

## USO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS NO CULTIVO DE ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) 'KAISER'

Maria Aparecida Nogueira Sedyama<sup>1</sup>, Ivan de Paiva Barbosa Magalhães<sup>2</sup>, Sanzio Mollica Vidigal<sup>3</sup>, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto<sup>4</sup>, Deise Silva C. P. Cardoso<sup>5</sup>, Maira Christina Marques Fonseca<sup>6</sup>, Iza Paula Lopes de Carvalho<sup>7</sup>

**RESUMO** - A adubação orgânica é uma alternativa para o cultivo de hortaliças como a alface, pois fornece nutriente e matéria orgânica ao solo. Assim, objetivou-se avaliar a produtividade e a exportação de nutrientes pela alface americana 'Kaiser' cultivada em solo adubado com fertilizantes orgânicos. A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Oratórios - MG, entre os meses de setembro e novembro de 2012. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições e 10 tratamentos, sendo estes: seis tipos de compostos orgânicos: (T1: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + esterco bovino (EB); T2: bagaço de cana-de-açúcar + casca decafé + dejetos suíno (DS); T3: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + EB + DS; T4: bagaço de cana-de-açúcar + EB + DS; T5: bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + DS; T6: pseudocaule de bananeira + casca de café + EB), T7: esterco bovino, T8: húmus de minhoca, T9: lodo de águas residuárias da suinocultura e o T10: controle (sem adubação). A aplicação dos fertilizantes orgânicos aumentou em 42% a produtividade da alface comparada ao controle. As maiores produtividades e massa fresca da parte aérea foram alcançadas com os seguintes fertilizantes orgânicos: T3; T5; T6; e T7. Esses tratamentos exportaram, em média, as seguintes quantidades de nutrientes, em ordem decrescente: N (115,1), K (107,4), Ca (30,0), P (26,10), Mg (11,7), S (7,1) kg ha<sup>-1</sup> e Fe (24,9), Mn (3,2), Zn (3,0), Cu (0,5) g ha<sup>-1</sup>. A aplicação de fertilizantes orgânicos para o cultivo da alface americana 'Kaiser' aumenta a produtividade da cultura e reduz os impactos gerados pelo descarte indevido de resíduos orgânicos no ambiente.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., cultivo orgânico, compostos orgânicos, sustentabilidade, concentração de nutrientes.

## EFFECT OF THE ORGANIC FERTILIZER USE ON CRISPHEAD LETTUCE YIELD

**ABSTRACT** - The organic fertilizer is an alternative to the cultivation of vegetables such as lettuce because it provides nutrients and organic matter to the soil. So this work aimed to evaluate the yield and nutrients exported by lettuce 'Kaiser' grown in soil with organic fertilizers. The experiment was carried out in Oratórios-MG from September to November 2012. We used a randomized block design with four replications and ten treatments: six organic compounds (T1: sugarcane trash (BCA) + coffee straw (CC) + waste of bovine (EB); T2: BCA + CC + waste of swine (DS); T3: BCA + CC + EB + DS; T4: BCA + EB + DS; T5: BCA + banana tree pseudostem (PB) + DS; T6: PB + CC + EB), T7: cattle manure, T8: humus, T9: pond sludge wastewater and the T10: control (without fertilization). The application of organic fertilizers increased productivity (42%) compared to control. Highest productivities and highest shoots fresh weight were achieved with organic

<sup>1</sup> Enga Agra., D.Sc., Pesq. EPAMIG - Sudeste, Viçosa-MG, Autor correspondente: mariasediyama@gmail.com.br

<sup>2</sup> Graduando Agronomia UFV/Bolsista PIBIC EPAMIG/FAPEMIG, Viçosa-MG

<sup>3</sup> Engo Agro., D.Sc., Pesq. EPAMIG Zona da Mata/Bolsista FAPEMIG, Viçosa-MG

<sup>4</sup> Farmacêutica-bioquímica, D.Sc., Pesq. EPAMIG - Sudeste/Bolsista FAPEMIG, Viçosa-MG

