

RESPOSTA DA ALFACE À ADUBAÇÃO ORGÂNICA. II. TEORES, CONTEÚDOS E UTILIZAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM CULTIVARES¹

Edson Talarico Rodrigues²

Vicente Wagner Dias Casali³

1. INTRODUÇÃO

Os adubos orgânicos são amplamente utilizados nos sistemas de produção de alface, agindo como melhoradores de propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Uma vez aplicados, vários nutrientes podem ser liberados para a solução do solo, à medida que os nutrientes dos compostos orgânicos vão sendo mineralizados por microrganismos decompositores (1, 18, 21, 36). As transformações podem ser lentas ou rápidas, em virtude de fatores como natureza da matéria orgânica e dos microrganismos, níveis de umidade, temperatura e pH (18, 19, 20).

A utilização racional desses adubos pode promover efeitos benéficos nas propriedades do solo, que resultam em aumentos na produtividade (4, 14, 15). Na alface, a dose de 38 t/ha de composto orgânico veiculou N insuficiente, fósforo suficiente e excessos de potássio e sódio, que inibiram a absorção de cálcio, porém doses maiores reduziram a produtividade (30).

¹ Aceito para publicação em 25.05.1998.

Parte da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa. Ex-Bolsista do CNPq.

² Departamento de Ciências Agrárias, CEUD/UFMS. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Cx. P. 533, 79804-970. Dourados MS

³ Departamento de Fitotecnia/UFV. Av. P. H. Rolfs, s/nº, 36571-000. Viçosa MG.

A seleção de plantas que respondem eficientemente a adubos orgânicos é uma possibilidade baseada na variabilidade intra-específica, quanto à eficiência nutricional (7, 34). A complexidade da eficiência de utilização exige que se analise um nutriente de cada vez. Nesta pesquisa optou-se pelo estudo da resposta de cultivares de alface a macronutrientes vinculados por uma dose de composto orgânico.

No estudo das variações intra-específicas da eficiência nutricional, primeiro é preciso identificar características morfológicas, fisiológicas e anatômicas que mais contribuem com a eficiência (7, 11, 34). No estudo da base genética da variabilidade são definidas a herança (qualitativa ou quantitativa), a herdabilidade e a ação gênica, que indicam a adoção de estratégias de melhoramento (7, 16, 32, 37).

Este trabalho objetivou estudar o acúmulo e a utilização de macronutrientes em cultivares de alface selecionados previamente com base na resposta ao ambiente orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa, por meio do transplante em vasos de plástico preenchidos com 4 dm³ de um substrato formado pela mistura do subsolo de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, com areia grossa, na proporção de duas partes de solo e uma parte de areia.

Os tratamentos consistiram de 11 cultivares de alface e dois tipos de adubação (mineral e orgânica), formados em esquema fatorial 11 x 2, disposto no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A unidade experimental consistiu do vaso com uma planta.

A análise multivariada pelos métodos de Componentes Principais e Distância Euclidiana Média foi utilizada para selecionar os cultivares mais responsivos à adubação orgânica e mineral, e os resultados foram apresentados em RODRIGUES E CASALI (31). No estudo dos nutrientes nas folhas, escolheram-se os cultivares Great Lakes 659, Brasil 48, Maravilha das Quatro Estações, Gigante IAC 1797, Nativa e Grand Rapids, entre os mais responsivos ao composto orgânico, e os cultivares Rainha de Maio, Regina 71, Vitória Verde Clara, Great Lakes da China e Romana, entre os mais responsivos à adubação mineral (29).

O adubo orgânico utilizado foi preparado com a mistura de palhada de milho seca e triturada e esterco de bovinos, compostada por quatro meses. A incorporação foi feita aos 10 dias antes do transplante das mudas, na proporção de 20 % do volume total, ou seja, em dose equivalente a 35,6 t/ha (base seca), baseando-se numa população de 133 mil plantas por hectare.

