

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
CLEICIMAR GOMES COSTA**

**USO DE COMPOSTO DE RESÍDUOS DA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E
NUTRIÇÃO DO IFMG – *CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA* NA CULTURA DA
ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

SÃO JOÃO EVANGELISTA

2017

CLEICIMAR GOMES COSTA

**USO DE COMPOSTO DE RESÍDUOS DA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E
NUTRIÇÃO DO IFMG – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA NA CULTURA DA
ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

SÃO JOÃO EVANGELISTA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

C837u Costa, Cleicimar Gomes
2017

Uso de composto de resíduos da Unidade de Alimentação e Nutrição do IFMG - Campus São João Evangelista na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). / Cleicimar Gomes Costa. – 2017. 36f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2017.

Orientador: Mestre Alisson José Eufrásio de Carvalho

1. Resíduos da UAN. 2. Compostagem. 3. *Lactuca sativa* L. I. Costa, Cleicimar Gomes. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 631.58

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

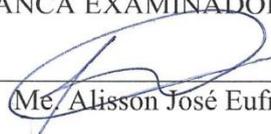
CLEICIMAR GOMES COSTA

**USO DE COMPOSTO DE RESÍDUOS DA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E
NUTRIÇÃO DO IFMG – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA NA CULTURA DA
ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

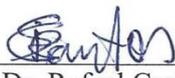
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São
João Evangelista como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em ...14.../...06.../...2017

BANCA EXAMINADORA


Orientador Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista


Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista


Mestrando Caique Menezes de Abreu

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

“Eu não sei o que quero ser, mas sei muito bem o que não quero me tornar.”

Friedrich Nietzsche

Á Deus pelo poder da existência. A minha família, em especial a
minha Mãe pela paciência nas horas difíceis dessa caminhada
que não foi fácil...

..***Dedico*** este trabalho com todo carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo poder da vida e por me amparar nos momentos de angústia.

Aos meus pais, Ivande Gomes e Hosmano Gabriel pelo apoio, carinho, atenção, ensinamentos e paciência ao longo desses anos, sou grata a tudo que fazem por mim, Amo vocês mais que tudo nessa vida.

A minha irmã Cleimar Gomes pelo amor, atenção e boas risadas.

As minhas Besths Alba, Lê (Leandra) e Kátia vocês são demais, vou levá-las no meu coração por toda a minha vida.

Aos colegas Caique Menezes, Ingridy França e Vinicius Faúla pela ajuda na execução do trabalho.

As amigas de república, Geny, Ezilene e Shay pela amizade e convivência ao longo dos anos, com vocês a caminhada foi mais divertida.

Aos servidores concursados do IFMG e terceirizados da ADCON, que auxiliaram na minha formação de alguma forma, em especial ao Lado que em todo momento se mostrou disposto em ajudar nos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Unidade de Alimentação e Nutrição pelo alimento ofertado ao longo da minha trajetória neste *Campus*.

A turma AGR 131 foi gratificante conhecer cada um de vocês.

Ao Prof. Alisson José Eufrásio, pelo voto de confiança e orientação ao longo do caminho, sou eternamente grata a você.

Aos professores da instituição que contribuíram para a minha formação acadêmica.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista, pela oportunidade em estudar e pelos conhecimentos adquiridos.

Muito obrigada!!!

RESUMO

A expansão da população mundial aliado à intensa urbanização tem acarretado o aumento da disposição de resíduos no meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de compostagem como alternativa no tratamento e reciclagem dos resíduos provenientes da Unidade de Alimentação e Nutrição do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus São João Evangelista* na produção de alface. As doses de composto orgânico de resíduos da UAN foram 0; 15; 30; 60 e 120 t ha⁻¹. O experimento foi disposto em delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições, em que as parcelas foram compostas pelas doses de composto orgânico e as subparcelas pelos ciclos sucessivos da alface (tempo). No primeiro ciclo de cultivo as doses de 60 e 120 t ha⁻¹ apresentaram maior incremento na massa fresca e massa seca da parte aérea. No segundo ciclo a dose de 120 t ha⁻¹ foi responsável pelo maior acúmulo de massa fresca da parte aérea e as doses de 60 e 120 t ha⁻¹ pela massa seca da parte aérea. As doses de 60 e 120 t ha⁻¹ apresentaram o maior número de folhas no primeiro e segundo ciclo. O diâmetro de cabeça obteve maiores valores nas doses de 30, 60 e 120 t ha⁻¹ para o primeiro ciclo e no segundo ciclo a dose de 120 t ha⁻¹ foi responsável pelo maior diâmetro de cabeça. A ordem decrescente dos macronutrientes extraídos pela cultivar Vanda no primeiro ciclo foi: K > N > Ca > P > Mg > S. Os micronutrientes apresentaram a seguinte ordem de extração: Fe > Mn > B > Zn > Cu pela cultivar Vanda. A compostagem foi eficiente para o tratamento dos resíduos provenientes da Unidade de Alimentação e Nutrição. O composto obtido pode ser usado na fertilização da alface.

Palavras-chave: Resíduos da UAN. Compostagem. *Lactuca sativa* L.

ABSTRACT

The expansion of the world population combined with the intense urbanization has led to an increase in the disposal of waste in the environment. The objective of this work was to evaluate the composting process as an alternative in the treatment and recycling of residues from the Food and Nutrition Unit of the Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus São João Evangelista* in lettuce production. The organic compound doses of UAN residues were 0.0; 15.0; 30.0; 60.0 and 120 t ha⁻¹. The experiment was arranged in a randomized complete block design with four replications, in which the plots were composed by the doses of organic compound and the subplots by the successive cycles of the lettuce (time). In the first crop cycle, the doses of 60 and 120 t ha⁻¹ presented the highest increase in fresh mass and shoot dry matter. In the second cycle, the dose of 120 t ha⁻¹ was responsible for the greater accumulation of fresh mass of the aerial part and the doses of 60 and 120 t ha⁻¹ for the dry mass of the aerial part. The doses of 60 and 120 t ha⁻¹ presented the highest number of leaves in the first and second cycles. The head diameter obtained higher values in the doses of 30, 60 and 120 t ha⁻¹ for the first cycle and in the second cycle the dose of 120 t ha⁻¹ was responsible for the largest head diameter. The decreasing order of the macronutrients extracted by the Vanda cultivar in the first cycle was: K > N > Ca > P > Mg > S. The micronutrients presented the following order of extraction: Fe > Mn > B > Zn > Cu by Vanda. Composting was efficient for the treatment of residues from the Food and Nutrition Unit. The obtained compound can be used in the fertilization of the lettuce.