<sup>5</sup> Enga Agra., M.Sc., Bolsista PIBIC EPAMIG/FAPEMIG, Viçosa-MG

<sup>6</sup> Enga Agra., D.Sc., Pesq. EPAMIG-Sudeste/Bolsista FAPEMIG, Viçosa-MG

<sup>7</sup> Enga Agra., Bolsista Apoio Técnico EPAMIG/FAPEMIG, Viçosa-MG



compounds: T1; T5; T6; and T7. In this treatments, the average amounts of nutrients exported in decreasing order were: N (115.1), K (107.4), Ca (30.0), P (26.10), Mg (11.7), S (7.1) kg ha<sup>-1</sup> e Fe (24.9), Mn (3.2), Zn (3.0), Cu (0.5) g ha<sup>-1</sup>. The use of organic fertilizers for growing lettuce 'Kaiser' increases productivity and reduces the negative impacts caused by improper disposal of organic waste in the environment.

*Keywords:* Keywords: *Lactuca sativa* L., organic farming, organic compounds, sustainability, nutrient concentration.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre as hortaliças folhosas, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a que apresenta maior produção e consumo. Esta espécie possui grande número de variedades as quais são caracterizadas quanto à forma, tamanho, coloração e texturas das suas folhas. É consumida, principalmente na forma de saladas, sendo fonte de fibras, sais minerais e vitaminas, além de conter baixo teor calórico (Fernandes et al., 2002). Além disso, apresenta grande importância econômica, nutricional e social, uma vez que é cultivada especialmente por agricultores familiares (Sala & Costa, 2012).

Dentre as cultivares, tem-se observado, nos últimos anos, maior interesse pela produção e consumo de alface americana, associado ao seu alto valor de mercado e às suas características sensoriais (Yuri et al., 2004a).

Exigente por solos ricos em nutrientes, a cultura responde bem à adubação orgânica, em particular, em solos de clima tropical, no qual a mineralização da matéria orgânica é intensa (Montemurro et al., 2010). Aliado a isso, a intensa movimentação do solo, realizada durante a produção da alface, é um fator de degradação que favorece a ocorrência de erosão (Souza & Resende, 2006) e contribui para perdas na quantidade e na qualidade da matéria orgânica do solo, com consequente redução da produtividade. Por esses motivos, a utilização de fertilizantes orgânicos de diferentes origens é uma alternativa para a melhoria da qualidade do solo em propriedades agrícolas (Figueiredo & Tanamati, 2010; Costa et al. 2014; Ziech et al., 2014).

Para a transformação dos resíduos em adubos ou compostos orgânicos utiliza-se o método de compostagem, prática muito disseminada pelos agricultores familiares e produtores de hortaliças em sistema orgânico, pois possibilita menor dependência de insumos externos (Ferreira et al., 2013).

A compostagem é um processo de tratamento dos resíduos orgânicos, em condições controladas, as quais favorecem a multiplicação de microrganismos termófilos

com consequente produção de calor e obtenção de um produto estabilizado. A compostagem, desde que bem operada, possibilita o aproveitamento seguro desses resíduos, pois ocorre a eliminação dos microorganismos patogênicos durante o processo, além de apresentar boas características nutricionais e condicionadoras do solo (Sediyama et al., 2000; Sediyama et al., 2008; Valente et al., 2009), pois é rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, não oferece riscos ao ambiente, à planta e ao homem (Valente et al., 2009; Abreu et al., 2010).

Por meio da adubação orgânica, pode-se aumentar a fertilidade, a biodiversidade do solo e a produtividade das hortaliças nele cultivadas (Finatto et al., 2013), além de melhorar as características sensoriais em relação àquelas cultivada em solos adubados exclusivamente com fertilizantes minerais (Silva et al., 2011).

O fertilizante orgânico, além de fornecer nutrientes ao solo, tem papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas de produção, influenciando atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com reflexo na estabilidade e na produtividade da cultura. Com a decomposição da matéria orgânica ocorre a liberação dos nutrientes, especialmente o N, P, S e micronutrientes, além de aumentar a retenção de água e ser responsável, em grande parte, pelo aumento da CTC do solo (Costa et al. 2013). O valor fertilizante do composto pode ser aumentado pela adição à sua formulação de resíduos ricos em nutrientes, como casca de café e esterco de origem animal (Sediyama et al., 2011).

