

Produção de alface adubada com termofosfato e adubos orgânicos¹

Thermophosphate and organic fertilization in lettuce yield

Eloise Mello Viana² e Ana Carolina Feitosa Vasconcelos³

Resumo - A adubação orgânica é recomendada para melhoria da produção de várias culturas, entre elas a alface, por ser uma cultura exigente em qualidade de solo e de adubação. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes proporções de termofosfato, cama de frango e esterco bovino e suas interações na produção de alface. Os experimentos foram conduzidos em condições controladas seguindo um delineamento experimental de blocos aleatorizados com cinco repetições. Com adição de fósforo na cama de frango e no esterco bovino houve incremento na produtividade das plantas em 64,96% e 23,52%, respectivamente. A concentração de nitrogênio dos tecidos não foi afetada pelo aumento de termofosfato nas misturas, já a concentração de fósforo variou na cama de frango e no esterco bovino, a concentração de potássio foi maior na relação com cama de frango enriquecida com termofosfato. A concentração de NO_3^- nos tecidos das plantas foi maior no tratamento com cama de frango, e a adição de termofosfato nos tratamentos promoveu diminuição na velocidade de mineralização do nitrogênio e equilibrou as formas de NO_3^- no tecido vegetal e de NH_4^+ e NO_3^- no solo.

Palavras-chave: *lactuca sativa* L. Adubação orgânica. Fósforo

Abstract - Organic fertilization is recommended for improving crop production. Lettuce has high nutrient uptake, so it demands soils with high fertility level. The aim of this study was to evaluate the effect of the thermophosphate addition to the chicken and cattle manure used for lettuce fertilization. The experiments were carried out under controlled environment following a randomized blocks experimental design with five replications. With the addition of the phosphorus in the chicken and in the cattle manure, there was an increase of the 64.96% and 23.52%, respectively in the yield. The concentration of nitrogen in the tissues was not affected by the addition of phosphorus in the mixtures. The NO_3^- concentration in the lettuce tissue was higher with the chicken manure treatment. The addition of thermophosphate to the chicken and the cattle manure had delayed the mineralization of nitrogen and balanced the forms of NH_4^+ and NO_3^- in the soil and the tissues of the dry plants.

Key words: *lactuca sativa* L. Organic fertilization. Phosphorus

¹ Recebido para publicação em 25/08/2007; aprovado em 17/01/2008

² Eng. Agrônoma, M. Sc., Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas/Dep. de Ciência do Solo/ ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP, eloisemello@yahoo.com.br

³ Eng. Agrícola, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Rua Ajudante Albano, 565, São Dimas, CEP: 13416-030. Piracicaba, SP, ana3carol@yahoo.com.br

Introdução

A alface apresenta grande resposta à adubação nitrogenada e elevado potencial de produção quando adubada com fertilizantes orgânicos (SANTOS et al., 2001). A matéria orgânica adicionada ao solo apresenta efeitos imediatos e residuais por meio de um processo mais lento de decomposição e liberação de nutrientes. Filgueira (2000) verificou que, especialmente com esterco animal, a adubação orgânica é altamente benéfica a essa cultura de raízes delicadas e exigentes quanto ao aspecto físico do solo. Aumentos de produtividades de alface em razão da elevação de doses de matéria orgânica são relatados por Hernández et al. (1992).

A adubação fosfatada merece atenção especial uma vez que em solos ácidos e com baixos teores de fósforo há grandes limitações para produtividade das culturas. Os custos elevados de fertilizantes fosfatados solúveis demandam o surgimento no mercado de novas opções como fontes de fósforo para as culturas. Neste sentido, os fosfatos naturais vêm-se tornando atrativos no mercado de fertilizantes nas regiões Sul e Centro-Oeste brasileiras. Os adubos fosfatados mais utilizados na agricultura brasileira são os fosfatos solúveis, termofosfatos, multifosfatos, fosfatos naturais e fertilizantes fosfatados parcialmente acidulados (LANA et al., 2004). Segundo Malavolta (1989) produtos de origem orgânica têm sido complementos de grande valor. Por esse motivo, a escolha de uma fonte de fósforo normalmente se baseia tanto na sua eficiência em suprir as plantas como na sua relação custo: benefício (GOEDERT et al., 1985).