O pH do substrato foi corrigido por meio da aplicação de carbonatos

de cálcio e de magnésio, na proporção de 4:1 mols. A adubação mineral foi feita um dia antes do transplante, veiculada como solução nutritiva utilizando sais puros. Foram fornecidos, em mg/dm³ de substrato, 150 de N, 300 de P, 150 de K, 40 de S, 2 de B, 1 de Cu e 2 de Zn. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas metades, aplicadas na adubação de plantio e aos 15 dias após o transplante.

Procedeu-se à sementeira em 10.01.1991, o transplante foi feito aos 19 dias após e, a colheita, aos 45, 51 e 53 dias da sementeira. A umidade do substrato foi mantida próxima da capacidade de campo, pela adição de água destilada.

Na colheita, os caules das plantas foram cortados rente ao solo, pesando-se imediatamente a parte aérea, para a determinação do peso da matéria fresca. As plantas foram colocadas em estufa com ventilação forçada a 65 °C, até a obtenção do peso constante, para a determinação do peso da matéria seca.

O preparo das amostras consistiu da moagem das folhas secas em moinho tipo Wiley, utilizando-se a peneira número 20. O N-total foi determinado pelo método do indofenol azul, de acordo com CATALDO *et alii* (6). O P-total foi determinado por espectrofotometria do visível, pelo método da Vitamina C, o K e o Na, por fotometria de chama e o Ca e o Mg, por espectrofotometria de absorção atômica.

Após a colheita, retiraram-se amostras do substrato de 24 vasos, que foram secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura para as determinações da condutividade elétrica no extrato em água, na razão de 1:1 (28) e dos elementos minerais. A extração de Ca, Mg e K trocáveis do substrato foi feita com o acetato de amônio 1mol/L, pH 7,0. O P foi extraído pelo método da resina trocadora de ânions e determinado pelo método da vitamina C (26).

Neste trabalho são apresentados o teor, o conteúdo foliar, em mg, e o coeficiente de utilização (mg de matéria seca foliar produzida por mg do nutriente) nos quais a análise de variância foi significativa para os efeitos da interação cultivar x fonte de adubação ou de cultivar e de fonte de adubação, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O composto orgânico promoveu teores maiores dos nutrientes no substrato que o adubo mineral, sendo o K e Na proporcionalmente maiores que Ca, Mg e P (Quadro 1). Evidentemente, esses resultados são uma consequência direta dos teores de nutrientes contidos no composto orgânico (Quadro 2).

O K e o Na estão facilmente disponíveis em adubos orgânicos,

porque não dependem da mineralização para se tornarem solúveis. Estima-se que, em geral, 2/3 do K presente em células vegetais e animais em decomposição tornam-se disponíveis pela lise celular (5, 17, 36), podendo, no entanto, permanecer retidos nas cargas negativas dos colóides do solo (7).

As doses de adubos orgânicos comumente utilizadas para hortaliças têm potencial para veicular níveis altos de K em plantios feitos logo após a incorporação desses adubos ao solo (29, 30), assim como ocorreu neste experimento. Note-se que a dose de composto (35,6 t/ha na base seca ou 59,3 t/ha na base fresca) é pouco maior que a recomendada pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (8), que é de 50 t/ha (base fresca), para a cultura da alface.

QUADRO 1 - Teores de Formas Disponíveis e Trocáveis de Nutrientes e Valores de Condutividade Elétrica do Substrato dos Vasos, Após a Colheita das Plantas. Média de 12 Repetições.

Nutriente	Fonte		
	Composto	Ad. Mineral	Teores-padrã
Fósforo (mg/dm ³)	353**	101	80 ¹
Potássio (mg/dm ³)	280**	29	60 ²
Sódio (mg/dm ³)	23**	0,1	-
Cálcio (cmol/dm ³)	4,39**	1,78	4,0 ²
Magnésio (cmol/dm ³)	1,49**	0,33	1,0 ²
Condutiv. Elétrica (ds/m)	0,56**	0,20	-

¹ Teores de transição entre as classes de fertilidade alta e muito alta, de acordo com RAIJ (27).