Em trabalhos realizados com a cultura da alface foram constatados aumentos da produtividade e dos teores de nutrientes nas plantas, associado à aplicação de fertilizantes orgânicos (Yuri et al., 2004b; Villas Bôas et al., 2004; Oliveira et al., 2009; Abreu et al., 2010; Silva et al., 2011; Shahein et al., 2014). Assim, a alface cultivada com fertilizantes orgânicos, além de apresentar ótima produtividade e qualidade nutricional (Santos et al., 2001; Yuri et al., 2004b), pode apresentar menores teores de nitrato (Shahein et al., 2014). Desta forma,



o sistema de cultivo orgânico constitui uma técnica promissora (Cometti et al., 2004; Finatto et al., 2013). Apesar da importância do uso de compostos na agricultura, em especial em hortaliças, ainda são escassos os trabalhos desenvolvidos no Brasil que avaliam os diferentes resíduos envolvidos na compostagem e a exportação de nutrientes pela cultura. Com esse trabalho objetivou-se avaliar a produtividade e a exportação de nutrientes pela alface americana 'Kaiser' cultivada em solo adubado com fertilizantes orgânicos produzidos a partir de esterco de animais e resíduos vegetais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Oratórios, MG. A unidade local apresentava temperatura máxima média anual de 21,8 °C e mínima média anual de 19,5 °C; precipitação média anual de 1.250 mm, com maior concentração no período de outubro a março e altitude média de 400 m. O solo, Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, apresentou: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,7; MO = 29,0 g kg<sup>-1</sup>; P = 17,4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 152 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e H+Al = 3,13 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e dez tratamentos compostos por diferentes tipos de fertilizantes orgânicos. Os seis primeiros são resultantes da compostagem com diferentes resíduos agrícolas: T1: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + esterco bovino (EB); T2: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + dejetos suíno (DS); T3: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + EB + DS; T4: bagaço de cana-de-açúcar + EB + DS; T5: bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + DS; T6: pseudocaule de bananeira + casca de café + EB; T7: EB; T8: húmus de minhocas; T9: lodo de lagoa de decantação de águas residuárias da suinocultura; e, T10: controle, sem adubação.

Os fertilizantes orgânicos foram produzidos a partir de resíduos, ajustando a relação C/N inicial para 25:1 a 30:1, pelo processo da compostagem. O EB e o lodo de lagoa de decantação de águas residuárias da suinocultura foram previamente fermentados, durante 30 dias, em leiras com revolvimento periódico; o húmus foi obtido da produção de minhocas Vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida* Savigny), com base em *esterco bovino* (Antoniolli et al., 2002). Os fertilizantes

orgânicos produzidos conforme Sedyama et al. (2011) foram previamente analisados em laboratório, quanto às características químicas e físico-química (Tabela 1), de acordo com Abreu et al. (2009). A quantidade aplicada ao solo, para cada tratamento, foi equivalente a 40 t ha<sup>-1</sup>, incorporados na área total da parcela. Essa é a quantidade, normalmente, usada para o cultivo orgânico de hortaliças (Trani, 2007), porém com dose de nutrientes superior à adubação mineral recomendada para a cultura, tendo em vista a liberação mais lenta dos nutrientes no solo, em relação aos fertilizantes inorgânicos.

Cada parcela era composta por quatro fileiras com oito plantas, no espaçamento de 0,25 x 0,25 m, sendo consideradas úteis as 12 plantas centrais. A adubação de plantio foi feita sete dias antes do transplante das mudas, que foram produzidas em bandejas de 200 células, com húmus de minhoca e transplantadas com 22 dias após a semeadura (DAS). A irrigação foi feita por microaspersão e o controle de plantas invasoras, quando necessário, foi realizado manualmente com enxada.

