

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MANEJO DA COBERTURA DO SOLO, CARACTERÍSTICAS
FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE ALFACE EM CULTIVO
ORGÂNICO, NO VERÃO.**

ÁTILA FRANCISCO MÓGOR

ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO LUIZ ARAÚJO CÂMARA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP-Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU – SP
Agosto - 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MANEJO DA COBERTURA DO SOLO, CARACTERÍSTICAS
FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE ALFACE EM CULTIVO
ORGÂNICO, NO VERÃO.**

ÁTILA FRANCISCO MÓGOR

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP-
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia – Área
de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU – SP
Agosto - 2003

A Deus dedico.

*Faça-nos sentir a alma da terra, pois assim, sentiremos a
sabedoria que existe em tudo*

*Não nos deixe ser tomados pelo esquecimento de que
o Senhor é o Poder e a Glória do mundo, a canção que se
renova e a tudo embeleza*

*Possa o seu amor ser o solo onde crescem nossas ações
Que assim seja!*

Trecho da prece ecumênica de Jesus Cristo, traduzida do aramaico.

À minha amada família, agradeço.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	2
3 INTRODUÇÃO.....	3
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
4.1 Botânica e principais grupos cultivados.....	6
4.2 Aspectos gerais da nutrição da alface.....	7
4.2.1 Adubação.....	7
4.2.2 Concentração e acúmulo de macro e micronutrientes.....	8
4.3 Cobertura do solo.....	10
4.4 Utilização de aveia preta (<i>Avena strigosa</i>) para cobertura do solo.....	11
4.5 Queima das pontas das folhas de alface.....	13
4.6 Principais problemas fitossanitários de alface em cultivos de verão.....	14
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
5.1 Caracterização da área.....	16
5.2 Tratamentos.....	17
5.3 Época de plantio.....	17
5.4 Fertilização do solo e plantio de aveia preta.....	18
5.5 Produção de mudas.....	19
5.6 Preparo da área.....	19
5.7 Avaliações.....	20
5.8 Delineamento experimental.....	21
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.1 Temperatura do solo.....	24
6.2 Fertilidade do solo.....	29
6.2.1 pH.....	29

6.2.2	Capacidade de troca catiônica (CTC).....	31
6.2.3	Saturação por bases (V).....	32
6.2.4	Matéria orgânica (M.O.).....	33
6.2.5	Macronutrientes.....	35
6.2.5.1	Fósforo.....	35
6.2.5.2	Potássio.....	37
6.2.5.3	Cálcio e Magnésio.....	38
6.2.6	Micronutrientes.....	40
6.2.6.1	Boro.....	40
6.2.6.2	Manganês.....	42
6.2.6.3	Zinco.....	43
6.2.6.4	Ferro.....	44
6.2.6.5	Cobre.....	45
6.3	Nível nutricional das plantas de alface.....	46
6.3.1	Macronutrientes.....	46
6.3.1.1	Nitrogênio.....	47
6.3.1.2	Fósforo.....	49
6.3.1.3	Potássio.....	52
6.3.1.4	Cálcio.....	55
6.3.1.5	Magnésio.....	58
6.3.2	Micronutrientes.....	61
6.3.2.1	Boro.....	61
6.3.2.2	Manganês.....	63
6.3.2.3	Zinco.....	66
6.3.2.4	Ferro.....	70
6.3.2.5	Cobre.....	73
6.4	Avaliações biométricas.....	78
6.4.1	Número de folhas.....	78
6.4.2	Altura das plantas.....	83
6.4.3	Massa fresca.....	87

6.5 Ocorrência de plantas invasoras.....	94
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
8 CONCLUSÃO.....	99
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXO I Análises de variância.....	113