Keywords: Waste from UAN. Composting. *Lactuca sativa* L.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de confecção do composto.....	15
Figura 2 - Área experimental aos 32 dias do primeiro ciclo de cultivo de alface.	18
Figura 3 - Área experimental aos 43 dias do segundo ciclo de cultivo de alface.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do composto orgânico utilizado no experimento.....	16
Tabela 2 - Composição química da camada arável (0 - 20cm) do solo utilizado no experimento.....	17
Tabela 3 - Resumo da análise de variância da matéria fresca e seca da parte aérea de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.....	20
Tabela 4 - Média da massa fresca da parte aérea de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico em dois cultivos sucessivos.....	21
Tabela 5 - Média da massa seca da parte aérea de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico em dois cultivos sucessivos.....	21
Tabela 6 - Resumo da análise de variância do número de folhas (N. FOLHAS) em dois cultivos sucessivos sob diferentes doses de composto orgânico.....	23
Tabela 7 - Média do número de folhas de alface cultivada em dois ciclos sucessivos sob diferentes doses de composto orgânico.....	24
Tabela 8 - Resumo da análise de variância do diâmetro de cabeça (D. CABEÇA) cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.....	25
Tabela 9 - Média do diâmetro de cabeça de alface cultivada em dois cultivos sucessivos sob diferentes doses de composto orgânico.....	25
Tabela 10 - Resumo da análise de variância do teor de macronutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.....	26
Tabela 11 - Média dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das folhas de alface adubada com composto orgânico.....	27
Tabela 12 - Resumo da análise de variância do teor de micronutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.....	29
Tabela 13 - Média dos teores de Cu, Fe, Zn, Mn e B na matéria seca das folhas de alface adubada com composto orgânico.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO	12
2.2	TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	13
2.3	CULTURA DA ALFACE (<i>Lactuca Sativa</i> L.)	13
3	METODOLOGIA	15
3.1	PREPARO DO COMPOSTO	15
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	16
3.3	PREPARO DAS MUDAS E PREPARO DO SOLO	16
3.4	TRANSPLANTIO DAS MUDAS E TRATOS CULTURAIS	17
3.5	COLHEITA E AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO	17
3.6	DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE NUTRIENTES	18
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1	MASSA FRESCA E SECA DA PARTE AÉREA	20
4.2	NÚMERO DE FOLHAS	23
4.3	DIÂMETRO DE CABEÇA	24
4.4	TEORES DE MACRONUTRIENTES	26
4.5	TEORES DE MICRONUTRIENTES	28
5	CONCLUSÕES	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial atrelado à intensa urbanização, ao desenvolvimento industrial, juntamente com a postura individualista da sociedade, tem contribuído para a disposição de resíduos a céu aberto em áreas ou vias públicas e próximo a cursos d'água. Estes eventos contribuem para sérios impactos ambientais e a saúde pública, a exemplo da poluição dos mananciais, degradação do solo e aumento da incidência de doenças causadas por vetores que se proliferam com o acúmulo de lixo (COUTINHO et al. 2011; MAZZER e CAVALCANTI, 2004).

Dados levantados na Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) do Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* - São João Evangelista, apontam que entre os anos de 2015 e 2016 a UAN ofertava cerca de 900 refeições por dia, incluindo café da manhã, almoço e jantar. A quantidade descartada diariamente era de cerca de 30 Kg por dia, gerando por mês uma média de 900 Kg. Todo esse resíduo era encaminhado até o aterro municipal da cidade, não havendo nenhum tratamento, o que contribui para a contaminação do solo, lençol freático, além do risco de atração de vetores de doenças.

A compostagem é considerada uma forma de tratamento ambientalmente adequada para vários tipos de resíduos e conseqüentemente o seu aproveitamento (TEIXEIRA et al. 2004). Nesse sentido, uma alternativa para minimizar os impactos ambientais é a biodegradação microbiana via compostagem. A compostagem é a transformação dos resíduos através de processos físicos, químicos e biológicos, em um material orgânico mais estável podendo ser usado na agricultura para fertilização das culturas e correção de solos (NOGUERA, 2011).

A alface é a hortaliça folhosa mais importante no mundo sendo consumida principalmente *in natura* na forma de saladas, cultivada por pequenos agricultores, exigente em nutrientes além de ser uma cultura que responde bem a adubação orgânica (SALA e COSTA, 2012; VILLAS BÔAS et al. 2004; MONTEMURRO et al. 2010).

Dessa forma, objetivou-se com a execução deste trabalho, avaliar o efeito de um composto produzido a partir do tratamento e reciclagem dos resíduos provenientes da Unidade de Alimentação e Nutrição do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista na produção de alface.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

As Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) são áreas destinadas para o preparo e fornecimento de refeições equilibradas em nutrientes, aos diferentes tipos de clientes (LANZILLOTTI et al. 2004). A UAN tem por objetivo servir refeições saudáveis nutricionalmente e segura do ponto de vista higiênico e sanitário, atendendo as necessidades dos comensais (TRANCOSO e TOMASIAK, 2004).

O desperdício em uma UAN é um fator relevante, tanto ética, quanto econômica, pois o Brasil é um dos países em que a fome e a miséria são consideradas problema de saúde pública (NONINO-BORGES et al. 2006). No Brasil a quantidade de alimentos que é desperdiçado poderia alimentar mais de 10 milhões de pessoas diariamente (BORGES, 1991).

Em uma UAN, o desperdício muitas vezes é causada pela falta de qualidade dos alimentos, sendo influenciado pelo mau planejamento das UAN, pelas preferências dos comensais por determinados alimentos, além do porcionamento dos mesmos (RICARTE et al. 2008; NONINO-BORGES et al. 2006). O desperdício consiste em alimentos que não foram utilizados, preparações prontas que não foram distribuídas e os alimentos que os comensais deixaram no prato (CASTRO et al. 2003).

Os clientes que se alimentam em restaurante tipo self-service, considerada hoje em dia como tendência, se servem a vontade tendendo ao desperdício, já que não há restrições nas quantidades servidas (AMORIM et al. 2005). Segundo Augustini et al. (2008) os fatores induzem os comensais a se servirem em maior quantidade que a necessária, são o tamanho do prato e tamanho dos pegadores, gerando assim restos, que é a quantidade de alimentos devolvida no prato (SILVA et al. 2010a).

E necessário que as UAN apontem os tipos de resíduos produzidos, assim como os motivos que contribuem para o aumento da sua produção, na tentativa de redução dos mesmos, colaborando com a minimização dos resíduos gerados e dos problemas ambientais causados (KINASZ e WERLE, 2006).

Reduzir os restos alimentares produzidos pelos comensais nas UAN não é missão fácil, pois envolve o cliente e sua relação com as preparações, desta forma medidas precisam ser implantadas visando melhorar a eficiência e a diminuição de resíduos que são dispostos no meio ambiente (AUGUSTINI et al. 2008; ALVES e UENO, 2015).

2.2 TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

A legislação brasileira, por meio da lei federal 12.305/2010, institui a Política Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos, que representa uma tentativa para solucionar a questão do lixo, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Algumas medidas alternativas para a destinação dos resíduos sólidos são disposição em aterro, reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético (BRASIL, 2010).

A crescente preocupação com os impactos ambientais, inclusive os potencialmente gerados por aterros sanitários, tem motivado a aplicação de instrumentos e métodos que auxiliem no controle e na redução desses impactos (GOMES et al. 2015).

A compostagem de resíduos sólidos orgânicos é uma alternativa ambientalmente adequada e vantajosa em relação aos aterros devido sua característica aeróbia, minimizando emissões e lixiviados (PIRES et al. 2011). É definida como um processo de transformação biológica de materiais orgânicos, tais como palha de arroz, café, papel etc., em fertilizantes orgânicos utilizáveis na agricultura (DORES-SILVA et al. 2013).