A colheita foi realizada aos 68 DAS, com as plantas cortadas rente ao solo e, em seguida, avaliou-se o número de folhas por planta; massa fresca e seca de folhas (g); porcentagem de massa seca de folha; comprimento do caule (cm), massa fresca e seca do caule (g) e porcentagem de massa seca de caule. Amostras de folhas, representativas da parte comercial da alface e do caule, foram secas em estufa com circulação forçada de ar (65°C por 72 h). Posteriormente, as amostras foram pesadas, moídas e analisadas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, B, Zn e Fe (Miyazawa et al., 2009). Com esses teores calculou-se a exportação de macronutrientes pela parte aérea das plantas. A produtividade (t ha<sup>-1</sup>) foi calculada com base na massa fresca das plantas e na área útil das parcelas. A matéria seca da parte aérea foi calculada pela soma da matéria seca de folhas e de caules. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da alface foi influenciada significativamente pelo tipo de fertilizante orgânico aplicado. As maiores produtividades foram obtidas com os compostos orgânicos T3, T5 e T6, e com T7, cujas médias foram superiores a 62 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Tabela 1 - Características químicas e físico-químicas avaliadas: composto orgânico (CO), relação carbono/Nitrogênio (C/N), concentração hidrogeniônica (pH), condutividade elétrica (CE), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), boro (B) e sódio (Na) nos fertilizantes orgânicos usados na adubação do solo, para o cultivo da alface americana, cultivar Kaiser. Oratórios, EPAMIG, 2012

Características	Compostos Orgânicos					Esterco	Húmus	Lodo	
	T1	T2	T3	T4	T5				
CO (%)	12,2	13,8	12,7	11,8	12,0	12,3	12,6	12,3	11,6
C/N	6,2	4,9	5,1	5,9	4,3	6,5	6,8	8,3	11,8
pH	7,6	7,8	7,7	7,2	8,6	8,4	8,0	6,5	6,8
CE (dS m <sup>-1</sup> )	1,7	3,0	2,8	2,5	4,8	2,2	-	-	-
N (g kg <sup>-1</sup> )	2,0	2,9	2,5	2,0	2,8	1,9	1,8	1,5	1,0
P (g kg <sup>-1</sup> )	0,3	1,5	1,3	0,9	2,7	0,5	0,3	0,4	3,3
K (g kg <sup>-1</sup> )	0,8	1,1	1,0	0,7	1,7	1,1	0,9	0,8	0,2
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	1,2	3,0	2,8	2,0	5,0	1,9	0,6	0,9	7,2
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,6	0,6	0,5	1,0	0,5	0,3	0,5	0,4
S (g kg <sup>-1</sup> )	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,6
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	245	10222	3167	2078	8491	415	70	117	2285
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	14470	9972	12032	15877	8702	1546	18621	14835	21399
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	352	558	539	495	734	634	295	469	1051
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	41,7	360	319	212	664	40	16	32	720
B (mg kg <sup>-1</sup> )	20,0	26,2	20,3	15,6	23,6	31,6	10,1	12,3	9,6
Na (mg kg <sup>-1</sup> )	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,0

Essa produtividade é semelhante à obtida por Yuri et al. (2004b), no cultivo de alface americana, onde estudaram doses de composto orgânico até 80 t ha<sup>-1</sup> aliada a uma adubação mineral de base (65 kg ha<sup>-1</sup> de N, 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 260 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) em todos os tratamentos e obtiveram melhores resultados com a dose de 56 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico.

A dose de 40 t ha<sup>-1</sup> dos fertilizantes orgânicos, testada nesse trabalho, permitiu um aumento médio de 42% na produtividade das plantas, em relação ao controle sem adubação. Yuri et al. (2004b) observaram aumento de apenas 21% da produtividade comercial da alface americana 'Raider' adubada com 56,0 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico aplicado em pré-plantio, quando comparado ao controle. A maior produtividade obtida, com menor dose de composto, deve-se ao menor espaçamento utilizado na presente pesquisa, ou seja, maior população de plantas, apesar da massa fresca de cabeça ser menor, próxima a 450 g planta<sup>-1</sup>, inferior aos observados por Yuri et al. (2004b). Com esses dados, pode-se inferir que na maior população de plantas obteve-se menor massa fresca de parte aérea e maior resposta à adubação orgânica.

Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao número de folhas por planta, sendo observada, em

média, 31,8 folhas/planta (Tabela 2). De acordo com Oliveira et al. (2004), o número de folhas/planta varia pouco com a adubação, associado ao fato de ser uma característica inerente da cultivar. Yuri et al. (2007) também não constataram diferenças no número de folhas por planta em função da densidade de plantio, para a cultivar Kaiser.

