

TEORES DE METAIS PESADOS, DE POTÁSSIO E DE SÓDIO NO SUBSTRATO APÓS O CULTIVO DE DEZ CULTIVARES DE ALFACE¹

Izabel Cristina dos Santos²
Vicente Wagner Dias Casali²
Glauco Vieira Miranda²

1. INTRODUÇÃO

Metais pesados podem, freqüentemente, se acumular em quantidades consideráveis nos tecidos das plantas e, inclusive, exceder os níveis de tolerância dos organismos animal e humano antes de prejudicarem a produção ou causarem efeitos fitotóxicos visíveis (6).

Vários autores afirmam que espécies vegetais e até cultivares diferem quanto à capacidade de absorção e ao acúmulo de metais pesados (9, 14). A alface é considerada uma das olerícolas mais eficientes na absorção de tais elementos (1, 9).

Como boa parte do composto orgânico produzido a partir de lixo urbano e lodo de esgoto é destinada à produção de olerícolas e o processo de coleta não-seletiva de lixo leva à mistura de materiais tóxicos com a fração orgânica do lixo domiciliar, estes resíduos podem causar contaminação ao meio ambiente se não forem manipulados e tratados convenientemente (10).

No Brasil, os poucos dados existentes referem-se à produtividade das culturas adubadas com composto orgânico de lixo, como na cultura de arroz (7), abacaxi (5) e milho (13).

Parte da tese de mestrado do primeiro autor.

¹ Aceito para publicação em 5.6.1996.

² Dep. de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, MG.

PURVES e MACKENZIE (11) observaram efeito positivo do composto orgânico de lixo na produção de batata e ervilha, enquanto na de alface e repolho não houve efeito. Verificou-se que alface e ervilha absorveram elevados teores de Zn e Cu.

O destino de elementos metálicos adicionados aos solos, incluindo sua mobilidade e suas reações no solo, bem como a absorção e distribuição nas plantas, é, portanto, de suma importância à saúde humana.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação com composto orgânico de lixo urbano sobre o pH em água, a condutividade elétrica, o teor de carbono orgânico, de metais pesados, de potássio e de sódio no substrato de crescimento e na produção de matéria fresca de folhas de 10 cultivares de alface.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento, em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, que consistiu no transplante de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) em vasos de plástico com capacidade para 5 dm³.

Em setembro de 1993, utilizando-se substrato não contaminado, verificado por meio de análise, foi realizada a semeadura de 10 cultivares de alface: Brasil 48, Grand Rapids, Vitória Verde-Clara, Regina 71, Brasil 303, Maravilha das Quatro Estações, Romana, Great Lakes China, Great Lakes 659 e Gigante IAC 1797, oriundos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa.

Foi realizada uma irrigação com solução nutritiva completa (8), com 25% da concentração inicial e irrigações diárias com água desmineralizada. Vinte e um dias após a semeadura, realizou-se o transplante das mudas.

Utilizou-se amostra de um Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa, proveniente do Município de Machado, MG (Quadro 1), fornecido pelo Banco de Solos do Departamento de Solos da UFV.

O solo, seco ao ar e passado em peneira de 4 mm, teve o pH corrigido por meio da aplicação de carbonatos de cálcio e magnésio p.a.

Trabalhou-se com a dose de 35 t/ha de composto orgânico de lixo urbano (base seca) obtido na COMLURB (Usina de Jacarepaguá, RJ). As características do substrato resultante da mistura do solo com o composto, antes do plantio e sem adubação mineral, encontram-se no Quadro 1. O resíduo mineral total do composto orgânico de lixo utilizado foi elevado: 52,60%. Portanto, aproximadamente 50% do material aplicado não era orgânico, o que reduz à metade as doses utilizadas. Cada dm³ de substrato recebeu 50 mg de nitrogênio, 100 mg de fósforo e 50 mg de potássio na

QUADRO 1 - Características físicas e químicas e classificação textural do material de solo e do substrato antes do plantio sem adubação mineral, utilizado nos experimentos

