

PRODUÇÃO DE ALFACE E ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO DECORRENTES DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E QUÍMICA¹

Danilo D. CASTILHOS²
Luciana M. SOUZA³
Tânia B.G.A. MORSELLI⁴

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes vermicompostos sobre os atributos químicos do solo e sobre a produção de alface (cv. Regina), cultivada em casa de vegetação. Os vermicompostos foram originados dos seguintes materiais: esterco de codornas, esterco bovino, esterco equino, esterco suíno, esterco ovino, borra-de-café e erva – mate. Como tratamentos controle foram utilizados: adubação mineral e testemunha sem adubação. A calagem e as adubações mineral e orgânica obedeceram as recomendações para a cultura, elevando-se o pH a 6,0 e acrescentando a necessidade de nitrogênio. Os resultados permitiram concluir que a aplicação de vermicompostos ao solo, de um modo geral, aumentou o pH. Os vermicompostos originados de borra de café e de erva-mate aumentaram os teores de N mineral ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$). Os teores de P e de K aumentaram com a aplicação de vermicompostos de esterco equino e de ovinos, enquanto os materiais originados de esterco de codornas, de suínos, de ovinos e de equinos aumentaram os teores de Ca, de Mg, de Mn e de Zn, respectivamente. A produção de alface aumentou com a aplicação de vermicompostos de origem animal, destacando-se o originado de esterco suíno.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Nutrientes, Ph, Resíduos Orgânicos, Olericultura

LETTUCE GROWTH AND SOIL CHEMICAL CHANGES AFFECTED BY ORGANIC AND CHEMICAL FERTILIZATION

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the influence of different vermicomposts on chemical soil attributes and lettuce growth (cv. Regina) cultivated in greenhouse. The vermicomposts were originated from quail, bovine, equine, swine and ovine manure, coffee drags and herb-checkmate. As control, treatments with and without mineral fertilizer were utilized. The liming and the rates of mineral fertilizer and vermicompost were utilized according to the official

¹ Aprovado para publicação em 25.10.07

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Departamento de Solos, FAEM/UFPEL. Cx. Postal 354-CEP 96.010-900-Pelotas (RS)
E-mail: danilodc@ufpel.tche.br

³ Bióloga, M. Sc., CEFET-Bento Gonçalves (RS).

⁴ Engenheira Agrônoma, Dra., Departamento de Solos, FAEM/UFPEL. Cx. Postal 354-CEP 96.010-900-Pelotas (RS).

recommendations, elevating the pH to 6,0 and adding the nitrogen demanded by the culture. In general, vermicompost treatments increased the soil's pH. The vermicomposts originated from coffee drags and herb-checkmate increased the levels of mineral N ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$). The P and K concentration increased in soil amended with vermicomposts originated from equine and ovine manure while quail, swine, ovine and equine material increased the Ca, Mg, Mn and Zn concentration, respectively. The lettuce yield increased in soil amended with vermicomposts originated from animal waste, especially with swine manure.

INDEX TERMS: Nutrients, Ph, Organic Wastes, Olericulture

1 INTRODUÇÃO

Com a elevação dos custos da adubação mineral, os resíduos orgânicos produzidos pela indústria, pelas cidades ou pelo meio rural agrícola, passaram a ter maior importância como materiais recicláveis e utilizáveis para melhorar as condições do solo e aumentar o seu nível de fertilidade Tedesco et al. (1999).

O vermicomposto é um adubo orgânico inodoro, leve, de coloração escura e uniforme, e apresenta propriedades físicas, químicas e biológicas completamente diferentes da matéria prima original, devido ao seu maior grau de humificação (ANTONIOLLI et al., 1996). É produzido por meio de um processo controlado de decomposição aeróbica (vermicompostagem) onde em uma primeira fase estão envolvidos exclusivamente fungos e bactérias e, numa segunda fase, minhocas atuam em conjunto, acelerando a decomposição e produzindo um composto de melhor qualidade (HARRIS, PLATT; PRICE, 1990).