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Análise química do solo no período de instalação do experimento (2000) (A: 0-15 cm de profundidade, B: 15-30 cm de profundidade). Botucatu, SP. 2003.....	16
2	Manejos de cobertura do solo para cultivo de alface (2000). Botucatu, SP. 2003.....	17
3	Preparo da área experimental com diferentes manejos de cobertura do solo para cultivo de alface em dois períodos consecutivos de cultivo (2001 e 2002). Botucatu, SP. 2003.....	19
4	Esquema da análise de variância do experimento.....	22
5	Esquema da análise de variância das leituras de temperatura do solo.....	22
6	Esquema da análise de variância da ocorrência de plantas invasoras.....	23
7	Temperatura do solo (°C) a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “d.a.t.”), no primeiro ano de cultivo. Botucatu, 2001.....	25
8	Temperatura do solo (°C) a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “d.a.t.”), no segundo ano de cultivo. Botucatu, 2002.....	25
9	Análise química do solo (pH, H+Al, SB, CTC, V), na instalação do experimento (Original), e após o primeiro e segundo ano de cultivo de alface no verão sob diferentes coberturas do solo, em duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm), e incremento ou redução dos níveis em porcentagem (+/- %) comparados ao nível original .Botucatu, 2003.....	30
10	Análise química do solo (M.O., P, K, Ca, Mg), na instalação do experimento (Original), e após o 1º e 2º ciclos de cultivo de alface (2001 e 2002), em duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm).). Incremento ou redução dos níveis em porcentagem (+/- %) comparados ao nível original .Botucatu, 2003.....	34

11	Análise química do solo (B, Mn, Zn, Fe, Cu), na instalação do experimento (Original), e após o 1º e 2º ciclos de cultivo de alface (2001 e 2002), em duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm). Incremento ou redução dos níveis em porcentagem (\pm %) comparados ao nível original .Botucatu, 2003.....	41
12	Teor de nitrogênio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	47
13	Teor de nitrogênio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	49
14	Teor de fósforo (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT),no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	50
15	Teor de fosforo (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	51
16	Teor de potássio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	53
17	Teor de potássio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	54
18	Teor de cálcio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	56
19	Teor de cálcio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	57
20	Teor de magnésio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	59
21	Teor de magnésio (%) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	60
22	Teor de boro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	61
23	Teor de boro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	62
24	Teor de manganês (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	64

25	Teor de manganês (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	65
26	Teor de zinco (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	67
27	Teor de zinco (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	69
28	Teor de ferro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	71
29	Teor de ferro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	73
30	Teor de cobre (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	74
31	Teor de cobre (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	76
32	Número de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	79
33	Numero de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	81
34	Altura média (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT,) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	84
35	Altura média (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	86
36	Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	88
37	Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2003). Botucatu, 2003....	91
38	Número de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	94

39	Número de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (d.a.t.), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	95
40	Temperatura do solo a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “DAT”), no primeiro ano de cultivo. Botucatu, 2003.....	114
41	Temperatura do solo a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “DAT”), no segundo ano de cultivo. Botucatu, 2003.....	114
42	Teor de nitrogênio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.	115
43	Teor de nitrogênio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.	115
44	Teor de fósforo (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	116
45	Teor de fósforo (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	116
46	Teor de potássio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	117
47	Teor de potássio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	117
48	Teor de cálcio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	118
49	Teor de cálcio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	118
50	Teor de magnésio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	119
51	Teor de boro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	119

52	Teor de boro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.	120
53	Teor de manganês (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	120
54	Teor de manganês (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	121
55	Teor de zinco (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	121
56	Teor de zinco (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.	122
57	Teor de ferro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.	122
58	Teor de ferro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.	123
59	Teor de cobre (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.	123
60	Teor de cobre (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.	124
61	Número de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	124
62	Número de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	125
63	Altura (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	125
64	Altura (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	126
65	Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003....	126

66	Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003....	127
67	Ocorrência de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.....	127
68	Ocorrência de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	128

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Vista geral da área experimental, no período de crescimento da aveia preta, no primeiro ano de cultivo (2000). Botucatu, 2003.....	20
2	Solo coberto com aveia preta ceifada e plantas de alface crespa (cv. Verônica), 12 dias após o transplante em 2000. Botucatu, 2003.....	27
3	Solo coberto com aveia preta deitada e plantas de alface crespa (cv. Verônica), 3 dias após o transplante em 2001. Botucatu, 2003.....	27
4	Solo coberto com aveia em pé e plantas de alface americana (cv. Lucy Brown), 3 dias após o transplante em 2000. Vista parcial do experimento. Botucatu, 2003.....	28
5	Plantas de alface lisa (cv. Elisa), 3 dias após o transplante em 2000. Botucatu, 2003.....	28
6	Plantas de alface americana em solo coberto com plástico preto aos 6 DAT, apresentando sensibilidade às condições ambientais de chuvas intensas (2002). Botucatu, 2003.....	92
7	Plantas de alface crespa cultivadas sobre solo coberto com aveia em pé aos 36 DAT (2002). Botucatu, 2003.....	93
8	Ocorrência de plantas invasoras, predominantemente beldroega (<i>Portulaca oleracea</i> L.), em alface crespa no solo sem cobertura aos 12 DAT, no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	96
9	Ocorrência de plantas invasoras em alface crespa no solo coberto com aveia ceifada aos 12 DAT, no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.....	96