Além de afetar o desenvolvimento da planta, o fósforo pode interferir no equilíbrio nutricional da cultura. Em alface americana, a deficiência de fósforo provoca retardamento no crescimento das plantas, má formação das cabeças comerciais e as folhas externas apresentam tonalidade que pode variar de verde-opaca a vermelho-bronze (KATAYAMA, 1993). Em plantas muito jovens, a deficiência desse nutriente pode levá-las à morte. Na nutrição mineral de plantas, o fósforo tem função de destaque no metabolismo da planta, principalmente no controle da atividade enzimática (FAQUIN, 1994).

Algumas plantas acumulam nitrato (NO_3^-) nas raízes e na parte aérea quando a absorção excede as suas necessidades metabólicas. Os teores mais elevados de nitrato se encontram nas folhas, especialmente no mesófilo, porém os pecíolos e talos são os locais de máxima acumulação (BENINNI et al., 2002). Entre os alimentos consumidos pelo homem, os vegetais representam entre 72 e 94% da ingestão

diária de nitrato (SANTAMARIA, 1997). Para a Organização Mundial da Saúde, a ingestão diária aceitável de nitrato, sem risco para a saúde, é 3,65 mg dia⁻¹ por kg de peso vivo (ESCOÍN-PEÑA et al., 1998).

Há grande interesse em se monitorar o teor de nitrato em alface por esta possuir grande habilidade em acumular esse íon em suas folhas e por serem a parte da planta consumida na alimentação humana (BENINNI et al., 2002). O acúmulo do nitrato depende de vários fatores como intensidade luminosa, temperatura, manejo, quantidade e fonte de fertilizantes nitrogenados, genótipos e a disponibilidade de molibdênio, que influencia a atividade da redutase do nitrato, enzima responsável pela redução do nitrato a nitrito no processo de assimilação de nitrogênio pela planta (MARSCHNER, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes proporções do termofosfato com cama de frango e esterco bovino e suas interações na produtividade de massa seca e nas concentrações de nitrogênio (N- total), fósforo (P), potássio (K) e nitrato (NO_3^-) na parte aérea da alface e nos teores de nitrogênio nas formas amoniacal (NH_4^+) e nítrica (NO_3^-) no solo.

Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental São Vicente da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS (21°34' S; 54°54' W), em solo Latossolo Vermelho distrófico típico textura média. No experimento 1, utilizou-se cama de frango (CF) com adição de termofosfato (TF). Os tratamentos foram: (1) – CF pura; (2) – CF, TF e micronutrientes na proporção 8,4:1,35:0,25; (3) – CF, TF e micronutrientes na proporção 7,0:2,7:0,3; (4) – CF, TF e micronutrientes na proporção 5,7:4,0:0,3. A fonte de termofosfato foi o Yoorin Master® (17,5% P_2O_5 ; 7% Mg; 20% Ca; 0,55% Zn; 0,1% B; 0,12% Mn; 0,006% Mo; 0,05% Cu) e a de micronutrientes foi FTE BR12® (1,8% B; 9% Zn; 3% Fe; 2% Mn; 0,1% Mo). O delineamento experimental adotado foi blocos aleatorizados com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

No experimento 2, comparou-se o esterco bovino (EB) com cama de frango, com três proporções de termofosfato cada. Os tratamentos foram: (1) – Testemunha (solo sem adubação); (2) – Relação 10:0 de CF pura; (3) – Relação 7,3:2,7 de CF: TF; (4) – Relação 7,0:2,7:0,3 de CF:TF: micronutrientes; (5) – Relação 10:0 de EB puro; (6) – Relação 7,3:2,7 de EB:TF; (7) – Relação 7,0:2,7:0,3 de EB:

TF: micronutrientes. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 7 tratamentos e 5 repetições, totalizando 35 unidades experimentais.

