

Article

Manejo do Nitrogênio Químico e Orgânico em dois Ciclos de Alface Irrigado com Água Residuária

Thomaz Figueiredo Lobo¹ , Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira² , Sebastiao de Oliveira³ , Hélio Grassi Filho⁴ 

¹ Doutor. Universidade do Sagrado Coração. ORCID: 0000-0001-8070-7003. E-mail: thomazfigueiredolobo@gmail.com

² Doutor. Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal. ORCID: 0000-0002-6541-0903. E-mail: mvbsiqueira@gmail.com

³ Mestre. Universidade do Sagrado Coração, ORCID: 0000-0003-3064-3456. E-mail: sebastiao.oliveira@yahoo.com.br

⁴ Doutor. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdade de ciências Agrônômicas/Câmpus de Botucatu. ORCID: 0000-0002-9533-4067. E-mail: heliograssi@fca.unesp.br

RESUMO

O aumento do custo de 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 C e nutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a nutrição do alface em diferentes manejos de nitrogênio químico e orgânico irrigado com água residuária proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em dois ciclos de alface. O experimento foi realizado em vaso com capacidade para 5 litros, em casa de vegetação, o delineamento experimental foi composto por 6 tratamentos e 5 blocos casualizados da seguinte maneira: T0 – sem N; T1 – 0,54 gramas por planta de N mineral proveniente da ureia esta adubação foi dividida em três vezes (7, 14 e 28 dias de transplante); T2 – 0,27 gramas de N proveniente do composto orgânico (esterco de galinha e casca de eucalipto) e 0,27 gramas de N proveniente de ureia dividido em três vezes por planta (7, 14 e 28 dias de transplante); T3 – 0,54 gramas de N (composto orgânico) por planta; T4 – 0,81 gramas de N (composto orgânico) por planta; T5 – 1,08 gramas de N (composto orgânico) por planta. As adubações com composto orgânico foi realizada antes do plantio e misturado ao solo. As alfaces que foram adubadas com composto orgânico obtiveram maiores produtividades de massa fresca e acúmulo de nutrientes tanto no primeiro quanto no segundo ciclo.

Palavra-chave: adubo orgânico; hortaliças; irrigação; fertilizantes químicos; nutrientes.

ABSTRACT

Increasing the cost of mineral fertilizers and increasing environmental pollution make the use of organic waste in agriculture an economically attractive option due to the cycling of C and nutrients. The objective of this work was to evaluate the productivity and nutrition of lettuce in different management of chemical and organic nitrogen irrigated with wastewater from the Sewage Treatment Station in two cycles of lettuce. The experiment was carried out in a pot with 5 liters capacity, in a greenhouse, the experimental design was composed of 6 treatments and 5 randomized blocks as follows: T0 - without N; T1 - 0.54 grams of N (urea) per plant divided into three times (7, 14 and 28 days of transplantation); T2 - 0.27 grams of N (Organic Compound) and 0.27 grams of N (urea) divided into urea three times per plant (7, 14 and 28 days of transplantation); T3 - 0.54 grams of N (organic compound) per plant; T4 - 0.81 grams of N (organic compound) per plant; T5 - 1.08 grams of N (organic compound) per plant. Lettuces that were fertilized with organic compost obtained higher yields of fresh mass and accumulation of nutrients both in the first and second cycles.

Keywords: organic fertilizer; vegetables; irrigation; chemical fertilizers; nutrient.



Submissão: 01/10/2018



Aceite: 10/12/2022



Publicação: 30/12/2022



Introdução

A alface americana ganha destaque entre os demais tipos de hortaliças cultivadas, justamente pelo seu formato onde apresenta folhas externas de coloração verde-escuras e folhas internas apresentando coloração amarelas ou branca (Santi et al., 2013). Além disso, a alface americana vem recebendo muita aceitação no mercado, comparativamente as demais hortaliças pelo fato de ser uma planta com folhas crocantes e com alta palatabilidade (Blind et al., 2015). Lima Junior et al. (2012) enfatizam que a alface americana é bem aceita pela redes de “fast foods”, e que por esse motivo o aumento do seu plantio tem sido significativo ano após ano no Brasil.

Segundo Oliveira et al. (2010) as hortaliças folhosas respondem muito bem a adubação orgânica, e a utilização de adubos minerais promove uma redução na atividade biológica do solo podendo afetar significativamente o desempenho produtivo das culturas. Segundo Silva et al. (2010) a adubação orgânica incrementa a produtividade, e também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais podendo, portanto, exercer influência sobre a qualidade nutricional da alface.

Tendo em vista a exigência da alface ao N, uma das formas de fornecer este nutriente ao solo é a adubação orgânica, isto porque, além destes resíduos conterem um teor adequado deste elemento, a adubação orgânica vai disponibilizar o N de forma gradativa, evitando que ocorra elevadas perdas desse nutriente. No caso dos fertilizantes nitrogenados químicos, se a planta não absorver este nutriente, o mesmo pode se perdido muito facilmente por lixiviação (Rocha et al., 2008).

A partir dessa tendência, acontece o aumento do custo de 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 C e nutrientes (Silva et al., 2010). Isto gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização (Melo et al., 2008).

Resende et al. (2005) obtiveram resultados interessantes com o aumento da dose de N que influenciaram positivamente o peso fresco total, comercial e a circunferência da cabeça comercial, não sendo observado efeito significativo sobre o comprimento do caule e a conservação pós-colheita da alface americana. Silva et al. (2008) obtiveram maiores produtividade de alface atingindo 27.000 kg ha⁻¹ de massa fresca com uma dose de 290 kg ha⁻¹ de N e uma lâmina de irrigação de 208 mm, mostrando desta forma que a alface responde muito bem ao N.

Outra forma de acrescentar nutrientes às plantas é a utilização de água residuária na irrigação. As águas residuárias são utilizadas ou desperdiçadas que podem ser de origem doméstica, comercial e industrial, e esta pode ser aproveitada na irrigação de culturas de forma sustentável (Andrade Junior et al., 2007).

O plantio de hortaliças exige uma alta quantidade de água por área. O uso da água potável na irrigação traz uma preocupação mundial devido a sua escassez, motivo pelo qual pesquisas vêm sendo realizadas em busca de alternativas para o reuso de água. Para Rebouças et al. (2010), a reutilização de águas residuárias em culturas, pode gerar economia de água potável, já que essa se torna escassa em inúmeras regiões do país. Os autores apontam o grande benefício ao solo devido ao potencial de nutrientes nela contida, o que viabiliza uma diminuição de fertilizantes químicos. Oliveira et al. (2012) acrescentam que a água residuária contém microrganismos que melhoram o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, favorecendo a absorção de nutrientes e além disto, este tipo de água contém elevados teores de nutrientes essenciais para as plantas, contribuindo desta maneira para o seu melhor desenvolvimento.



O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a nutrição mineral da alface, em diferentes manejos de nitrogênio químico e orgânico irrigado com água residuária, em dois ciclos consecutivos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo/Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu (22°53'09" de latitude sul e 48°26'42" de longitude oeste) a 840 metros de altitude com o clima regional classificado como subtropical úmido.

O solo do experimento foi analisado pelo Laboratório de Ciência do Solo/Recursos Ambientais, pertencente a Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, seguindo a metodologia de Raij et al. (1997) onde se obteve as suas características químicas (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas do solo onde foi instalado o experimento.

pH	M.O.	P(res.)	H+Al	Al+3	K+	Ca+2	Mg+2	SB	T	V
CaCl2	g dm-3	mg dm-3	----- mmolc dm-3 -----							%
4,1	23	2	57	11	0,4	2	1	3	60	6
B		Cu		Fe		Mn		Zn		
mg dm-3										
0,30		0,7		77		0,4		0,1		

Foi efetuada a calagem para a elevação V% (saturação de base) a 80 (Raij et al., 1997) utilizando-se o calcário dolomítico de PRNT 90%, tendo sido usado 12,25 gramas em cada vaso de 5 litros.

Na adubação de P, acrescentou-se 150 ppm de P, representando 9,8 gramas de superfosfato simples (180 g kg⁻¹ P₂O₅) por vaso. Na adubação de K acrescentou-se 50 ppm de K representando 0,5 gramas de Cloreto de Potássio (60 g kg⁻¹ K₂O) por vaso.

