

Cobertura do solo, produção de biomassa e teores de Mn e Zn de alface no sistema orgânico

Átila Francisco Mógior^{1*} e Francisco Luiz Araújo Câmara²

¹Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050, Curitiba, Paraná, Brasil. ²Departamento de Produção Vegetal/Horticultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: atila.mogor@ufpr.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da cobertura do solo com aveia preta e manutenção da palha sobre o terreno, bem como cobertura do solo com filme de polietileno preto, sobre a produção de biomassa e teores de Mn e Zn em alface cultivada no sistema orgânico, por dois anos consecutivos. Utilizaram-se cinco tratamentos: solo sem cobertura, coberto com filme de polietileno preto, coberto com aveia acamada, coberto com aveia ceifada e solo coberto com aveia na sua forma natural, para o cultivo de três cultivares de alface. O experimento seguiu delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições e análise estatística com parcelas subdivididas. Concluiu-se que o cultivo de alface em sucessão à aveia preta, sobre a palha, promoveu produção satisfatória e apresentou adequados teores de manganês e zinco, equivalentes àqueles encontrados na literatura em diferentes sistemas de cultivo, e a cobertura do solo com plástico preto promoveu produção satisfatória com maior acúmulo de Zn no primeiro ano e menor de Mn no segundo.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., sistema orgânico, manganês, zinco, solo coberto, *Avena strigosa*.

ABSTRACT. Soil covering, biomass production, and Mn and Zn content of lettuce in organic system. The goal of this research was to evaluate the effect of soil covering with black oat straw, as well as soil covered with black plastic, on the production of biomass and levels of Mn and Zn in lettuce produced in an organic system, over two consecutive years. Five treatments were used: soil without cover, covered with black plastic, covered with laying oats, covered with harvested oats, and covered with oat straw in natural form, for growing three cultivars of lettuce. A randomized blocks design was used in a split-plot system, with four replications. It was concluded that soil covered with oat straw promoted satisfactory lettuce production, as well as adequate Mn and Zn content in plants, equivalent to those found in studies conducted under different growing systems; the soil covered with black plastic promoted satisfactory production and higher Zn content after the first year, and lower Mn content after the second year.

Key words: *Lactuca sativa* L., organic production, Manganese, Zinc, covered soil, *Avena strigosa*.

Introdução

Com área cultivada de aproximadamente 30 mil hectares, e produção anual no Brasil de aproximadamente dois milhões de toneladas, a alface (*Lactuca sativa* L.) é cultivada, tradicionalmente, por pequenos produtores (FNP, 2003). Dentre as tecnologias utilizadas, no seu cultivo, a cobertura do solo apresenta vantagens por manter a umidade, melhorar sua aeração e reduzir as perdas por lixiviação e erosão (CARDOSO, 1998; PEREIRA et al., 2000). Essa cobertura pode ser feita com palhadas diversas ou com filmes plásticos, normalmente de coloração preta (VERDIAL et al., 2000).

No sistema orgânico de produção, a adoção de técnicas que privilegiem a otimização do uso de recursos naturais deve ser priorizada. A produção de

hortaliças, em sucessão a espécies produtoras de biomassa, visando à cobertura do solo, está entre os fundamentos do conceito orgânico, já que a reciclagem e a utilização de insumos naturais favorecem a auto-suficiência da propriedade agrícola (IBD, 2006).

A cobertura do solo, em suas diferentes formas, pode promover alterações em sua fertilidade, bem como influenciar o acúmulo de nutrientes pelas plantas de alface (VERDIAL et al., 2001), tendo em vista o efeito da cobertura do solo com plástico preto na mineralização da matéria orgânica (SADE, 1998) e das coberturas vegetais na reciclagem de nutrientes (RILEY; DRAGLAND, 2002; SOUZA et al., 2008). Nesse sentido, Silveira e Cunha (2002) verificaram que pode ocorrer acúmulo de micronutrientes na camada superficial dos solos cobertos com resíduo vegetal,