Características Avaliadas	Solo	Substrato
pH em água (1:2,5)	5,40	6,8
Carbono Orgânico (dag/kg) ^{1/}	2,10	3,5
P disponível (mg/dm ³) ^{2/}	4,70	39,5
K disponível (mg/dm ³) ^{2/}	44,00	454,0
Al trocável (cmol _c /dm ³) ^{2/}	0,00	0,0
Ca trocável (cmol _c /dm ³) ^{3/}	2,20	5,7
Mg trocável (cmol _c /dm ³) ^{3/}	0,60	0,9
H + Al (cmol _c /dm ³) ^{4/}	4,20	1,8
Soma de bases (cmol _c /dm ³)	2,89	7,8
CTC total (cmol _c /dm ³)	7,09	9,6
Saturação de bases (%)	40,70	81,2
Saturação de Al (%)	0,00	0,0
Zn (mg/dm ³) ^{2/}	0,68	16,4
Fe (mg/dm ³) ^{2/}	30,73	65,9
Mn (mg/dm ³) ^{2/}	7,45	11,2
Ni (mg/dm ³) ^{2/}	0,14	n.d.
Cu (mg/dm ³)	0,16	3,0
Pb (mg/dm ³)	1,03	5,7
Cd (mg/dm ³)	n.d.*	n.d.
Cr (mg/dm ³)	n.d.	n.d.
Na (mg/dm ³)	7,60	245,1
CE (dS/m)	-	4,9
Areia grossa (%) ^{5/}	26,00	-
Areia fina (%) ^{5/}	13,00	-
Silte (%) ^{5/}	18,00	-
Argila (%) ^{5/}	43,00	-
Classe textural ⁵	argiloso	-

1/ Método Walkley e Black (3).

2/ Extrator Mehlich-1 (3).

3/ Extrator KCl 1mol/L (3).

4/ Extraído com acetato de cálcio 0,5 mol/L, pH 7,0.

5/ Analisado de acordo com EMBRAPA (4).

* n.d. não detectado.

forma dos seguintes sais: KH_2PO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ e NH_4NO_3 . A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada 13 e 21 dias após o transplante, fornecendo 50mgN/dm^3 em cada aplicação, sendo utilizado o $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ p.a.

Os cultivares de alface constituíram os tratamentos que, com quatro repetições, foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso.

A umidade dos vasos foi mantida pela irrigação com água desmineralizada, sempre que necessário, de modo a evitar o percolamento de excessos para os pratos coletores.

A colheita foi realizada 30 dias após o transplante, as plantas foram cortadas rente ao solo e o peso da matéria fresca das folhas (MFF) foi determinado.

Após a colheita da alface e separação das raízes por peneiramento de cada unidade experimental, foi retirada uma amostra do substrato para determinações do pH em água, pelo método potenciométrico; dos teores de potássio (K), sódio (Na), chumbo (Pb), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) disponíveis, pelo método do extrator duplo ácido Mehlich-1 (3); do carbono orgânico (CO), pelo método Walkley e Black (3); e da condutividade elétrica (CE) no extrato de saturação, conforme metodologia descrita por RHOADES (12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso da matéria fresca e da matéria seca das folhas (MFF e MSF) e da matéria seca das raízes (MSR) da alface variou entre os cultivares (Quadro 2). Great Lakes China e Gigante IAC 1797 apresentaram os maiores pesos de MFF enquanto Great Lakes 659, Maravilha das Quatro Estações e Brasil 48, os menores. Os demais cultivares tiveram valores intermediários de peso de MFF (Quadro 2). Quanto ao peso da MSF, o do Great Lakes China foi maior que os dos demais. Great Lakes 659, Maravilha das Quatro Estações, Vitória Verde-Clara e Brasil 48 tiveram peso estatisticamente iguais entre si e menores que o dos demais (Quadro 2). No peso da MSR, Romana apresentou o maior valor, seguido de Great Lakes China, superior aos dos demais, que se comportaram de maneira semelhante.

No Quadro 3, observa-se o efeito diferencial dos cultivares que, por seus mecanismos e suas eficiências de absorção distintas, provocaram alterações nas características do substrato utilizado no cultivo.

O pH do substrato revelou efeito significativo dos cultivares (Quadro 3). O pH do substrato antes do plantio era 6,80 (Quadro 1), e após a colheita dos cultivares Gigante IAC 1797 e Grand Rapids era 6,75 e

QUADRO 2 - Médias dos pesos de matéria fresca e seca das folhas (MFF e MSF) e da matéria seca das raízes (MSR) dos cultivares de alface adubados com composto orgânico de lixo urbano

Cultivares	MFF	MSF	MSR
Brasil 48	139,48 cd*	17,41 cd	4,81 c
Grand Rapids	202,40 b	19,66 bc	4,89 c
Vitória Verde-Clara	191,61 b	17,34 cd	4,65 c
Regina 71	203,53 b	19,07 bc	4,83 c
Brasil 303	205,88 b	20,68 b	4,90 c
Marav. Quatro Estações	133,42 d	16,66 d	4,62 c
Romana	176,08 bc	21,42 b	6,56 a
Great Lakes China	225,84 a	23,80 a	5,46 b
Great Lakes 659	122,62 d	16,07 d	4,51 c
Gigante IAC 1797	220,20 ab	19,64 bc	4,66 c

* As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

6,37, respectivamente. Os demais cultivares apresentaram valores intermediários aos citados (Quadro 3).

