

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE ALFACE ADUBADA COM DIFERENTES COMPOSTOS ORGÂNICOS

Álisson Queiroz Moura¹, Elida Barbosa Correa², Josely Dantas Fernandes³, Antonio Fernandes Monteiro Filho³, Alexandre Costa Leão², Leonardo Pires Boava⁴

RESUMO – A alface crespa foi avaliada quanto ao seu desempenho agronômico utilizando diferentes compostos orgânicos e uma fonte mineral de adubação, em casa de vegetação, no município de Lagoa Seca-PB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial constituído por três compostos orgânicos com diferentes níveis (0, 10, 20%) de substituição de esterco bovino por capim colônião (*Panicum maximum*) na pilha de compostagem, sendo testadas cinco doses (0, 5, 10, 15 e 20 toneladas ha⁻¹) e um tratamento com fertilizante mineral. A fonte mineral apresentou o melhor resultado para os parâmetros de produção total (PT), produção comercial (PC) e número de folhas (NF), onde os compostos orgânicos para os mesmos parâmetros não diferiram entre si. Os melhores resultados foram obtidos quando se utilizou 20 toneladas ha⁻¹ de composto. O composto constituído pela substituição de 10% do esterco bovino por capim colônião apresentou os maiores resultados para a massa seca das folhas, caule e raiz, quando comparado com as demais fontes de adubação orgânica. A utilização de compostos orgânicos não aumentou a produtividade de alface equivalente à aplicação de fertilizante mineral. Conclui-se que o composto constituído pela substituição de 10% de esterco bovino por capim colônião na dose de 20 toneladas ha⁻¹ pode ser utilizado como fonte orgânica para a produção de alface.

Palavras chave: adubação orgânica, hortaliças, *Lactuca sativa*, nutrição, produtividade.

AGRONOMIC EFFICIENCY OF LETTUCE FERTILIZED WITH DIFFERENT ORGANIC COMPOUNDS

ABSTRACT – The curly lettuce was evaluated for its agronomic performance using different organic compounds and a mineral source of fertilization, in a greenhouse, in the municipality of Lagoa Seca-PB. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme consisting of three organic compounds with different levels (0, 10, 20%) of substitution of bovine manure by Colônião grass (*Panicum maximum*) in the compost pile, five doses (0, 5, 10, 15 and 20 tons ha⁻¹), and a treatment with mineral fertilizer. The mineral source presented the best result for the parameters of total production (TP), commercial production (CP) and number of leaves (NF), where the organic compounds for the same parameters did not differ. The best results were obtained when using 20 tons ha⁻¹ of compost. The compound 1, constituted by the substitution of 10% of the bovine manure by Colônião Grass presented the highest results for the dry mass of leaves, stem and root, when compared with the other sources of organic fertilization. The use of organic compounds did not provide lettuce yield higher to the application of mineral fertilizer. It is concluded that the compost constituted by the substitution of 10% of bovine manure by Colônião grass in the dosage of 20 tons ha⁻¹ can be used as organic source for the production of lettuce.

Keywords: *Lactuca sativa*, nutrition, organic fertilization, productivity, vegetables.

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma, Centro Universitário de Araras Dr. Edmundo Ulson, Araras-SP. E-mail: alissonq8@gmail.com

² Docente da Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca-PB. E-mail: elida.uepb@gmail.com e acostaleao@yahoo.com.br

³ Técnico em Agropecuária da Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca-PB. E-mails: afernandesmf@gmail.com e joselysolo@yahoo.com.br

⁴ Docente do Centro Universitário de Araras Dr. Edmundo, Araras-SP. E-mail: leonardo.boava@unar.edu.br



INTRODUÇÃO

A cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) tem grande importância para a alimentação humana, sendo cultivada em todo o território nacional devido ao seu sabor, baixo custo e à qualidade nutricional; tais como vitaminas, sais minerais e fibras, sendo a hortaliça mais popular dentre aquelas cujas folhas são consumidas cruas e frescas (Helbel Junior et al., 2007).

Por ser uma cultura de fácil manejo e ciclo curto, o cultivo da alface é uma atividade agrícola vantajosa quando praticada em condições ambientais e em mercados adequados para sua comercialização. No entanto, possui um alto valor energético no processo de adubação, sendo imprescindível a busca de novas alternativas que contribuam para o aumento da produtividade (Araújo et al., 2009), minimização de custos e um manejo mais sustentável (Almeida et al., 2015).