1 RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da cobertura do solo com aveia preta (*Avena strigosa*) cultivada no inverno, após a fertilização da área experimental, e manutenção da palhada sobre o terreno para transplante direto de alface cultivada no verão. Utilizaram-se cinco manejos da cobertura do solo (sem cobertura, coberto com plástico preto, coberto com aveia deitada, coberto com aveia ceifada e coberto com aveia na sua forma natural, ou seja, em pé) para o cultivo de três cultivares de alface: Elisa, Verônica e Lucy Brown. O experimento foi conduzido na Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD), Botucatu, S.P., em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em análise estatística com parcelas subdivididas. O plantio da alface ocorreu em dois anos consecutivos, buscando avaliar o efeito residual dos tratamentos, com semeadura em dezembro de 2000 e 2001. Avaliou-se o efeito dos tratamentos nos dois anos consecutivos, sobre a temperatura e a fertilidade do solo, nível nutricional das plantas de alface, parâmetros biométricos das plantas (número de folhas, altura das plantas, produção de massa fresca), ocorrência de plantas invasoras, distúrbios fisiológicos e problemas fitossanitários. Concluiu-se que o transplante direto de alface sobre a palhada da aveia preta é uma tecnologia eficiente.

SOIL COVERING MANAGEMENT, PHYSIOLOGICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF LETTUCE, UNDER AN ORGANICAL SYSTEM, CULTIVATED DURING SUMMER. Botucatu, 2003. 128p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ÁTILA FRANCISCO MOGOR

Adviser: FRANCISCO LUIZ ARAÚJO CÂMARA

2 SUMMARY

The goal of this research was to evaluate the effect of the soil covering with black oats cultivated during the winter, after the fertilization of an experimental area, and maintenance of the straw on the ground for a direct transplantation of the lettuce, during the summer. There have been defined five handling systems for soil covering (soil without cover, soil covered with black plastic, soil covered with laying oats, soil covered with harvested oats and soil covered with oats in natural form) for growing three cultivars of lettuce: Elisa, Veronica and Lucy Brown. The trials were conducted on the Brazilian Association of Biodynamic Agriculture (ABD) during two consecutive years, searching to evaluate the residual effect of the treatments, with seeding in December 2000 and 2001. The effect of the treatment has been evaluated in the two consecutive years by the soil temperature and fertility, nutritional level of the lettuce plants, biometrical parameters of the plants (quantity of leaves, plants highness, fresh mass production), occurrence of weeds, physiological disturbs and diseases. It has been concluded, that direct transplantation of lettuce on the straw of the black oats, is an efficient technology.

Keywords: Organic production, Lettuce, Direct transplant

3 INTRODUÇÃO

A alface, desde sua domesticação a partir de espécies selvagens, tornou-se a principal folhosa consumida pelo homem, fazendo parte dos hábitos alimentares de milhões de pessoas em todo o mundo (Ryder, 1997).

A CEAGESP comercializou 25.558 t de alface em 2001 (FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003), sendo que a maior parte dessa produção teve origem no chamado “Cinturão Verde”, que engloba os municípios próximos à capital do Estado, tradicionalmente produtores de hortaliças, como Mogi das Cruzes, Suzano, Biritiba Mirim, Vargem Grande Paulista, Ibiúna e Piedade, entre outros. Isto se deve ao fato de a alface ser uma hortaliça de pequena durabilidade pós-colheita (Medina et al, 1982), exigindo rápida comercialização.