COSTA (2), trabalhando com o mesmo solo utilizado neste trabalho e com o composto de outra usina da mesma comunidade, após o cultivo da alface Brasil 48 em substrato constituído de solo (pH inicial 4,93) e composto orgânico de lixo urbano (30 t/ha), detectou pH 7,05, acima do valor 6,57 encontrado neste trabalho para o mesmo cultivar num solo de mesma origem, com pH inicial 5,40 e 35 t/ha (Quadro 3), constatando que compostos orgânicos oriundos de uma mesma comunidade, porém de épocas e usinas diferentes, podem provocar efeitos diversos no solo.

As bases trocáveis como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ são responsáveis pelas modificações no pH do solo (7). O composto orgânico de lixo urbano apresentou alta concentração dessas bases (Quadro 1). Assim, a maior ou menor absorção de tais bases pelos cultivares de alface é que, provavelmente, levou às variações de pH observadas no Quadro 3.

Os valores da condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação e dos teores de K e Na indicam ter havido efeito significativo dos cultivares sobre tais características (Quadro 3).

Os substratos onde foram cultivados Brasil 48, Great Lakes 659, Regina 71, Romana, Great Lakes China, Maravilha das Quatro Estações e

QUADRO 3 - Médias do pH em água, da condutividade elétrica (CE), e dos teores de K, Na, Pb, Zn, Cu e Mn dos Substratos, após colheita dos cultivares de alface adubados com composto orgânico de lixo urbano

Cultivares	pH	CE (dS/m)	K	Na	Pb	Zn	Cu	Mn
Brasil 48	6,57 ab	4,41 a	305,75 abc	265,32 ab	4,19 a	15,82 ab	2,31 c	10,36 ab
Grand Rapids	6,37 c	3,86 ab	307,00 ab	269,60 a	4,54 a	16,30 a	2,51 bc	11,77 a
VVC	6,62 ab	2,75 d	255,00 d	188,75 e	4,08 a	14,75 bc	2,31 c	9,78 ab
Regina 71	6,57 ab	3,64 abc	267,00 cd	245,60 abc	4,19 a	15,15 abc	2,72 abc	10,38 ab
Brasil 303	6,50 bc	3,32 bcd	272,25 bcd	275,30 a	3,96 a	14,88 bc	3,37 a	10,73 a
MQE	6,57 ab	4,07 ab	326,25 a	237,00 bc	4,60 a	14,90 bc	2,90 abc	9,44 ab
Romana	6,60 ab	3,67 abc	262,00 d	230,40 cd	4,08 a	14,25 c	2,66 bc	7,59 bc
Great Lakes China	6,72 a	3,95 ab	239,75 d	227,95 cd	4,72 a	15,95 ab	3,05 ab	6,57 c
Great Lakes 659	6,60 ab	4,22 a	320,00 a	220,40 cd	4,25 a	14,89 bc	2,72 abc	10,36 ab
Gigante IAC 1797	6,75 a	2,90 cd	247,75 d	201,20 de	4,43 a	15,17 abc	2,74 abc	10,50 a

MQE = Maravilha das Quatro Estações.

VVC = Vitória Verde-Clara.

As médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Grand Rapids (Quadro 3) apresentaram os maiores valores de CE. Abaixo, porém, daquele registrado na amostra do mesmo substrato antes do plantio, que era de 4,9 dS/m (Quadro 1). Os substratos onde foram cultivados Vitória Verde-Clara, Gigante IAC 1797 e Brasil 303 apresentaram os menores valores de CE. Os substratos dos outros cultivares tiveram valores intermediários. Pela variação observada na CE (4,41 a 2,7 dS/m) verifica-se que o cultivo das plantas modificou a CE do meio, por causa da absorção de íons.