Já para o comprimento do caule foram observados efeitos significativos dos fertilizantes orgânicos testados. Maiores valores foram observados nos tratamentos T3, T5, T6 e T7 se comparados ao controle (Tabela 2). Para alface americana esses valores são considerados indesejáveis, pois caules com comprimento superior a 7,0 cm apresentam desvantagens associadas à redução na qualidade das folhas e perdas de material durante o processamento (Yuri et al., 2004b). Cometti et al. (2004) sugeriram que o caule da alface funciona como o principal órgão de reserva temporário de compostos nitrogenados livres, principalmente nitrato, N-amino e açúcares solúveis.

A composição química e físico-química dos resíduos orgânicos utilizados no processo de compostagem influenciou diretamente a composição nutricional dos fertilizantes orgânicos (Tabela 1). Fato este que pode explicar a diferença de valores de produtividade observada



Tabela 2 - Produtividade, número de folhas/planta e comprimento do caule em plantas de alface tipo americana, cv. Kaiser, adubadas com fertilizantes orgânicos. Oratórios, EPAMIG, 2012

Tratamentos	Produtividade*(t ha <sup>-1</sup> )	NúmeroFolhas	Comprimento Caule(cm)
T 1	54,6ab	31,3a	9,1ab
T 2	59,5ab	31,9a	9,8ab
T 3	63,7a	34,1a	10,9a
T 4	60,7ab	31,0a	10,3ab
T 5	69,9a	30,3a	11,4a
T 6	62,8a	34,9a	11,1a
T 7	64,7a	32,5a	11,6a
T 8	55,7ab	31,3a	8,9ab
T 9	60,3ab	30,9a	10,3ab
T 10	43,1 b	30,0a	6,9 b
Média	59,5	31,82	10,03
CV (%)	12,7	9,16	15,02

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

(Tabela 4), uma vez que o composto T5, com maiores teores de N, P, K, Ca e Mg proporcionou o maior valor de produtividade para a alface americana 'Kaiser'. Diversos autores relatam aumento significativo na produtividade de alface com a aplicação de compostos orgânicos e esterco de animais (Vidigal et al., 1995; Trani et al., 2000; Silva et al., 2013).

Para a massa fresca do caule houve diferença significativa apenas entre o tratamento T7 e o controle e para massa seca de caule não houve diferença entre tratamentos (Tabela 3). O menor valor de massa fresca de folhas foi obtido no tratamento controle, enquanto que os maiores valores foram observados naquelas plantas cultivadas com compostos orgânicos (T3, T5 e T6) e esterco bovino (T7) comparados ao controle (Tabela 3). Essa resposta é semelhante à constatada para produtividade e comprimento de caule (Tabela 2). Resultados com tipos de compostos orgânicos influenciando na produtividade da alface lisa já foram constatados. A adubação com composto orgânico à base de esterco bovino e cama de aviário proporcionou aumento da produtividade da alface lisa, resultando em plantas com parte aérea maior e folhas mais compridas (Silva et al., 2013).

Para massa seca de folhas apenas o tratamento T5 apresentou diferença significativa em relação ao controle e ao T7, e foi semelhante ao demais (Tabela 3). Aumentos da biomassa seca da parte aérea em alface americana adubada com compostos orgânicos também foram observados por Oliveira et al. (2009) e Santana et al. (2012).

Com base na matéria fresca e seca das folhas (Tabela 3), pode-se obter o teor de água nas folhas

da alface, que nesse caso variou entre 93,4 a 95,3% semelhante à média de 93% relatada por Figueira (2008). Maior teor de água nas folhas é uma característica desejável para as cultivares de alface americana, pois influencia na capacidade das plantas manterem as suas folhas tenras, suculentas e crocantes. Santos et al. (2001) observaram que com o aumento da dose de composto orgânico pode-se obter plantas de alface com menor teor de matéria seca, porém, há maior perda de matéria fresca em condições ambientais e natural após a colheita.

A maior produção de massa fresca de parte aérea, em relação ao controle, deve-se, provavelmente, à melhoria das propriedades do solo, fundamentais ao bom desenvolvimento das plantas e produção das culturas (Kiehl, 1985; Costa et al. 2013; Oliveira et al., 2014). O tipo de composto orgânico pode influenciar a retenção de umidade do solo e contribuir para os distintos valores de massa fresca e seca de parte aérea da alface (Silva & Mendonça, 2007; Oliveira et al., 2014).

