiária	Crotalária	Girassol	Milheto	Mineral	CV (%)
Clorofila						
CAS	20,60b	20,30b	20,80b	22,00b	25,60a	7,15
CAM	21,30b	22,50ab	22,60ab	22,70ab	24,50a	4,45
CAI	22,70ab	23,90a	24,40a	21,00b	24,70a	4,15
CBS	2,67b	3,31b	3,09b	3,34b	4,71a	9,50
CBM	3,90a	4,00a	4,12a	3,80a	4,10a	4,27
CBI	3,71bc	3,84abc	4,51a	3,26c	4,23ab	8,37
Avaliações agrônômicas de interesse						
DH (cm)	1,90a	1,51b	1,48b	1,55b	1,39b	5,79
NF	17,62bc	17,66bc	19,83ab	21,54a	16,25c	5,97
DP (cm)	32,62a	33,37a	33,29a	31,75a	32,16a	3,30
MFR (g)	67,00b	42,00bc	131,00a	143,00a	23,00c	13,72
MSR (g)	1,50ab	1,20ab	1,50ab	2,00a	1,00b	29,53
MFPA (g)	280,00ab	250,00bc	310,00a	310,00a	220,00c	5,95
MSPA (g)	8,63b	9,31b	13,18a	11,64a	7,72b	8,49
Qualidade das sementes						
PMS (g)	0,88bc	0,98ab	0,68c	1,09a	0,89ab	9,91
G (%)	91,25a	93,00a	71,50b	76,00b	95,00a	5,80
IVG	90,83a	91,54a	58,98b	58,25b	90,58a	6,60
CE	7,17a	6,95a	7,26a	25,10b	8,16a	13,44
PS	8,37ab	10,10a	6,52bc	9,95a	4,99c	12,78

CAS: clorofila A no dossel superior; CAM: clorofila A no dossel mediano; CAI: clorofila A no dossel inferior; CBS: clorofila B no dossel superior; CBM: clorofila B no dossel mediano; CBI: clorofila B no dossel inferior; DH: diâmetro da haste; NF: número de folhas; DP: diâmetro da planta; MFR: massa fresca da raiz; MSR: massa seca da raiz; MFPA: Massa Fresca de Parte Aérea; MSPA: Massa Seca de Parte Aérea; PMS: peso de mil sementes; G: porcentagem de germinação; IVG: índice de velocidade de germinação; CE: condutividade elétrica; PS: produtividade de sementes. Letras iguais não diferem entre si na mesma linha a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

que a substituição da adubação mineral pela adubação orgânica pode ser eficaz na produção de sementes.

A palhada de girassol proporcionou, na avaliação do dossel inferior, incremento no teor de clorofila A em relação ao milho (13,9%) e B em relação ao milho (27,7%) e à braquiária (17,7%). A massa fresca de raiz foi 5,7 vezes maior em relação à adubação mineral. O incremento de massa fresca e massa seca de parte aérea (29,0 e 41,4%, respectivamente) proporcionado pela palhada do girassol mais cama de frango também foi evidenciado em relação ao uso do adubo mineral. Na avaliação de semente, essa planta de cobertura adubo não proporcionou os melhores resultados para nenhuma variável analisada.

A palhada de milho proporcionou incremento no número de folhas de alface (21,54) em relação à adubação mineral. Ao avaliar massa fresca de raiz, a adubação com milho e cama de frango proporcionou peso (6,2 vezes) maior em relação à adubação mineral e para massa seca de raiz apresentou o dobro de peso em relação ao mineral. Na variável massa fresca de parte aérea, obteve-se 29,0% de incremento, e para massa seca de parte aérea, 33,7% em relação ao mineral. O peso de mil sementes se destacou quando a alface foi adubada com milho (1,09 g), e não diferiu do mineral. Cardoso et al. (2011), ao avaliarem a influência das propriedades do solo adubado com composto orgânico sobre a qualidade fisiológica de sementes de alface crespa, obtiveram uma média de 0,93 g para peso

de mil sementes, valor inferior ao observado nesse trabalho quando a adubação verde foi realizada com milho na presença de cama de frango.