Os teores de K e Na foram diferentes entre os substratos que receberam os diversos cultivares (Quadro 3), o que corrobora o observado na CE, já que, principalmente o Na e, nesse caso, também o K, além de outros íons não analisados neste trabalho, têm relação com a CE. O teor de K no substrato dos vasos variou de 240 a 326 mg/dm³ (Quadro 3). Os substratos onde foram cultivados Brasil 48, Great Lakes 659, Maravilha das Quatro Estações e Grand Rapids apresentaram os maiores teores de K, enquanto aqueles com Great Lakes China, Gigante IAC 1797, Regina 71 e Romana tiveram os menores valores; os demais apresentaram valores intermediários aos citados.

O teor de Na variou de 275 mg/dm³ no substrato de Brasil 303, que não diferiu do substrato de Grand Rapids e de Brasil 48, a 189 mg/dm³ no cultivar Vitória Verde-Clara que não diferiu de Gigante IAC 1797. Os outros cultivares apresentaram valores intermediários aos citados (Quadro 3).

No trabalho conduzido por COSTA (2), utilizando o mesmo tipo de solo deste trabalho e com aplicação de 30 t/ha de composto orgânico de lixo urbano, a CE do extrato aquoso do substrato alcançou 3,34 dS/m após colheita da alface Brasil 48, valor inferior ao registrado neste trabalho para o substrato com o mesmo cultivar no mesmo tipo de solo (Quadro 3). O teor de Na disponível registrado por COSTA (2) foi 278 mg/dm³, que se aproxima do valor encontrado neste trabalho para Brasil 48 (265 mg/dm³) (Quadro 3). A diferença observada na CE e nos teores de K e Na entre os substratos foi decorrente das diferenças nas quantidades de íons absorvidos por cada cultivar.

Além das limitações impostas pelo ambiente à produção de cada cultivar, como as elevadas temperaturas, a maior ou a menor tolerância à concentração salina no substrato pode ser considerada como mais um fator influenciando na produção de matérias fresca e seca e, conseqüentemente, na absorção de íons pela planta, com conseqüente modificação dos teores destes íons no substrato.

O teor de Pb no substrato após a colheita não diferiu significativamente entre os 10 cultivares de alface, sendo o teor médio 4,32 mg/dm³ (Quadro 3).

Os teores de Zn, Cu e Mn do substrato dos vasos mostraram efeito significativo dos cultivares (Quadro 3).

O teor de Zn disponível (Quadro 3) foi maior nos substratos onde os cultivares Grand Rapids, Great Lakes China, Regina 71, Maravilha das Quatro Estações, Great Lakes 659, Gigante IAC 1797 e Brasil 48 foram plantados e menor naquele onde plantou-se Romana, indicando ter havido maior absorção de Zn por esse cultivar. Os maiores teores de Cu foram encontrados nos substratos onde foram cultivados Brasil 303 e Great Lakes China e os menores em Vitória Verde-Clara e Brasil 48. Os demais substratos apresentaram valores intermediários (Quadro 3). Nos tratamentos em que o teor de Cu estava alto, o de Zn foi baixo, e vice-versa, revelando a possível competição entre esses dois elementos quando da absorção pela planta ou com outros elementos não analisados neste trabalho.

Registrou-se o maior teor de Mn no substrato do cultivar Grand Rapids que não diferiu estatisticamente de Gigante IAC 1797 e Brasil 303, e os menores em Great Lakes China e Romana. Os demais substratos apresentaram teores intermediários de Mn (Quadro 3).

Os valores detectados nos substratos após colheita das plantas indicam três grupos bem definidos de cultivares. O primeiro, composto por Brasil 48, Brasil 303 e Grand Rapids, caracterizou-se pelo alto teor dos elementos analisados no substrato após a colheita; o segundo, formado por Gigante IAC 1797, Vitória Verde-Clara e Romana, foi o que apresentou os mais baixos teores no substrato; e o terceiro, composto pelos demais cultivares, mostrou teores intermediários.

4. RESUMO

A concentração de chumbo, zinco, cobre, manganês, potássio e sódio do substrato de cultivo e a produção de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) foram avaliadas em experimento utilizando 10 cultivares, composto orgânico de lixo urbano e Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, em casa de vegetação, na UFV. Os cultivares constituíram os tratamentos com quatro repetições (um vaso de 5 dm³ de substrato e uma planta), no delineamento em blocos casualizados. Houve efeito de cultivares sobre o peso das matérias fresca e seca de folhas, matéria seca de raiz, pH, CE e concentrações de K, Na, Zn, Cu e Mn; no entanto, não houve efeito de cultivares sobre a concentração de Pb. Os valores detectados nos substratos após a colheita das plantas mostram três grupos de cultivares. O primeiro, composto por Brasil 48, Brasil 303 e Grand Rapids, caracterizou-se pelo alto teor dos elementos analisados no substrato após a colheita; o segundo, composto por Gigante IAC 1797, Vitória Verde-Clara

e Romana, foi o que apresentou os mais baixos teores no substrato; e o terceiro, composto pelos demais cultivares, mostrou teores intermediários no substrato.