O manejo adotado no cultivo interfere na qualidade da alface que possui grande habilidade em acumular nitrato ($N-NO_3^-$) em suas folhas, que em excesso pode causar danos à saúde humana, tais como a formação de nitrosaminas, uma substância potencialmente cancerígena (Boink & Speijers, 2001; Faquin & Andrade, 2004). O uso de resíduos orgânicos como compostos é uma alternativa para produção de alface com menores concentrações de nitrato nas folhas (Kreutz et al., 2012)

Compostos orgânicos são obtidos a partir da decomposição de resíduos de origem orgânica, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, resultando em um material rico em minerais e utilizados desde substrato para a produção de mudas até adubação. Constituído primordialmente de matéria orgânica que ao ser adicionado no solo promove modificações na fertilidade através de alterações em suas propriedades químicas e físicas, como densidade, estado de agregação das partículas, aeração, capacidade de retenção de água e na condutividade hidráulica e elétrica (Nobile, 2006).

Os resultados no desenvolvimento da cultura quanto à utilização de compostos orgânicos dependem de alguns fatores, desde a própria fertilidade do solo até a constituição do resíduo que dá origem ao composto, fomentando por vezes produções similares ou superiores as obtidas com fertilizantes minerais (Ziech et al., 2014).

Oliveira et al. (2014) ao estudarem diferentes tipos de compostos orgânicos, verificaram aumento na produção de matéria seca da cultura e no teor de matéria orgânica no solo, melhorando as características químicas do solo e reduzindo a acidez potencial; além de suprir

as necessidades nutricionais da cultura (Lorensini et al., 2014).

A utilização de compostos orgânicos é uma alternativa aos fertilizantes minerais que exercem efeitos deletérios sobre o meio ambiente quando utilizados de forma demasiada e/ou desordenada, causando sérios problemas como a eutrofização dos recursos hídricos (Pott & Fohrer, 2017). Importante destacar que mesmo os resíduos orgânicos quando descartados de forma inadequada podem ocasionar desde contaminação de solo e água, até o fornecimento de abrigo para micro-organismos de importância sanitária (Amaral et al., 2004).

A utilização de compostos se justifica ainda pela autonomia e eficiência energética dentro do agroecossistema, através da supressão parcial ou total de insumos externos e conclusão no ciclo de reciclagem de nutrientes. Aportando benefícios como, soberania e segurança alimentar, maior flexibilidade na receita final do produto, rentabilidade social, econômica e ambiental durante o processo de transição para agricultura orgânica e/ou agroecológica, integrando de maneira complexa os níveis de produção sustentável proposto por Gliessman (2000), como a aplicação dos princípios da ecologia no manejo e desenho dos agroecossistemas. Neste contexto, objetivou-se avaliar a produção da alface adubada com diferentes compostos orgânicos e doses de aplicação destes compostos.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Lagoa Seca-PB (07°28'34''S 36°08'37'' W). As parcelas foram constituídas por três tratamentos com diferentes níveis de substituição do esterco bovino por capim colômbio (*Panicum maximum*) na pilha de compostagem (0, 10, 20%), constituindo os compostos (C0, C1, C2). Os produtos utilizados para a obtenção dos compostos foram: esterco bovino, bagaço de cana, serragem de madeira, capim colômbio e vinhaça, apresentando como relação C:N os valores de 18:1; 39:1; 865:1; 27:1 e 15:1, respectivamente (Kiehl, 1985). Todos os tratamentos apresentaram aproximadamente, uma relação C:N inicial de 30:1. Os quantitativos dos materiais utilizados em função dos tratamentos encontram-se na Tabela 1.

Cada tratamento foi constituído por uma pilha com 0,5 m de largura, 0,75 m de comprimento e 1,0 m de altura. O período total de incubação foi de aproximadamente 90

dias, onde semanalmente foi realizado o monitoramento da temperatura utilizando-se um termômetro de bulbo de mercúrio inserido a 50 cm de profundidade. A partir deste monitoramento foi estimada a necessidade ou não do revolvimento da pilha.