Nos tratamentos com cama de frango e esterco bovino puro as adubações foram correspondentes a 3,75 kg m⁻² de esterco curtido e foram utilizados 150 g planta⁻¹. Nos tratamentos com termofosfato as adubações corresponderam a 0,750 kg m⁻². A fonte de termofosfato foi o Yoorin Máster (17,5% P₂O₅; 7% Mg; 20% Ca; 0,55% Zn; 0,1% B; 0,12% Mn; 0,006% Mo; 0,05% Cu) e a de micronutrientes foi FTE BR12 (1,8% B; 9% Zn; 3% Fe; 2% Mn; 0,1% Mo).

Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-0,10 m, secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm, caracterizadas quimicamente (Tabela 1) segundo os procedimentos descritos pela Embrapa (1999) e colocados em vasos com capacidade para 5 kg.

Tabela 1 – Análise química das amostras de solo utilizadas nos experimentos

pH		MO	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al
H ₂ O	CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³			
6,1	5,3	23,9	9,0	0,1	3,0	1,4	3,1

Os vasos foram colocados sobre bancadas de madeira em uma estufa com cobertura de polietileno com arejamento lateral. Os adubos foram adicionados na superfície do solo e incorporados até cinco centímetros de profundidade. Durante a condução do experimento foram efetuadas regas com água destilada, corrigindo sempre o teor de umidade no solo para um nível correspondente a 80% da capacidade de retenção de água. Deixou-se o adubo reagir com o solo por cinco dias e, após esse período, fez-se o plantio das mudas de alface que continham de três a quatro folhas. As mudas utilizadas foram da alface crespa – *Lactuca sativa* L. variedade Vera – semeadas em bandejas contendo substrato comercial à base de casca de arroz, vermiculita, turfa e carvão.

Trinta dias após o transplante, as plantas foram cortadas rente ao solo e as folhas pesadas para obtenção de massa fresca de folha (MFF). Em seguida, as folhas foram secas em estufa com ventilação forçada a 65 °C por 72 horas, moídas e submetidas às determinações das concentrações de N-total, P e K dos tecidos (TEDESCO et al. 1995) e da concentração de NO₃⁻ (CATALDO et al., 1975). No dia do plantio, 15 e 30 dias após essa data, amostras de solo foram coletadas das unidades experimentais e subme-

tidas à análise de NH₄⁺ e NO₃⁻ por colorimetria após a extração com KCL 1 M.

As análises estatísticas foram feitas por meio do programa estatístico SAS versão 8.2 (SAS INST., 2002). O efeito dos tratamentos foi avaliado por análise de variância e as médias comparadas pela diferença mínima significativa pelo teste Tukey (P < 0,05).

Resultados e Discussão

Avaliações do suprimento de doses de fósforo na cama de frango

Os resultados obtidos no experimento 1 revelaram que a produção de massa fresca das folhas da alface aumentou de forma quadrática com a elevação das quantidades de fosfato na cama de frango. Esse aumento foi maior quando se usou o tratamento com cama de frango, termofosfato e micronutrientes na proporção 7,0:2,7:0,25. O aumento do fósforo a valores acima dessa proporção diminuiu a produção (Figura 1).

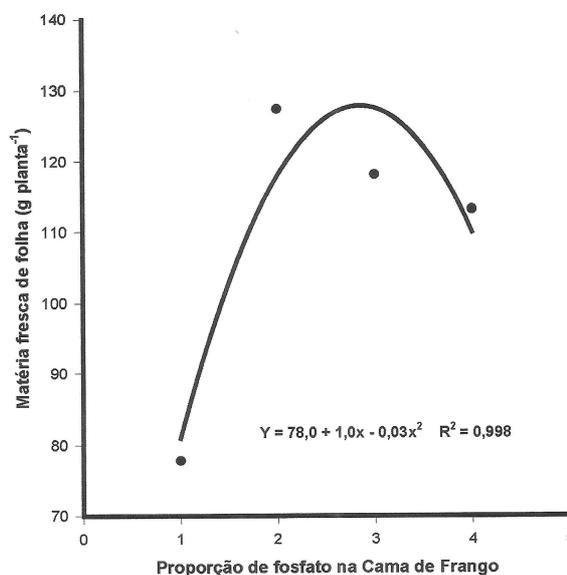


Figura 1 - Produção média da massa fresca de folhas da parte aérea da alface adubada com cama de frango e termofosfato