A cultura utilizada foi a alface americana da variedade Lucy Brown, sendo realizado dois ciclos de cultivo no mesmo vaso. As mudas foram adquiridas em uma loja agropecuária especializada em produção de mudas. O transplante das mudas foi realizado quando estas estavam com 30 dias de semeadura. Estas mudas foram plantadas em vasos com capacidade para cinco litros. Estes vasos já estavam com o solo corrigido (pH e teores de P e K adequados). As mudas foram centralizadas nos vasos e plantadas a uma profundidade de 2,5 cm, recebendo cada planta uma leve compactação após o lançamento no solo.

O delineamento experimental foi composto por 6 tratamentos, sendo que cada vaso correspondeu a uma parcela do experimento e foram feitos 5 repetições de cada tratamento. Os tratamentos foram compostos da seguinte maneira:

- T0 – sem N;
- T1 – 0,54 gramas de N por planta proveniente de ureia com uma concentração de 450 g kg⁻¹ de N, esta adubação foi dividida em três épocas (7, 14 e 28 dias de transplante), que corresponde a 100% da necessidade de N pela cultura da alface (Raij et al., 1997);
- T2 – 0,27 gramas de N (composto orgânico) e 0,27 gramas de N (ureia) dividido em três vezes por planta (7, 14 e 28 dias de transplante);
- T3 – 0,54 gramas de N (composto orgânico) por planta;
- T4 – 0,81 gramas de N (composto orgânico) por planta, 150% da necessidade de N;
- T5 – 1,08 gramas de N (composto orgânico) por planta, 200% da necessidade de N.



O composto orgânico utilizado foi esterco de galinha com casca de eucalipto, produto originado de um sistema de compostagem. O cálculo para a quantidade do composto foi efetuado em função da quantidade necessária de N (Raij et al., 1997), considerando uma mineralização de 20 % de N (CONAMA, 2006). A análise do composto utilizada neste experimento (Tabelas 2) usou a metodologia da EMBRAPA (2013), executada pelo Departamento de Recursos Naturais e Ciência do Solo, pertencente a Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu.

Tabela 2. Teores de nutrientes do composto orgânico utilizado neste experimento.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	C	C/N	pH
g kg ⁻¹ ao natural								
1,6	3,2	1,1	6,4	0,5	18	27	17	6,9
Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
mg kg ⁻¹ ao natural								
1.656	13	80	15.262	566	292			

As adubações com diferentes doses, conforme o delineamento experimental já descrito, foram realizadas antes do transplântio e estas foram incorporadas nos vasos.

A irrigação realizada neste experimento foi com Becker de medida granulada em ml. No dia do plantio foi irrigado 1 litro de água por vaso. No segundo e terceiro dia foi irrigado 0,5 litro de água por vaso. A partir do quarto dia iniciou-se a irrigação com água residuária. Dois dias antes da colheita a irrigação foi interrompida. A quantidade de água calculada foi em função da evaporação do tanque classe A, instalado na própria casa de vegetação. A água residuária utilizada neste experimento foi coletada na ETE do lageado pertencente a SABESP de Botucatu-SP, sendo transportada por caminhão pipa até ao reservatório de água residuária e, posteriormente esta água foi distribuída no local do experimento.

No primeiro ciclo de cultivo, a quantidade de nutrientes adicionado por vaso pela irrigação de água residuária foi de 543 mg de N, 37,5 mg de P, 214,5 mg de K, 210 mg de Ca, 22,5 mg de Mg, 125,5 mg de S, 494 mg de Na, 0,67 mg de B, 4,63 mg de Fe e 0,60 mg de Mn. As análises da água residuária foram realizadas no Laboratório de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu.

No segundo ciclo, a irrigação com água residuária proporcionou 137,77 mg de N, 5,63 mg de P, 41,67 mg de K, 34,87 mg de Ca, 12,66 mg de Mg, 34,16 mg de S, 162,88 mg de Na, 0,44 mg de B, 1,91 mg de Fe e 0,26 mg de Mn durante o ciclo da cultura da alface. A metodologia utilizada para determinação de teores de nutrientes na água foi de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). A análise da água foi realizada no Laboratório de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu.

Nesse experimento foram avaliados a produção de massa fresca e seca, e a nutrição mineral da planta. Para a produção de massa fresca total foi colhida a planta rente ao solo, e posteriormente pesada. Na obtenção na produção de massa seca foram coletadas 5 folhas de alface representativas de cada parcela. As folhas foram pesadas, em seguida lavadas com água comum, detergente e água deionizada. As folhas foram condicionadas em sacos de papel, identificados e posteriormente encaminhados para uma estufa de ventilação forçada a 65° C, até obter peso constante (72 horas). Após este período, as folhas secas foram pesadas. Com o peso úmido e o peso seco calculou-se a % de matéria seca de cada tratamento. Tendo a % de matéria seca e a produção de massa verde, foi calculado a produção de matéria seca por planta.

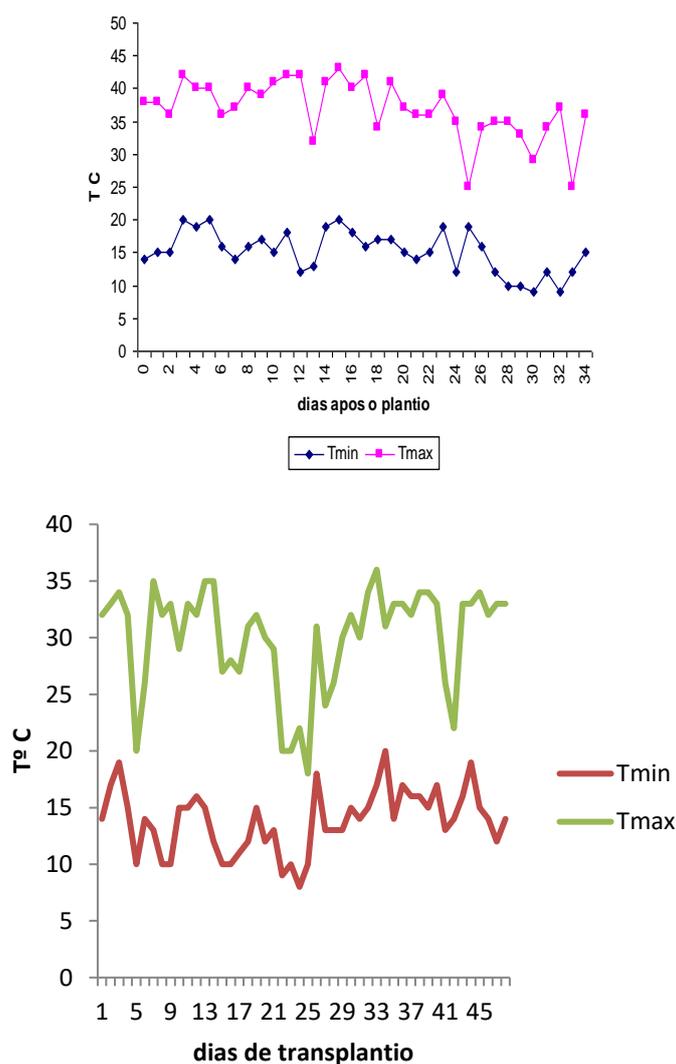


As mesmas plantas colhidas para a matéria seca foram moídas e acondicionadas em um saquinho de papel. Estas amostras foram encaminhadas para análises dos seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

A quantidade de nutrientes presente na planta foi calculada em função dos teores da produção de matéria seca, ou seja, foi multiplicado o teor de cada nutriente com a produção de matéria seca e corrigido as unidades.

Os dados de temperatura mínima e máxima foram obtidos na própria casa de vegetação, na qual foi instalado um termômetro (Figura 1).

Figura 1. Temperatura mínima e máxima no desenvolvimento da alface (A - primeiro ciclo e B - segundo ciclo).



Os dados foram submetidos a análise de variância e a comparação foi feita por teste de médias a 5% de significância. O aumento da dose do composto orgânico foi realizado através de regressão.