como em áreas de plantio direto em sucessão à aveia preta, a qual é considerada eficiente recicladora de nutrientes (BORKERT et al., 2003).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da cobertura do solo pela manutenção da palha da aveia preta (*Avena strigosa*), cobertura com plástico preto e solo sem cobertura, na produção de biomassa e nos teores foliares de Mn e Zn de alfaca dos tipos americana, lisa e crespa, conduzidos no sistema orgânico, bem como o efeito residual por dois anos consecutivos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD), localizada no bairro Demétria, município de Botucatu, Estado de São Paulo, sob as coordenadas geofísicas aproximadas de 22°54' S; 48°27' W, altitude de 850 m, em clima do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, e solo de textura média, fase arenosa, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (BERTALOT et al., 2002). A análise química do solo, na instalação do experimento, identificou os seguintes valores na camada entre 0,0 e 0,15 m: pH (CaCl₂) = 5,7; M.O. = 15 g dm⁻³; P (resina) = 32 mg dm⁻³; K = 1,6 mmol_c dm⁻³; Ca = 19 mmol_c dm⁻³; Mg = 10 mmol_c dm⁻³; H+Al = 18 mmol_c dm⁻³; SB = 30 mmol_c dm⁻³; CTC = 48; V = 62%; B = 0,16 mg dm⁻³; Cu = 1,0 mg dm⁻³; Fe = 24 mg dm⁻³; Mn = 1,9 mg dm⁻³ e Zn = 1,3 mg dm⁻³.

Para o cultivo de três cultivares de alfaca: Elisa, Verônica e Lucy Brown, dos tipos lisa, crespa e americana, respectivamente, utilizaram-se cinco manejos da cobertura do solo: sem cobertura; cobertura com plástico de cor preta; cobertura com aveia preta cultivada sobre o canteiro e acamada antes do transplante das mudas de alfaca; cobertura com aveia preta cultivada sobre canteiro e ceifada antes do transplante das mudas de alfaca; cobertura com aveia preta cultivada sobre o canteiro e mantida na forma natural, ou seja, em pé.

Nos tratamentos de cobertura com palhada, a semeadura da aveia preta foi realizada no mês de julho, dez dias após a fertilização da área experimental e confecção dos canteiros, de modo a completar seu ciclo e estar seca até a época do transplante das mudas de alfaca. No solo sem cobertura e no solo coberto com plástico preto, procedeu-se à eliminação periódica das plantas invasoras até a colocação do filme plástico, e transplante simultâneo das mudas na área experimental. O experimento foi conduzido no mesmo local por dois anos consecutivos.

Nos dois anos, procedeu-se à semeadura da alfaca em dezembro e ao transplante das mudas em janeiro, 26 dias após a semeadura, quando o sistema radicular das mudas estava suficientemente desenvolvido. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, com 288 células preenchidas com substrato composto de 1/3 de casca de arroz carbonizada e 2/3 de composto orgânico, com uma planta por célula, em ambiente protegido (viveiro coberto com filme de polietileno).

A fertilização da área experimental ocorreu com base na análise química do solo, seguindo as diretrizes do Instituto Biodinâmico (IBD, 2000) quanto à utilização dos tipos de fertilizantes. No primeiro ano, como fonte de matéria orgânica e potássio, utilizou-se esterco bovino curtido na dose de 60 t ha⁻¹; como fonte de fósforo, utilizou-se termofosfato (16% P₂O₅ total; 12% Ca; 4% Mg; 0,4% Zn; 0,1% B; 0,4% Mn e 6% S) na dose de 1.500 kg ha⁻¹; como fonte de boro, além do boro contido no termofosfato, utilizou-se ácido bórico na dose de 5 kg ha⁻¹. Todos os fertilizantes foram distribuídos e incorporados manualmente, de forma homogênea, em toda a área experimental, dez dias antes da semeadura da aveia preta. A fertilização do solo, no segundo ano, consistiu-se somente da utilização de 320 kg ha⁻¹ de sulfato de potássio.