Tabela 1 - Quantitativo dos resíduos orgânicos utilizados na pilha de compostagem em função dos tratamentos

Resíduos	% de capim colônião na pilha de compostagem		
	0 (C0)	10 (C10)	20 (C20)
	-----kg-----		
Esterco bovino	68,17	61,34	54,53
Bagaço de cana	12,19	12,19	12,19
Serragem	0,596	0,537	0,477
Capim colônião	0,0	12,23	24,70
Vinhaça	36,30	32,67	29,04
Água	3,823	3,436	3,058

Após o período de incubação a umidade dos compostos C0, C10 e C20 foram 43, 30 e 18% respectivamente. Amostras dos compostos foram coletadas e submetidas a análise química pelo Laboratório de Análise de Tecido de Planta da Universidade Federal da Paraíba.

O ensaio foi instalado em casa de vegetação da Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca-PB (07°28'34''S 36°08'37'' W), utilizando a cultivar de alface crespa Elba (Topseed), disposto em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 16 tratamentos, sendo três compostos orgânicos obtidos no primeiro momento (0, 10 e 20% de substituição de esterco bovino por capim colônião), cinco níveis de aplicação (0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹) e um tratamento adicional equivalente a um fertilizante mineral, com cinco repetições. Os compostos orgânicos foram caracterizados quimicamente cujos resultados estão descritos na Tabela 2.

Cada unidade experimental foi constituída por um saco plástico contendo 7,85 dm³ de solo. A irrigação foi realizada manualmente utilizando o método de umidade gravimétrica para determinar e manter 60% da capacidade de campo (Souza et al., 2000) e monitorada semanalmente com auxílio de um lisímetro. A análise química do solo utilizado encontra-se na Tabela 3.

Tabela 2 - Análise química dos compostos orgânicos

Compostos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----				
C0	10,85	2,41	7,47	33,83	4,63	-	5,14	23,98	1211,28	42,08	-
C10	10,85	2,09	8,34	32,94	4,38	-	4,10	26,26	1436,82	37,42	-
C20	6,48	1,22	4,67	23,26	2,82	-	2,34	11,92	629,58	21,64	-

C0: composto 0, todos os materiais + 100% de esterco; C1: composto 1, todos os materiais + 90% de esterco e 10% de capim colônião; C2: composto 2, todos os materiais + 80% de esterco e 20% de capim colônião.

Tabela 3 - Características químicas do solo utilizado no ensaio

pH	N	C	P	Al ³⁺	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SB	T	t	V	m
1:2,5	--g kg ⁻¹ --		mg kg ⁻¹	-----cmole kg ⁻¹ -----										
5,5	3,701	42,94	3,66	3,80	7,59	0,28	0,07	0,16	0,37	0,81	8,40	4,61	9,62	17,5

O fertilizante mineral correspondeu em 0,015g. dm³ de N; 0,06 g.dm³ de P₂O₅ e 0,015g.dm³ de K sob fundação e 0,02 g.dm³ de N sob adubação de cobertura após 20 dias do transplantio (Cavalcanti, 2008).

O transplantio das plantas foi realizado 20 dias após a emergência das sementes quando as mudas apresentavam entre quatro e cinco folhas. A colheita foi realizada aos 35 dias após o transplante. Os parâmetros



avaliados foram: produção total (PT), produção comercial (PC), número de folhas (NF), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca da raiz (MSR).

A produção total correspondeu a toda a planta com exceção da raiz, para a produção comercial foi retirada as folhas que não correspondiam aos padrões comerciais. Após estas avaliações o material vegetal fresco foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de circulação forçada de ar, a 70 °C, até atingirem peso constante (48 horas) a fim de se obter os valores de massa seca.

As variáveis analisadas foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro e Wilk e homogeneidade de variâncias Bartlett (Montgomery & Runger, 2018), sendo posteriormente submetidas à análise de variância pelo teste F e comparação de médias pelo teste de Tukey para

as diferentes fontes de adubação e análise de regressão para os níveis de aplicação ($t\ ha^{-1}$) utilizando-se os pacotes estatístico AGROESTAT (Barbosa & Maldonado, 2015) e SigmaPlot® versão 12 (Systat Software, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentou diferença significativa para todos os parâmetros avaliados quando observado o efeito isolado das diferentes doses. Houve interação significativa entre compostos orgânicos e doses apenas para a massa seca das folhas, caule e raiz (Tabela 4). Observa-se ainda que apenas para a massa seca das folhas e raiz não houve interação significativa entre o fertilizante mineral e o fatorial (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para número de folha (NF), produção total (PT), produção comercial (PC), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca da raiz (MSR) em função de diferentes compostos orgânicos (C0, C10 e C20), doses (0, 5, 10, 15 e 20 $t\ ha^{-1}$) e fertilizante mineral