² Teores de transição entre as classes de fertilidade média e alta, de acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (8).

** Significativo pelo teste F (P < 0,01), entre as fontes de adubação.

O composto orgânico aumentou a condutividade elétrica do substrato em relação ao uso do adubo mineral, mas ficando dentro de valores inferiores aos que caracterizam salinidade (Quadro 1). A adição de 38 t/ha de composto ao solo num experimento em vasos resultou na condutividade elétrica de 1,7 dS/m (30). Deduziu-se, naquele experimento, que para se atingir a condutividade elétrica de 4 dS/m, seria necessária a dose de 86 t/ha de composto (base seca).

QUADRO 2 - Características do Composto Orgânico na Época da Incorporação ao Solo.	
Característica	Valor
pH em Água (reação 1 : 5, peso/volume)	7,00
Carbono Orgânico 1 (dag/kg)	43,76
Nitrogênio Total ² (dag/kg)	2,33
Relação Carbono/Nitrogênio	17,78
Fósforo Total ³ (dag/kg)	1,10
Potássio Total ⁴ (dag/kg)	0,88
Sódio Total ⁴ (dag/kg)	0,31
Cálcio Total ⁵ (dag/kg)	1,88
Magnésio Total ⁵ (dag/kg)	0,59
Matéria Seca ⁶ (dag/kg)	60

¹ Método da perda por ignição (18),
² Método do indofenol azul (6).
³ Método da vitamina C (22).
⁴ Determinação por fotometria de chama (22).
⁵ Determinação por espectrofotometria de absorção atômica.
⁶ Após secagem em estufa com ventilação, até o peso constante.

A adição de composto orgânico proporcionou maiores teores de P disponível que a adubação mineral (Quadro 1). Várias pesquisas confirmam que os adubos orgânicos aumentam a eficiência de utilização do P pelas plantas, e este parece ser um dos fatores que mais contribui para as altas respostas das hortaliças a esses insumos (9, 25, 30). Em geral, as hortaliças exigem altos teores de P disponível. FABRES (10) detectou para a alface níveis críticos de P entre 143 e 315 mg/dm³ em seis tipos de solos, utilizando o extrator Mehlich 1.

Todos os cultivares, à exceção de Maravilha das Quatro Estações, Nativa e Grand Rapids, apresentaram maior produção de matéria fresca com a adubação mineral. No entanto, apenas os cultivares Vitória Verde Clara, Great Lakes da China e Regina 71 apresentaram diferenças significativas para os efeitos das fontes de adubação, quanto ao peso da matéria seca da parte aérea, evidenciando que o composto orgânico diminuiu os teores de água nos tecidos das plantas (Quadro 3). Isso pode ter ocorrido em razão dos teores altos de K e Na ou de efeitos salinizantes que se manifestam pela ação conjunta de vários íons (24, 38). Essa redução de água foi observada por SHANNON *et alii* (35) diante de concentrações crescentes de sais em solução nutritiva. Os cultivares estudados

Todos os cultivares avaliados apresentaram menores teores de N nas folhas com a adubação com composto (Quadro 4), confirmando assim a menor disponibilidade dessa fonte. Várias pesquisas indicam que a carência do N é o fator nutricional mais limitante ao crescimento de hortaliças folhosas, e que os adubos orgânicos, por liberarem o N gradualmente, à medida que vão sendo mineralizados, fornecem taxas de liberação menores que as fontes inorgânicas (2, 13, 25).

QUADRO 3- Pesos da Matéria Fresca (MFA) e da Matéria Seca (MSA) da Parte Aérea e da Matéria Seca das Folhas (MSF), em Cultivares de Alface Adubados com Composto Orgânico (C) e Adubo Mineral (M).