A produção de massa fresca das folhas da alface foi de 77,8 g planta⁻¹ quando cultivada somente com cama de frango. Com a adição de fósforo na cama de frango, o peso obtido de massa fresca de folhas foi de 127 g planta⁻¹, o que representa aproximadamente 63% de aumento na produtividade. Lopes et al. (2001), monitorando o efeito do

vermicomposto em alface, concluíram que o mesmo aumentou o nível de fertilidade do solo, a produtividade e o rendimento das plantas. Maiores produções de massa fresca ocorreram devido aos elevados teores de nitrogênio total, favorecendo a mineralização desse nutriente, o que o torna mais disponível às plantas (CASTRO; FERRAZ JÚNIOR, 1998). Segundo Rodrigues e Casali (1999), as doses de adubos orgânicos complementados com fontes de minerais solúveis, que maximizam a produtividade e diminuem custos, poderiam ser estabelecidas para condições regionais, visando à melhoria de propriedades físicas e biológicas do solo e reduções de custos com adubação.

A concentração de nitrogênio dos tecidos foi de 25 g kg⁻¹ e não foi afetada pelo aumento de fósforo na mistura. Entretanto, as concentrações de fósforo e de potássio aumentaram significativamente e de forma quadrática (Tabela 2).

A concentração de fósforo nas folhas variou de 2,6 a 3,2 g kg⁻¹ e foi maior no tratamento 2 (cama de frango:termofosfato:micronutrientes, 8,4:1,35:0,25). Segundo Ferreira et al. (2003), na ausência de fósforo as produtividades de massa fresca da parte aérea, massa seca de raiz, diâmetro de plantas e teores de fósforo acumulados nas folhas são reduzidos, evidenciando assim, a elevada exigência da alface em fósforo. Para o potássio a variação foi de 14,1 a 16,7 g kg⁻¹, sendo maior no tratamento 3 (cama de frango:termofosfato:micronutrientes, 7,0:2,7:0,25).

A concentração de NO₃⁻ na massa seca de folhas da alface foi maior no tratamento onde se utilizou a cama de frango pura, atingindo o valor de 1155,1 mg kg⁻¹ e diminuiu de forma quadrática com a adição de termofosfato à cama de frango (Tabela 2). Os teores de NO₃⁻ diminuíram com o

aumento das doses de fósforo nos tratamentos, indicando que o termofosfato agiu como um redutor de NO₃⁻ do ambiente, tanto no solo como nos tecidos. Tal redução nos teores de NO₃⁻ na massa seca de folhas foi cerca de 63% em todas as doses testadas. A alface possui grande capacidade em acumular nitrato em suas folhas (BENINNI et al., 2002), sendo intensificada quando há incremento no conteúdo de nitrato no solo. O nitrato presente nos vegetais pode ter origem do nitrato adicionado como fertilizante ou formado no substrato pela mineralização ou nitrificação (MAYNARD et al., 1976). No entanto, Richardson e Hardgrave (1992) concluíram que diferentes fontes de nitrogênio aplicadas ao solo não influenciaram o teor de nitrato nas plantas.

A quantidade de cama de frango pura utilizada neste trabalho foi de 150 g kg⁻¹ para cada unidade experimental (5 kg de solo), equivalente a 3,7 kg m⁻². Apesar dos fertilizantes orgânicos permitirem elevação da produtividade, outros aspectos devem ser considerados na sua utilização. Segundo Pires et al. (2002) a adição de 4 kg m⁻² de cama de frango proporcionou teor de nitrato superior ao limite máximo tolerado na Alemanha, que é de 2.000 mg kg⁻¹ de peso fresco (XIMENES, 1998). A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu o limite de 3,65 mg dia⁻¹ por kg de peso vivo para a ingestão diária admissível de nitrato sem risco para a saúde (ESCOÍN-PEÑA et al., 1998). Considerando os valores de nitrato obtidos neste estudo, seria necessária a ingestão de aproximadamente 6 kg de massa seca de alface para um adulto com 60 kg de peso para chegar ao limite estabelecido pela OMS.