Entre os resíduos passíveis de aproveitamento para a vermicompostagem podem ser citados os esterco, as "camas" de animais criados em confinamento, resíduos de alimentos, resíduos vegetais, borra de café, entre outros (BICCA, 1999).

O vermicomposto quando aplicado ao solo modifica suas propriedades químicas, físicas e biológicas, apresentando vantagens peculiares, quando comparado a outros adubos orgânicos tais como: aumento da capacidade de troca de cátions (MANNA et al., 1997) e dos teores de nutrientes (ANTONIOLLI et al., 1996), aumento do pH (LONGO, 1995) e a diminuição da toxidez provocada por alumínio e manganês devido à complexação desses elementos (ELVIRA et al., 1996).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada, dentre as hortaliças folhosas, a de maior consumo e maior importância econômica, com uma área plantada de 3.530 ha e uma produção de 72.231 t/ano no RS, ocupando no Brasil, o décimo lugar em área cultivada, quinto em termos de volume produzido e o segundo em valor da produção (EMATER, 1999). Alguns trabalhos relatam que a aplicação de vermicompostos nesta cultura provocou aumentos de 40% na produtividade (RICCI et al., 1994), de 30% na síntese de proteína (GALLI et al., 1992) bem como aumentos nos teores de açúcares totais e de vitamina C (SANTOS et al., 1994), quando comparados com a adubação química. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar as alterações químicas de um solo e o crescimento de alface após a aplicação de diferentes vermicompostos e de adubação química.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel durante o período de 15/09 a 30/10/2004, utilizando-se um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (EMBRAPA-CNPS, 1999). Antes da instalação do experimento foram determinados os atributos químicos do solo, apresentando: pH (H₂O)= 5,0; matéria orgânica = 20,6 g kg⁻¹; P, K e Na = 1,9; 35,0 e 6,0 mg dm⁻³, respectivamente e Al, Ca e Mg = 0,8; 1,4 e 0,6 cmol_c dm⁻³,

respectivamente. Os tratamentos foram constituídos de diferentes vermicompostos previamente produzidos por Huber (2003) originários dos seguintes resíduos: esterco de bovinos (BO), de suínos (SU), de ovinos (OV), de codornas (CD), de equinos (EQ), borra de café (BC) e erva-mate (EM).

A caracterização química destes materiais foi efetuada conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995) e consta na Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização química¹ dos vermicompostos utilizados.

Vermicompostos ²	pH	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N
		----- % -----						
CD	6,0	35,4	1,0	0,34	0,27	0,72	0,02	36,8
BO	6,4	14,5	1,7	0,32	0,69	0,57	0,38	8,6
EQ	6,3	18,3	1,5	0,85	0,68	1,19	0,96	12,0
SU	7,2	14,7	2,1	6,49	1,76	8,26	0,34	6,9
OV	9,3	26,9	2,8	1,50	5,04	1,39	0,06	9,6
BC	8,4	31,1	3,0	0,98	1,03	2,83	2,44	10,4
EM	6,3	19,6	3,3	0,94	0,63	0,74	0,64	5,9

¹Metodologia de Tedesco et al.(1995)

²Originados de : CD-esterco de codornas, BO-esterco de bovinos, EQ-esterco de equinos, SU-esterco de suínos, OV-esterco de ovinos, BC-borra de café e EM-erva mate.