Para a condutividade elétrica de sementes, a adubação com milho proporcionou maior valor, sendo aproximadamente o triplo em relação a outros tratamentos (25,10 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$). Sugere-se que o uso de palhada de milho potencializou o processo de deterioração das sementes de alface, pois alta condutividade é indicativo de baixo vigor (Gonzales et al., 2009). Para os demais tratamentos (braquiária, crotalária, girassol e mineral), não houve diferença estatística ao avaliar esse parâmetro, que se apresentou com menor valor, refletindo em maior vigor em relação ao milho. Marini et al. (2009) ressaltam que no teste de condutividade elétrica a avaliação da qualidade da semente é feita mediante quantificação de lixiviados na solução de embebição. Os baixos valores de condutividade elétrica correspondem à menor liberação de exsudatos lixiviados e indicam maior vigor. Isso demonstra uma maior organização dos sistemas de membranas das células. Para produtividade de semente, a palhada de milho ficou entre os tratamentos que proporcionaram maior rendimento (9,95 g planta⁻¹).

As diferentes adubações não proporcionaram diferenças estatísticas para as variáveis clorofila B, na posição mediana do dossel e diâmetro de planta.

A alface é uma folhosa muito presente na mesa dos brasileiros, sendo as folhas a parte da planta a ser consumida. Assim, o

maior número de folhas proporcionado pelas plantas de cobertura com milho na presença de cama de frango é importante ao se analisar a comercialização dessa folhosa. Os dados de DH, NF, MFR, MSR, MFPA e MSPA, relacionados ao desenvolvimento morfológico da planta, foram menores na utilização de adubação mineral. Dessa forma, pode-se sugerir adubação orgânica como uma alternativa válida à adubação mineral.

Ao comparar o teor de clorofila e o desenvolvimento morfológico da alface, esperava-se que um maior teor de clorofila influenciasse positivamente no desenvolvimento da planta. No entanto, observou-se que na presença do milho como planta de cobertura a alface apresentou baixa concentração de clorofila e um melhor desenvolvimento da planta, exceto para diâmetro de haste. Na adubação mineral, obteve-se resultado inverso, com alto teor de clorofila e menor desenvolvimento da planta.

Analisando os dados de clorofila da Tabela 1, pode-se observar que os valores de clorofila A (média de 22,64) em ambos os dosséis foram superiores em relação aos da clorofila B (média de 3,77). Isso pode ser explicado pelo fato de a clorofila A ser o principal pigmento associado à fotossíntese, enquanto a clorofila B é apenas um pigmento acessório que auxilia na absorção de luz e transferência de energia aos centros de reação (Taiz & Zeiger, 2006). A cultivar utilizada para a avaliação foi a UFU MC BIOFORT1, que possui alto teor de carotenoides. Cassetari et al. (2015) relataram que em alface existe correlação de até 80% entre a medida de clorofila e a

concentração de carotenoides. Assim, a adubação com mineral seguida de girassol e de crotalária proporcionou maior teor de carotenoides às alfaces. Essa informação é fundamental, pois fornece subsídios importantes referentes à melhor forma de produzir esta cultivar, permitindo, assim, a produção de um alimento rico em carotenoides na merenda escolar.

Tais autores corroboram Oliveira et al. (2010), ao afirmarem que as hortaliças folhosas apresentam bom desenvolvimento com o uso de adubação orgânica. Além disso, a adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também pode produzir plantas com qualidades superiores em relação às que são cultivadas com adubos minerais, influenciando as características nutritivas dessa hortaliça (Silva et al., 2011).

Oliveira et al. (2006) observaram que a adubação orgânica com cama de aviário aplicada parceladamente sobre cobertura viva de grama batatais e amendoim forrageiro proporciona incremento no diâmetro de cabeça, massa fresca, massa seca da alface e produtividade semelhante à obtida em sistema convencional. Peixoto Filho et al. (2013) observaram que a alface apresentou melhores resultados em termos de produção de matéria fresca e seca de plantas, produtividade e número de folhas, quando adubada com a cama de frango.

Com base nos resultados, é possível observar que a substituição da adubação mineral pela orgânica é benéfica ao desenvolvimento da alface e de suas sementes e a associação de diferentes adubos verdes à cama de frango é uma boa alternativa à produção de alface e sementes em sistema orgânico.

Tabela 2. Teores de clorofila (a e b), avaliações agrônômicas de interesse comercial e qualidade fisiológica de sementes de alface cultivadas com diferentes adubos verdes na ausência de cama de frango (experimento II).

Table 2. Chlorophyll content (a and b), agronomic evaluations of commercial interest and physiological quality of lettuce seeds cultivated with different cover plants in the absence of poultry litter (experiment II).