A disponibilidade de nitrogênio mineral do solo (NH₄⁺ + NO₃⁻) foi maior aos 15 dias após o plantio da alface em todos os tratamentos estudados (Figura 2). No tratamento com cama de frango houve alta velocidade de mineralização e maior concentração de NO₃⁻ no solo, contra traços de amônio. Porém, com a adição de fósforo à cama de frango houve maior disponibilidade de amônio para a planta. Na relação 7,0:2,7:0,3 (cama de frango:termofosfato:micronutrientes), houve equilíbrio entre as duas formas de nitrogênio e também maior produção de massa fresca de folhas.

Avaliação do suprimento de fósforo na cama de frango e no esterco bovino

A utilização de esterco bovino e cama de frango dobraram a produção da massa fresca de folha em relação ao tratamento testemunha (Tabela 3), conforme os resultados obtidos no experimento 2. As produções foram 34,22, 74,01 e 84,35 g planta⁻¹ para testemunha, cama de frango e esterco bovino, respectivamente.

Tabela 2 – Concentração de N-total, fósforo, potássio e N-NO₃⁻ na massa seca da parte aérea da alface em teste de probabilidade e de significância do teste de polinômios ortogonais

Tratamento	N	P	K	N-NO ₃ ⁻ mg kg ⁻¹
	g kg ⁻¹			
1	24,5	2,9	15,2	1155,12
2	26,1	3,2	16,5	445,86
3	24,1	2,7	16,7	422,06
4	25,2	2,6	14,1	412,06
C.V.	12,26	10,39	6,45	18,25
Teste P	ns	*	*	**
Linear	ns	ns	*	**
Quadrática	ns	*	*	**