Como tratamentos controle foram utilizados a adubação mineral (AM) e testemunha sem adubação (TE). O calcário foi aplicado em todos os tratamento com dose equivalente à 4,8 t/ha, objetivando elevar o pH a 6,0. As doses de NPK e calcário foram determinadas utilizando-se as quantidades recomendados pela Comissão de Fertilidade do

Solo (1995). As quantidades dos vermicompostos foram determinadas de modo a suprir à exigência de nitrogênio à cultura da alface. Assim sendo as quantidades aplicadas nos tratamentos cujos materiais eram originados de esterco de codorna, de bovinos, de equinos, de suínos, de ovinos, borra de café e erva-mate foram equivalentes a 15,0; 8,8;

10,0; 7,1; 5,4; 5,0 e 4,5 t ha⁻¹, respectivamente. As quantidades de carbono e dos macronutrientes, acrescentadas ao solo com as doses dos vermicompostos, constam na Tabela 2. No tratamento “Adubação mineral” foram aplicados 150, 180 e 130 Kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Foram utilizadas mudas de alface da cultivar “Regina”. Cada parcela constou de 1 planta cultivada em vasos com capacidade de 6 Kg de solo, sendo estudados nove tratamentos com quatro repetições, dispostos em um delineamento em blocos ao acaso. O solo dos vasos foi mantido com umidade referente a 85% da água retida à tensão de 1/3 atm até o

final do experimento. Após 28 dias de cultivo foram determinados o diâmetro das plantas, o número de folhas por planta e efetuada a colheita, uma vez que as plantas atingiram o diâmetro estabelecido para comercialização. A avaliação da área foliar foi feita com aparelho integrador Li-COR modelo Li-3.100, de leitura direta. Após, as plantas foram mantidas em estufa (65 °C) para secagem e determinação da massa seca da parte aérea. Os vasos foram desmanchados e analisados no solo, os valores de pH e os teores de C orgânico, N, Ca, Mg, P, Na, N total N mineral (NO₃⁻ e NH₄⁺), Mn, Zn, Cu e Fe, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Tabela 2- Quantidades de C e dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg adicionadas ao solo com a aplicação dos vermicompostos.

UFPEl, Pelotas/RS, 2004.

Vermicompostos ¹	C	N	P	K	Ca	Mg
----- kg ha ⁻¹ -----						
CD	5310	150	51	40	108	3
BO	1276	150	28	60	50	33
EQ	1830	150	85	68	119	96
SU	1043	150	460	124	586	24
OV	1452	150	81	272	75	3
BC	1555	150	49	51	141	122
EM	882	150	42	28	33	28

¹Originados de : CD-esterco de codornas, BO-esterco de bovinos, EQ-esterco de equínos, SU-esterco de suínos, OV-esterco de ovinos, BC-borra de café e EM-erva mate.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH variaram em função da aplicação de diferentes vermicompostos ao solo (Tabela 3). Os maiores valores foram observados nos tratamentos que receberam vermicompostos de origem animal, codorna e eqüinos, não diferindo estatisticamente dos que receberam vermicompostos suíno ou ovino. Mesmo considerando que foi efetuada aplicação de calcário para elevação do pH a 6,0, a aplicação adicional dos vermicompostos provocou, em média, aumentos respectivos de 0,6 e 0,5 unidades de pH, quando comparados à testemunha e ao tratamento com adubação mineral. O uso de vermicomposto facilita a correção do solo, uma vez que as minhocas possuem as chamadas glândulas de Morren ou calcíferas, que secretam CaCO_3 em pequenas concreções, transformando a matéria orgânica utilizada em material neutro ou alcalino (LONGO, 1995; KIEHL, 1985).

De um modo geral, a aplicação de vermicompostos proporcionou um aumento médio nos teores de carbono orgânico de 11,5 a 47,3 % quando comparados à testemunha e ao solo que recebeu adubação mineral, respectivamente (Tabela 3). O maior teor foi observado no solo que recebeu aplicação de vermicomposto de codorna como resultado provável da quantidade mais elevada, entre os vermicompostos, aplicada ao solo, o que equivaleu a 5310 kg de C ha^{-1} . Foram observadas correlações lineares positivas entre C aplicado no solo e carbono orgânico total (Tabelas 2 e 3) e também entre a relação C/N dos vermicompostos e o carbono orgânico total (Tabelas 1 e 3), ambos com coeficiente $r = 0,66$ ($p < 0,01$), evidenciando a dependência entre o suprimento externo de carbono e o seu acúmulo no solo.