Resultados e Discussão

No primeiro ciclo de alface, os tratamentos que receberam maiores doses do composto orgânico (T4 e T5) obtiveram uma produção de massa verde superior aos demais tratamentos, sendo 4 vezes a mais que as plantas que não receberam nenhuma fonte de N. Os tratamentos T2 e T3 foram superiores em produção de massa



verde que os tratamentos que não receberam adubação orgânica T0 e T1 (Tabela 3), verificando desta maneira que para a cultura do alface é muito importante a adubação com composto orgânico. Segundo Silva et al. (2010) a adubação orgânica incrementa a produtividade, e também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais podendo portanto, exercer influência sobre a qualidade nutricional da alface. Sua utilização tem proporcionado aumento de produção e no teor de nutrientes em plantas de alface (Rodrigues & Cassali, 1998).

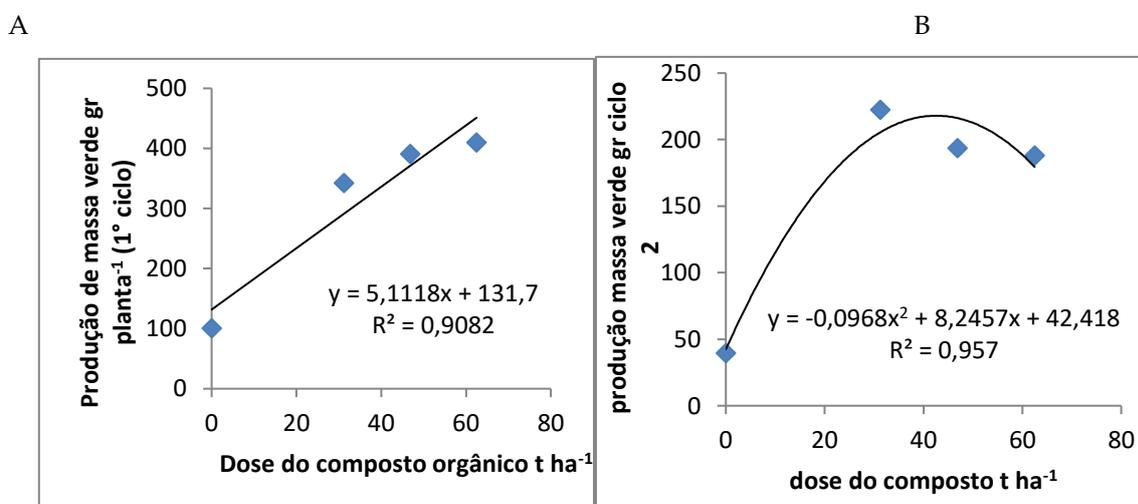
Tabela 3. Produção de massa verde e massa seca da alface irrigada com água residuária.

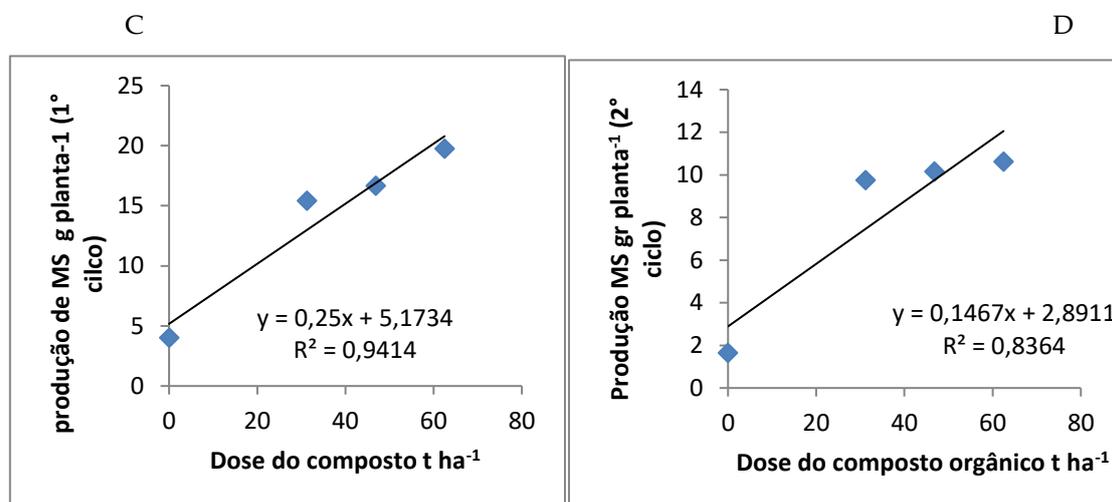
Tratamento	1º ciclo		2º ciclo	
	Massa verde g planta ⁻¹	Massa verde g planta ⁻¹	Massa seca g planta ⁻¹	Massa seca g planta ⁻¹
T0	101,00c	39,60c	4,02c	1,65c
T1	133,40c	38,00c	6,48c	1,30c
T2	339,60b	119,20b	14,96b	5,91b
T3	342,80b	222,40a	15,40b	9,76a
T4	391,20a	193,60a	16,57b	10,16a
T5	410,40a	188,00a	19,75a	10,62a
F	43,91*	30,23*	22,45*	29,00*
Média	286,40	133,47	12,86	6,57
CV	15,82	24,61	22,67	27,11

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

No primeiro ciclo de cultivo o aumento da dose de composto orgânico proporcionou um incremento linear na produção de massa verde a cada 1.000 kg ha⁻¹. Houve um aumento de 5,11g por pé, iniciando uma produção de 131,7 g por pé (Figura 2A).

Figura 2. (A) Produção de massa verde no primeiro ciclo do alface, (B) Produção de massa verde no segundo ciclo, (C) Produção de massa seca no primeiro ciclo e (D) Produção de massa seca no segundo ciclo.





No segundo ciclo, os tratamentos T3, T4 e T5 obtiveram a maior produtividade de matéria fresca e seca que os demais tratamentos, e os tratamentos T0 e T1 obtiveram a menor produção de matéria seca que os demais (Tabela 3). No primeiro ciclo o aumento da dose do composto orgânico proporcionou um incremento linear na matéria seca de 0,25 g planta⁻¹ para cada tonelada do composto orgânico (Figura 2C).

O tratamento que utilizou adubo com N orgânico e N químico (T2) obteve a mesma produtividade que uma adubação orgânica de 40,7 t ha⁻¹, conforme mostra a equação linear contida na Figura 2A. Ferreira (2002) avaliou a produção de alface do tipo lisa CV Regina, em função da adubação nitrogenada obtendo um incremento na produção de 25.890 kg ha⁻¹ na dosagem de 200 kg ha⁻¹ de N, porém, no presente estudo, verificou-se que não ocorreram diferenças significativas entre o tratamento com a adubação química, comparando-se com o tratamento que não recebeu a adubação. Este fato pode ser explicado, devido a irrigação com água residuária que contém N o T0 que não recebeu N nas adubações, mas recebeu N proveniente da água residuária de 543 mg por planta de N no ciclo da alface. Considerando um espaçamento de 0,5m por 0,5m entre plantas, tem-se 250.000 plantas ha⁻¹, e com isso representa uma adubação de 135 kg ha⁻¹ de N.

Pereira et al. (2003) avaliaram a produção de alface CV Veronica em função de níveis de água e doses de N, e obtiveram ajuste para a produção com modelos quadráticos em função dos níveis de água e doses de N. Mantovani et al. (2017) concluíram que as maiores produtividades da alface foram obtidas com uma adubação orgânica de 160 t ha⁻¹.

Nesse contexto, acredita-se que o efeito da matéria orgânica na adubação não foi somente do N contido neste composto. Acredita-se também que os efeitos microbiológicos tenham melhorado a absorção de nutrientes pela planta.

No segundo ciclo de alface, os tratamentos T3, T4 e T5 obtiveram uma maior produção de massa verde em relação aos outros tratamentos, e T0 e T1 que não receberam composto orgânico apresentaram uma menor produção de massa verde comparado com os outros tratamentos (Tabela 3). A alface obteve a sua melhor produção de 218,01 g por pé, com uma adubação do composto orgânico de 43 t ha⁻¹ (Figura 2). A alface



adubada com N orgânico e químico (T2) obteve uma produção por pé de 119,2 g que equivaleria a mesma produção que uma adubação com o composto orgânico de 10,84 t ha⁻¹, se substituir pela equação da regreção.