Cultivar	MFA		MAS		MSF	
	C	M	C	M	C	M
	-----g/planta-----					
	-					
1- Brasil 48 (o)1	70	130**	6,8	6,2	6,0	5,4
2- Mar. Quatro Est. (o)	77	96	4,6	4,7	4,0	4,3
3- Gigante IAC 1797 (o)	66	111**	8,1	7,7	6,8	6,5
4- Great Lakes 659 (o)	74	142**	6,0	7,3	5,7	6,6
5- Nativa (o)	52	63	4,1	4,1	2,8	3,4
6- Grand Rapids (o)	91	118	4,1	4,1	2,8	3,4
7- Rainha de Maio (m)	69	140**	5,1	7,2	4,0	5,8
8- Regina 71 (m)	74	144**	4,6	7,1	3,9	6,4*
9- Vitória V. Clara (m)	59	198**	3,9	8,9**	3,4	7,9**
10- Great L. China (m)	77	159**	5,9	9,2**	4,4	7,7**
11- Romana (m)	68	138**	6,2	8,0	3,6	6,7*

*,** - Significativo pelo teste F ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$), respectivamente, entre fontes de adubação, em cada cultivar.
 1(o) = Maior resposta à adubação orgânica; (m) = Maior resposta à adubação mineral.

Os cultivares com maior desempenho na fonte orgânica foram também mais eficientes na utilização do N fornecido pelo composto, à exceção de 'Nativa' (Quadro 4). Esses resultados indicam que a eficiência de utilização do N foi uma característica determinante na resposta dos cultivares ao composto orgânico.

Vários fatores morfológicos e fisiológicos estão associados com a eficiência de utilização do N, referindo-se principalmente à morfologia de raízes, absorção de nitrato, eficiência de translocação, afinidade da enzima redutase do nitrato e tolerância à absorção de amônio (3).

A adição do composto orgânico resultou em maiores teores de P nas

A adição do composto orgânico resultou em maiores teores de P nas folhas de alface que a fonte mineral. Os cultivares mais responsivos à adubação mineral apresentaram menor coeficiente de utilização do P com a fonte orgânica (Quadro 5), devido a fatores que provocaram a menor produção de matéria seca (Quadro 3), haja vista que os teores de P disponível foram bem maiores com a fonte de adubação orgânica (Quadro 1).

QUADRO 4 - Concentrações e Coeficientes de Utilização de Nitrogênio nas Folhas de Cultivares de Alface Adubados com Composto Orgânico (C) e Adubo Mineral (M).

Cultivar	Concentração		Coef. de Utilização	
	C	M	C	M
	—dag/kg—	—mg MAS/mg N—		
1- Brasil 48 (o) ¹	2,30	5,08**	261**	107
2- Mar. Quatro Est. (o)	2,07	4,84**	196*	88
3- Gigante IAC 1797 (o)	1,92	4,85**	355**	144
4- Great Lakes 659 (o)	2,00	4,02**	280*	165
5- Nativa (o)	3,29	5,34**	87	66
6- Grand Rapids (o)	1,67	4,27**	317**	122
7- Rainha de Maio (m)	2,26	5,00**	188	122
8- Regina 71 (m)	1,94	4,86**	201	135
9- Vitória V. Clara (m)	1,82	4,09**	182	194
10- Great L. China (m)	1,76	3,78**	255	203
11- Romana (m)	2,02	4,64**	179	147

*,** Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, entre as fontes de adubação, em cada cultivar.

¹ (o) = Maior resposta à adubação orgânica; (m) = Maior resposta à adubação mineral.

A aplicação de composto orgânico resultou em maiores teores de K nas folhas da alface que a fonte mineral (Quadro 6), como consequência direta da alta quantidade de K veiculada ao substrato, que ficou com teores quase 10 vezes maiores que aqueles detectados no tratamento com adubo mineral (Quadro 2).

Adubados com composto, os cultivares Vitória Verde Clara, Great Lakes da China e Romana concentraram mais K nas folhas, mas apresentaram menores coeficientes de utilização, comparando-se com o adubo mineral (Quadro 6). Esses três cultivares fazem parte do grupo menos responsivo à adubação orgânica, e é possível que a menor

eficiência seja decorrente da menor tolerância a concentrações excessivas de K .