Em relação à exportação de nutrientes pelas plantas de alface nos tratamentos T3, T5, T6 e T7, responsáveis pelas maiores produtividades, observou-se em média as seguintes quantidades de nutrientes, em ordem decrescente: N (115,1), K (107,4), Ca (30,0), P (26,10), Mg (11,7), S (7,1) kg ha<sup>-1</sup> e Fe (24,9), Mn (3,2), Zn (3,0), Cu (0,5) g ha<sup>-1</sup>.

Os valores N, K, Ca e Mg exportados não diferiram entre os tratamentos, mas houve diferenças significativas para P e S (Tabela 4). Maiores exportações de P ocorreram nos tratamentos T5 (31,3 kg ha<sup>-1</sup>) e T6 (28,4 kg ha<sup>-1</sup>) em relação ao T1 (16,2 kg ha<sup>-1</sup>). A maior exportação



Tabela 3 - Massa fresca e seca de caule (MFC e MSC) e massa fresca e seca de folhas (MFF e MSF) de alface, cv. Raider, adubada com diferentes fertilizantes orgânicos. Oratórios, EPAMIG, 2012

Tratamentos <sup>1</sup>	MFC*	MSC	MFF	MSF
	t ha <sup>-1</sup>		t ha <sup>-1</sup>	
T 1	4,66ab	0,279a	49,9ab	3,07ab
T 2	4,79ab	0,305a	54,7ab	3,16ab
T 3	5,44ab	0,305a	58,3a	3,25ab
T 4	5,07ab	0,302a	55,6ab	3,16ab
T 5	5,76ab	0,318a	64,1a	4,18a
T 6	5,79ab	0,333a	57,0a	3,26ab
T 7	6,35a	0,324a	58,3a	2,76 b
T 8	4,30ab	0,274a	51,4ab	2,91ab
T 9-	5,25ab	0,302a	55,0ab	3,07ab
T 10	3,42 b	0,270a	39,7 b	2,40 b
Média	5,08	0,301	54,4	3,12
CV (%)	20,63	11,00	12,64	16,80

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

de S foi observada no T5 (8,9 kg ha<sup>-1</sup>) em relação ao T3 (4,5 kg ha<sup>-1</sup>), mas nenhum tratamento diferiu do controle (T10). Os valores médios exportados para N, K, Ca e Mg foram de 108,9, 104,9, 27,5 e 10,8 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Maiores quantidades exportadas, especialmente, de P e S está relacionada à maior produtividade de massa fresca de alface, nos respectivos tratamentos. Além disso, a decomposição da matéria orgânica ocorre, especialmente, com maior liberação de N, P e S (Costa et al. 2013). Essas exportações são bem superiores às obtidas com alface 'Regina' e 'Verônica', em cultivo convencional a céu aberto, onde a ordem de exportação também foi diferente: K>N>Ca>P>Mg>S. Ambientes e variedades influenciam os teores e quantidades exportadas dos nutrientes em alface (Aquino et al., 2007).

O uso de compostos orgânicos pode contribuir no aumento da produção de massa fresca e na produtividade da alface; contudo, o maior ou menor grau de contribuição parece estar ligado ao teor nutricional do composto; neste sentido, o fertilizante orgânico T5 pode ter proporcionado maior acúmulo de nutrientes na planta e maior produtividade, devido à aplicação de maior quantidade de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e a maior CE, em relação aos demais fertilizantes (Tabela 1). Além disso, pode ter proporcionado alterações nas características do solo melhorando a sua qualidade, tais como aumento na biodiversidade, com o surgimento de microrganismos e fungos, que contribuem para o crescimento das plantas (Souza & Resende, 2006).