Os maiores teores de P no solo foram observados nos tratamentos com aplicação de vermicompostos suíno e eqüino, sendo estatisticamente superiores aos demais tratamentos. Os tratamentos com vermicomposto de codorna e adubação mineral apresentaram, em média, teores de 54,4 mg dm^{-3} . Considerando o teor de P inicial no solo (1,9 mg dm^{-3}), a aplicação desses materiais elevou os teores de P da classe “limitante” para “muito alto”, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo (1995). Correlações lineares positivas foram observadas em relação à quantidade de P aplicada através dos vermicompostos e os teores de P no solo (Tabelas 2 e 3), com coeficiente $r = 0,85$ ($p < 0,01$). O tratamento com vermicomposto ovino aumentou os teores de Na e K no solo em 86 e 91%, respectivamente, quando comparados ao tratamento com adubação mineral. Esses resultados provavelmente advêm da alta incorporação destes elementos neste tratamento. Em relação ao K, a aplicação de vermicomposto suíno acrescentou 272 kg ha^{-1} de K. Constatou-se uma correlação linear positiva entre os teores de K incorporados por intermédio dos vermicompostos e os teores observados no solo ao final do experimento (Tabelas 2 e 3), com coeficiente $r = 0,83$ ($p < 0,01$). Extraíndo-se o efeito da incorporação de calcário, que foi igual para todos os tratamentos, a aplicação de vermicomposto de esterco de codornas aumentou os teores de cálcio em 39% e o vermicomposto de eqüinos duplicou o teor de magnésio, quando comparados ao tratamento com adubação mineral. Terra (2000), considera importante a avaliação da relação Ca/Mg no solo, uma vez que os teores destes elementos se alteram com o cultivo, principalmente quando se trata da utilização de hortaliças em ambiente protegido. Segundo o autor, as relações consideradas

normais para Ca/Mg estão entre 3 e 5. No presente trabalho, os tratamentos com vermicompostos de codorna e erva-mate, estão dentro da faixa recomendada.

A aplicação dos vermicompostos ao solo causou aumento nos teores de N total do solo, apenas em relação ao tratamento testemunha (Tabela 4). A pequena diferença dos valores de N total entre os tratamentos é decorrente do critério de aplicação dos vermicompostos ao solo, sendo estes aplicados com o objetivo de atender à necessidade de N

para a cultura de alface, que foi de 150 kg ha⁻¹. Mesmo assim, o solo que recebeu vermicomposto de codorna apresentou um aumento de 16,8 e 21,6 % em relação ao solo testemunha e ao tratamento com adubação mineral, respectivamente. Os solos adubados com os demais vermicompostos não tiveram diferença significativa entre si, porém, em termos médios se obteve um aumento de 14 % nos teores de nitrogênio total nestes solos, em relação à testemunha.

Tabela 3- Valores de pH e teores de carbono orgânico, P, K, Na disponíveis, Ca, Mg e Al trocáveis do solo após a aplicação dos vermicompostos ou adubação mineral. UFPel, Pelotas/RS, 2004.

Tratamentos ¹	pH	C orgânico --g kg ⁻¹ --	P -----mg dm ⁻³ -----	K	Na	Ca	Mg ---cmol _c dm ⁻³ ----	Ca/Mg
CD	6,4 a	26,2 a	56,4 c	33,2 d	21,2 b	3,6 a	0,9 c	4,0
BO	6,1 b	20,2 bcd	16,0 de	40,6 cde	15,4 cd	3,3 ab	1,2 b	2,8
EQ	6,4 a	21,8 b	100,1 b	41,1 cde	17,3 c	2,9 bc	1,7 a	1,7
SU	6,3 ab	21,4 bc	167,6 a	42,4 cde	15,2 cd	2,9 c	1,8 a	1,6
OV	6,3 ab	21,2 bc	22,4 d	84,7 a	26,5 a	2,7 c	1,3 b	2,1
BC	5,8 c	19,6 bcd	6,2 e	57,1 b	15,0 cd	2,7 c	1,0 c	2,7
EM	5,8 c	20,8 bc	4,0 e	42,2 cde	13,4 d	2,7 c	0,9 c	3,0
AM	5,7c	19,0 cd	52,4 c	44,3 bc	14,3 cd	2,6 c	0,9 c	2,9
TE	5,8 c	18,0 d	4,7e	34,2 de	13,0 d	2,6 c	0,9 c	2,9
CV(%)	1,9	9,5	18,8	10,6	11,2	10,7	7,8	