Kiehl (1985) ressalta que o composto é um tipo de fertilizante orgânico de origem animal ou vegetal que, quando aplicado ao solo em quantidades, épocas e maneiras adequadas, propiciam melhorias de suas qualidades físicas, químicas e biológicas, podendo atuar como um corretivo da acidez, um complexante de elementos tóxicos e uma fonte de nutrientes as plantas, e aumentando a qualidade dos produtos sem causar danos ao solo, à planta e ao ambiente.

2.3 CULTURA DA ALFACE (*Lactuca Sativa* L.)

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae originária da região do mediterrâneo, sendo a hortaliça mais cultivada e consumida no mundo, principalmente, *in natura* em forma de salada (FILGUEIRA, 2007; SALA e COSTA, 2012). É uma planta herbácea, delicada, de caule diminuto, no qual se prendem as folhas que são amplas e crescem em rosetas, podendo ser lisas ou crespas, formando cabeça ou não, apresentando vários tons

de verde ou roxo, sistema radicular ramificado e superficial com faixa de exploração principal quando transplantada, em torno de 25 cm (FILGUEIRA, 2008).

É uma hortaliça cultivada em todas as regiões do país, sendo a mais consumida pelos brasileiros, devido aos benefícios nutricionais que ela proporciona e quanto pelo preço reduzido no mercado, além de ser a folhosa de maior valor comercial no Brasil sendo a sexta em importância econômica e oitava em termos de produção (RESENDE et al. 2007; OLIVEIRA et al. 2005).

É popularmente cultivada por pequenos agricultores conferindo grande importância econômica e social. Além de agregação do homem do campo, pode ser cultivada ao longo de todo ano, gerando mais renda por possuir boa adaptação às condições adversas, baixo custo de produção, pouca suscetibilidade a pragas e doenças, fazendo desta hortaliça preferida pelos pequenos produtores (VILLAS BÔAS et al. 2004; MEDEIROS et al. 2007).

O aumento do custo dos fertilizantes minerais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de carbono e nutrientes (SILVA et al. 2010b).

A adubação orgânica vem sendo muito difundida na cultura da alface, pois a cultura responde bem a fertilização orgânica, contribuindo com a redução de fertilizantes minerais (SILVA et al. 2001). Em trabalho realizado por Fontanetti et al. (2006) foram observados aumentos na produção e nos teores de nutrientes na cultura da alface, após a aplicação de adubos orgânicos, demonstrando os efeitos benéficos da adubação orgânica.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no setor de produção de mudas (Viveiro) do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE), no período de março de 2015 a abril de 2016. A cidade de São João Evangelista situa-se a uma altitude média de 689 metros, latitude sul de 18° 32' e longitude oeste de 42° 45'. O clima regional é do tipo Cwa, pela classificação internacional de Köppen.

3.1 PREPARO DO COMPOSTO

O composto foi obtido pela compostagem dos restos provenientes da Unidade de Alimentação e Nutrição juntamente com esterco bovino/caprino e palha de café na proporção de 1:1:1, disposto em camadas alternadas, utilizando-se como medida dois carros de mão (50 litros) de resíduos para cada camada (Figura 1A). Após a montagem da pilha de compostagem, esta foi revirada três vezes por semana até o final do processo aos 80 dias (Figura 1B), observando a temperatura e a umidade. O material foi passado em peneira de malha quatro mm (Figura 1C) para homogeneização, em seguida, uma amostra foi coletada e encaminhada ao Laboratório de Análise de Solos de Viçosa, para determinação da composição química. (Tabela 1).

Figura 1 - Processo de confecção do composto.



A) Pilha de compostagem, B) composto obtido aos 80 dias de compostagem, C) composto passado em peneira de malha de 4 mm.

Fonte: O autor

Tabela 1 - Composição química do composto orgânico utilizado no experimento.

pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B	MO
H ₂ O	-----dag kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				dagkg ⁻¹	
8,0	2,20	0,86	1,70	1,85	0,37	0,39	238,0	7968,0	228,0	53,00	17,3	20,17

Teores Totais, determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico). N - Método do Kjeldahl.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para avaliar a eficiência do composto orgânico proveniente da UAN o experimento foi realizado em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial com parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por cinco doses de composto orgânico (0; 15; 30; 60 e 120 t ha⁻¹) segundo recomendação de Ribeiro et al. (1999), e as subparcelas pelos ciclos sucessivos da cultura de alface (dois ciclos). A unidade experimental foi constituída de uma área de 1 m², sendo consideradas úteis as quatro plantas centrais evitando efeito bordadura.

3.3 PREPARO DAS MUDAS E PREPARO DO SOLO

Para realização do preparo de mudas utilizou-se sementes de alface, cultivar Vanda. Conduziu-se a semeadura em substrato comercial Maxfétil[®] em bandejas de poliestireno de 225 células e crescidas por 21 dias em casa de vegetação do Setor de Olericultura do IFMG sendo irrigadas diariamente.

Para condução do preparo da área, foi realizada uma amostragem de solo na profundidade de 0 a 20 cm e enviado para caracterização química no Laboratório de Análises de Solos do IFMG-SJE. De acordo com os resultados da análise química do solo (Tabela 2), a área foi previamente corrigida com 4,18 t ha⁻¹ de calcário dolomítico de modo a atingir a saturação por bases de 70% segundo recomendação de Ribeiro et al. (1999) para a cultura da alface.

Cinco dias antes do transplântio das mudas de alface os canteiros foram formados com dimensões de 1,0 m comprimento por 1,0 m de largura e seguida da incorporação do composto orgânico.

Tabela 2 - Composição química da camada arável (0 – 20 cm) do solo utilizado no experimento.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	AL ³⁺	H+AL	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P.rem
H ₂ O	- mg dm ⁻³		----- cmolc dm ⁻³ -----							----- % -----		dagkg ⁻¹	Mg L
4,83	0,4	50	1,40	0,40	0,75	7,20	1,8	2,68	9,0	20,0	28,0	0,81	10,40

pH (H₂O) relação 1:2,5 (solo: água); P e K: Mehlich⁻¹; Ca, Mg e Al trocáveis: KCl 1 mol L⁻¹; H + Al: Extrator: SMP; t: capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva; T: CTC pH 7,0; m: saturação de alumínio; V: saturação por bases; MO: Matéria Orgânica – Oxidação : Na₂ Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10 N; P-rem: Fósforo Remanescente.

3.4 TRANSPLANTIO DAS MUDAS E TRATOS CULTURAIS

O experimento foi conduzido em ambiente não protegido no setor do Viveiro do IFMG-SJE. Na escolha do local levou-se em consideração a baixa fertilidade do solo que pode ser constatada pelas características químicas constantes na Tabela 2 de modo a propiciar melhor resposta dos tratamentos aplicados.

As mudas foram transplantadas em espaçamento de 0,25 x 0,25 m e em seguida irrigadas para melhor estabelecimento destas. As plantas foram irrigadas três vezes ao dia (7:00; 12:00 e às 16:00), por microaspersão, de forma a manter o teor de umidade no solo próximo à capacidade de campo. Para o segundo cultivo realizou-se a limpeza das parcelas eliminando todos os restos culturais do primeiro cultivo. Ao longo dos ciclos foram realizadas capinas manual a fim de evitar o crescimento de plantas daninhas. Não foram necessárias aplicações de tratos culturais no controle de pragas e doenças em ambos os cultivos.