Os cinco diferentes manejos de cobertura do solo foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições em parcelas de 11 m² (1,10 x 10,00 m), divididas em três subparcelas de 3,6 m², uma para cada cultivar. As unidades experimentais foram compostas de 40 plantas espaçadas de 0,25 x 0,33 m, distribuídas em quatro linhas de plantio. A necessidade hídrica das plantas foi suprida pela manutenção da capacidade de campo utilizando-se sistema de irrigação por aspersão. No solo sem cobertura, procedeu-se à retirada manual das plantas invasoras. Nas avaliações, foram utilizadas as plantas das linhas centrais, com total de 20 plantas úteis.

Nos dois ciclos de cultivo, foram realizadas três coletas cortando-se as plantas rente ao solo: a primeira 12 dias após o transplante (DAT), a segunda 24 DAT e a terceira na colheita, que ocorreu 36 DAT. Na primeira coleta, foram retiradas, aleatoriamente, três plantas das linhas centrais de cada unidade experimental; nas duas coletas subsequentes, foram retiradas duas plantas, levando-se em conta que estas não estivessem imediatamente próximas ao espaço deixado pelas retiradas na coleta anterior. Avaliou-se a massa fresca das plantas em cada coleta, e para determinar os teores foliares de Mn e Zn, efetuou-se a análise

química do tecido vegetal, de acordo com a metodologia sugerida por Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

No primeiro ano, aos 12 dias após o transplante (DAT), verificou-se que os teores foliares de manganês pouco diferiram entre os tratamentos e as cultivares, variando de 53,0 mg kg⁻¹ a 76,0 mg kg⁻¹, ambos para cv. Elisa (EL) no solo sem cobertura (Tabela 1).

Aos 24 DAT, novamente, os teores de manganês pouco diferiram entre as cultivares, variando entre 51,0 mg kg⁻¹ na cv Lucy Brown (LB), em solo coberto com aveia ceifada, e 77,0 mg kg⁻¹ na mesma cultivar, em solo coberto com aveia deitada. A diferença nos teores de Mn da LB indica o menor acúmulo pelas plantas no solo coberto com aveia ceifada, quando comparado ao solo coberto com aveia deitada, plástico preto e solo sem cobertura (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de manganês (mg kg⁻¹) das plantas de alface cv. Lucy Brown (LB), Elisa (EL) e Verônica (VE) aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), nos manejos de cobertura do solo: sem cobertura (SsC), coberto com plástico preto (ScPP), coberto com aveia deitada (ScAD), coberto com aveia ceifada (ScAC) e coberto com aveia em pé (ScAP), no primeiro ano de cultivo. Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti)	Tratamentos (T)				
	SsC	ScPP	ScAD	ScAC	ScAP
12DAT					
LB	76,0 a A	55,0 a B	64,0 aAB	54,0 b B	60,0 a AB
EL	53,0 b A	66,0 a A	57,0 a A	55,0 b A	60,0 a A
VE	69,0 a AB	64,0 a AB	55,0 a B	73,0 a A	65,0 a AB
CV% (T)	14,73				
CV% (Ti)	13,00				
24 DAT					
LB	68,0 a AB	67,0 a AB	77,0 a A	51,0 b C	62,0 a BC
EL	58,0 a A	65,0 a A	55,0 b A	59,0 ab A	61,0 a A
VE	58,0 a AB	60,0 a AB	53,0 b B	67,0a AB	72,0 a A
CV% (T)	12,76				
CV% (Ti)	10,46				
36 DAT					
LB	111,0 a A	96,0 a AB	117,0 a A	63,0 b C	87,0 b B
EL	82,0 b B	100,0 a AB	87,0 b B	97,0 a AB	117,0 a A
VE	73,0 b B	113,0 a A	103,0 ab A	96,0 a AB	98,0 b A
CV% (T)	15,19				
CV% (Ti)	10,37				