Fonte de variação	Quadrados médios						
	GL	NF	PT	PC	MSF	MSC	MSR
Compostos (C)	2	0,480ns	207,796ns	206,587ns	10,828*	2,696**	1,488**
Doses (D)	4	8,813**	1034,205**	880,420**	53,633**	2,560**	1,313**
Interação C x D	8	2,163ns	319,071ns	307,425ns	24,032**	1,260**	0,393**
D dentro de C0							
Linear	1	-	-	-	56,903**	2,093**	0,443*
Quadrática	1	-	-	-	9,740ns	0,492**	1,892**
Desvio	1	-	-	-	12,344*	0,346*	0,364**
D dentro de C10							
Linear	1	-	-	-	82,721**	1,019**	0,783**
Quadrática	1	-	-	-	2,278ns	0,0005ns	1,760**
Desvio	1	-	-	-	5,693ns	0,210ns	0,0007ns
D dentro de C20							
Linear	1	-	-	-	59,819**	4,967**	0,686**
Quadrática	1	-	-	-	29,718**	4,285**	0,993**
Resíduo	1	-	-	-	0,0001ns	2,461**	0,445**
Fertilizante Mineral x							
Fatorial	1	13,867**	2467,024**	2687,115**	0,0166ns	1,140**	0,067ns
Resíduos	64	1,781	218,265	192,276	3,009	0,053	0,048
CV (%)		8,45	13,77	13,46	16,84	13,71	16,19

GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação. **, * e ns, significativo ($p<0,01$), ($p<0,05$) e não significativo.

Os resíduos orgânicos que compõem os compostos têm interferência direta na nutrição da alface desde a relação C/N e conseqüentemente na velocidade de decomposição do material até a própria constituição química desses resíduos. Assim como no presente estudo, Villas Bôas et al., (2004) estudaram diferentes compostos orgânicos e evidenciaram que o fator C/N foi decisivo para a duplicação da biomassa fresca da alface quando utilizou esterco de ave + palha de feijão em sua maior dosagem de 240 g vaso⁻¹, interferindo diretamente na sua intensidade de decomposição e disponibilização dos nutrientes acompanhando o ciclo curto da alface.

O fertilizante mineral é uma fonte de adubação prontamente assimilável pela planta, devido a alta solubilidade dos nutrientes, como o nitrogênio, sendo esse um macronutriente indispensável para o desenvolvimento da planta; e responsável pela máxima expansão celular o que reflete diretamente na sua matéria fresca (Turazi et al., 2006), justificando os resultados encontrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Número de folhas (NF), produção total (PT) e produção comercial (PC) da alface em função dos diferentes compostos orgânicos utilizados (C0, C10 e C20) e o fertilizante mineral

Fonte de Adubação	Parâmetros agrônômicos (g)		
	NF	PT	PC
C0	15,7 b	106,57 b	101,85 b
C10	15,8 b	108,21 b	104,19 b
C20	15,5 b	102,60 b	98,47 b
Fertilizante Mineral	17,4 a	128,74 a	125,45a
CV (%)	8,45	13,77	13,46

Médias seguidas das mesmas letras para coluna não diferem ($p \leq 0.01$) pelo teste de Tukey.