3.5 COLHEITA E AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO

Realizou-se a colheita dos dois cultivos, respectivamente, aos 32 dias (Figura 2) e aos 43 dias (Figura 3) após o transplântio, sendo o segundo cultivo iniciado sete dias após o término do primeiro.

Na colheita de cada cultivo foram avaliadas as quatro plantas centrais de cada parcela experimental. As plantas foram cortadas rente ao solo e determinou-se, número de folhas usando como referência o comprimento maior que cinco centímetros. O diâmetro da cabeça foi obtido pela média entre a medida transversal e longitudinal mensurado com uma régua graduada em centímetros. Em seguida, as plantas foram lavadas em água corrente e secas com auxílio de papel toalha, procedendo-se a determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA) por meio de balança de precisão. Para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA)

as plantas foram colocadas em sacos de papel e levadas para estufa com circulação de ar forçada a 55° C até obter massa constante.

Figura 2 - Área experimental aos 32 dias do primeiro ciclo de cultivo de alface.



Fonte: o autor

Figura 3 - Área experimental aos 43 dias do segundo ciclo de cultivo de alface.



Fonte: o autor

3.6 DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE NUTRIENTES

A análise de nutrientes na matéria seca das plantas de alface foi feita apenas para o primeiro cultivo. Após a completa secagem das folhas de alface em estufa de circulação forçada, as plantas foram encaminhadas para o Laboratório de Viçosa para análise foliar. A parte aérea das plantas de cada parcela foi moída em moinho tipo Willey e, em seguida,

efetuada digestão nítrico-perclórica. Os teores de P foram determinados pelo método colorimétrico; K por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn por espectrofotometria de absorção atômica. O enxofre foi determinado por turbidimetria e o boro determinado pelo método colorimétrico da azometina H. O nitrogênio foi determinado pelo método Micro Kjeldahl.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos da produção e absorção de nutrientes nas plantas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MASSA FRESCA E SECA DA PARTE AÉREA

A produção de massa fresca e massa seca da parte aérea foram influenciadas pelas doses de composto orgânico ($p < 0,05$) (Tabela 3). Houve efeito significativo para o cultivo sobre as variáveis de MFPA e MSPA ($p < 0,05$) (Tabela 3). Na interação dose x cultivo não houve efeito significativo sobre a MFPA, já a MSPA apresentou diferença significativa em relação às doses aplicadas em cultivos sucessivos ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da matéria fresca e seca da parte aérea de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.

FV	GL	QM	
		MFPA	MSPA
Bloco	3	4186,5000	43,2910
Dose	4	1828644,4000*	4761,0749*
erro 1	12	26982,6666	171,4084
Cultivo	1	298252,9000*	11006,1380*
Dose x Cultivo	4	69635,9000 ^{ns}	804,2702*
erro 2	15	55766,2333	99,4640
Total	39		
CV 1 (%)		26,76	33,26
CV 2 (%)		38,47	25,33

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5 %; *: significativo a 5 % pelo teste F.

As doses 60 e 120 t ha⁻¹ proporcionaram maiores incrementos de MFPA no primeiro cultivo não se diferindo estatisticamente entre si. As doses de 30 e 60 t ha⁻¹, 15 e 30 t ha⁻¹ e 0 e 15 t ha⁻¹ também não se diferiram entre si no primeiro ciclo ($p < 0,05$). No segundo cultivo a dose de 120 t ha⁻¹ apresentou maior acúmulo na produção de massa fresca da parte aérea em relação às demais. Nas doses de 30 e 60 t ha⁻¹ de composto orgânico houve diferenças na MFPA em relação aos dois cultivos realizados, no qual o segundo ciclo obteve menor acúmulo de MFPA em relação ao primeiro, já as doses de 0, 15 e 120 t ha⁻¹ demonstraram o mesmo efeito de produção para ambos os ciclos (Tabela 4).

Tabela 4 - Média da massa fresca da parte aérea de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico em dois cultivos sucessivos.

Doses (t ha ⁻¹)	MFPA (g)	
	Cultivo 1	Cultivo 2
0	59,50 dA	88,50 cA
15	374,00 cdA	304,00 bcA
30	668,00 bcA	309,00 bcB
60	1064,00 abA	680,00 bB
120	1335,50 aA	1256,00 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A produção de massa seca foi influenciada pelas doses de composto orgânico ($p < 0,05$) no qual as doses de 60 e 120 t ha⁻¹ foram iguais no primeiro ciclo de cultivo demonstrando maior acúmulo de MSPA, assim como as doses de 30 e 60 t ha⁻¹ que também não se diferiram, já as doses de 0 e 15 t ha⁻¹ diferem entre si e das demais ($p < 0,05$). No segundo ciclo as doses de 60 e 120 t ha⁻¹ foram responsáveis pelos maiores médias de MSPA não se diferenciando entre si ($p < 0,05$) e as doses de 15, 30 e 60 t ha⁻¹ e 0, 15 e 30 t ha⁻¹ foram iguais estatisticamente. Em função dos cultivos realizados houve diferenças significativas ($p < 0,05$) nas doses de 15, 30, 60 e 120 t ha⁻¹ de composto orgânico, no qual o primeiro ciclo apresentou maiores médias de MSPA em comparação ao segundo ciclo que obteve menor produção de MSPA (Tabela 5).

Tabela 5 - Média da massa seca da parte aérea de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico em dois cultivos sucessivos.

Doses (t ha ⁻¹)	MSPA (g)	
	Cultivo 1	Cultivo 2
0	10,87 dA	5,84 cA
15	35,17 cA	16,00 bcB
30	58,94 bA	15,85 bcB
60	78,64 abA	30,55 abB
120	96,13 aA	45,63 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Costa et al. (2001) ao estudarem o teor de metais pesados na produção de alface adubada com composto de lixo urbano em três ciclos sucessivos observou que as doses do composto orgânico provocaram aumento linear da produção de matéria fresca e matéria seca das plantas do primeiro e segundo cultivo, resultado semelhante encontrado no presente trabalho.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2010b) utilizando vários compostos orgânicos em doses crescentes em dois ciclos sucessivos de alface, obtiveram no primeiro cultivo 345 g planta⁻¹ de MFPA e 193 g planta⁻¹ de MFPA no segundo ciclo da cultura através da aplicação

do composto orgânico obtido com a mistura de esterco com resíduos de cáscara sagrada na dose de 120 t ha⁻¹, resultado similar encontrado no presente trabalho em que a MFPA no primeiro ciclo apresentou uma média de 333,87 g planta⁻¹ e 314 g planta⁻¹ no segundo ciclo na dose de 120 t ha⁻¹ de composto orgânico (Tabela 4), que difere de Silva et al. (2010b) apenas em relação ao segundo ciclo possivelmente pela diferença de composição dos composto aplicados.