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si (Duncan 5%).

¹Vermicomposto de : CD-esterco de codornas, BO-esterco de bovinos, EQ-esterco de eqüinos, SU-esterco de suínos, OV-esterco de ovinos, BC-borra de café e EM-erva mate. AM=Adubação mineral e TE= testemunha

Tabela 4 - Teores de N total, N mineral (NH₄⁺ + NO₃⁻), Mn, Cu e Zn do solo após a aplicação dos vermicompostos e adubação mineral. UFPel, Pelotas/RS, 2004.

Tratamentos	N total g Kg ⁻¹	N mineral mg kg ⁻¹	Mn -----	Cu mg dm ⁻³	Zn -----
CD	0,90 a	20,8 c	21,2 a	0,91 a	4,6 ab
BO	0,87 ab	13,1 d	15,4 c	0,97 a	3,2 c
EQ	0,86 ab	20,9 c	16,8 c	0,97 a	5,4 a
SU	0,80 ab	14,2 c	14,8 cd	0,90 a	4,4 b
OV	0,84 ab	19,4 c	25,9 a	0,80 a	3,3 c
BC	0,83 ab	40,2 a	15,2 cd	0,86 a	2,2 d
EM	0,81 ab	35,6 ab	13,0 d	0,80 a	2,7 cd
AM	0,77 ab	22,1 c	13,8 cd	0,86 a	2,2 d
TE	0,74 b	10,8 e	13,0 d	0,86 a	2,1 d
CV(%)	11,3	13,3	11,2	24,9	16,6

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si (Duncan 5%).

Os teores de N mineral total (NH₄⁺ e NO₃⁻) do solo variaram de acordo com o tipo de vermicomposto aplicado ao solo. Ao final do experimento os maiores teores foram observados no tratamento que recebeu vermicomposto originado de borra-de-café, não diferindo estatisticamente do tratamento contendo vermicomposto de erva-mate. Quando comparados ao tratamento com adubação mineral, esses tratamentos proporcionaram aumentos de 82% e 61%, respectivamente. A mineralização do nitrogênio orgânico do solo ocorre sob distintas velocidades, sendo diretamente relacionada com o caráter lábil das frações orgânicas e com a atividade dos grupos microbianos que as utilizam (CAMARGO; GIANELLO; VIDOR, 1997). A quantidade de N-mineralizado em determinado período depende de fatores como temperatura, umidade,

aeração, quantidade e natureza do material orgânico presente (MARY et al., 1996). Como a temperatura, umidade, aeração e a quantidade de N foram uniformes durante o experimento, independente do tratamento, o comportamento apresentado deve-se à natureza dos diferentes materiais aplicados.