QUADRO 5- Concentrações e Eficiência de Utilização de Fósforo nas Folhas de Cultivares de Alface Adubados com Composto Orgânico (C) e Adubo Mineral (M).

Cultivar	Concentração		Coef. de Utilização	
	C	M	C	M
	—dag/kg—		—mg MAS/mg N—	
1- Brasil 48 (o) ¹	0,52	0,50	1187	1090
2- Mar. Quatro Est. (o)	0,57**	0,41	720	1055
3- Gigante IAC 1797 (o)	0,48*	0,34	1431	1941
4- Great Lakes 659 (o)	0,48	0,39	1203	1691
5- Nativa (o)	0,53	0,47	537	774
6- Grand Rapids (o)	0,53	0,39	972	1070
7- Rainha de Maio (m)	0,39	0,52*	1087	1333*
8- Regina 71 (m)	0,56*	0,42	703	1504**
9- Vitória V. Clara (m)	0,55	0,47	612	1688**
10- Great L. China (m)	0,53	0,40	841	1948**
11- Romana (m)	0,66	0,43	548	1652**

*,** Significativo pelo teste F (P < 0,05) e P < 0,01), respectivamente, entre as fontes de adubação, em cada cultivar.

1 (o)= Maior resposta à adubação orgânica; (m) = Maior resposta à adubação mineral.

QUADRO 6 - Concentrações e Coeficientes de Utilização de Potássio nas Folhas de Cultivares de Alface Adubados com Composto Orgânico (C) e Adubo Mineral (M).

Cultivar	Concentração		Coef. de Utilização	
	C	M	C	M
	—dag/kg—		—mg MAS/mg N—	
1- Brasil 48 (o) ¹	8,01**	6,20	75	90
2- Mar. Quatro Estações (o)	6,99	7,77	60	56
3- Gigante IAC 1797 (o)	7,15	5,01	96	130
4- Great Lakes 659 (o)	7,97*	6,50	71	102
5- Nativa (o)	7,38	7,67	38	45
6- Grand Rapids (o)	6,98	6,88	73	60
7- Rainha de Maio (m)	5,49	5,34	76	109
8- Regina 71 (m)	9,04	7,92	43	84
9- Vitória V. Clara (m)	8,87**	5,67	38	140**
10- Great L. China (m)	8,74**	5,54	51	140**
11- Romana (m)	6,96**	4,57	53	146**

*,** Significativo pelo teste F (P < 0,05) e (P < 0,01), respectivamente, entre as fontes de adubação, em cada cultivar.

1 (o)= Maior resposta à adubação orgânica; (m) = Maior resposta à adubação mineral.

Os cultivares Brasil 48 e Great Lakes 659, do grupo mais responsivo, concentraram mais K com o uso do composto, mas não diferiram do adubo mineral quanto ao coeficiente de utilização do K (Quadro 6). Além disso, com composto, o coeficiente de utilização desses cultivares foi maior que em 'Vitória Verde Clara', 'Great Lakes da China' e 'Romana'. Portanto, é possível que 'Brasil 48' e 'Great Lakes 659' tenham sido mais tolerantes a concentrações altas de K e por essa razão são mais responsivos.

SHANNON *et alii* (35) pesquisaram 84 cultivares de alface e encontraram ampla variabilidade nas respostas a altas concentrações de sais. Um dos mecanismos de tolerância propostos é a maior capacidade dos íons K⁺ e Na⁺ serem mantidos nos vacúolos de suas células, permitindo o maior controle da pressão osmótica.

O composto atendeu à demanda de Ca das plantas, porque possuía 1,88 dag/kg (Quadro 2). Então, os menores conteúdos em alguns cultivares no composto orgânico (Quadro 7) devem ter ocorrido devido à substituição pelo K⁺, nos sítios de absorção da membrana plasmática das células radiculares (23). Resultados semelhantes foram observados por RODRIGUES (30) com o cultivar Babá, adubado com doses crescentes de composto orgânico.