Os valores de MFPA foram superiores às encontradas por outros autores. Peixoto Filho (2006) trabalhando com cultivos sucessivos de alface, com uso de diferentes fontes de matéria orgânica, obteve máxima produção de massa fresca da parte aérea de 173,75g planta⁻¹ na dose de 128,57 t ha⁻¹ de esterco de ave, 130,0 g planta⁻¹ para o esterco bovino na dose de 120 t ha⁻¹ e para o esterco ovino de 129,50 g planta⁻¹ na dose de 128, 57 t ha⁻¹ no primeiro cultivo. Mogor (2007) avaliando a produção de alface no sistema orgânico em sucessão a aveia preta, sobre a palha, e diferentes coberturas do solo obtiveram 205 g planta⁻¹ como produção máxima de alface crespa. Rodrigues e Casali, (1999) obtiveram produção máxima de 157 g planta⁻¹ usando composto orgânico produzido à base de esterco de bovinos e palhada de milho.

Vidigal et al. (1997) observaram efeitos lineares de doses de adubos orgânicos sobre a produção de MFPA e MSPA, em cultivos sucessivos de alface. Santos et al. (2001) ao avaliarem o efeito residual da adubação com composto proveniente da mistura de capim-guatemala (*Tripsacum fasciculatum*), bagaço de cana moído, palha de feijão, e cama de aviário, foi constatado aumento linear na produção de massa seca e fresca da cultura da alface na dose de 91,2 t ha⁻¹ apresentando uma produtividade de 3.040,8 g m² de matéria fresca, resultado semelhante encontrado no presente trabalho em que a MFPA e a MSPA (Tabela 4 e 5) no segundo ciclo foram crescendo com o aumento das doses de composto orgânico, porém com menores médias em relação ao primeiro ciclo.

Doses crescentes de compostos orgânicos elevam a produtividade da cultura, atribuído à melhoria nas condições químicas, físicas e biológicas do solo por meio da utilização do composto orgânico (SANTOS et al. 1994). Esse efeito do composto na produção de alface em ciclos sucessivos é atribuído ao teor de nutrientes essenciais as plantas (COSTA et al. 2001).

Em estudo sobre a resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos Silva et al. (2010b) relatam que no segundo ciclo de cultivo as produções de MFPA e MSPA aumentaram linearmente com as doses dos compostos, mas com menores produções. Resultado similar foi observado no presente trabalho. Desta forma o que pode significar que, embora ainda com capacidade de fornecer

nutrientes, o composto avaliado não foi capaz de mineralizar os nutrientes em quantidades suficientes para manutenção das produções obtidas no primeiro ciclo (SILVA et al. 2010b).

O composto orgânico aplicado sem adição de adubação mineral influenciou significativamente a produção de alface no primeiro ciclo, promovendo efeito residual no segundo ciclo, porém com menores proporções. Kiehl (2010) relata que os adubos orgânicos aplicados ao solo proporcionam respostas benéficas sobre a produção das culturas, chegando a igualarem ou até mesmo superarem os efeitos dos fertilizantes minerais, além de contribuir na economia de fertilizantes químicos. Esse incremento na produção é atribuído ao teor de nutrientes nos adubos orgânicos, principalmente nitrogênio e fósforo que possuem liberação mais lenta quando comparados aos adubos minerais, pois depende da mineralização da matéria orgânica, o que proporciona uma disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo, melhorando o seu aproveitamento (RAIJ et al. 1997).

4.2 NÚMERO DE FOLHAS

Não foi observado efeito significativo do cultivo e da interação dose x cultivo sobre o aumento do número de folhas na cultura da alface nos dois cultivos sucessivos ($p < 0,05$) (Tabela 6). Houve efeito de dose no aumento do número de folhas de alface cultivada com diferentes doses de composto orgânico nos dois ciclos da cultura ($p < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância do número de folhas (N. FOLHAS) em dois cultivos sucessivos sob diferentes doses de composto orgânico.

FV	GL	QM
		N.FOLHAS
Bloco	3	8,1583
Dose	4	330,2875*
erro 1	12	6,4708
Cultivo	1	34,2250 ^{ns}
Dose x Cultivo	4	3,4125 ^{ns}
erro 2	15	10,7750
Total	39	
CV 1 (%)		15,58
CV 2 (%)		20,11

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5 %; *: significativo a 5 % pelo teste F.

O número de folhas no primeiro ciclo de cultivo foi igual estatisticamente nas doses de 60 e 120 t ha⁻¹, assim como nas doses de 30 e 60 t ha⁻¹, 15 e 30 t ha⁻¹ e 0 e 15 t ha⁻¹. Para o segundo ciclo de cultivo o número de folhas foram iguais nas doses de 60 e 120 t ha⁻¹, como também nas doses de 15, 30 e 60 t ha⁻¹ e nas doses de 0 e 15 t ha⁻¹. Em relação aos dois ciclos

de cultivo não houve variações entre as doses de composto orgânico aplicado no rendimento do número de folhas (Tabela 7).

Tabela 7 - Média do número de folhas de alface cultivada em dois ciclos sucessivos sob diferentes doses de composto orgânico.

Doses (t ha ⁻¹)	N. FOLHAS	
	Cultivo 1	Cultivo 2
0	5,75 dA	9,25 cA
15	12,00 cdA	15,00 bcA
30	15,75 bcA	16,50 bA
60	19,75 abA	20,50 a bA
120	23,75 aA	25,00 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entres si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Diversos autores relatam o aumento do número de folhas na cultura da alface utilizando composto orgânico como fertilizante. A adição de 120 t ha⁻¹ de composto orgânico de palhada de feijão misturado com esterco de aves em alface aumentou o número de folhas de 31 para 37 folhas planta⁻¹ (VILLAS BÔAS et al. 2004) comparando-se ao presente trabalho, que houve aumento de 5,75 folhas para 23,75 folhas no primeiro ciclo e de 9,25 folhas para 25 folhas no segundo ciclo, respectivamente da testemunha para a maior dose de composto orgânico de 120 t ha⁻¹ (Tabela 7). Porto et al. (1999) concluíram que o maior número de folhas por planta de alface foram obtidos na dosagem de 80 t ha⁻¹ de adubo orgânico.

Bonela et al. (2015) avaliando a resposta de cultivares de alface a diferentes fontes de matéria orgânica, obtiveram maior número de folhas com adubação de esterco suíno e cama de frango, apresentando em média 26,5 folhas para o tratamento de esterco suíno na dose de 80 t ha⁻¹ e 24,7 folhas para cama de frango na dose de 30 t ha⁻¹.

4.3 DIÂMETRO DE CABEÇA

Não houve diferença significativa de cultivo para o aumento do diâmetro de cabeça na cultura da alface em ambos os ciclos ($p < 0,05$) (Tabela 8). Houve efeito de dose e da interação dose x cultivo no aumento do diâmetro de cabeça ($p < 0,05$) (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância do diâmetro de cabeça (D. CABEÇA) cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.

FV	GL	QM
		D. CABEÇA
Bloco	3	2,9666
Dose	4	480,3203*
erro 1	12	6,0687
Cultivo	1	11,2572 ^{ns}
Dose x Cultivo	4	21,9439*
erro 2	15	6,7713
Total	39	
CV 1 (%)		9,86
CV 2 (%)		10,42

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5 %; *: significativo a 5 % pelo teste F.