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse efeito se repetiu ao final do ciclo, com a LB apresentando o menor teor no solo coberto com aveia ceifada (63,0 mg kg⁻¹), enquanto no solo coberto com aveia deitada, apresentou o maior teor entre as cultivares e tratamentos (117,0 mg kg⁻¹), indicando o efeito do manejo da palhada sobre o acúmulo de Mn nessa cultivar. Entretanto, essa diferença entre os teores não se refletiu na produção, pois na colheita não se verificou diferença

significativa entre o acúmulo de massa fresca das plantas nos solos cobertos com aveia ceifada e deitada (Tabela 4). Teores similares, variando entre 60,0 e 130 mg kg⁻¹, foram encontrados por Cintra et al. (2000), que também não observaram diferenças na produção de alface americana cv. Lucy Brown, em função dos teores de Mn.

Ao final do ciclo no segundo ano, a LB apresentou menor teor de Mn (26,4 mg kg⁻¹) em relação a VE e EL (Tabela 2), independentemente do manejo da cobertura do solo, sugerindo menor exigência por Mn pela LB, já que nesse período apresentou o maior acúmulo de massa fresca entre as cultivares (371,0 g planta⁻¹) (Tabela 6). Sandri et al. (2006) encontraram teores de manganês em plantas de alface que variam de 67,7 a 104,7 mg kg⁻¹, enquanto Pereira et al. (2005) encontraram teores entre 47,0 e 157,0 mg kg⁻¹, próximos aos teores de 55,0 a 117,0 mg kg⁻¹ encontrados no primeiro ano (Tabela 1) e ao encontrado por Furlani e Abreu (2000), que obtiveram maior produção de alface crespa cv. Verônica com 90,6 mg kg⁻¹ de Mn.

Tabela 2. Teores de Mn (mg kg⁻¹) das plantas de alface cv. Lucy Brown (LB), Elisa (EL) e Verônica (VE) aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), nos manejos de cobertura do solo: sem cobertura (SsC), coberto com plástico preto (ScPP), coberto com aveia deitada (ScAD), coberto com aveia ceifada (ScAC) e coberto com aveia em pé (ScAP), no segundo ano de cultivo. Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti)	Tratamentos(T)					Médias (Ti)
	SsC	ScPP	ScAD	ScAC	ScAP	
12 DAT						
LB	29,5 b A	29,0 b A	26,0 a A	26,0 a A	29,5 ab A	
EL	38,5 a A	29,0 b A	29,5 a A	31,5 a A	33,0 a A	
VE	33,5 ab					
	AB	41,0 a A	25,5 a B	27,5 a B	25,5 b B	
CV% (T)	18,75					
CV% (Ti)	14,03					
24 DAT						
LB	22,0 b A	20,5 a A	24,5 a A	22,5 c A	28,5 b A	
EL	34,0 a					
	ABC	26,0 a C	30,0 a BC	42,5 a A	37,5 a AB	
VE	26,0 ab A	28,0 a A	31,5 a A	31,0 b A	32,0 ab A	
CV% (T)	16,64					
CV% (Ti)	15,81					
36 DAT						
LB	20,5	19,5	27,5	33,5	31,0	26,4 c
EL	36,5	32,5	40,5	39,5	37,5	37,3 a
VE	32,5	30,0	32,0	33,5	37,5	33,1 b
Médias de (T)	29,83 AB	27,33 B	33,33 AB	35,50 A	35,33 A	
CV% (T)	16,17					
CV% (Ti)	16,01					

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores foliares de Mn encontrados aos 36 DAT, no segundo ano (Tabela 2), foram inferiores, variando entre 19,5 e 40,5 mg kg⁻¹, sugerindo redução na disponibilidade do nutriente. A observação de Borkert (1991) de que a decomposição da matéria orgânica pode resultar na liberação de compostos que formam complexos

solúveis com Mn, bem como complexos estáveis reduzindo sua disponibilidade, poderia explicar a redução dos teores nas plantas no segundo ano de cultivo. Aliada a isso, a utilização de termofosfato que contém 0,4% de Mn na instalação do experimento, prática que não se repetiu no segundo ano, pode ter colaborado para o aumento dos teores foliares no primeiro ciclo.