Os tratamentos que receberam vermicompostos ovino e de codorna apresentaram teores de manganês estatisticamente superiores aos demais (Tabela 4), sendo que o restante dos tratamentos não diferiram entre si. Observou-se uma redução nos teores de manganês do solo ao final do experimento, inclusive no tratamento testemunha, quando comparados ao teor original do solo que foi de 43,2 mg dm⁻³, como resultado do aumento do pH do solo em todos os tratamentos. A decomposição da matéria

orgânica pela biomassa heterotrófica pode resultar na liberação de compostos orgânicos complexantes que também podem promover a formação de complexos estáveis, diminuindo a disponibilidade de alguns elementos (BOCKERT, 1991). Solos contendo um elevado teor de matéria orgânica muitas vezes exibem deficiência desse elemento, provavelmente devido à formação de compostos insolúveis (Melo et al., 2000). Os teores de cobre no solo não variaram estatisticamente entre os tratamentos. Os teores de zinco aumentaram com a aplicação de vermicompostos de origem animal ao solo. Estes tratamentos apresentaram um incremento de 81,7 %, em média, em relação aos vermicompostos de origem vegetal, adubação mineral e testemunha.

A aplicação dos vermicompostos de origem animal ao solo proporcionou aumento no diâmetro médio das plantas (Tabela 5). As adubações com vermicomposto de suíno e equino proporcionaram diâmetros, estatisticamente superiores aos demais tratamentos em cerca de 11% superiores ao diâmetro das plantas observado no tratamento com adubação mineral. Resultados semelhantes foram observados por Krolow et al., (2003), onde as plantas que receberam vermicomposto suíno e equino destacaram-se positivamente em relação a este parâmetro. Cabe salientar que todas as plantas adubadas com vermicompostos oriundos de resíduos animais e adubação mineral apresentaram diâmetro superior ao diâmetro de comercialização que, de acordo com Rosa (1998), é de 28 cm.

Tabela 5 - Diâmetro, número de folhas, área foliar e matéria seca da alface cultivada em solo com vermicompostos ou adubação mineral. UFPel, Pelotas/RS, 2004.

Tratamentos	Diâmetro cm	Número de folhas	Área foliar dm ²	Matéria seca g planta ⁻¹
CD	37,1 b	36,7 b	38,54 c	16,0 cd
BO	33,9 c	36,2 b	37,64 d	15,4 d
EQ	43,7 a	41,0 ab	47,41 b	19,4 b
SU	43,5 a	43,2 a	56,78 a	20,7 a
OV	39,0 b	36,7 b	43,70 bc	17,0 c
BC	21,9 d	20,5 d	8,92 e	9,8 e
EM	22,1 d	26,2 c	9,75 e	10,3 e
AM	39,2 b	37,2 b	42,38 bc	16,2 cd
TE	20,0 d	21,0 d	7,94 e	9,9 e
CV(%)	5,9	8,9	10,7	6,0

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si (Duncan 5%).

O maior número de folhas por planta também foi observado nos tratamentos que receberam vermicompostos suíno e equíno. Estes tratamentos proporcionaram, respectivamente, um aumento de 10 e 16% no número de folhas, em comparação à adubação mineral. As demais plantas adubadas com vermicompostos de origem animal, não apresentaram diferença significativa entre si e ao solo com adubação mineral, mas foram superiores aos vermicompostos de origem vegetal e testemunha. O número médio de folhas de alface obtido com os vermicompostos de origem animal e adubação mineral foi superior à média obtida a campo por Segovia et al., (1997), confirmando as citações de Araújo et al. (1997) sobre o efeito positivo do cultivo protegido sobre o número de folhas por planta. Os resultados com estas adubações também foram superiores aos de Morselli (2001) e Quijano (1999) em cultivos de alface na presença de vermicompostos.

A aplicação de vermicompostos de origem animal ao solo proporcionou um incremento médio na área foliar das plantas de alface de 405 %, quando comparados aos vermicompostos de origem vegetal e testemunha. Estes resultados foram superiores aos encontrados por Morselli (2001), trabalhando com adubação orgânica de alface em ambiente protegido. As plantas adubadas com vermicompostos de origem vegetal apresentaram os menores valores e não diferiram do tratamento testemunha.

As influências significativas dos vermicompostos de origem animal no cultivo de alface se devem, em parte, à presença do ácido indol acético, considerado por Tibau (1984) e Compagnoni e Putzolu (1995) de

fundamental importância para estimular a absorção via radicular. Segundo Raven, Evert e Eichhorn (1996), este ácido promove a rápida divisão celular no sentido longitudinal, afetando positivamente a área foliar das plantas.