No primeiro ciclo de cultivo o diâmetro de cabeça foi igual nas doses de 30, 60 e 120 t ha⁻¹, o mesmo comportamento foi observado nas doses de 15 e 30 t ha⁻¹, já a dose 0 apresentou o menor número de folhas em comparação as demais doses (Tabela 9). Para o segundo cultivo a dose de 120 t ha⁻¹ foi a que proporcionou o maior diâmetro de cabeça sendo este de 36,12 cm, já na dose de 0 t ha⁻¹ o diâmetro observado foi de 16,12 cm. Em relação ao efeito das dosagens no aumento do diâmetro de cabeça de alface, apenas a dose de 15 t ha⁻¹ foi igual estatisticamente ($p < 0,05$) entre si em ambos os ciclos, as demais doses apresentaram diferença no aumento do diâmetro de cabeça. A dose de 120 t ha⁻¹ apresentou uma média de 36,12 cm no segundo ciclo em relação ao primeiro que obteve 31,75 cm demonstrando maior rendimento (Tabela 9).

Tabela 9 - Média do diâmetro de cabeça de alface cultivada em dois cultivos sucessivos sob diferentes doses de composto orgânico.

Doses (t ha ⁻¹)	D. CABEÇA (cm)	
	Cultivo 1	Cultivo 2
0	11,62 cA	16,12 dB
15	21,50 bA	22,12 cA
30	26,56 abA	23,75 cB
60	30,81 aA	29,43 bB
120	31,75 aA	36,12 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Yuri et al. (2004) relatam aumento do diâmetro de planta de 41,4 cm com a dose de 53,7 t ha⁻¹ de composto orgânico produzido através de camadas alternadas de casca de café, esterco de curral e palha triturada de *Crotalaria* sp. Efeitos positivos no incremento da circunferência da planta de alface também são relatados por Vidigal et al. (1995) utilizando composto de capim gordura seco e esterco bovino no terceiro ciclo de alface.

O rendimento de diâmetro é atribuído aos efeitos proporcionados pela matéria orgânica adicionada ao solo que contribui sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo uma vez que eles atuam como condicionadores e aumentam a capacidade do solo em armazenar nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al. 2010).

4.4 TEORES DE MACRONUTRIENTES

Não houve efeito de dose no acúmulo de Ca e S nas plantas de alface no primeiro ciclo de cultivo ($p < 0,05$) (Tabela 10). Houve efeito de dose no acúmulo dos macronutrientes, N, P, K e Mg no primeiro cultivo de alface ($p < 0,05$) (Tabela 10).

Tabela 10 - Resumo da análise de variância do teor de macronutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.

FV	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	3	0,1262	0,0074	0,0521	0,0665	0,0009	0,0003
Dose	4	1,0887*	0,1551*	0,5692*	0,0749 ^{ns}	0,0107*	0,0044 ^{ns}
erro	12	0,2056	0,0124	0,1102	0,0451	0,0015	0,0023
Total	19						
CV (%)		14,23	20,90	5,80	12,10	13,61	20,46

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5 %; *: significativo a 5 % pelo teste F.

Os teores de N nas plantas de alface se igualaram com as doses de 0, 15, 30 e 60 t ha⁻¹ (3,0; 2,6; 2,8; 3,4 dag kg⁻¹ respectivamente) e com as doses de 0, 60 e 120 t ha⁻¹ (3,0; 3,4; 3,9 dag kg⁻¹ respectivamente) no acúmulo de N (Tabela 11).

A dose 0 t ha⁻¹ apresentou menor acúmulo de P (0,2075 dag kg⁻¹) em comparação com as doses de 15, 30, 60 e 120 t ha⁻¹ que obtiveram maiores médias no acúmulo de P (0,4897; 0,6305; 0,6705; 0,6705 dag kg⁻¹ respectivamente) não se diferindo entre si ($p < 0,05$) (Tabela 11).

As doses de 0 e 60 t ha⁻¹ apresentaram menor acúmulo de K nas plantas de alface (5,0 e 5,6 dag kg⁻¹ respectivamente) em comparação com as doses de 15, 30 e 120 t ha⁻¹ que apresentaram maiores valores no acúmulo de K (5,8; 5,9; 6,0 dag kg⁻¹ respectivamente) não se diferindo estatisticamente entre si ($p < 0,05$) (Tabela 11).

Os teores de Mg nas plantas de alface não se diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$) nas doses de 0, 15, 30 e 60 t ha⁻¹ (0,2530; 0,2420; 0,2645 e 0,3080 dag kg⁻¹

respectivamente) em comparação com as doses de 60 e 120 t ha⁻¹ que apresentaram maiores médias no acúmulo de Mg (0,3080; 0,3685 dag kg⁻¹) na matéria seca das folhas de alface não se diferindo estatisticamente (Tabela 11).

Tabela 11 - Média dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das folhas de alface adubada com composto orgânico.

Doses (t ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
	dag kg ⁻¹					
0	3,0487 a b	0,2075 b	5,0945 b	1,6407 a	0,2530 b	0,2470 a
15	2,6465 b	0,4897 a	5,8445 a	1,5825 a	0,2420 b	0,1805 a
30	2,8285 b	0,6305 a	5,9195 a	1,8720 a	0,2645 b	0,2520 a
60	3,4700 ab	0,6705 a	5,6945 b	1,8790 a	0,3080 ab	0,2635 a
120	3,9412 a	0,6705 a	6,0695 a	1,8110 a	0,3685 a	0,2532 a

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A ordem decrescente dos macronutrientes extraídos pela cultivar Vanda foi de: K > N > Ca > P > Mg > S (Tabela 11). Vários autores relatam a mesma ordem de extração de nutrientes pela cultura da alface. Raij et al. (1997) e Kano et al. (2012) observaram a mesma ordem de extração de nutrientes nas folhas: K > N > Ca > P > Mg > S. Grangeiro et al. (2006) observaram a seguinte ordem de extração: K > N > P > Mg > Ca > S, estudando o acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface.

O potássio foi o nutriente acumulado em maior quantidade pela cultivar Vanda (Tabela 11), semelhante ao observado em outros trabalhos (FERNANDES et al. 1981; GARCIA et al. 1982; GRANGEIRO et al. 2006 e LOPES et al. 2003). Apresentando-se dentro do intervalo considerado ótimo para a cultura (45 a 80 g kg⁻¹ de K) (BOARETO et al. 1999), em todas as doses de composto aplicado até mesmo para a testemunha, que apresentou valores elevados de K. Isso pode ter ocorrido possivelmente pelo fato de ser um nutriente bastante móvel no solo, sendo considerado o nutriente mais exigido pela cultura da alface e pela maioria das hortaliças (GARCIA et al. 1982; ELTZ et al. 1989; ABREU, 2008).

Calcula-se que dois terços do K de adubos orgânicos adicionados ao solo são prontamente solúveis em água e precisam apenas de transformações físicas para ocorrer sua liberação à solução do solo e várias fontes orgânicas veiculam teores consideráveis de K ao solo, em liberações que não dependem da velocidade de mineralização da matéria orgânica (SIQUEIRA, 1988).

O potássio desempenha importantes funções na planta como nas propriedades

osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos entre outros (MARSCHNER, 1995).

A matéria seca das folhas de alface encontravam-se com os teores de N, P e Mg dentro do intervalo considerado ótimo para a cultura (31 a 45 g kg⁻¹ de N, 3,5 a 6 g kg⁻¹ de P, e 3,5 a 4,3 g kg⁻¹ de Mg) (GARCIA et al. 1982) nas doses de 60 e 120 t ha⁻¹ para o N, 15, 30, 60 e 120 t ha⁻¹ para o P e 60 e 120 t ha⁻¹ para o Mg (Tabela 11).