Considerando que não ocorreu interação entre tratamentos e cultivares aos 36 DAT, no segundo ano (Tabela 2), o menor teor médio de Mn foi observado nas plantas cultivadas no solo coberto com plástico preto (27,3 mg kg⁻¹), entretanto sem se diferenciar do solo sem cobertura e do solo coberto com aveia deitada.

Apesar dos baixos teores, o sintoma de deficiência de Mn, descrito por Silva Júnior e Soprano (1997) como clorose internerval nas folhas novas, não foi observado nas plantas. No entanto, ao se verificar a massa fresca das plantas aos 36 DAT (Tabela 5), a AA e AC no solo sem cobertura e no coberto com plástico preto apresentaram valores significativamente inferiores aos observados nos demais tratamentos, sugerindo o efeito da cobertura do solo com plástico preto na redução do teor de manganês e de massa fresca da LB e VE, quando comparado aos solos cobertos com palhada de aveia.

Sanches et al. (2000), trabalhando com a utilização de biofóssido na adubação de LB, encontram teores foliares de Zn variando de 85,0 a 120 mg kg⁻¹, enquanto Furlani e Abreu (2000) obtiveram maior produção de plantas de alface cultivadas em hidroponia, quando o teor foliar de zinco foi de 22,0 mg kg⁻¹, e verificaram que teor superior a 200 mg kg⁻¹ provocava toxidez.

Para os teores foliares de Zn, no primeiro ano de cultivo (Tabela 3), aos 12 DAT, não ocorreu interação significativa entre os tipos de alface e os tratamentos. Entretanto, observou-se efeito destes sobre o teor médio, pois as plantas apresentaram teor de Zn significativamente superior (82,3 mg kg⁻¹) no solo coberto com plástico preto, teor que decresceu no solo coberto com aveia em pé, solo sem cobertura, solo coberto com aveia deitada e solo coberto com aveia ceifada, com 77,3; 71,6; 63,0 e 57,0 mg kg⁻¹, respectivamente, indicando o efeito benéfico da cobertura plástica na absorção do nutriente aos 12 DAT. Efeito similar foi observado por Verdial et al. (2001), que encontraram maior concentração de Zn em plantas de LB cultivadas em solo coberto com plástico preto, comparado a solo coberto com bagaço de cana.

Aos 24 DAT, de maneira geral, o teor de Zn foi menor, permanecendo entre 21,5 e 58,0 mg kg⁻¹ (Tabela 3). Seguindo a tendência observada aos 12 DAT, a LB no solo coberto com plástico preto

apresentou o maior teor (55,0 mg kg⁻¹) e, também, o maior acúmulo de massa fresca (218,2 g planta⁻¹) no período (Tabela 4), juntamente com a VE (205,5 g planta⁻¹). O efeito da cobertura do solo com plástico preto no teor de Zn da LB e no acúmulo de biomassa da planta deve ser considerado; entretanto, isso não ficou bem caracterizado para as demais cultivares.