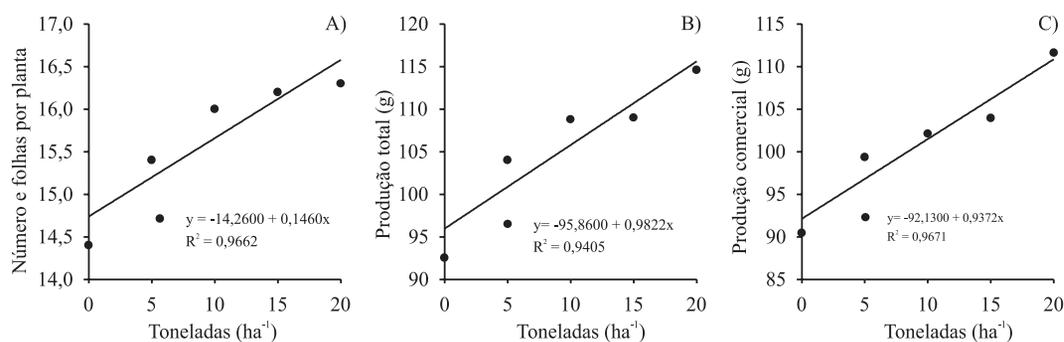


Figura 1 - Número de folhas por planta (A); produção total (B) e produção comercial (C), sob diferentes toneladas (ha^{-1}) de composto orgânico.

Estudos feitos por Vidigal et al., (1997) avaliando a eficiência de diferentes compostos orgânicos no desempenho agrônômico da alface atribuíram os baixos resultados da produtividade aos compostos orgânicos que tiveram lenta mineralização, não sincronizando a disponibilização de nutrientes com as necessidades nutricionais da alface. O mesmo pode ser compreendido para explicar os resultados do presente ensaio, uma vez que para ambos os casos foram utilizados como resíduo orgânico o bagaço de cana-de-açúcar, apontado pelos autores como responsável pela decomposição lenta.

Observa-se ainda que os resultados de número de folhas, produção total e comercial se ajustaram melhor ao modelo de regressão linear com incremento de 3 folhas e 20g de massa fresca independente do composto orgânico, respectivamente (Figura 1). Respondendo da mesma forma que os resultados obtidos por Villas Bôas et al., (2004), quando utilizou esterco de aves + palhada de feijão para adubação na cultura da alface, destacando a relação de maior dose e maior quantidade de nutrientes disponibilizados pelo composto orgânico.

Desdobrando a interação do fator doses dentro dos compostos orgânicos, para a massa seca das folhas, caule e raiz, observa-se que os resultados do composto C20 se ajustaram melhor ao modelo de regressão quadrática com os maiores níveis nas doses de 15 toneladas ha^{-1} (13,05g), 10 toneladas ha^{-1} (1,53g) e 5 toneladas ha^{-1} (2,04g) para a massa seca das folhas, raiz e caule, respectivamente (Figura 2). O que não foi observado para o composto C10 que se ajustaram melhor ao modelo linear com incrementos de 8,23g e 1,02g para a massa seca das folhas e raiz, respectivamente (Figura 2A, Figura 2B). Apenas a massa seca do caule apresentou interação significativa entre o fertilizante mineral com o fatorial (Figura 2C).



Este resultado pode ser em função do maior aporte de massa fresca e consequentemente maior acúmulo de água do tratamento com fertilizante mineral, que ao ser

submetido pelo processo de secagem apresentou menor massa seca se comparado com o composto C10 na dose de 10 toneladas ha⁻¹ (3,08g).