Quanto à exportação de micronutrientes não se observou diferenças estatísticas significativas em relação ao controle. Apenas o Zn diferiu entre os tratamentos, com maior valor para o T5 (3,6 g ha<sup>-1</sup>) em relação ao T1 (2,1 g ha<sup>-1</sup>) e ao T8 (2,0 g ha<sup>-1</sup>). Para Fe, Mn e Cu os valores médios foram 23,2, 3,0 e 0,4 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 5). O tratamento T5, fertilizante orgânico produzido com bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + dejetos de suíno, promoveu incremento na biomassa fresca, seca e nas quantidades de macro e micronutrientes exportadas pelas plantas de alface. Esse fato deve-se, provavelmente, à composição e a maior taxa de decomposição dos resíduos orgânicos no tratamento T5, que ocorre de forma dinâmica, especialmente, quando um fertilizante orgânico é adicionado ao solo.

Fertilizantes orgânicos de várias origens são empregados no cultivo de alface, destacando-se o composto orgânico, que, além de proporcionar melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (KIEHL, 1985), reduz a necessidade de uso de fertilizantes minerais. O aumento dos teores de matéria orgânica do solo geralmente relaciona-se com o aumento na eficiência de utilização dos nutrientes, levando a um aumento na produtividade das culturas (Costa et al. 2013). Os compostos orgânicos, normalmente, apresentam alto teor de nitrogênio, que é um dos nutrientes mais extraídos pela alface, sendo responsável pelo maior desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, aumento na produtividade e massa fresca da planta.



Tabela 4 - Exportação de macronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) em plantas de alface tipo americana, cultivar Kaiser, adubadas com fertilizantes orgânicos. Oratórios, EPAMIG, 2012

Tratamentos	N*	P	K	Ca	Mg	S
T1	96,4a	16,2b	104,7a	23,7a	8,9a	5,7ab
T2	116,3a	23,3ab	112,7a	26,3a	10,2a	6,7ab
T3	107,8a	23,7ab	117,4a	29,6a	10,5a	4,5 b
T4	107,3a	25,0ab	124,9a	29,0a	11,6a	7,5ab
T5	135,1a	31,3a	124,2a	36,2a	14,2a	8,9a
T6	116,1a	28,4a	92,7a	28,3a	11,7a	8,4ab
T7	101,3a	20,8ab	95,4a	25,8a	10,4a	6,7ab
T8	106,7a	23,4ab	93,5a	26,7a	10,6a	7,3ab
T9	113,6a	24,2ab	111,2a	27,3a	10,5a	7,0ab
T10	88,3a	20,3ab	72,2a	22,0a	9,4a	6,3ab
Média	108,9	23,6	104,9	27,5	10,8	6,9
CV (%)	18,14	20,72	25,69	20,16	19,53	23,69

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

#### 4. CONCLUSÕES

O fertilizante orgânico produzido com bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + dejetos de suíno é o mais adequado para a cultura da alface americana 'Kaiser', na região tendo em vista a maior produtividade e a maior quantidade de nutrientes exportados pelas plantas.

A exportação média de nutrientes entre os tratamentos de maior produtividade (T3, T5, T6 e T7), em ordem decrescente foram: N (115,1), K (107,4), Ca (30,0), P (26,10), Mg (11,7), S (7,1) kg ha<sup>-1</sup> e Fe (24,9), Mn (3,2), Zn (3,0), Cu (0,5) g ha<sup>-1</sup>.

A adubação orgânica é uma alternativa viável e potencial para o cultivo de alface americana 'Kaiser', além de reduzir os impactos negativos gerados pelo descarte indevido de resíduos orgânicos no ambiente.

#### 5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro e pelas bolsas PIBIC, BDTI e PQ.

#### 6. LITERATURA CITADA

ABREU, I.M.O.; JUNQUEIRA, A.M.R.; PEIXOTO, J.R. et al. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, Suppl.1, p. 108-118, 2010.

ABREU, M. F.; ABREU Jr. C.H.; SILVA, F. C. et al. Análise química de fertilizantes orgânicos (urbanos). In: SILVA, F. C. da. (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília-DF:Embrapa. 2009. p. 397-485.

ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, E. M. N.; BARCELLOS, L. A. et al. Minhocultura e vermicompostagem. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Solos, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 3).

AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; ABAURRE, M.E.O. et al. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p.381-386, 2007.

BERTANI, R.M.A.; VILLAS BÔAS, R.L.; VIDAL, A.A. et al. O uso de fertilizantes compostos na agricultura. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 33, agosto de 2011.