Tabela 3. Teores de zinco (mg kg⁻¹) das plantas de alface Lucy Brown (LB), Elisa (EL) e Verônica (VE) aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), nos manejos de cobertura do solo: sem cobertura (SsC), coberto com plástico preto (ScPP), coberto com aveia deitada (ScAD), coberto com aveia ceifada (ScAC) e coberto com aveia em pé (ScAP), no primeiro ano de cultivo. Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti)	Tratamentos (T)					Médias (Ti)
	SsC	ScPP	ScAD	ScAC	ScAP	
12 DAT						
LB	69,0	81,0	60,0	57,0	73,0	68,0 a
EL	72,0	83,0	60,0	54,0	82,0	70,2 a
VE	74,0	83,0	69,0	60,0	77,0	72,6 a
Médias de (T)	71,6 C	82,3 A	63,0 D	57,0 E	77,3 B	
CV% (T)	3,55					
CV% (Ti)	12,90					
24 DAT						
LB	50,0 ab A	55,0 a A	26,0 b B	34,0 a B	29,0 b B	
EL	43,0 b A	29,0 b A	40,0 a A	39,0 a A	38,0 ab A	
VE	58,0 a A	43,0 a AB	21,5 b C	39,0 a B	44,0 a AB	
CV% (T)	19,27					
CV% (Ti)	20,20					
36 DAT						
LB	49,5 b B	64,0 a A	37,0 a BC	28,0 a C	29,0 a C	
EL	63,0 a A	44,0 b B	28,0 a C	35,0 a BC	31,0 a BC	
VE	40,0 b AB	46,0 b A	31,0 a B	29,0 a B	38,0 a AB	
CV% (T)	19,60					
CV% (Ti)	17,22					

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Massa fresca (g planta⁻¹) das plantas de alface Lucy Brown (LB), Elisa (EL) e Verônica (VE) aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), nos manejos de cobertura do solo: sem cobertura (SsC), coberto com plástico preto (ScPP), coberto com aveia deitada (ScAD), coberto com aveia ceifada (ScAC) e coberto com aveia em pé (ScAP), no primeiro ano de cultivo. Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti)	Tratamentos (T)				
	SsC	ScPP	ScAD	ScAC	ScAP
12 DAT					
LB	18,4 b D	46,1 a A	38,6 a B	30,7 b C	32,9 a C
EL	24,4 a C	37,7 b AB	39,4 a A	34,6 a B	34,8 a B
VE	18,7 b C	37,2 b A	38,0 a A	29,4 b B	29,3 b B
CV% (T)	8,05				
CV% (Ti)	5,83				
24 DAT					
LB	47,3 b C	218,2 a A	82,1 b B	70,5 b B	72,0 b B
EL	65,2 a C	161,9 b A	149,6 a A	63,5 b C	85,9 b B
VE	56,7 ab D	205,5 a A	141,2 a B	97,2 a C	105,9 a C
CV% (T)	9,11				
CV% (Ti)	8,01				
36 DAT					
LB	52,0 b D	403,0 a A	98,9 b C	128,5 b BC	148,5 b B
EL	67,3 ab D	236,7 b A	202,7 a B	81,2 c D	156,2 b C
VE	91,4 a D	256,8 b A	205,2 a B	174,3 a C	185,1 a BC
CV% (T)	9,39				
CV% (Ti)	8,57				

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na colheita (36 DAT), novamente o solo coberto com plástico preto influenciou positivamente o teor de zinco (64,0 mg kg⁻¹) na LB (Tabela 3), bem como o maior acúmulo de massa fresca (403,0 g planta⁻¹) entre as cultivares e tratamentos (Tabela 4), confirmando a tendência observada anteriormente.

Garcia et al. (2000), comparando cultivares de alface dos tipos americana, lisa e crespa, verificaram ao final do ciclo que o teor de zinco na alface americana foi superior ao da lisa e crespa; entretanto, no presente trabalho, esse comportamento não ficou bem caracterizado, a não ser no solo coberto com plástico preto.

De maneira geral, os menores teores foliares de zinco, na época da colheita, foram observados nos solos cobertos com palhada de aveia, variando entre 28,0 mg kg⁻¹ para EL e LB, no solo coberto com aveia deitada e coberto com aveia ceifada, e 38,0 mg kg⁻¹ para VE. Isso indica que, no primeiro ano de cultivo, nos solos cobertos com palha de aveia preta, ocorreu menor absorção de zinco pelas plantas de alface, possivelmente pela fixação do nutriente na palha da aveia, já que esta gramínea é eficiente na extração de zinco do solo (BORKERT et al., 2003). De acordo com Wisniewski e Holtz (1997), após a completa senescência das plantas de aveia preta, foram necessários 179 dias para a palha perder 85% dos nutrientes nela contidos, período muito superior aos 36 dias de ciclo da alface.