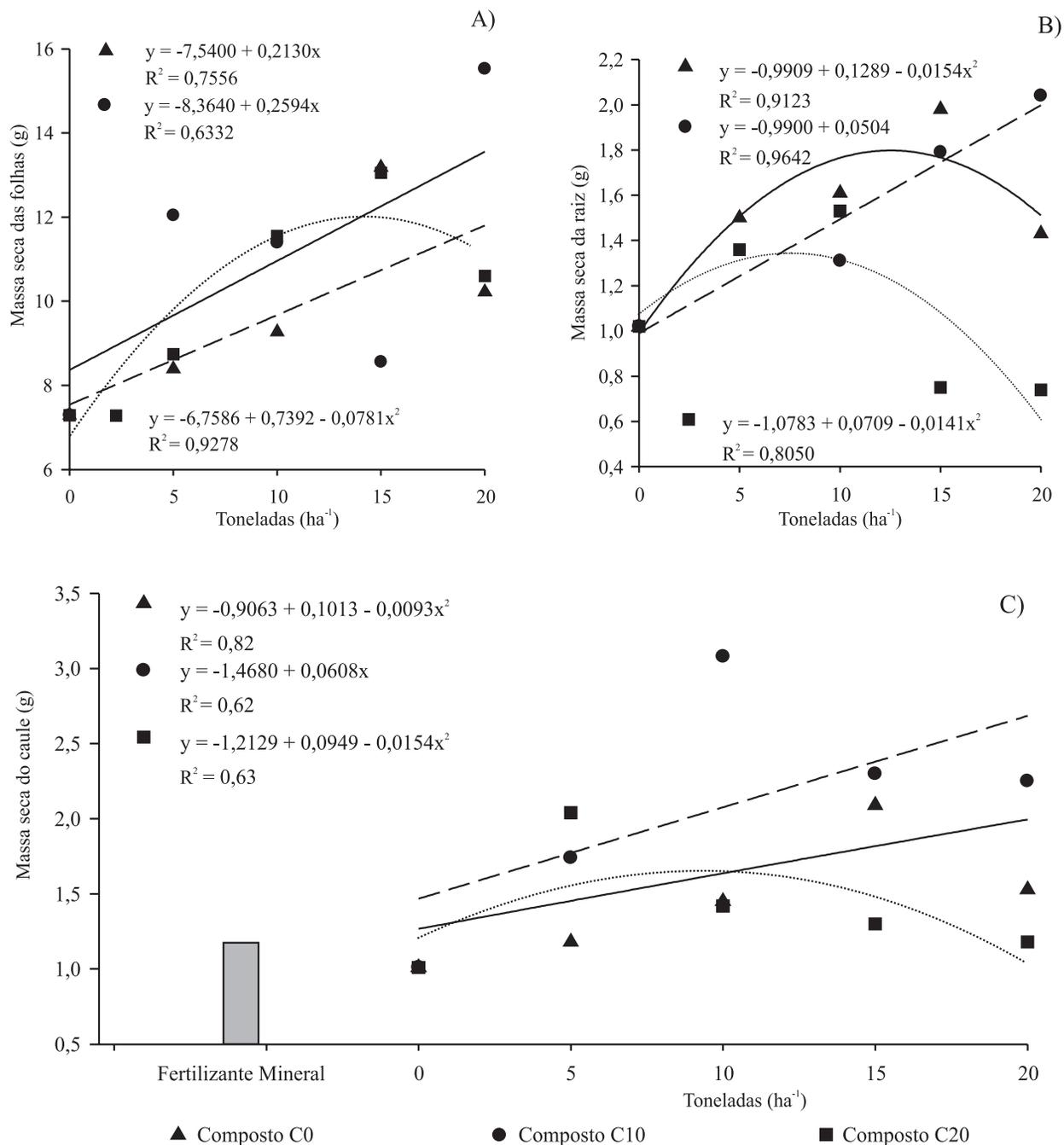


Figura 2 - Massa seca das folhas (A), raiz (B) e caule (C) da alfaca após adubação com diferentes compostos orgânicos, doses e fertilizante mineral.



Analisando os efeitos dos compostos orgânicos dentro das doses (toneladas ha⁻¹), observa-se que houve diferença estatística do composto C10 para 5, 15 e 20 toneladas ha⁻¹ para massa seca das folhas. Para a massa seca do caule o composto C10 na dose de 10 toneladas ha⁻¹ promoveu um incremento de 1,63 g e 1,66 g se comparado com os compostos C0 e C20, respectivamente. O composto C20 promoveu os menores níveis de massa seca da raiz nas maiores doses (15 e 20 toneladas ha⁻¹) com diminuição de 1,23g e 1,30g, respectivamente se comparado com os compostos C0 e C10 (Tabela 6).

Tabela 6 - Massa seca das folhas, caule e raiz (g) após cultivo com diferentes fontes de adubação em diferentes doses

Toneladas (ha ⁻¹)	Massa seca das folhas (g)		
	Composto C0	Composto C10	Composto C20
0	7,29 a	7,29 a	7,29 a
5	8,39 b	12,04 a	8,74 b
10	9,27 a	11,39 a	11,55 a
15	13,18 a	8,55 b	13,05 a
20	10,22 b	15,52 a	10,60 b

Toneladas (ha ⁻¹)	Massa seca do caule (g)		
	Composto C0	Composto C10	Composto C20
0	1,01 a	1,01 a	1,01 a
5	1,18 b	1,74 a	2,04 a
10	1,45 b	3,08 a	1,42 b
15	2,09 a	2,30 a	1,30 b
20	1,53 b	2,25 a	1,18 c

Toneladas (ha ⁻¹)	Massa seca da raiz (g)		
	Composto C0	Composto C10	Composto C20
0	1,02 a	1,02 a	1,02 a
5	1,50 a	1,31 a	1,36 a
10	1,61 a	1,31 a	1,53 a
15	1,98 a	1,79 b	0,75 c
20	1,43 a	2,04 a	0,74 b

Médias seguidas das mesmas letras para linha não diferem pelo teste de Tukey (p≤0.05).