5. SUMMARY

(HEAVY METALS, K AND Na CONTENTS IN SUBSTRATE AFTER THE PLANTING OF TEN LETTUCE CULTIVARS)

The concentrations of Pb, Zn, Cu, Mn, K and Na in substrates and fields of ten lettuce cultivars were evaluated, by using a municipal waste organic compost and a Red Yellow Clay Latosol. The experiment was conducted in a greenhouse, with one plant per pot and four replications. A significant cultivars effect of on leaf fresh and dry matter, root dry matter, pH, EC and K, Na, Zn, Cu and Mn concentrations was found. However, no cultivar effect on Pb concentration was observed. The contents detected in the substrates after harvest show three types of cultivars. The first type, comprised by Brasil 48, Brasil 303, and Grand Rapids, presented high values of the elements analyzed in the substrate after harvest. The second type, comprised by Gigante IAC 1797, Vitória Verde Clara and Romana showed the lowest values in the substrate, and the third type, which consisted of the cultivars, Regina 71, Maravilha 4 Estações, Great Lakes China and Great Lakes 659, presented intermediary values in the substrate.

6. LITERATURA CITADA

1. BOON, D.Y. & SOLTANPOUR, P.N. Lead, cadmium, and zinc contamination of aspen garden soils and vegetation. *J. Environ. Qual.*, 21: 82-86, 1992.
2. COSTA, C.A. *Crescimento e teor de metais pesados em alface (Lactuca sativa L.) e cenoura (Daucus carota L.) adubadas com composto orgânico de lixo urbano*. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1994. 95 p. (Tese de M.S.).
3. DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. *Análise química do solo (metodologia)*. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1981. 17 p. (Boletim de Extensão, 29).
4. EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, SNLC, 1979. n.p.
5. GADELHA, R.S.S.; VIEIRA, A.; GOES, A.; LIBECK, L.T. & COSTA, R.A. Utilização de lixo fermentado na cultura do abacaxi. *Pesq. Agropec. Bras.*, 23: 477-479, 1988.
6. HAAN, S. Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the Institute for Soil Fertility at Haren/ Groningen, the Netherlands. *Neth. J. Agric. Sci.*, 29: 49-61, 1981.
7. KIEHL, E.J. *Fertilizantes Orgânicos*. São Paulo, Ceres, 1985. 492 p.

8. MARTINEZ, H.E.P. *O cultivo hidropônica de alface (Lactuca sativa L.)* In: CASALI, V.W.D. (coord.). *Seminários de Olericultura*. Viçosa, Impr. Univ., 1988. v. XV p. 74-111.
9. NICKLOW, C.W.; COMAS-HAEZEBROUCK, P.H. & FEPPER, W.A. Influence of varying soil lead levels on lead uptake of leafy and root vegetables. *Jour. Am. Soc. Hortic.*, 108: 193-195, 1983.
10. PEREIRA NETO, J.T. *O saneamento básico e sua necessidade*. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1980. 17 p. (Boletim Técnico, 33).
11. PURVES, D. & MACKENZIE, E.J. Effects of application of municipal compost on uptake of copper, zinc and boron by garden vegetables. *Plant and Soil*, 39: 361-371, 1973.
12. RHOADES, J.D. Soluble salts. In: PAGE, A.L. et al. (eds.). *Methods of soil analysis. Part 2 - Chemical and microbiological properties*. 2 ed. Madison, Am. Soc. Agron. Inc. & Soil Sci. Am., 1982. p. 167-179.
13. TRINDADE, A.V.; MUCHOVEJ, R.M.C.; VILDOSO, C.I.A. & COSTA, L.M. Efeito do composto de lixo no crescimento e nutrição do milho inoculado com fungos micorrízicos. In: FREITAS, P.L. (Ed.). XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. CERRADOS: FRONTEIRA AGRÍCOLA NO SÉCULO XXI, 24, Goiânia, 1993. Resumos..., Goiânia, 1993. p.309- 310.
14. ZURERA, G.; ESTRADA, B.; RINCON, F. & POZO, R. Lead and cadmium contamination levels in edible vegetables. *Poll. Environ. Contam. Toxicol.*, 38: 805-812, 1987.