Apesar disso, os teores de Zn, nesses tratamentos, ficaram acima de 22,0 mg kg⁻¹, valor que, segundo Furlani e Abreu (2000), promoveu a maior produção de alface.

No segundo ano de cultivo, não se verificou diferença significativa dos teores de Zn entre as cultivares, que na colheita foram de 43,1; 43,5 e 37,0 mg kg⁻¹ para LB, EL e VE, respectivamente. Entre os tratamentos, os teores foliares de Zn das plantas ao final do ciclo variaram entre 33,3 mg kg⁻¹ no solo coberto com plástico preto e 52,6 mg kg⁻¹ no coberto com aveia ceifada, contrariando, portanto, o resultado observado no primeiro ano do experimento, quando os maiores teores ocorreram no solo coberto com plástico preto. Infelizmente, o alto coeficiente de variação encontrado na comparação dos teores de Zn entre os tratamentos (31,06%) não permite uma análise segura, mas em geral os teores foram superiores aos observados no primeiro ano de cultivo.

Utilizando a massa fresca das plantas para expressar a produção de biomassa da alface ao final do ciclo, Sedyama et al. (2000), comparando os três tipos de alface em cultivo hidropônico, obtiveram a média de 299,8 g planta⁻¹ para a americana, 224,6 g planta⁻¹ para a lisa e 219,8 g planta⁻¹ para a

alface crespa. Já Verdial et al. (2001) obtiveram 491,0 g planta⁻¹ para alface americana cv. Raider em solo coberto com plástico preto em sistema convencional. Comparando os resultados obtidos pelos autores com a massa fresca das plantas ao final do primeiro e do segundo ano (Tabelas 4 e 5), verifica-se que a produção de biomassa, nos solos cobertos de diferentes formas, apresentou valores intermediários aos encontrados na literatura; entretanto, no solo sem cobertura, a produção foi muito inferior.

Ao se comparar a produção de biomassa do primeiro com o segundo ano, verifica-se que, no solo coberto com plástico preto, ocorreu redução da produção de 403,0 para 221,8 g planta⁻¹ na LB, de 236,7 para 146,3 g planta⁻¹ na EL e de 256,8 para 155,4 g planta⁻¹ na VE (Tabelas 4 e 5). Por outro lado, nos solos cobertos com palhada de aveia, ocorreu comportamento inverso para LB, com o incremento significativo da produção no segundo ano. Para as demais cultivares, nos diferentes manejos da palha, a diferença entre os cultivos não foi tão expressiva, com exceção da EL no solo coberto com aveia ceifada, com incremento de 81,2 para 116,8 g planta⁻¹.

Tabela 5. Massa fresca (g planta⁻¹) das plantas de alface Lucy Brown (LB), Elisa (EL) e Verônica (VE) aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), nos manejos de cobertura do solo: sem cobertura (SsC), coberto com plástico preto (ScPP), coberto com aveia deitada (ScAD), coberto com aveia ceifada (ScAC) e coberto com aveia em pé (ScAP), no segundo ano de cultivo.

Tipos de alface (Ti)	Tratamentos (T)					Médias (Ti)
	SsC	ScPP	ScAD	ScAC	ScAP	
12 DAT	12,2	8,1	13,8	16,4	16,6	13,4 a
LB						
EL	10,9	10,3	16,3	14,1	16,8	13,7 a
VE	8,3	10,1	20,3	20,4	15,5	14,9 a
Médias de(T)	10,5 B	9,5 B	16,8 A	16,9 A	16,3 A	
CV% (T)	16,94					
CV% (Ti)	27,01					
24 DAT	40,4 a B	46,3 a B	97,3 a A	85,6 b A	85,1 a A	
LB						
EL	27,9 ab B	47,7 a AB	48,3 b AB	46,7 c AB	56,8 b A	
VE	18,2 b D	43,8 a C	90,6 a B	115,1 a A	94,9 a AB	
CV% (T)	22,28					
CV% (Ti)	14,38					
36 DAT	90,6 a D	211,8 a C	323,8 a B	360,3 a	371,0 a A	
LB				AB		
EL	59,2 a B	146,3 b A	161,0 b A	116,8 c A	160,2 c A	
VE	70,0 a D	155,4 b C	159,1 b B	207,4 b A	199,8 b AB	
CV% (T)	13,71					
CV% (Ti)	10,95					