O composto C10 como observado na tabela 2, possui maior nível de potássio, que participa de processos

vitais da planta como aporte energético, translocação, armazenamento e manutenção da água em seus tecidos vegetais (Silva et al., 2014)., tendo esse composto proporcionado o maior desenvolvimento da massa seca das folhas (Tabela 6).

Os menores valores da massa seca da raiz são observados nas doses de 15 e 20 toneladas ha⁻¹ do composto C20 (Tabela 6), este composto apresentou menores níveis de fósforo se comparado com os compostos C0 e C10 (Tabela 2). Segundo Fan et al. (2018) o fósforo é um importante nutriente no desenvolvimento das raízes sendo responsáveis por metabólitos indispensáveis na planta.

Os níveis de ferro no composto C10 (Tabela 2), podem ter contribuído com os maiores resultados da massa seca das folhas, caule e raiz (Figura 2; Tabela 6). Segundo Sahrawat (2004) o ferro tem funções fundamentais na planta como fotossíntese, respiração, fixação de nitrogênio e síntese de hormônios, refletindo diretamente na estrutura e massa seca da planta.

Diversos fatores são determinantes para os resultados obtidos por meio da adição de adubos orgânicos no solo, como o grau de decomposição e mineralização destes resíduos, atuando diretamente sob a disponibilidade dos nutrientes para as plantas e principalmente em culturas de ciclo curto como é a alface, podendo ter efeito imediato ou residual (Peixoto Filho et al., 2013; Ziech et al., 2014). Sendo assim, é provável que as respostas dos compostos orgânicos do presente estudo sofreram ação direta destes fatores, pois ainda segundo Ziech et al. (2014) quando estudaram o cultivo sucessivo de alface sob o efeito residual de adubação orgânica, melhores resultados de produção foram observados para compostos orgânicos em comparação com fontes minerais durante o segundo ciclo, justificado pelo processo de mineralização por parte de micro-organismos existentes no solo.

Considera-se também, que o processo residual pode ser estabelecido na adoção do preparo e adubação do solo em um período definido que anteceda o transplante das mudas. No entanto, para este caso a definição desse período de decomposição e mineralização do composto orgânico dependem de diversos fatores como microbiota do solo, aspectos edafoclimáticos, conhecimento do material utilizado no composto, ciclo cultural, dentre outros. Dado estes fatores, a similaridade cronológica entre o ciclo da cultura e a liberação de nutrientes pelos compostos é decisiva para o sucesso da adubação com compostos orgânicos.

Lorensini et al. (2014) ao estudarem a adubação na cultura da videira observaram que a mineralização do



nitrogênio oriundo de uma fonte mineral (ureia revestida com polímero) se deu até os 38 dias, enquanto para o composto orgânico a liberação de nitrogênio apresentou maior sincronismo com a cultura até os 141 dias, podendo correlacionar este sincronismo com picos nutricionais da cultura. A compreensão dessa sincronia entre ciclo cultural e disponibilidade nutricional possibilita a adoção de práticas mais sustentáveis, refletindo diretamente na harmonização do agroecossistema, potencialização do capital intelectual e minimização nos custos de produção.

A utilização de compostos orgânicos desafia o conhecimento técnico-agronômico, não pelo fato isolado da sincronização entre ciclo cultural e disponibilidade nutricional, mas pela diversidade de materiais que podem constituir um único composto orgânico e tantos fatores que atuam sobre sua decomposição, necessitando cada vez mais de uma abordagem sistêmica e de um conhecimento holístico de todo agroecossistema.

CONCLUSÕES

A adubação com fertilizante mineral proporcionou o desenvolvimento de maior número de folhas, produção total e produção comercial de alface, quando comparado aos compostos testados.

A substituição de esterco por capim colônio nas concentrações de 10% e 20% nos compostos não influenciou o número de folhas, produção total e produção comercial de alface.