Assim como observado para o parâmetro área foliar, os tratamentos que receberam vermicompostos originados de esterco suíno e equíno proporcionaram uma maior produção de matéria seca por planta, com um incremento médio de 25 % quando relacionados aos demais vermicompostos de origem animal e adubação mineral, e 100% quando comparados aos vermicompostos de origem vegetal e ao tratamento testemunha.

Os resultados do presente trabalho concordam com os de Cintra et al. (1998) e Krolow et al. (2003) que utilizando resíduos orgânicos de origem animal e vegetal na produção de alface, obtiveram melhores respostas para massa seca da parte aérea com adubo de origem animal. De acordo com Antonioli et al. (1996) os vermicompostos de origem animal são dotados de reguladores de crescimento (fitohormônios), tais como auxinas AIA, citocininas IPA e giberelinas GA3, cuja presença pode ser observada de forma direta, por análises químicas e biológicas e, indiretamente, pelo efeito hormonal que o vermicomposto produz quando aplicado às plantas.

Como mencionado anteriormente, as quantidades de vermicompostos foram aplicadas ao solo de modo a suprir a exigência de N à cultura da alface. Os vermicompostos oriundos de resíduos vegetais, que apresentaram os maiores teores de N (Tabela 1), foram, portanto, aplicados em doses inferiores,

podendo ter ocasionado deficiência de outros nutrientes, a exemplo dos elementos K e Ca (Tabela 2), tornando-se um fator limitante para o crescimento das plantas.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi desenvolvido o trabalho conclui-se que:

- a) a aplicação de vermicompostos ao solo provoca aumento adicional no pH em relação à aplicação de calcário;
- b) a aplicação ao solo de vermicompostos originados de borra-de-café e de erva-mate aumenta os teores de N mineral ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$);
- c) as aplicações de vermicompostos originados de esterco de suínos, eqüinos e ovinos aumentam os teores de P e K do solo;
- d) as aplicações ao solo de vermicompostos originados de esterco de codornas e de suínos aumentam os teores de Ca e de Mg, respectivamente;
- e) a aplicação de vermicompostos originados de esterco de ovinos e de eqüinos aumentam os teores de Mn e de Zn do solo, respectivamente;
- f) a produção de alface é aumentada com a aplicação ao solo de vermicompostos de origem animal, destacando-se o vermicomposto originado de esterco suíno.

REFERÊNCIAS

- ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, E. M. N.; CARDOSO, S. J. T.; WIETHAN, M. M. S.; FERRI, M. *Iniciação à minhocultura. Criação em cativeiro e vermicompostagem*. Santa Maria: UFSM, 1996. p.59-89.
- ARAÚJO, J.A.C. de; SILVA, M.L.O; FARIA Jr, M.A; SANTOS, V.A. dos; CORTEZ, G.E.P. Avaliação da produção de alface em dois modelos de estufas, arco e capela. *Horticultura Brasileira*, v. 15, 1997.
- BICCA, A. M. O. *Caracterização física de diferentes vermicompostos obtidos nas estações fria e quente*. 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.
- BOCKERT, C.M. Manganês. In: MICRONUTRIENTES na agricultura brasileira. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato: CNPq, 1991. p. 173-647.
- CAMARGO, F.A.O., GIANELLO, C., VIDOR, C. Potencial de mineralização do nitrogênio em solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa (MG), v. 21, p. 575-579, 1997.
- CINTRA, A. A. D., MELLO, W.J., BRAZ, L.T., CHELI, R.A., LEITE, S.A.S. Influência de tipos de adubos orgânicos e de um composto a base de alga calcária (*Lithothamnium calcareum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. *Resumo...* Petrolina: SOB, 1998.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. *Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 3.ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 1995. 223p.