Tratamentos	Braquiária	Crotalária	Girassol	Milho	Mineral	CV (%)
Clorofila						
CAS	23,23b	21,06b	22,22b	23,04b	26,43a	4,39
CAM	22,17c	23,26b	20,45d	22,77bc	24,50a	1,89
CAI	24,67ab	23,77b	26,72a	24,03b	24,76ab	3,89
CBS	3,63ab	3,48ab	3,63ab	3,44b	4,44a	11,72
CBM	3,78a	3,71a	3,55a	3,76a	4,30a	14,51
CBI	4,15a	3,90a	4,19a	3,81a	4,22a	7,64
Avaliações agrônômicas de interesse						
DH (cm)	1,48a	1,51a	1,41a	1,44a	1,43a	4,14
NF	15,95a	16,37a	17,12a	16,12a	16,75a	6,43
DP (cm)	28,12bc	29,50abc	26,87c	30,29ab	31,33a	4,67
MFR (g)	33,00a	36,00a	149,00a	410,00a	31,00a	140,70
MSR (g)	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	29,92
MFPA (g)	180,00b	160,00b	180,00b	270,00a	200,00ab	18,33
MSPA (g)	7,99a	7,74a	7,17a	7,91a	8,32a	20,43
Qualidade das sementes						
PMS (g)	0,96a	0,78a	1,01a	0,95a	0,89a	13,28
G (%)	86,75ab	71,50c	76,00bc	79,25bc	95,00a	7,55
IVG	71,48bc	55,53c	76,80ab	73,89b	90,58a	9,64
CE	8,48bc	6,94c	10,05ab	12,05a	8,91bc	13,36
PS	6,35ab	7,64a	6,84ab	5,30b	4,99b	16,20

CAS: clorofila A no dossel superior; CAM: clorofila A no dossel mediano; CAI: clorofila A no dossel inferior; CBS: clorofila B no dossel superior; CBM: clorofila B no dossel mediano; CBI: clorofila B no dossel inferior; DH: diâmetro da haste; NF: número de folhas; DP: diâmetro da planta; MFR: massa fresca de raiz; MSR: massa seca de raiz; MFPA: Massa Fresca de Parte Aérea; MSPA: Massa Seca de Parte Aérea; PMS: peso de mil sementes; G: percentagem de germinação; IVG: índice de velocidade de germinação; CE: condutividade elétrica; PS: produtividade de sementes. Letras iguais não diferem entre si nos diferentes tratamentos a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a comercialização da alface, a adubação de cama de frango associada ao milho proporcionou melhores características, apresentando maior valor para DP, NF, MFR, MSR, MFPA e MSPA. Todos os tipos de adubação verde, exceto o girassol, proporcionaram maior produtividade de sementes em relação à adubação mineral.

Com relação à produção de sementes, a adubação com crotalária e braquiária associada à cama de frango apresentou resultados qualitativos e quantitativos relevantes. Esses resultados servem de base para a produção de sementes destinadas ao sistema de produção orgânico, visto que a regulamentação estabelece que as sementes e mudas utilizadas nesse sistema deverão ser oriundas de cultivos orgânicos (IN46/2011).

Observaram-se resultados da qualidade da semente e agronomias melhores na adubação mineral em comparação aos demais tratamentos (adubos verdes) para diversos parâmetros (CAS, CAM, CBS, DP, G, IVG). Além disso, os parâmetros CBM, CBI, DH, NF, MFR, MSR, MSPA e PMS foram similares aos das demais adubações. Portanto, verifica-se que sem a adição da cama de frango a adubação mineral mostrou-se mais eficiente e os adubos verdes não se destacaram no geral (Tabela 2).

A adubação com crotalária proporcionou maior produtividade de sementes (7,64 g planta⁻¹) em relação à adubação com milho e mineral.

A palhada de girassol proporcionou maior incremento no teor de clorofila A no dossel inferior (11% em relação à crotalária), contrapondo-se ao resultado obtido no dossel superior e mediano em que o valor de clorofila A ficou entre os mais baixos para esse adubo verde.

A adubação com milho incrementou, em média, 97 g no peso da massa fresca da parte aérea da alface em relação aos tratamentos braquiária, crotalária e girassol. No entanto, essa palhada proporcionou às sementes de alface maior condutividade elétrica (12,05 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), sendo aproximadamente o dobro em relação à adubação com crotalária. O teor de condutividade está ligado ao vigor de sementes e essa relação se apresenta de forma inversa: quanto maior a taxa de condutividade elétrica da semente, menor a taxa de vigor. Assim, a alface adubada com milho apresentou sementes com menor vigor.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis clorofila B no dossel mediano e no dossel inferior, diâmetro de haste, massa seca de parte aérea, massa fresca de raiz, massa seca de raiz e peso de mil sementes.