** e * = significativo ($P < 0,01$ e $P < 0,05$, respectivamente) pelo teste de Tukey

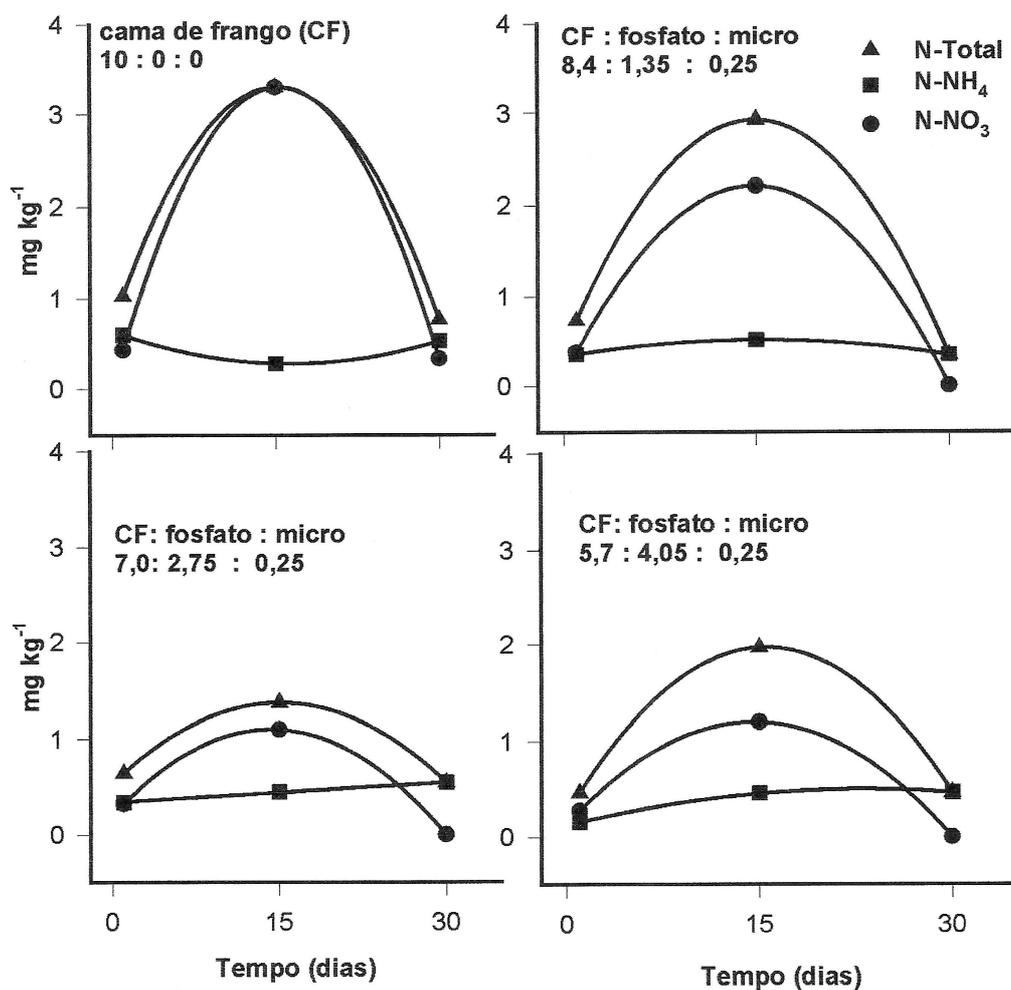


Figura 2 - Teores de N-mineral do solo (N-NH₄⁺; N-NO₃⁻; N total) adubado com cama de frango pura e misturada com diferentes proporções de termofosfato

Tabela 3 – Produção de massa fresca e massa seca de folhas e concentração de nitrogênio, fósforo, potássio e N-NO₃⁻ no tecido vegetal em resposta à aplicação dos tratamentos

Tratamento	g planta ⁻¹		N	g kg ⁻¹			N-NO ₃ ⁻ mg kg ⁻¹
	MFF	MSF		P	K	N-NO ₃ ⁻	
1	34,22 d*	1,27 c	20,0 a	3,2 a	13,5 ab	699,8 bc ^{k%}	
2	74,00 c	3,83 b	24,5 a	2,9 a	15,2 a	1155,1 a	
3	122,10 a	8,09 a	25,0 a	3,0 a	16,8 a	404,8 d	
4	123,80 a	7,80 a	23,3 a	2,7 a	16,7 a	445,8 dc	
5	84,35 c	5,87 ab	24,3 a	2,7 a	14,5 ab	730,1 b	
6	104,20 b	6,32 a	25,8 a	2,9 a	9,5 b	429,9 d	
7	101,54 b	5,24 ab	23,1 a	2,8 a	14,3 ab	416,6 d	
CV	11,05	17,84	18,26	16,40	17,20	20,61	

* Médias seguidas da mesma letra e dentro da mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Com a adição do termofosfato, tanto na cama de frango como no esterco bovino, houve incremento significativo da massa fresca das plantas, sendo as produções 122,1 e 104,2 g planta⁻¹, respectivamente. Já o suprimento de micronutrientes na cama de frango como no esterco bovino não teve nenhum efeito adicional, porém o maior peso fresco foi observado no tratamento com cama de frango (123,80 g planta⁻¹).

Turazi et al. (2006) verificaram que a utilização do esterco bovino puro pela alface resultou em menor produtividade (9,99 t ha⁻¹) de massa seca, quando comparado com a produção dos tratamentos com adubação mineral, adubação mineral com esterco bovino, adubação mineral com cama de frango e cama de frango pura. Tal comportamento também foi observado por Pires (2003) em plantas de alface, tendo o esterco bovino (3,0 kg m⁻²) promovido produtividade de aproximadamente 12 t ha⁻¹. Essa baixa produção pode ter ocorrido devido à imobilização do nitrogênio do composto orgânico, indisponibilizando tal nutriente para as plantas.

A disponibilidade de nitrogênio para as plantas varia com a taxa de mineralização da matéria orgânica, que vai depender do nitrogênio imobilizado disponível, temperatura, umidade, pH, aeração do solo, das perdas de nitrogênio por lixiviação e da relação carbono: nitrogênio do material (SALEK et al., 1998; FRANCIS; COOPER, 1998).