O nitrogênio foi o segundo nutriente mais acumulado na matéria seca das folhas de alface, resultado também obtido por Grangeiro et al. (2006), visto que a alface por ser composta basicamente por folhas, responde bem ao fornecimento de N, nutriente que requer um manejo adequado por ser de fácil lixiviação e pelo fato da cultura absorver maior quantidade de N na fase final do ciclo.

Grangeiro et al. (2006) relata que o fósforo é nutriente exigido pelas culturas em menor quantidade em comparação com o K e o N, demonstrando assim o seu menor acúmulo nas folhas em relação ao K e ao N que foram mais absorvidos. A deficiência de P em alface pode inibir o crescimento da planta e acarretar má formação de cabeça (KATAYAMA, 1993).

O Ca foi o terceiro nutriente mais absorvido na matéria seca das folhas de alface resultado semelhante encontrado por Raij et al. (1997). Esse menor acúmulo pode ter sido provocado pelo efeito antagônico que grandes quantidades de K (Tabela 11) exercem na absorção de cátions divalentes (RODRIGUES e CASALI, 1999). Sabe-se que o Ca pode ser substituído por cátions monovalentes quando esses estão mais disponíveis nos sítios de absorção radiculares (MARSCHNER, 1986; MENGEL e KIRKBY, 1987).

4.5 TEORES DE MICRONUTRIENTES

Não houve efeito de dose no acúmulo de Cu, Fe, Mn e B na matéria seca das plantas de alface ($p < 0,05$) (Tabela 12). Houve efeito de dose no acúmulo de Zn na matéria seca das plantas de alface ($p < 0,05$) (Tabela 12).

Tabela 12 - Resumo da análise de variância do teor de micronutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de alface cultivada sob diferentes doses de composto orgânico.

FV	GL	QM				
		Cu	Fe	Zn	Mn	B
Bloco	3	0,5964	879523,2743	3,3211	70,5164	1,8539
Dose	4	4,6866 ^{ns}	1201717,3685 ^{ns}	60,1630*	37,5870 ^{ns}	3,3549 ^{ns}
erro	12	1.6713	2267298,3829	18,4650	66,1248	7,9647
Total	19					
CV (%)		23,49	50,74	16,19	22,02	8,57

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5 %; *: significativo a 5 % pelo teste F.

Os teores de Zn nas folhas de alface não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$) na matéria secas das folhas de alface nas doses de 0, 15, 30 e 60 t ha⁻¹ (27,5; 21,9; 23,6; 27,5 mg kg⁻¹ respectivamente) assim como nas doses de 0, 30, 60 e 120 t ha⁻¹ (27,5; 23,67; 27,58 e 31,9 mg kg⁻¹ respectivamente) (Tabela 13).

Tabela 13 - Média dos teores de Cu, Fe, Zn, Mn e B na matéria seca das folhas de alface adubada com composto orgânico.

Doses (t ha ⁻¹)	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	mg kg ⁻¹				
0	6,45 a	3403,23 a	27,55 ab	35,26 a	32,46 a
15	4,20 a	2410,00 a	21,97 b	36,27 a	32,84 a
30	4,71 a	3413,25 a	23,67 ab	34,53 a	33,61 a
60	5,43 a	2331,71 a	27,58 ab	36,33 a	31,69 a
120	6,71 a	3280,75 a	31,92 a	43,25 a	33,98 a

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A cultivar Vanda obedeceu a seguinte ordem decrescente quanto ao acúmulo de micronutrientes nas folhas: Fe > Mn > B > Zn > Cu (Tabela 13). Essa maior absorção de ferro e manganês também foi observado por Furlani (1998), no entanto na cultivar Verônica. Agapito et al. (1997) e Kano et al. (2012) observaram a seguinte ordem : Fe > Mn > Zn > Cu. Apesar de cada um dos autores citados terem realizado as pesquisas em diferentes condições de cultivo, nota-se que a ordem e a demanda pelos nutrientes em alface foram bem contrastantes.

O teor de Fe em todas as doses de composto orgânico estavam bem acima do limite máximo de 100 mg kg⁻¹ considerado adequado para a cultura (WEIR e CRESSWEL, 1993). O elevado valor de absorção de Fe na matéria seca das folhas de alface pode estar relacionado à

alta concentração de Fe encontrado no composto orgânico (Tabela 1). Apesar dos valores estarem bem elevados, não foi observado sintomas de toxidez.

O K por ter sido o macronutriente acumulado em maior quantidade na matéria seca das folhas de alface tem sido relatado na literatura que seu excesso tem diminuído a absorção de alguns micronutrientes pelas plantas, como o Mn (SILVA et al.1995), o Zn (SCHÖNAU, 1981) e o Cu (DALIPARTHY et al. 1994), o que explica a baixa absorção desses elementos na matéria seca.

O teor de Cu na matéria seca das plantas de alface em todas as doses de composto orgânico (Tabela 13) estavam abaixo da faixa considerada adequada de 7 a 17 mg kg⁻¹ de Cu (ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE, 1971).

O teor de Zn na dose de 120 t ha⁻¹ (Tabela 13) estava dentro da faixa adequada (30 a 300 mg kg⁻¹ de Zn) para o desenvolvimento da cultura (ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE, 1971).

O teor de B e Mn estavam dentro da faixa considerada ótima para a cultura de 30 a 60 mg kg⁻¹ de B (BOARETO et al. 1999) e de 16 a 150 mg kg⁻¹ de Mn (ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE 1971) em todas as doses composto orgânico (Tabela 13).

Todavia, nenhum dos elementos estudados atingiu teores considerados fitotóxicos para a cultura da alface.

5 CONCLUSÃO

A compostagem foi eficiente para o tratamento dos resíduos provenientes da Unidade de Alimentação e Nutrição.

O composto orgânico obtido pode ser usado como fertilizante orgânico na cultura da alface.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, I. M. O. **Produtividade e qualidade microbiológica de alface sob diferentes fontes de adubos orgânicos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília. 91 p. 2008.
- AGAPITO, P. J. A. et al. Nutrient absorption in four lettuce, *Lactuca sativa* L. source materials. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 14, n. 1, p. 28-36, 1997.
- ALVES, M. G.; UENO, M. Identificação de fontes de geração de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição. **Revista Ambiental**, Taubaté, v. 10, n. 4, 2015.
- AMORIM, M. M. A. et al. Adequação nutricional do almoço self service de uma empresa de Santa Luzia, MG. **Revista Nutrição**, Campinas, v.18, n.1, p. 145- 156, 2005.
- AUGUSTINI, V. C. M. et al. Avaliação do índice de resto-ingesta e sobras em unidade de alimentação e nutrição (UAN) de uma empresa metalúrgica na cidade de Piracicaba / SP. **Revista Simbio-Logias**, Botucatu, v.1, n.1, p. 99- 110, 2008.
- BOARETO, A. E. et al. **Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química**. In: SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370p.
- BONELA, G. D. et al. Resposta de cultivares de alface a diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 5, n.2, p.89-95, Dezembro, 2015.
- BORGES, R. F. **Panela Furada: o incrível desperdício de alimentos no Brasil**. 3 ed. São Paulo: Columbus, p. 124,1991.
- BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2 de agosto de 2010. Disponível em <http://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf> Acesso em 09 abril 2017.
- CASTRO, M. D. A. S., et al. Resto-Ingesta e aceitação de refeições em uma Unidade de Alimentação e Nutrição. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, n. 114-115, p. 24 – 28, 2003.
- COSTA, C. A. et al. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. **Revista Horticultura Brasileira**, v.19, p.10-16, 2001.
- COUTINHO, R. M. C. et al. Incineração: uma solução segura para o gerenciamento de resíduos sólidos. In: CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD, 2011, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: 2011. V. 3.
- DALIPARTHY, J. et al. Potassium fractions with other nutrients in crops – a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, Montecello, v.17, p.1859-1886, 1994.
- DORES-SILVA, P. R. et al. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013.