4 Conclusões

A adubação orgânica com cama de frango associada a diferentes adubos verdes como planta de cobertura é uma alternativa viável tanto para a produção de alface quanto para a produção e a qualidade fisiológica de sementes.

A substituição da adubação mineral pela orgânica é benéfica ao desenvolvimento da alface e de suas sementes.

Referências

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 24 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 2009. 395 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 out. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. *Mercado brasileiro de orgânicos deve movimentar R\$ 2,5 bi em 2016*. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/about/submissions#authorGuidelines>>. Acesso em: 7 jun. 2016.

BRUNO, R. L. A.; VIANA, J. S.; SILVA, V. F.; BRUNO, G. B.; MOURA, M. F. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, v. 25, n. 2, p. 170-174, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000200008>.

CARDOSO, A. I. I.; FERREIRA, K. P.; VIEIRA JÚNIOR, R. M.; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 4, p. 594-599, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000400025>.

CASSETARI, L. S.; GOMES, M. S.; SANTOS, D. C.; SANTIAGO, W. D.; ANDRADE, J.; GUIMARÃES, A. C.; SOUZA, J. A.; CARDOSO, M. G.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. β -carotene and chlorophyll levels in cultivars and breeding lines of lettuce. *Acta Horticulturae*, n. 1, p. 469-474, 2015. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1083.60>.

CAVALCANTE, V. S.; BARBOZA, J. T. V.; COSTA, L. C.; SANTOS, V. R.; SANTOS, M. J. N. Produção de adubos verdes e a utilização dos resíduos no cultivo da cebolinha. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 10, p. 24-31, 2015.

CAVALLARO JÚNIOR, M. L.; TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; KUHN NETO, J.; TIVELLI, S. W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. *Bragantia*, v. 68, n. 2, p. 347-356, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000200008>.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum: Agronomy*, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DINIZ, K. A.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M. Qualidade de sementes de alface enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 1, p. 228-238, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100026>.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000200004>.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p. 59-63, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000300009>.

GONZALES, J. L. S.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) burkart. fabaceae-mimosoideae. *Revista Árvore*, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009.

- MARINI, P.; LOWE, T. R.; MORAES, C. L.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas ao nitrogênio. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 1, p. 222-227, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100025>.
- NASCIMENTO, W. M.; CRODA, M. D.; LOPES, A. C. A. Produção de sementes, qualidade fisiológica e identificação de genótipos de alface termotolerantes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 3, p. 510-517, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000300020>.
- OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 1, p. 36-40, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000100007>.
- OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. Plantio direto de alface adubada com “cama” de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. *Horticultura Brasileira*, v. 24, n. 1, p. 112-117, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000100023>.
- PEIXOTO FILHO, J.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000400010>.
- RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. *Cultivo de alface em sistema orgânico de produção*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002>.
- SANTI, A.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; SILVA, A. F.; ALMEIDA, J. L.; MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 1, p. 87-90, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000100016>.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Ceres*, v. 61, p. 829-837, 2014. Suplemento. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>.
- SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000200019>.
- SILVA, F. A. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.1340>.
- SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. S. *Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 89).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 693 p.
- VILLELA, R. P.; SOUZA, R. J.; GUIMARÃES, R. M.; NASCIMENTO, W. M.; GOMES, L. A. A.; CARVALHO, B. O.; BUENO, A. C. R. Produção e desempenho de sementes de cultivares de alface em duas épocas de plantio. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 1, p. 158-169, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000100018>.

Contribuição dos autores: Jéssica Beatriz de Carvalho e Júlia Mundim Nascimento Mota são alunas do curso de Agronomia e este artigo é parte de seu trabalho de conclusão de curso; Cleyton Batista de Alvarenga é o orientador do trabalho de conclusão de curso das discentes já citadas; Gabriel Mascarenhas Maciel é pesquisador em melhoramento de hortaliças e atua em olericultura, e foi coorientador no trabalho; Adriane de Andrade Silva atua na área de produto orgânicos e agroecologia, também foi coorientadora do trabalho e; Monique Ellis Aguiar Borba é mestranda do programa de pós - graduação em Agronomia da UFU e acompanhou orientando as discentes na instalação do experimento, marcação da área e também na orientação das alunas, pois muitas vezes já tinha conhecimento prévia para resolver questões diárias da condução do trabalho.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais e CNPq.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.