COSTA, E.M.; SILVA, H.F.; RIBEIRO, P.R.A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**; v.9, n.17, p. 1842-1860, 2013.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E. et al. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.748-753, 2004.

- FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G. et al. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.
- FERREIRA, A.G.; BORBA, S.N.S.; WIZNIEWSKY, J.G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, p. 307-317. 2013. <www.ufsm.br/revestadireito>
- FIGUEIREDO, P.G. & TANAMATI, F.Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde**, v. 3, n.3, p. 1-4, 2010.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 402 p.
- FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M.C. et al. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.5, n.4, p.85-93, 2013.
- KIEHL, J. E. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T. et al. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. da (Org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília-DF:Embrapa, 2009. p.191-233.
- MONTEMURRO, F.; FERRI, D.; TITTARELLI, F. et al. Anaerobic digestate and on-farm compost application: Effects on lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop production and soil properties. **Compost Science & Utilization**, v.18, p.184-193, 2010.
- OLIVEIRA, L.B.; ACCIOLY, A.M.A.; SANTOS, C.L.R. et al. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.157-164, 2014.
- OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W. et al. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p.211-217, 2004.
- OLIVEIRA, E.M.; QUEIROZ, S.B.; SILVA, V.F. Influência da matéria orgânica sobre a cultura da alface. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v.6, p.285-292, 2009.
- SANTANA, C.T.C.; SANTI, A.; DALLACORT, R. et al. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta na diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.22-29, 2012.
- SANTOS, R.H.S.; SILVA, F. da; CASALI, V.W.D. et al. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p. 521-525, 2001.
- SALA, F. C. & COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alface cultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p. 187-194, 2012.
- SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M. W. et al. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.638-644, 2008.
- SEDIYAMA, M. A. N.; Garcia, N.C.P.;VIDIGAL, S.M. et al. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.1, p.185-189, 2000.
- SEDIYAMA, M.A.N.; NASCIMENTO, J.L.M.; VIDIGAL, S.M. et al. Compostos orgânicos produzidos com resíduos vegetais e dejetos de origem bovina e suína. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, VII, 2011, Fortaleza. **Anais... Fortaleza:UFC, Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-5, 2011.
- SHAHEIN, M.M.; AFIFI, M.M.; ALGHARIB, A.M. Assessing the effect of humic substances extracted from compost and biogas manure on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.**, v.14, n.10, p.996-1009, 2014.
- SILVA, E.M.N.C.P.; FERREIRA, R.L.F.; ARAÚJO NETO, S.E. et al. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.242-245, 2011.





SILVA, N.R.; CAMARGO, A.P.F.; WANGEN, D.R.B. Produção orgânica de alface adubada com diferentes tipos de compostos orgânicos.

**Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. et al., Eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

SOUZA, J.L. & RESENDE, P.L. Manual de Horticultura orgânica. 2.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

TRANI, P.E. Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido. **Revista Campo & Negócio HF**, Uberlândia, v.2, n.23, p.40-43, abr. 2007.

TRANI, P.E.; TAMISO, L.G.; TESSARIOLI NETO, J. et al. Adubação orgânica da alface de verão sob cultivo protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42, 2000, São Pedro. *Anais...* São Pedro: SOB/FCAV-UNESP, 2000. p.762-764.

YURI, J.E.; MOTA, J.H.; RESENDE, G.M. et al. Desempenho de cultivares de alface tipo americana em cultivo de outono no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.282-286, 2004a.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. et al. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p. 127-130, 2004b.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.de; MOTA, J.H. et al. Teor de N, P e K em alface tipo americana em função de doses de nitrogênio e potássio em adubação de cobertura, em condições de verão. In: 47º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2007, Porto Seguro. **Horticultura Brasileira**, v. 25, 2007.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 5, p. 59-85, 2009.

VIDIGAL, M.V.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D. et al. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica. I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, v.42, n.239, p.80-88, 1995.

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M. et al. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.28-34, 2004.

ZIECH, A.R.D.; CONCEIÇÃO, P.C.; LUCHESE, A.V. et al. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.948-954, 2014.

Recebido para publicação em 08/03/2016 e aprovado em 19/05/2016.