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusão

O cultivo de alface em sucessão à aveia preta, sobre a palha, no sistema orgânico, permite produção satisfatória com teores de Mn e Zn adequados nas plantas, enquanto a cobertura do solo com plástico

preto promove produção satisfatória, com maior teor de Zn no primeiro ano e redução no teor de Mn e na produção no segundo ano de cultivo.

Referências

- BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I.; MENDOZA, E. Growth parameters and nutrient content in four multipurpose tree species with potential characteristics for agroforestry systems in a cerrado region in Botucatu, São Paulo State, Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 15, n. 2, p. 87-105, 2002.
- BORKERT, C. M. Manganês. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafós, 1991.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.
- CARDOSO, A. I. I. A cultura da abobrinha de moita. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido**: condições subtropicais. São Paulo: Unesp, 1998. p. 105-137.
- CINTRA, A. A. D.; SANCHES, A. C.; MELO, W. J.; BRAZ, L. T. Extração de manganês por plantas de alface cultivadas em solo tratado com adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Supl., p. 838-839, 2000.
- FNP-Consultoria e Agroinformativos. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2003.
- FURLANI, P. R.; ABREU, M. F. Toxicidade de zinco em alface cultivada em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Supl., p. 797-798, 2000.
- GARCIA, N. C. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N.; LIMA, P. C. Absorção de nutrientes por diferentes cultivares de alface em cultivo hidropônico no período de verão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Supl., p. 246-247, 2000.
- IBD-Instituto Biodinâmico. **Diretrizes**. Botucatu: IBD, 2000.
- IBD-Instituto Biodinâmico. **Diretrizes**. Botucatu: IBD, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997.
- PEREIRA, C. Z.; RODRIGUES, D. S.; GOTO, R. Efeito da cobertura do solo na produtividade da alface cultivada no verão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Supl., p. 492-493, 2000.
- PEREIRA, C. Z.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, S. A. Balanço nutricional e incidência de queima dos bordos em alface produzida em sistema hidropônico – NFT. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 810-14, 2005.
- RILEY, H.; DRAGLAND, S. Living and surface mulches as nutrient sources in organic vegetable growing. **Acta Horticulturae**, v. 571, p. 109-117, 2002.
- SADE, A. **Cultivo bajo condiciones forzadas**: nociones generales. Israel: Estudio Rehak, 1998.
- SANCHES, A. C.; CINTRA, A. A. D.; MELO, W. J.; BRAZ, L. T. Zinco acumulado em plantas de alface cultivadas em solo tratado com adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Supl., p. 836-837, 2000.
- SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 45-57, 2006.
- SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. R. L. Seleção de cultivares da alface para cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Supl., p. 244-245, 2000.
- SILVA JÚNIOR, A. A.; SOPRANO, E. **Caracterização de sintomas visuais de deficiências nutricionais em alface**. Florianópolis: Epagri, 1997.
- SILVEIRA, P. M.; CUNHA, A. A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um Latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1325-1332, 2002.
- SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; BANYNS, V. L. Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 525-531, 2008.
- VERDIAL, M. F.; LIMA, M. S.; MÓGOR, A. F.; GOTO, R. Comportamento de alface tipo americana sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 18, Supl., p. 486-488, 2000.
- VERDIAL, M. F.; LIMA, M. S.; MÓGOR, A. F.; GOTO, R. Production of iceberg lettuce using mulches. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 4, p. 737-740, 2001.
- WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1035-1039, 1997.

Received on January 11, 2008.

Accepted on May 23, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.