O composto com a substituição de 10% de esterco por capim colônio aumentou a massa seca das folhas, caule e raiz quando comparado aos demais compostos utilizados (0% e 20% de esterco bovino) quando utilizando na dose de 20 ton. ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, A. E. S.; BEZERRA NETO, F.; COSTA, L. R.; SILVA, M. L.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n.3, p. 79-85, jul 2015.
- AMARAL, C. M. C.; AMARAL, L. A.; LUCAS JUNIOR, J.; NASCIMENTO, A. A.; FERREIRA, D. S.; MACHADO, M. R. F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, 2004.
- ARAÚJO, J. S.; ANDRADE A. P.; RAMALHO, C. I.; AZEVEDO, C. A. V. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.152-157, 2009.
- BARBOSA, JC; MALDONADO, JUNIOR, W. *AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396p
- BOINK, A.; SPEIJERS, G. Health effects of nitrates and nitrites, a review. *Acta Horticulturae*, v. 563, p. 29-36, 2001.
- CAVALCANTI, F.J.A. coord. *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. 3.ed. Recife, IPA, 2008. 212p.
- FAN, Y. V.; LEE, C. T.; KLEMEŠ, J. R. J.; CHUA, L. S.; SARMIDI, M. R.; LEOW, C. W. Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Environmental Management*, v. 216, p. 41-48, 2018.
- FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. *Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88p.
- GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 637p.
- HELBEL JUNIOR, C.; REZENDE, FRIZZONE, R. J. A.; SANTOS, H. S.; DALLACORT, R. Produção hidropônica da cultura da alface com soluções nutritivas e vazões distintas. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 29, n. 3, p. 391-395, 2007.
- KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KREUTZ, D. H.; WEIZENMANN, M.; MACIEL, M. J.; SOUZA, C. F. V. Avaliação das concentrações de nitrato e nitrito em hortaliças produzidas em cultivos convencional e orgânico na região do vale do Taquari – RS. *Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 16, n. 2, p.105-110, 2012.
- LORENSINI, F.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; CERINI, J. B.; LOURENZI, C. R.; CONTI, L.; TIECHER, T. L.; SCHAPANSKI, D. E. Disponibilidade de nitrogênio de fontes minerais e orgânicas aplicadas em um Argissolo cultivado com videira. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, n.2, p. 241-247, 2014.
- MONTGOMERY, D. C. & RUNGER, G. C. *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2018, (6ª Edição).

- NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; CORDIDO, J. P.; ANDRIÃO, M. A.; MURAIISHI, R. I. *Estudo da presença de nitrato em folhas de alface irrigada com água residuária e com diferentes tipos de irrigação*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 35. 2006. CD-ROM. (Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola). OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; SANTOS, C. R.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.2, p.157-164, 2014.
- PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMUARA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.419-424, 2013.
- POTT, C. A.; FOHRER, N. Best management practices to reduce nitrate pollution in a rural watershed in Germany. *Revista Ambiental Água*, v. 12, n. 6, p. 888-901, nov-dec, 2017.
- SAHRAWAT, K. L. Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. *Journal Plant Nutrition*, v. 27, p. 1471-1504, 2004.
- SILVA, M. V. T.; OLIVEIRA, C. P. M. O.; SANTOS, M. L.; PINTAR, A. F.; OLIVEIRA, F. L.; MARACAJA, P. B. Influência dos nutrientes na formação da massa seca da melancia sem sementes. *ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v. 10, n. 3, p. 31-40, jul-set, 2014.
- SYSTAT SOFTWARE. *Sigmpot for Windows*, version 12. 2012. In: <http://www.systat.com/products/sigmaplot> (acesso em 01 de Julho de 2019).
- SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; AMORIM NETO, M. S. Avaliação de métodos e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.3, p.338-342, 2000.
- TURAZI, C. M. V. et al. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 65-70, 2006.
- VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; MATOS, A. T. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, n.1. p.35-39. 1997.
- VILLAS BÔAS, R. L.; PASSOS, J. C.; FERNANDES, M.; BÜLL, L. T.; CEZAR, V. R. S.; GOTO, R. 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, jan-mar 2004.
- ZIECH, A. R. D.; CONCENIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; PAULUS, D.; ZIECH, M. F. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.9, p.948-954, 2014.

Recebido para publicação em 29/10/2019, aprovado em 29/06/2020 e publicado 30/07/2020.