QUADRO 7- Concentrações e Conteúdos de Cálcio nas Folhas de Cultivares de Alface Adubados com Composto Orgânico (C) e Adubo Mineral (M).

Cultivar	Concentração		Conteúdo	
	C	M	C	M
	-----dag/kg-----		-----mg/folha-----	
1- Brasil 48 (o) ¹	1,00	1,51**	60	81
2- Mar. das Quatro Est. (o)	0,95	1,26**	38	54
3- Gigante IAC 1797 (o)	1,09	1,37**	75	92
4- Great Lakes 659 (o)	0,76	1,40**	44	93**
5- Nativa (o)	0,58	0,79*	21	27
6- Grand Rapids (o)	0,76	1,06**	39	44
7- Rainha de Maio (m)	0,65	1,15**	25	64*
8- Regina 71 (m)	0,65	1,13**	28	72**
9- Vitória Verde Clara (m)	0,71	1,18**	27	94**
10- Great Lakes da China (m)	0,82	1,15**	36	88**
11- Romana (m)	0,81	0,90	26	61*

*,** Significativo pelo teste F a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, entre as fontes de adubação, em cada cultivar.

1 (o)= Maior resposta à adubação orgânica; (m) = Maior resposta à adubação mineral.

Todos os cultivares mais responsivos à adubação mineral translocaram quantidades significativamente maiores de Ca para as folhas com essa fonte e, dentre os cultivares com maiores respostas ao composto, apenas Great Lakes 659 apresentou maior conteúdo de Ca pelo uso dessa fonte (Quadro 7). Portanto, cultivares mais responsivos ao composto orgânico parecem ser mais eficientes na absorção e, ou, translocação do Ca com essa fonte de adubação.

Os maiores teores e conteúdos foliares de Mg ocorreram com a fonte mineral (Quadro 8). No entanto, foi detectado no substrato com composto um teor trocável médio quatro vezes maior que o do substrato com adubo mineral (Quadro 1), indicando que, com a adubação orgânica, a absorção de Mg foi prejudicada pelo desequilíbrio nas relações com os cátions monovalentes, tal como ocorreu com o Ca. Efeitos semelhantes foram encontrados por GIANELLO e ERNANI (12), pois mesmo com aumentos de Mg trocável no solo, as concentrações em plantas de milho diminuíram com os aumentos das doses de adubo orgânico.

QUADRO 8 - Concentrações (dag/kg) e Conteúdos (mg) de Magnésio nas Folhas de Cultivares de Alface Adubados com Composto Orgânico (C) e Adubo Mineral (M)

Cultivar	Concentração		Conteúdo	
	C	M	C	M
	-----dag/kg-----		-----mg/folha-----	
1- Brasil 48 (o) ¹	0,33	0,45*	20	24
2- Mar. das Quatro Est. (o)	0,31	0,40	13	17
3- Gigante IAC 1797 (o)	0,34	0,59**	23	41*
4- Great Lakes 659 (o)	0,25	0,43*	14	29*
5- Nativa (o)	0,30	0,35	8	12
6- Grand Rapids (o)	0,23	0,30	12	12
7- Rainha de Maio (m)	0,27	0,46**	10	26*
8- Regina 71 (m)	0,19	0,42**	7	27**
9- Vitória Verde Clara (m)	0,22	0,50**	7	39**
10- Great Lakes da China (m)	0,32	0,43*	14	33**
11- Romana (m)	0,26	0,33	9	22

*,** Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, entre as fontes de adubação, em cada cultivar.

1 (o)= Maior resposta à adubação orgânica; (m) = Maior resposta à adubação mineral.