Segundo Kiehl (1985) os adubos orgânicos aplicados no solo proporcionaram respostas positivas sobre as produções das culturas, superando em alguns casos os efeitos dos fertilizantes químicos.

No primeiro ciclo, a alfaca com maior dose do composto orgânico obteve uma maior produção de matéria seca por planta, e os tratamentos que não foram adubados com composto orgânico (T0 e T1) obtiveram a menor produção de matéria seca (Tabela 3).

As quantidades de N fornecidas por vaso, considerando o composto orgânico, água residuária juntamente com ureia, obtiveram os seguintes resultados por vasos: T0 – 543 mg, T1 – 1.083 mg, T2 – 2.313 mg, T3 – 3.543 mg, T4 – 5.043 mg e T5 – 6.543 mg. O balanço de N (que é a diferença do N aplicado com o N exportado) foram os seguintes: T0 = 454,45 mg, T1 = 838,3 mg, T2 = 1.818 mg, T3 = 3.051,47 mg, T4 = 4.504 mg e T5 = 5.900,6 mg. O T5, mesmo tendo uma maior exportação de N, comparada com os outros tratamentos, apresentou um balanço de N superior aos demais, ou seja ficou mais N no solo. Este fato garante a vantagem que a matéria orgânica irá mineralizar aos poucos este elemento, ou seja, torna-se uma reserva de N com menores perdas, comparando com os fertilizantes químicos nitrogenados. Já os tratamentos que não receberam adubação orgânica, provavelmente perderão este nutriente por lixiviação, tendo pouco aproveitamento nas culturas subsequentes.

No primeiro ciclo, cada tonelada do composto orgânico teve um incremento de 0,16 g kg⁻¹ de N (Figura 3). O tratamento de maior dose do composto acumulou mais N que os demais tratamentos (Tabela 4). Os tratamentos que foram adubados com o composto orgânico acumularam mais N que os tratamentos que não foram adubados com o composto orgânico. O tratamento que não recebeu a adubação nitrogenada acumulou menos N que os demais tratamentos. A cada tonelada do composto orgânico obteve-se um aumento de 0,09 g por planta de N (Figura 3 A).

No segundo ciclo da alfaca, os tratamentos T3, T4 e T5 acumularam mais N que os demais tratamentos. Os tratamentos que não receberam adubação orgânica foram os tratamentos que menos acumularam N (Tabela 4).

Tabela 4. Acúmulo de N, P e K na alfaca irrigada com água residuária.

Tratamentos	N		P		K	
	1 ciclo	2 ciclo	1 ciclo	2 ciclo	g planta ⁻¹	
T0	0,88 d	0,46 c	0,078 b	0,039 c	3,18 c	1,61 c
T1	2,45 c	0,44 c	0,133 b	0,027 c	4,97 c	1,21 c
T2	4,95 b	2,18 b	0,489 a	0,146 b	13,51 b	6,06 b
T3	4,92 b	3,54 a	0,470 a	0,256 a	15,03 b	12,14 a
T4	5,38 b	3,62 a	0,461 a	0,275 a	17,27 b	12,68 a
T5	6,42 a	3,76 a	0,546 a	0,321 a	23,38 a	14,12 a
F	25,28	31,64	28,83	32,26	25,85	41,07
Média	4,17	2,33	26,30	0,177	12,89	7,97
CV	22,11	26,68	23,20	27,87	26,04	25,31

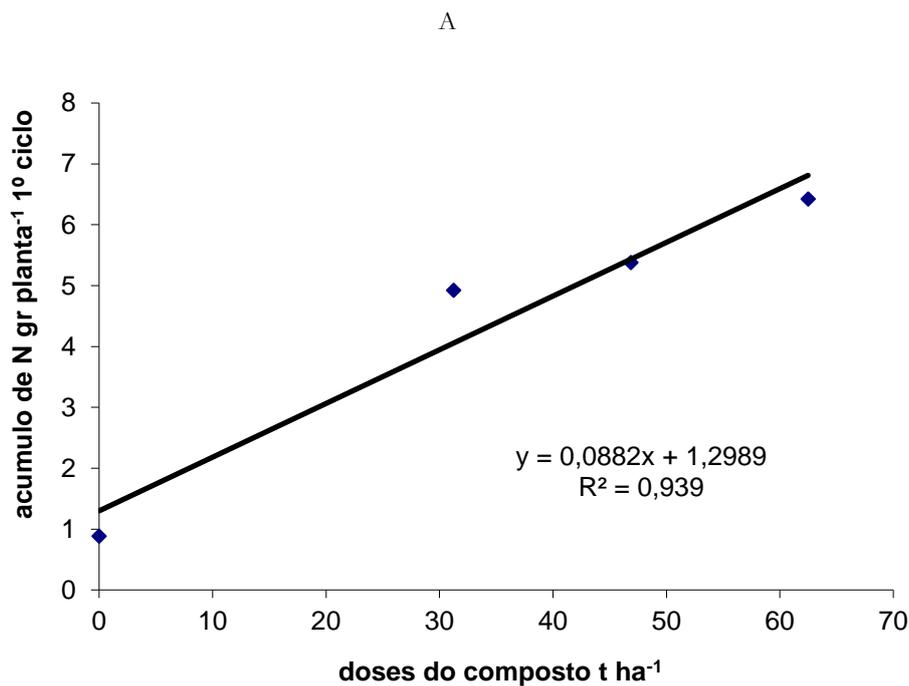
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

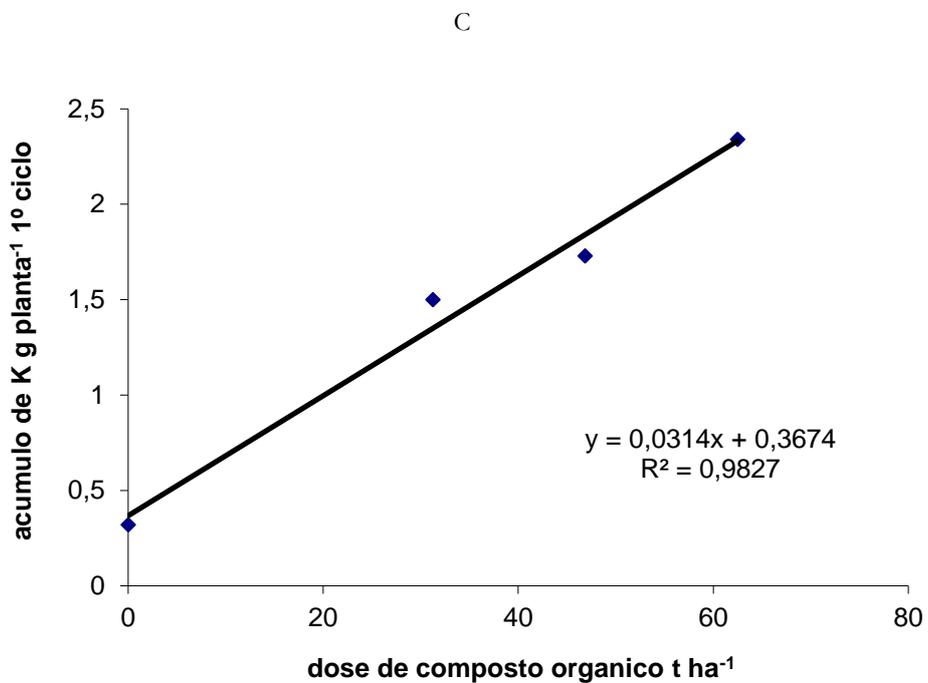
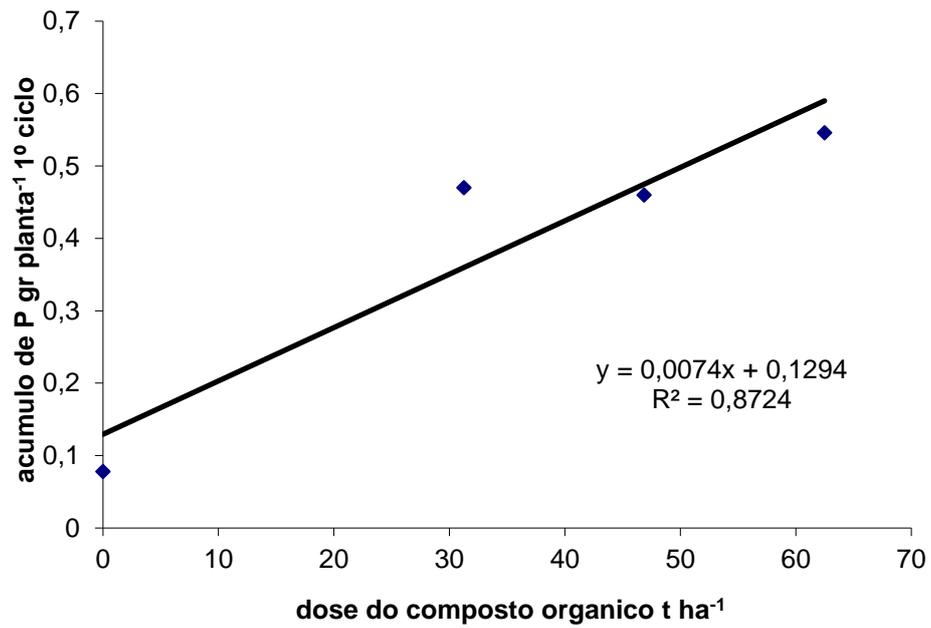