As concentrações de nitrogênio e de fósforo no tecido vegetal não foram diferentes para os tratamentos testados. Tais concentrações variaram de 20,0 a 25,8 g kg⁻¹ de nitrogênio e de 2,7 a 3,2 g kg⁻¹ de fósforo. A concentração de potássio variou de 9,5 a 16,8 g kg⁻¹, sendo que o tratamento com esterco bovino mais termofosfato foi o que resultou em menor valor desse nutriente (9,5 g kg⁻¹).

Em relação ao NO₃⁻ no tecido vegetal, observou-se maior concentração nas plantas que receberam o tratamento com apenas cama de frango, 1155,12 mg kg⁻¹ (Tabela 3), discordando de Morselli e Donin (2003). Esses autores, trabalhando com alface orgânica, concluíram que o adubo que proporcionou maior acúmulo de nitrato na alface foi o vermicomposto bovino.

Com a adição do termofosfato nos tratamentos, a concentração de NO₃⁻ no tecido vegetal diminuiu gradativamente, tanto nos tratamentos com cama de frango quanto no de esterco bovino. Os teores encontrados nos tecidos das plantas apresentaram a mesma proporção identificada nas amostras de terra dos vasos. A alta concentração de NO₃⁻ no tratamento com cama de frango pura deve-se à alta mineralização que ocorreu nesse material.

O alto teor de nitrato em toda a planta, além de poder redutor, demanda esqueletos de carbono oriundos da fotossíntese para sua redução e assimilação. Resultados de Fernandes (1990) indicam uma tendência à redução nos teores de açúcares solúveis da parte aérea em plantas de arroz em situação de alta disponibilidade de NO₃⁻. Muitas plantas cultivadas, tais como folhosas, possuem a tendência de reduzir grande parte do nitrato na parte aérea (MARSCHNER, 1995). A redução do NO₃⁻ é energeticamente muito dispendiosa e limitada na raiz, razão pela qual em muitas espécies vegetais, o nitrato é translocado para a parte aérea, onde é reduzido e incorporado em moléculas orgânicas (MARSCHNER, 1995).

A disponibilidade de nitrogênio mineral do solo (NH₄⁺ + NO₃⁻) foi maior aos 15 dias após o plantio da alface em todos os tratamentos estudados (Tabela 4). No tratamento de esterco bovino puro houve alta mineralização e maior concentração de nitrato no solo, contra traços de

Tabela 4 – Concentração de N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ e N_{total} das amostras de solo coletado dos vasos em resposta à aplicação dos tratamentos

Tratamentos	N-NH ₄ ⁺			N-NO ₃ ⁻			N _{total}		
	1ª col.	2ª col.	3ª col.	1ª col.	2ª col.	3ª col.	1ª col.	2ª col.	3ª col.
	mg kg ⁻¹								
1	0,14	0,56	0,44	0,00	0,24	0,00	0,15	0,86	0,44
2	0,63	0,31	0,53	0,43	3,74	1,20	1,06	4,04	2,03
3	0,20	0,49	0,31	0,35	2,66	0,00	0,54	3,14	0,31
4	0,26	0,45	0,61	0,30	1,18	0,00	0,53	1,38	0,61
5	0,19	0,49	0,68	0,43	5,02	0,00	0,62	5,39	0,69
6	0,11	0,48	0,52	0,35	0,00	0,00	0,47	0,45	0,52
7	0,15	0,42	0,46	0,22	0,85	0,00	0,37	1,27	0,46
CV		32,66			70,09			52,24	

amônio. O pH em água do solo estava em 6,1 e sabe-se que em condições de alto pH a nitrificação é favorecida.

O termofosfato nessas condições experimentais atuou nos processos de mineralização da matéria orgânica, conseqüentemente, controlou a concentração de nitrato no solo e nos tecidos das plantas. A adição de fósforo ou gesso para inibir a volatilização de amônia e, conseqüentemente, evitar perdas de nitrogênio, é bem descrita na literatura (PROCHNOW et al., 2001). Os altos coeficientes de variação do nitrato apresentados na Tabela 4 pode ter ocorrido devido à alta absorção de nitrato pelas plantas, uma vez que a alface tem alta capacidade de absorver esse íon.