Os cultivares com menores teores e conteúdos de Mg nas folhas

foram Rainha de Maio, Regina 71, Vitória Verde Clara e Great Lakes da China, do grupo menos responsivo à adubação orgânica, bem como Gigante IAC 1797 e Great Lakes 659, do grupo mais responsivo (Quadro 8).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de estudar o acúmulo e a utilização de macronutrientes em cultivares de alface selecionados previamente com base na resposta ao ambiente orgânico de adubação, foi realizado um experimento em casa de vegetação, com o transplante de mudas em vasos. Os tratamentos consistiram de 11 cultivares de alface e duas fontes de adubação (mineral e orgânica) que formaram um esquema fatorial 11 x 2, dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os cultivares mais responsivos ao composto orgânico apresentaram, com esta fonte de adubação, maior eficiência na utilização do N, indicando que esta foi uma característica determinante na resposta dos cultivares ao composto orgânico. A alta disponibilidade de K reduziu a absorção de Ca e Mg e os cultivares mais responsivos ao composto orgânico tenderam a ser mais eficientes para absorver ou translocar Ca e Mg com o uso dessa fonte.

5. SUMMARY

(RESPONSE OF LETTUCE TO ORGANIC FERTILIZING. II. CONCENTRATION, CONTENT AND UTILIZATION OF MACRONUTRIENTS IN CULTIVARS).

The objective of this work was to study the accumulation and utilization of macronutrients in cultivars selected for organic manuring. The experiment was carried out in greenhouse with transplants in pots. The treatments were 11 cultivars and two sources of fertilizers (mineral and organic) in an 11 x 2 factorial arrange, in complete randomized design with three replications. The more responsive cultivars to the organic compost presented highest N efficiency utilization, indicating that this trait was determinant in cultivars response to organic compost. The high availability of K reduced the absorption of K and Mg and the cultivars more responsive to the organic compost tended to be more efficient to absorb or translocate Ca and Mg.

6. LITERATURA CITADA

1. ALISSON, F.E. *Soil organic matter and its role in crop production*. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1973. 637p. (Developments in Soil Science, 3).

2. ASANO, J. Effect of organic manures on quality of vegetables. *Jap. Agric. Res. Qual.*, 18: 31-36, 1984.
3. BARKER, A.V. Genotypic responses of vegetable crops to nitrogen nutrition. *HortScience*, 24: 584-590, 1989.
4. BLANC, D.; MONTARONE, M. & OTTO, C. The effect of fertilizers on the yield and quality of tomatoes under glass. *Gartenb.*, 48: 1-4, 1983. In: *Soils Fert.*, 46: 6109, 1983.
5. CASSOL, P.C.; BECEGATTO, V.; ERNANI, P.R.; TIMMERMANN, C. & GIANELLO, C. Liberação de nitrogênio e potássio de estrume aplicado no solo. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 26, Rio de Janeiro, 1997. Resumo nº 4-251, em CD-ROM.
6. CATALDO, D.A.; SCHRADER, L.E. & YOUNGS, V.L. Analysis by digestion and colorimetric assay of total nitrogen in plant tissues high in nitrate. *Crop Science.*, 14: 854-856, 1974.
7. CHANEY, R.L.; BELL, P.F. & COULOMBE, B.A. Screening strategies for improved nutrient uptake and use by plants. *HortScience*, 24: 565-572, 1989.
8. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, 4ª Aproximação. Lavras, MG, 1989. 176p.
9. EGGERT, F.P. & KAHRMANN, C.L. Response of three vegetable crops to organic and inorganic nutrient sources. In: *Current technology and its role in a sustainable agriculture*. A.S.A., 1985. p. 97-109. (Special Publications, nº 46).
10. FABRES, A.S. *Disponibilidade de fósforo em solos e concentrações críticas de diferentes frações de fósforo em plantas de alface cultivadas em amostras de diferentes solos*. Viçosa, Impr. Univ., 1986. 39p. (Tese M.S.).
11. GERLOFF, G.C. Intact-plant screening for tolerance of nutrient-deficiency stress. *Plant and Soil*, 99: 3-16, 1987.
12. GIANELLO, C. & ERNANI, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frangos, em casa de vegetação. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 7: 285-290, 1983.
13. GOH, K.M. & VITYAKON, P. Effect of fertilizers on vegetable production. 2. Effect of nitrogen fertilizers on nitrogen content and nitrate accumulation of spinach and bet root. *New Zealand J. Agric. Res.*, 29: 485- 494, 1986.
14. HARTRATH, H. Manuring of butterhead lettuce. *Hort. Abstr.*, 56: 7739, 1986.
15. HAWORTH, F. & CLEAVER, T.J. The effects of different treatments on the yield and mineral composition of winter lettuce. *J. Hort. Sci.*, 42: 23-29, 1967.
16. HINTZ, R.W.; FEHR, W.R. & CIANZIO, S.R. Population development for the selection of high yielding soybean cultivars with resistance to iron deficiency chlorosis. *Crop Science*, 27: 707-710, 1987.
17. HUNGRIA, M. & URQUIAGA, S. Transformações microbianas de outros elementos (potássio, micronutrientes e metais pesados). In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P. (eds.). *Microbiologia do solo*. Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1992. p. 329-340.
18. KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo, Ed. Agron. Ceres, 1985. 492p.
19. LOPES, D.N. *Influência do calcário, fósforo e micronutrientes, na mineralização da matéria orgânica e características físico-químicas de material de três solos de Altamira (Pará)*. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1977. 104p. (Tese M.S.).
20. LOURES, E.G. *A microbiota dos solos tropicais: caracterização dos organismos do solo*. Brasília, ABEAS, 1988. 74p. (Curso de Agricultura Tropical, Módulo 2.2).
21. LYNCH, J.M. *Bioteχνologia do solo. Fatores microbiológicos na produtividade agrícola*. São Paulo, Ed. Manole, 1986. 209p.
22. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, Potafós, 1989. 201p.

23. MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London, Acad. Press Inc, 1986. 674p.
24. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. *Principes of plant nutrition*. 4^a ed. Bern, Switzerland, International Potash Institute, 1987. 687p.
25. PEAVY, W.S. & GREIG, J.K. Organic and mineral fertilizers compared by yield, quality and composition of spinach. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 97: 718-723, 1972.
26. RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.
27. RAIJ, B. van. Fósforo no solo. In: BULL, L.T. (ed.). *Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação*. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p. 75-96.
28. RICHARDS, L.A. *Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos*. In: RICHARDS, L.A. (ed.). México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1954. 172p.
29. RODRIGUES, E.T. *Seleção de cultivares de alface (Lactuca sativa L.) para cultivo com composto orgânico*. Viçosa, Impr. Univ, 1995. 164p. (Tese D.S.).
30. RODRIGUES, E.T. *Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (Lactuca sativa L.)*. Viçosa, Impr. Univ., 1990. 60p. (Tese M.S.).
31. RODRIGUES, E.T. & CASALI, V.W.D. Resposta da alface à adubação orgânica I. Seleção de cultivares. *Rev. Ceres*, 1998 (enviado para publicação).
32. ROSS, W.M. Improving plants for tolerance to iron deficiency and other mineral nutrition problems: Breeding and genetic points of view. *J. Plant Nutrition*, 2: 155-204, 1986.
33. ROSEN, C.J. & KORCAK, R.F. Integrating mineral nutrition and plant breeding: Implications for horticultural crops. Introduction to the colloquium. *HortScience*, 24: 558-559, 1989.
34. SARIC, M.R. Genetic specificity in relation to plant mineral nutrition. *J. Plant Nutrition*, 3: 743-766, 1981.
35. SHANNON, M.C.; MCGREIGHT, J.D. & DRAPER, J.H. Screening tests for salt tolerance in lettuce. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 108: 225-230, 1983.
36. SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A. *A Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. MEC, ABEAS, 1988. 235p.
37. SUSSMAN, M.R. & GABELMAN, W.H. Genetic aspects of mineral nutrition: Future challenges and directions. *HortScience*, 24: 591-595, 1989.
38. ZIMMERMAN, U. Physics of turgor and osmoregulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 29: 121-148, 1978.