No primeiro ciclo, a alface com adubação orgânica apresentou um maior acúmulo de P nas folhas do que a alface que não recebeu a adubação orgânica (Tabela 4). A cada tonelada do composto orgânico acumulou-se 0,007 g de P por planta (Figura 3A).

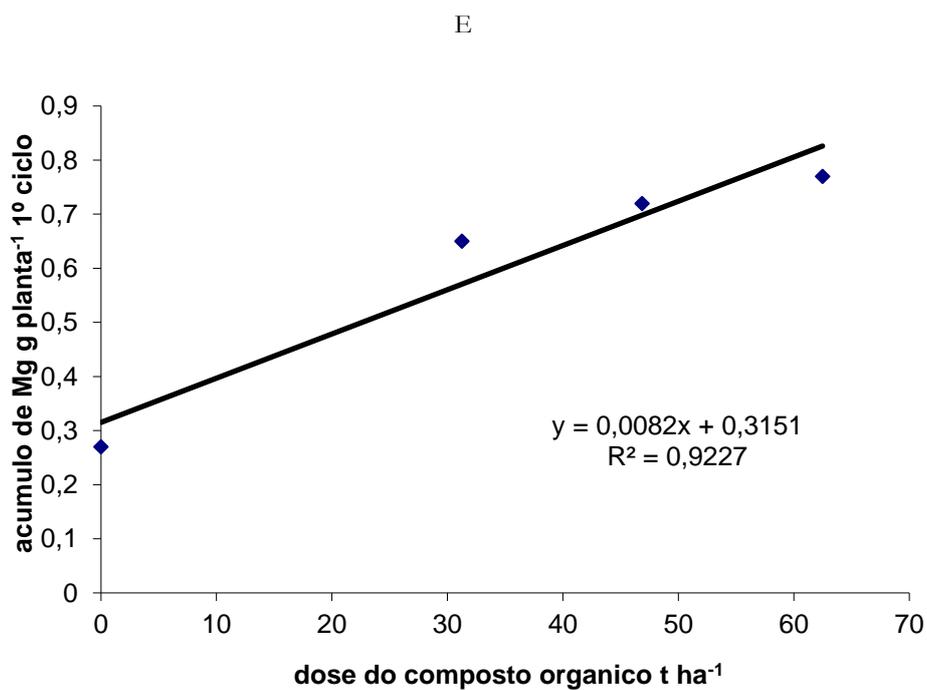
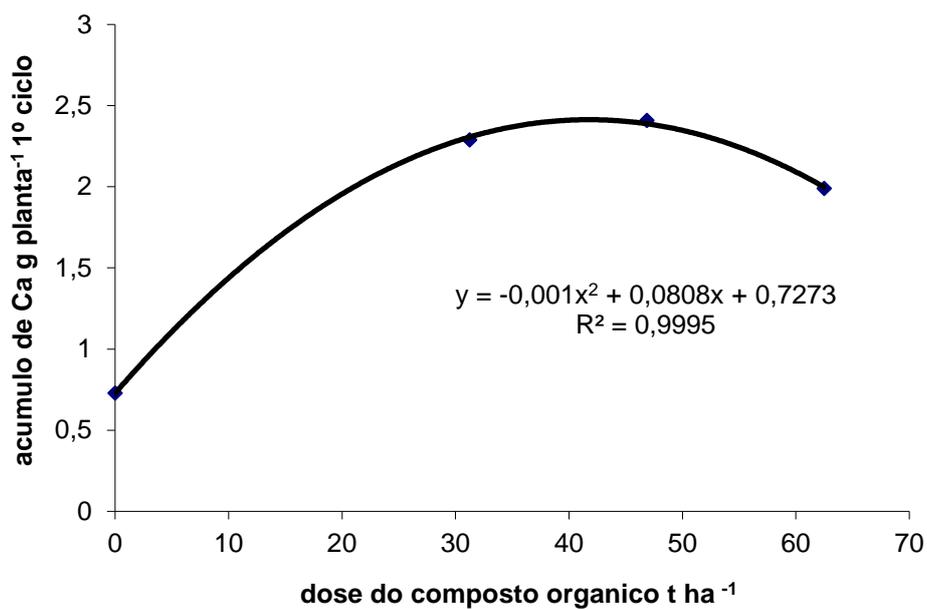
No segundo ciclo, os tratamentos que receberam adubação orgânica exclusiva (T3, T4 e T5) acumularam mais P que os demais tratamentos. A alface que não recebeu adubação orgânica (T0 e T1) foram os tratamentos que menos acumularam P (Tabela 2). A cada tonelada do composto orgânico houve um incremento de 0,004 g planta⁻¹ de P (Figura 3 G).