COMPAGNONI, L.; PUTZOLU, G. *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus*. Barcelona: Vecchi, 1995.127p.

ELVIRA, C.; GOICOECHEA, M.; SAMPEDRO, L.; MATO, S.; NOGALES, R. Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge by earthworms. *Bioresource Technology*, v. 57, n. 2, p. 173-177, 1996.

EMATER. Aspectos da cultura da alface no Brasil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE HORTICULTURA EM MONTEVIDÉO, 1999, Montevidéo. Montevidéo, 1999. p. 1-3.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

GALLI, E.; ROSIQUE, J.L.; TOMATI, D.; ROIG, A.; SENESI, N.; MIANO, T.M. Effect of humidified materials on plant metabolism In: MEETING OF THE INTERNATIONAL HUMIC SUBSTANCES SOCIETY, 6., 1992, Monopoli. *Proceeding...* Monopoli, 1992. p. 595-600.

HARRIS, G.D.; PLATT, W. L.; PRICE, B. C. Vermicomposting in a community. *Biocycle*, p.48 - 51, jan. 1990.

HUBER, A. C. K. *Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) e macrofauna (minhocas) no processo da vermicompostagem*. 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2003.

KIEHL, G.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KROLOW, I.; FILHO, L.O.; SILVEIRA, G.; KOHLER, C.; MORSELLI, T.B.G.A.; TEIXEIRA, C.; VITORIA, D. Resposta da alface cultivada em ambiente protegido à adubação orgânica de origem animal e vegetal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2003, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: CBA, 2003. CD-ROM.

LONGO, A. D. *Minhoca: de fertilizadora do solo a fonte de alimento*. São Paulo: Icone, 1995. 79p.

MANNA, M. C.; SINGH, M.; KUNDU, S.; SITRIPATHI, A. K.; TAKKAR, P. N. Growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *perionyx excavatus* as influenced by food materias. *Bio Fertil. Soil*, v.24, n.1, p.129-132, 1997.

MARY, B.; RECOUS, S.; DARWIS, D.; ROBIN, D. Interaction between decomposition of plant residues and nitrogen and nitrogen cycling in soil. *Plant and Soil*, The Hague, v. 181, p. 71-82, 1996.

MELO, W.J; MARQUES, M.O.; MELO, V.P.: de; CINTRA A. A.D. Uso de resíduos orgânicos em hortaliças e impacto ambiental. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 18, p. 67-81, jun. 2000.

MORSELLI, T. B.G. A. *Cultivo sucessivo alface (Lactuca sativa L.) sob adubação orgânica em ambiente protegido*. 2001. 139f. Tese (Dotourado em Agronomia - Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2001.

QUIJANO, F. G. *Uso de vermicompostos na nutrição e produção de alface (Lactuca sativa L.) em ambiente protegido*. 1999. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 1999.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728p.

RICCI, M. S. F. Produção de alface adubadas com composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 12, n. 1. p. 56, maio, 1994.

ROSA, J. da. *Respostas agronômicas de cultivares de alface (Lactuca sativa L.) em distintas épocas de semeadura e colheita em estufa plástica*. 1998. 47f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 1998.

SANTOS, R. H. S.; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R.; MIRANDA, L.C.G. de. Qualidade de alface cultivada em composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, v.12, n. 1, p. 29, 1994.

SEGOVIA, J.F.O.; ANDRIOLO, J.L.; BURIOL, G.A.; SCEIDER, F.M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface no interior e exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37-41, 1997.

TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

_____ ; SELBACH, P.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO F.A.O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo, ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, 1999. cap. 9, p. 159-192.

TERRA, S. B. *Comportamento da alface (Lactuca sativa L.) em ambiente protegido em duas épocas de cultivo com adubação orgânica*. 2000.102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2000.

TIBAU, A. O. *Matéria orgânica e fertilidade do solo*. São Paulo: Nobel, 1984. p.49-182.