Conclusões

As adubações, tanto com esterco bovino quanto com cama de frango, dobraram a produtividade da massa fresca de folhas; e a adição de termofosfato e micronutrientes a esses esterco promoveu produtividade ainda maior. O suprimento de termofosfato nos compostos orgânicos favoreceu ainda o decréscimo dos teores de NO_3^- no tecido vegetal e no solo.

Referências

- BENINNI, E. R. Y. et al. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 02, p. 183-186, 2002.
- CASTRO, S. R. P.; FERRAZ JUNIOR, A. S. L. Teores de nitrato nas folhas e produção da alface cultivada com diferentes fontes de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 01, p. 65-68, 1998.
- CATALDO, D. A. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communication Soil Science and Plant Analysis**, v. 06, n. 01, p. 71-80, 1975.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro nacional de Pesquisa de Solos. **Métodos de análises físicas e químicas do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- ESCOÍN-PEÑA, M. C. et al. Contenido de nitratos en lechugas y espinacas frescas. **Alimentaria**, n. 298, p. 37-41, 1998.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE, 1994. 227 p.
- FERNANDES, M. S. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre a absorção e assimilação de N em arroz. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 02, n. 01, p. 1-6, 1990.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402 p. 2000.
- FRANCIS, P. B.; COOPER, P. E. Rate and timing of nitrogen fertilization on yield and gross revenue of fresh market tomatoes following a winter legume cover crop. **Journal of Vegetable Crop Production**, v. 04, n. 01, p. 55-65, 1998.
- GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). Solos dos cerrados: **tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1985. p. 129-163.
- HERNÁNDEZ, T. et al. Utilización de resíduos urbanos como fertilizantes orgânicos. **Suelo y Planta**, v. 02, p. 373-383, 1992.
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 141-148.
- LANA, R. M. Q. et al. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 03, p. 525-528, 2004.
- LOPES, J. C.; et al. Produção de alface com doses de solo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 01, p. 143-147, 2005.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New York: Acad. Press, 1995. 889 p.
- MAYNARD, D. et al. Nitrate accumulation in vegetables. **Advances in Agronomy**, v. 28, p. 71-118, 1976.
- MORSELLI, Tânia Beatriz Gamboa Araújo; DONIN, Dosimara. Conteúdos de nitrato em alface produzida sob adubação orgânica em ambiente protegido. In: 43º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2003, Recife. **Resumos...** Brasília: SOB, 2003. v. 21. p. 249-422.
- PIRES, J. F. **Impacto da fertilização química e orgânica na produtividade e em alguns aspectos qualitativos de alface e repolho produzidos no Distrito Federal**. 2003. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília.
- PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R.; FRANÇA, F. H. Produtividade de alface cv. Verônica e repolho cv. Kenzan em função de adubação orgânica e química em Brasília-DF. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 279, 2002. Suplemento.
- PROCHNOW L. I. et al. Controle da volatilização de amônia em compostagem mediante adição de gesso agrícola e superfosfatos com diferentes níveis de acidez residual. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 65-70, 2001.
- RICHARDSON, S. J.; HARDGRAVE, M. Effect of temperature, carbondioxide entichment, nitrogen form and rate of nitrogen fertilizer on the yield and nitrate content of two varieties of glasshouse lettuce. **Journal of the Science Food and Agriculture**, v. 59, n. 03, p. 345-349, 1992.
- RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. Rendimento e concentração de nutrientes em alface em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 125-128, 1999.
- SALEK, R. C. et al. Efeito do esterco de galinha e sua associação com fertilizantes sobre a produção do tomateiro no município de Teresópolis – RJ. Niterói: **Pesagro** – Rio de Janeiro, 3 p. 1998.

SANTAMARIA, P. Contributo degli ortaggi all'assunzione giornaliera di nitrato-nitrito e nitrosamine. **Industrie Alimentari**, v. 36, p. 1329-1334, 1997.

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

SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide. Version 8.2 for windows. Cary: SAS Inst, 2002.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, p. 174. 1995.

TURAZI, C. M. V. et al. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 01, p. 65-70, 2006.

XIMENES, M. I. N. **Aplicação da polarografia na determinação de nitrato em vegetais**. 1998. 107 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade de Brasília, Brasília.