ELN; SEVIGNANI A. Acúmulo de nutrientes de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 21: p. 211-215, 2003.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparos do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. **Revista Brasileira ciência Solo**, v. 13, p. 259-267, 1989.

FERNANDES, P. D. et al. **Absorção de macronutrientes pela cultura do alface**. In: HAAG HP; MINAMI K. (eds). *Nutrição mineral em hortaliças*. Campinas: Fundação Cargill. p. 143-151, 1981.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar**: sistema de análise de variância: versão 3.04. Lavras: Edufla, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa - MG: UFV, p. 421, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008.

FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.146-150, 2006.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 1998, 30 p. (Boletim técnico, 168).

GARCIA, L. L. C. et al. Nutrição mineral de hortaliças. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"** v. 39: p. 455-84, 1982.

GOMES, L. P. et al. Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 449-462, 2015.

GRANGEIRO L. C. et al. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira** v.24: p. 190-194, 2006.

KANO, C. CARDOSO, A. I. N.; VILLAS BÔAS, R. L. Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada. **Revista Biotemas**, v.25 (3), p. 39-47, 2012.

KATAYAMA, M. **Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão**. In: FERREIRA ME; CASTELLANE PD; CRUZ MCP. *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: Potafos. p. 141-148. 1993.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Editora Agronômica. Ceres, 248 p. São Paulo, SP, 2010.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

- KIEHL, E. J. **Novo Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2010. 248 p.
- KINASZ, T. R.; WERLE, H. J. S. Produção e composição física de resíduos sólidos em alguns serviços de alimentação e nutrição, nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, Mato Grosso: questões ambientais. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 144, p. 64-71, 2006.
- LANZILLOTTI, H. S. et al. Aplicação de um modelo para avaliar projetos de unidades de alimentação e nutrição. **Nutrição Brasil**, v. 3, n. 1, p. 11-17, 2004.
- LOPES, M. C. et al. Mineral nutrition of higher plants. London, **Academic Press Inc.**, 1986. 674 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Hohenheim: Elsevier Ltda, 1995. 889 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.
- MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. **Introdução à gestão ambiental de resíduos**. Infarma, v. 16, n. 11/12, p. 67-77, 2004. Disponível em:
<<http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=299>>. Acesso em: 09 maio 2017.
- MEDEIROS, D. C. et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 433-436, 2007.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. Bern, International Potash Institute, p. 687, 1987.
- MOGOR, A. F; CÂMARA, F. Produção de alface no sistema orgânico em sucessão a aveia preta, sobre a palha, e diferentes coberturas do solo. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, p. 239-245, 2007.
- MONTEMURRO, 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.
- NOGUERA, J. O. C. Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares com foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, REGET-CT/UFSM, v.3, n. 3, p. 316-325, 2011.
- NONINO-BORGES, C. B. et al. Desperdício de alimentos intra-hospitalar. **Revista Nutrição**, Campinas, v.19, n.3, p. 349-356, 2006.
- OLIVEIRA, A. M. C. et al. Avaliação da qualidade higiênica de alface minimamente processada, comercializada em Fortaleza, CE. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.19, n.135, p.80-85, 2005.
- OLIVEIRA, E. Q. et al. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.36-40, 2010.

PEIXOTO FILHO, J. U. **Produtividade de alface com o uso de diferentes fontes de matéria orgânica e efeito na fertilidade do solo.** 2006. Dissertação (Mestrado em ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PIRES, A.; MARTINHO, G.; NI-BIN, C. Solid state management in European countries. A review of systems analysis techniques. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 4, p. 1033-1050, 2011.

PÔRTO, M. L. **Produção, estado nutricional e acúmulo de nitrato em plantas de alface submetidas à adubação nitrogenada e orgânica.** 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba- Areia. 65 p.

PORTO, V. C. et al. Fonte e doses de matéria orgânica na produção da alface. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 23, n. 1/2, p. 7-11, 1999.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC. 285p. 1997.

RESENDE, F. V. et al **Cultivo do alface em sistema orgânico de produção.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 16 p, 2007.

RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P. T. G; V, V. H. A. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – **5ª Aproximação.** Comissão de Fertilizantes do Solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa, 1999.

RICARTE, M. P. R.; FÉ, M. A. B. M; SANTOS, I. H. V. S.; LOPES, A. K. M. Avaliação do desperdício de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição institucional em Fortaleza-CE. **Revista saber científico**, Porto Velho, v. 1, p. 158 – 175, 2008.

RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.17, p.125-128, 1999.

ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L.; SMILDE, K. W. **Nutritional diseases in glasshouse lettuce.** Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Wageningen). 1971. 56 p.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30 p. 187-194, 2012.

SANTOS R. H. S. et al. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 12, p. 29-32, 1994.

SANTOS, R. H. S. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1395-1398. 2001.

SCHÖNAU, A. P. G. **The effects of fertilizing on the foliar nutrient concentration in Eucalyptus grandis.** Fertilizer Research, Dordrecht, v.2, p.73-87,1981.

SILVA, A. M.; SILVA, C. P.; PESSINA, E. L. Avaliação do índice de resto-ingesta após campanha de conscientização dos clientes contra o desperdício de alimentos em um serviço de alimentação hospitalar. **Revista Simbio-Logias**, V.3, n.4, 2010a.

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, p.131-137, 2010b.

SILVA, F. C.; et al. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 831- 840, 2001.

SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; QUAGGIO, J. A. Ensaio de longa duração com calcário e cloreto de potássio na cultura do algodoeiro. **Revista Bragantia**, Campinas, v.54, p. 353-360, 1995.

SIQUEIRA, J. O. **Biotechnology do solo: fundamentos e perspectivas**. Lavras, MEC/ABEAS, 1988. 235p.

TEIXEIRA, L. B. et al. **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural**. Belém: Embrapa, 2004, 8 p. (Circular Técnica, 33).

TRANCOSO, S. C.; TOMASIAK, F. S. Estruturação de uma unidade de alimentação e nutrição. **Nutrição Brasil, Rio de Janeiro**, v. 3, n. 1, p. 12, 2004.

VIDIGAL, S. M. et al. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 35-39, 1997.

VIDIGAL, S. M. et al. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 239, p. 80-88, 1995.

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

WEIR, R.G.; CRESSWELL, G. C. **Plant nutrient disorders**. Vegetable crops. Sydney, 1993. 105p.

YURI, J. E. et al. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**. v. 22, p. 127-130, 2004.