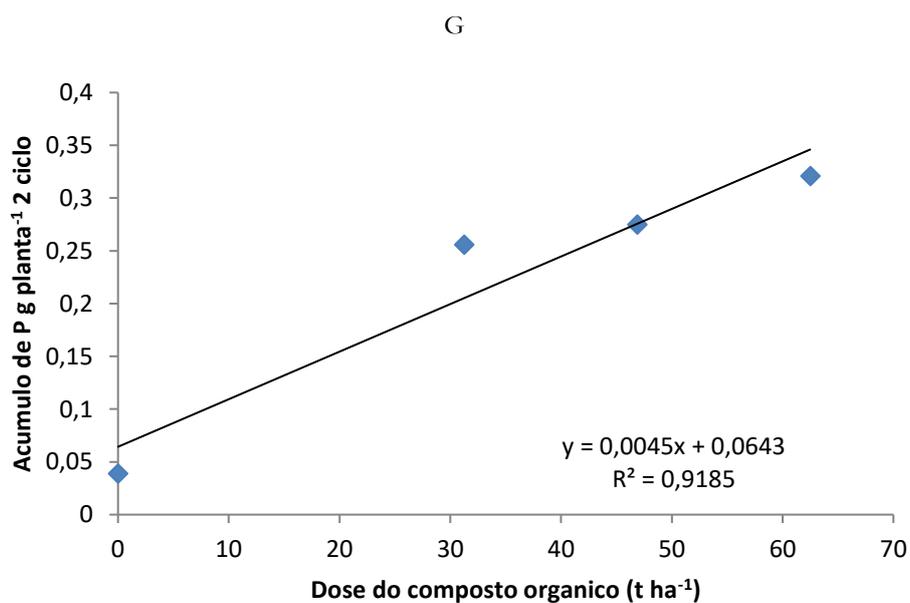
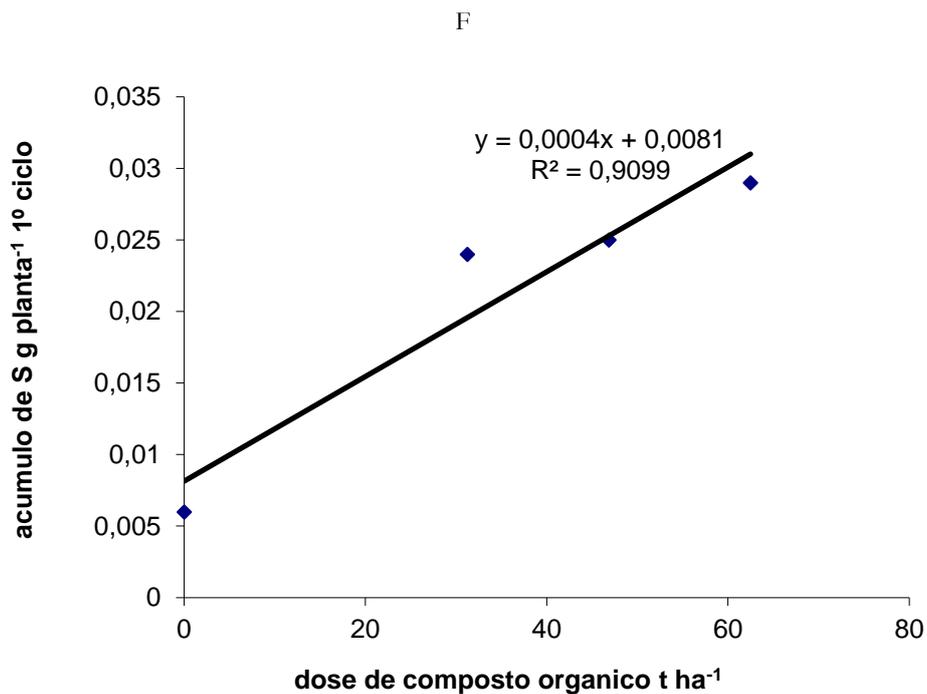
Figura 3. Acúmulo de macronutrientes em função da dose de composto orgânico em dois ciclos de alface. (A) N no primeiro ciclo, (B) P no primeiro ciclo, (C) K no primeiro ciclo, (D) Ca no primeiro ciclo, (E) Mg no primeiro ciclo, (F) S no primeiro ciclo, (G) P no segundo ciclo e (H) Ca no segundo ciclo



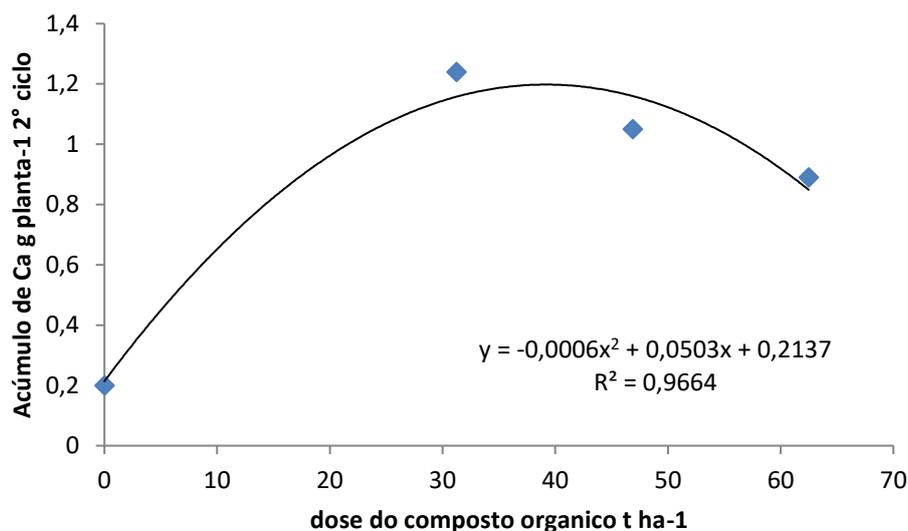


D





H



A maior dose do composto orgânico acumulou mais K que os outros tratamentos. Os tratamentos que não receberam adubação orgânica acumularam menos K que os demais tratamentos (Tabela 4). A cada tonelada do composto orgânico aplicado houve um aumento do acúmulo de K em 0,31 g por planta (Figura 3C).

No segundo ciclo, os tratamentos que não foram adubados com composto orgânico (T0 e T1) obtiveram um menor acúmulo de K (Tabela 4). Isso pode ser atribuído aos altos teores de K na composição do composto orgânico, proveniente do esterco de galinha.

No primeiro ciclo, os tratamentos que receberam a adubação orgânica obtiveram um maior acúmulo de Ca que os tratamentos que não receberam a adubação orgânica (Tabela 5). Houve um aumento de Ca até a dose de 40 t ha⁻¹, acima desta, ocorreu um decréscimo. Acredita-se que esse decréscimo seja decorrente do teor elevado de P contido no composto orgânico, provocando um excesso desse nutriente. Consecutivamente, isso pode ter influenciado na menor absorção de Ca, porém esse fator não foi limitante na produtividade da cultura (Figura 3 D).

No segundo ciclo, os tratamentos que não foram realizadas a adubação orgânica obtiveram um menor acúmulo de Ca (Tabela 5). A dose de composto que obteve um maior acúmulo de Ca foi de 42 t ha⁻¹, com um acúmulo de 1,26 g planta⁻¹ (Figura 3H).

As plantas adubadas com composto orgânico acumularam mais Mg que as plantas que não foram adubadas com o composto (Tabela 5). O incremento da dose do composto aumentou o acúmulo de Mg com 0,008 gramas por planta a cada 1.000 kg do composto por ha (Figura 3 E).

Tabela 5. Acúmulo de macronutrientes secundários na alface (g planta⁻¹).

Tratamento	Ca		Mg		S	
	1 ciclo	2 ciclo	1 ciclo	2 ciclo	1 ciclo	2 ciclo
T0	0,73b	0,20b	0,27b	0,08 c	0,058 b	0,025 c
T1	0,90b	0,17b	0,39 b	0,07 c	0,110 b	0,020 c
T2	2,10 ^a	0,79 ^a	0,69 a	0,27 b	0,229 a	0,095 b
T3	2,29 ^a	1,24 ^a	0,65 a	0,40 a	0,242 a	0,156 a
T4	2,41 ^a	1,05 ^a	0,72 a	0,43 a	0,252 a	0,164 a
T5	1,99 ^a	0,89 ^a	0,72 a	0,45 a	0,286 a	0,168 a
F	10,28	13,67	6,75	19,57	22,48	29,98
Média	1,74	0,72	0,68	0,29	0,21	0,06
CV	29,45	37,15	30,40	31,32	21,74	26,99



No segundo ciclo, os tratamentos T3, T4 e T5 acumularam mais Mg que os demais tratamentos, e o alfaca que não foi adubado com o composto orgânico acumulou menos Mg (Tabela 5).

No primeiro ciclo, os tratamentos que receberam a adubação orgânica acumularam mais S (Tabela 5). O aumento da dose do composto propiciou um incremento no acúmulo de S linearmente. A cada tonelada do composto houve um aumento de 0,12 g de S por planta (Figura 3 E). No segundo ciclo os tratamentos T3, T4 e T5 acumularam mais S que os outros tratamentos, tendo em vista que o S esta intimamente relacionado com a matéria orgânica (Rheinheimer et al., 2007) da mesma forma que o N e o P.

No primeiro ciclo, o tratamento de maior dose do composto (T5) obteve um maior acúmulo de Cu que os tratamentos que receberam menos dose do composto, bem como os que não receberam composto orgânico. Os tratamentos que não receberam adubação com o composto orgânico obtiveram um menor acúmulo de Cu (Tabela 6). A cada tonelada de composto orgânico aumentou 0,03 mg de Cu por planta (Figura 4 A).

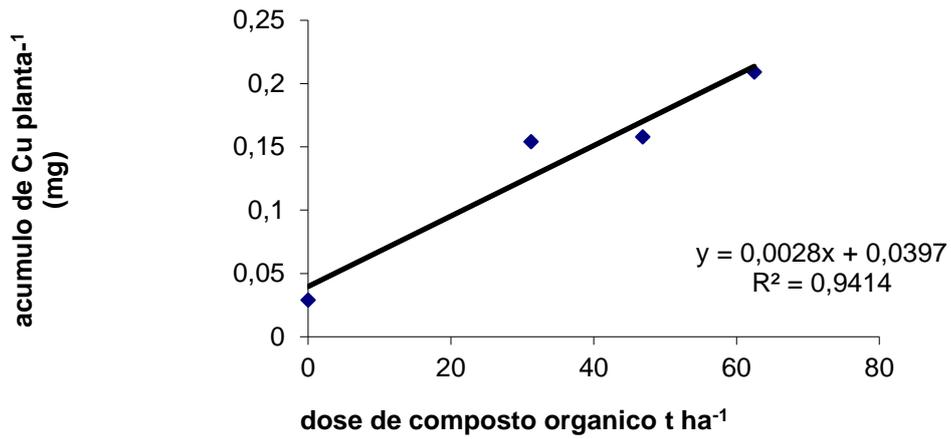
Tabela 6. Acúmulo de micronutrientes na cultura do alfaca.

Tratamento	mg planta ⁻¹							
	Cu		Fe		Mn		Zn	
	1 ciclo	2 ciclo	1 ciclo	2 ciclo	1 ciclo	2ciclo	1 ciclo	2ciclo
T0	0,03 c	0,15 c	0,67 b	2,05 c	0,48 b	1,32 b	0,8 d	0,53 d
T1	0,05 c	0,12 c	0,95 b	1,70 c	0,90 b	1,73 b	1,5 d	0,39 d
T2	0,13 b	0,58 b	2,33 a	6,62 b	3,38 a	5,50 a	3,4 c	1,99 c
T3	0,15 b	1,04 a	1,78 a	12,19 a	3,31 a	7,03 a	4,7 b	3,82 b
T4	0,16 b	0,96 a	1,94 a	8,47 b	3,08 a	7,69 a	5,7 b	3,86 b
T5	0,21 a	0,84 a	2,23 a	9,01 b	2,93 a	6,19 a	10,6 a	4,86 a
F	39,83	14,46	2,73	15,26	12,95	10,66	36,73	35,67
Média	0,12	0,62	1,65	6,67	2,35	4,91	4,5	2,57
CV	24,39	38,38	56,18	35,42	34,45	38,08	29,31	27,37

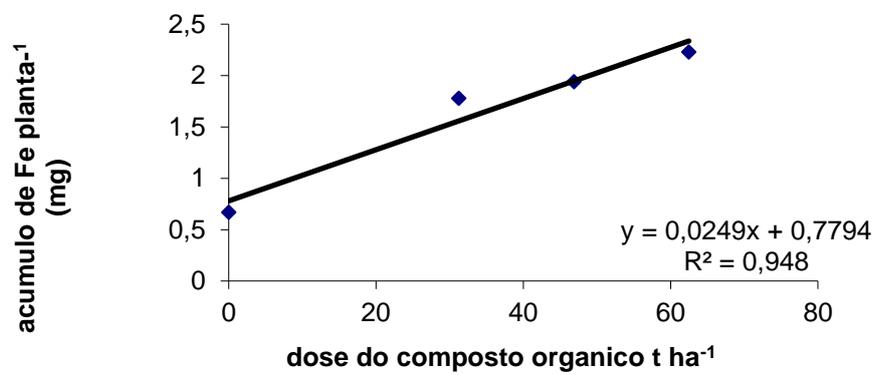
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

Figura 4. Acúmulo de micronutriente em função da adubação de composto orgânico. (A) Cu no primeiro ciclo, (B) Fe no primeiro ciclo, (C) Mn no primeiro ciclo, (D) Zn no primeiro ciclo, (E) Fe no segundo ciclo e (F) Zn no segundo ciclo.

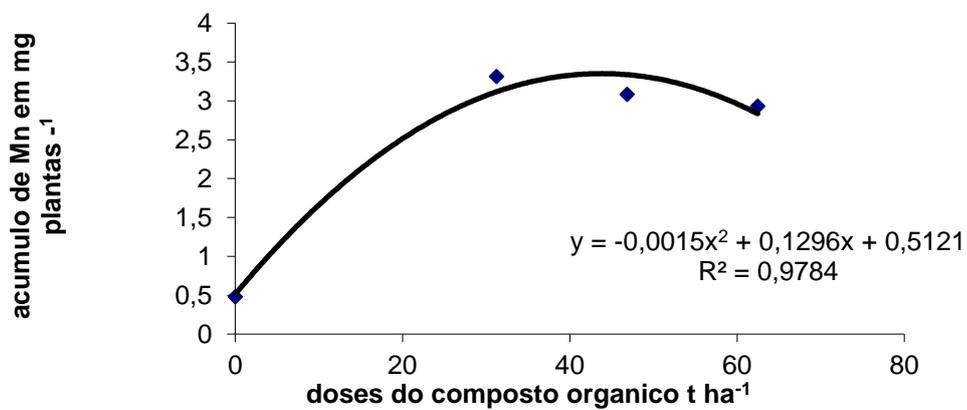
A



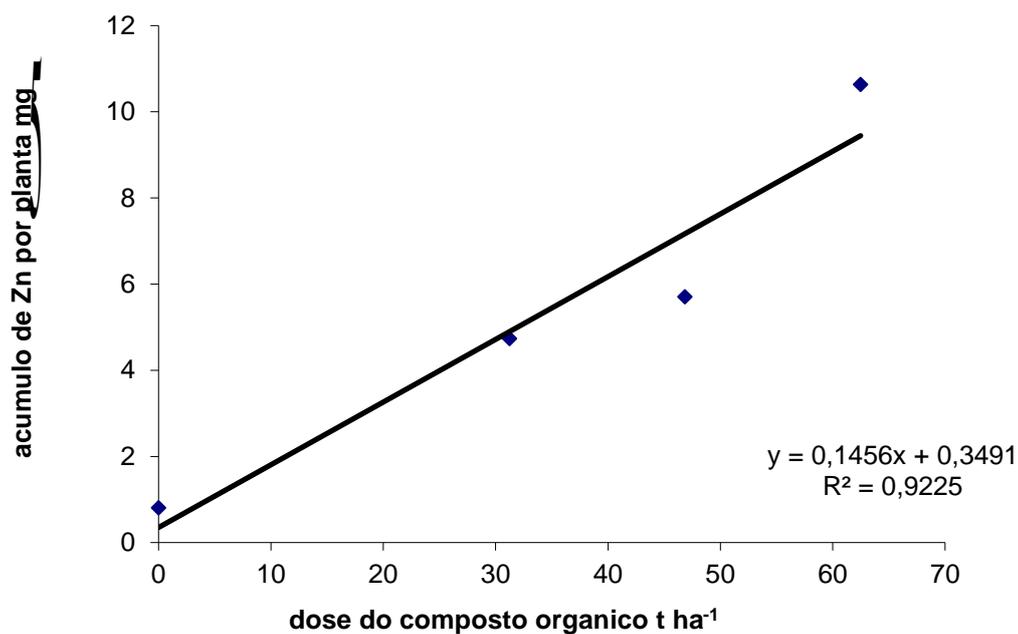
B



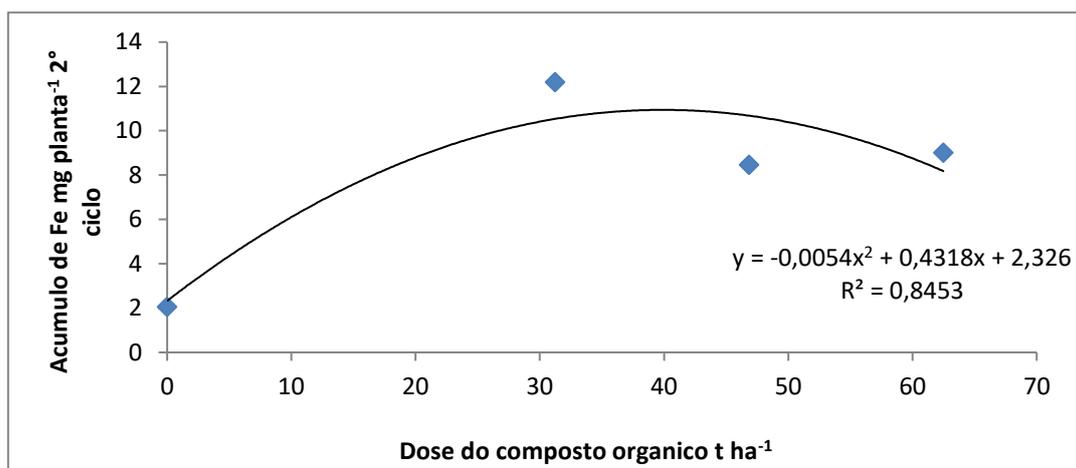
C



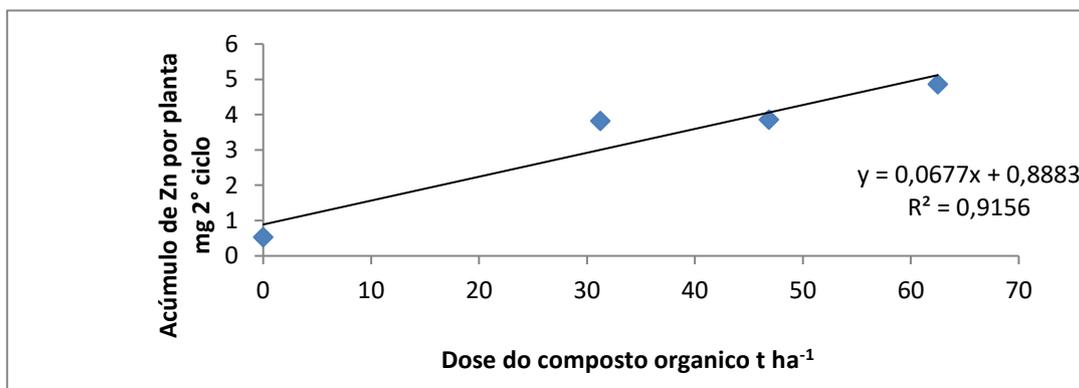
D



E



F





No segundo ciclo de alface, os tratamentos T3, T4 e T5 acumularam mais Cu que os demais tratamentos, e as alfaces que não foram adubadas com o composto orgânico acumularam menos Cu que as plantas adubadas com composto orgânico (Tabela 6).

No primeiro ciclo, os tratamentos que foram adubados com o composto orgânico acumularam uma quantidade de Fe maior que os tratamentos que não receberam adubação orgânica (Tabela 6). A cada tonelada do composto acrescentado aumentou 0,02 mg de Fe por planta (Figura 4 B).

Os tratamentos que utilizaram o composto orgânico acumularam mais Mn que os tratamentos que não foram adubados com composto orgânico (Tabela 6). O maior acúmulo de Mn por planta ocorreu na dose de 44 t ha⁻¹, atingindo 3,36 mg de Mn por planta conforme descrito na equação da Figura 4C.

No segundo ciclo, os tratamentos que foram adubados com composto orgânico acumularam mais Mn que os tratamentos que não receberam este tipo de adubação.

O tratamento de maior dose de composto orgânico acumulou mais Zn que os demais tratamentos. Os tratamentos T3 e T4 acumularam mais Zn que os tratamentos T0, T1 e T2. Os tratamentos que não receberam adubação orgânica acumularam menos Zn que os tratamentos que foram adubados com composto orgânico (Tabela 6). A cada tonelada do composto orgânico em 1 ha aumentou 0,14 mg de Zn por planta (Figura 4 D). No segundo ciclo a cada 1.000 kg houve um aumento no acúmulo de 0,89 mg de Zn por planta (Figura 4 F).

As alfaces adubadas com compostos orgânicos de maneira geral obtiveram um maior acúmulo de micronutrientes. Este fato pode ser explicado pela razão de que os próprios adubos orgânicos apresentam um bom teor de micronutrientes (Lobo et al., 2013).

Conclusão

A adubação com composto orgânico de esterco de galinha e casca de eucalipto em dois ciclos de alface comprovou ser mais eficiente na produtividade e nutrição mineral da alface comparado com a adubação proveniente da ureia.

Referências

ANDRADE JUNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; DAMASCENO, C.M.O.; CHEYC, H.R.; MELO, F.B.; RIBEIRO, V.Q. Reuso de águas residuária tratadas na irrigação. EMBRAPA, CPAMN, 2007, 2 p.

BLIND, A.D.; SILVA FILHO, D.F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia. *Revista Agro@ambiente* On-line 9 (2): 143-151. 2015.

CONAMA/2006 Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução nº 375/2006
[htb://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/](http://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/)

EMBRAPA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA 2013 - Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 353p.

FERREIRA, V.P. Doses e parcelamento de nitrogênio em alface, 2002. 56f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2002.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.



- LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; VILAS BOAS, R. C.; SILVA, W. G.; SILVA, A. L. P.. Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, suplemento 1, p. 2681-2688, 2012.
- LOBO, T.F.; GRASSI FILHO, H.; BULL, L.T.; MOREIRA, L.L.Q. Manejo do lodo de esgoto e nitrogênio mineral na fertilidade do solo ao longo do tempo. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n.6, p. 2705-2726, 2013.
- MALAVOLTA, E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos, 1997. 319p.
- MELO, L.C.A.; SILVA, C.A.; DIAS B. de O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p. 101-110, 2008.
- OLIVEIRA, J.F.; ALVES, S. M. C.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, R. B. Efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer, v.8, N.14; 2012.
- OLIVEIRA, E.Q.; SOUZA, R.J.; CRUZ, M.C.M.; MARQUES, V.B.; FRANÇA, A.C. Produtividade de alface e rúcula em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, v. 28, p. 36-40, 2010.
- MANTOVANI, J.R.; CARRERA, M.; MOREIRA, J.L.A.; MARQUES, D.J.; SILVA, A.B. Atributos de fertilidade e produção de hortaliças folhosas em solos adubados com esterco bovino. *Revista Caatinga*. v. 30 (4), p. 825 –836, 2017.
- PEREIRA, O.C.N.; BERTONHA, A.; FREITAS, P.S.L.; GONÇALVES, C.A.; REZENDE, R.; SILVA, F.F. Produção de alface em função de água e nitrogênio. *Acta Acientiarum Agronomy*. v.25, n.2, p. 381-386, 2003.
- RAIJ, B. V., CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, 1997, 198p.
- REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. S.; SILVA, M. I. G.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N. crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2010.
- RESENDE, G.M. de; ALVARENGA, M.A.R.; YURI, J.E.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J. de; RODRIGUES JUNIOR, J.C. Produtividade e qualidade pós-colheita da alface americana em função da dose de nitrogênio e molibdênio. *Horticultura Brasileira*. v. 23, n.4, p. 976-981. 2005.
- RHEINHEIMER, D. dos S.; RASCHE, J.W.A.; OSORIO FILHO, B.D.; SILVA, L.S. da. Resposta a aplicação e recuperação de enxofre em cultivos de casa de vegetação em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica. *Ciência Rural*. v.37,n.2, p.367-371, 2007.
- ROCHA, F.; MARTINEZ, M.A.; MATOS, A.T.; CATARUTTI,R.B.; SILVA, J.O. da. Modelo numérico do transporte do nitrogênio no solo. Pate II: Reação biológica durante a lixiviação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.1, p. 54-61, 2008.



RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W. Resposta alface a adubação orgânica II Teores conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. *Revista ceres*. v.45, n. 261, p. 437-449, 1998.

SANTI, A. S.; WALCYLENE, L.M.P.; NEUHAUS, A.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; RAFAEL, C.; TIEPPO, R.C. Desempenho agrônômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. *Horticultura brasileira*, v. 31, n. 2, 2013.

SILVA, F.A.M.; VILAS-BOAS, R.L.; SILVA, R.B. Resposta da alface a adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.32, p.131-137, 2010.

SILVA, P.A.M.; PEREIRA, G.M.; REIS, R.P.; LIMA, L.A.; TAVEIRA, J. H. da S. Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. *Ciencia Agrotecnologia*, v. 32, n. 4, p. 1266-1271, 2008.