Dada a característica fundiária das principais regiões produtoras, aliada à alta demanda de mão-de-obra (22% do custo de produção) em seu cultivo, a alface é uma hortaliça tradicionalmente cultivada por pequenos produtores (FNP Consultoria e Comércio, 2000). Tal fato confere-lhe grande importância econômica e social, sendo significativo fator de fixação do homem ao campo. Aliada a isso, a grande necessidade de adubação orgânica da espécie (Nakagawa,1993), faz dessa hortaliça um importante componente no enfoque holístico da agricultura orgânica.

O crescimento anual do mercado de produtos orgânicos é de, aproximadamente, 30% na Europa e Estados Unidos (International Trade Centre: Organic Food and Beverages, 2002) e de 40 a 50% no Brasil, onde a comercialização desses produtos

movimenta em torno de 10 milhões de dólares anualmente (Saminêz,1999), com oferta muito inferior à procura (Abreu Jr. & Stoltenberg, 1998). Apesar disso, esse sistema de produção também está sujeito à competitividade em um mercado no qual um dos principais fatores de sucesso é a escala de produção (FNP Consultoria & Comércio, 2000).

O aumento do consumo aliado à menor oferta, justificam a variação sazonal verificada no preço da alface, sendo que a média de preços nos meses de janeiro, fevereiro e março, supera em até 130% os preços praticados nos demais meses do ano (FNP Consultoria & Comércio, 2000). Este fato é consequência do clima, pois na Região Sudeste do Brasil o verão é quente e chuvoso (Goto,1998), determinando o aumento da incidência de patógenos e de distúrbios fisiológicos, e dificultando o controle das plantas invasoras. Diante disso, tecnologias contempladas nos sistemas orgânicos de cultivo, que favoreçam a produção de alface de boa qualidade, no verão, permitirão a manutenção da escala de produção, viabilizando tanto produtores orgânicos quanto convencionais, com desdobramentos sócio-econômicos positivos.

Dentre as muitas tecnologias utilizadas no cultivo da alface, Müller (1991) cita as vantagens da cobertura do solo em controlar plantas daninhas, manter a umidade do solo e sua estrutura, e melhorar sua aeração. Essa cobertura pode ser feita com material de origem vegetal, como palhadas diversas e bagaço de cana, entre outros, ou com filmes plásticos, normalmente de coloração preta (Cardoso, 1998).

O conceito orgânico de produção, tem entre seus fundamentos, a reciclagem e a utilização de insumos naturais, buscando a auto-suficiência da propriedade (IBD – Diretrizes-2000). Diante disso, a utilização de cobertura vegetal deve ser considerada como uma alternativa prioritária, principalmente nos cultivos de verão, quando a elevação da temperatura do solo sob cobertura plástica pode ser prejudicial ao desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, à absorção de nutrientes (Faria Júnior, 1994).

A obtenção de materiais vegetais para a utilização como cobertura do solo na propriedade, pode ser dificultada por outras demandas, como a utilização em composto orgânicos. Por outro lado, a aquisição de material externo à propriedade orgânicamente conduzida, pode ser limitada pelo risco de contaminações; portanto, a produção de material vegetal com a finalidade específica de cobertura do solo deve ser considerada. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar, comparativamente, a utilização de cobertura com

plástico, solo sem cobertura, e cobertura vegetal sobre canteiros previamente confeccionados, pelo plantio de aveia preta durante o inverno, que após a completa senescência, serve de cobertura do solo na produção de alface transplantada sobre a palhada, durante o período quente e chuvoso.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Botânica e principais grupos cultivados

Como planta cultivada, a alface (*Lactuca sativa* L.), provavelmente, tem sua origem na região mediterrânea. Essa hipótese fundamenta-se na presença da forma primitiva (*Lactuca serriola* L.) cultivada naquela região, e utilizada pelos egípcios há 4.500 anos para extração de óleo de suas sementes (Ryder, 1997).

A alface pertence à família Cichoriaceae, a mesma das chicórias e almeirões. É uma planta herbácea com caule diminuto, não ramificado, ao qual se prendem as folhas lisas ou crespas que podem se fechar ou não na forma de “cabeça”. As raízes são do tipo pivotante, apresentam ramificações delicadas, explorando efetivamente os primeiros 25 cm de solo. Trata-se de uma planta anual, com o final da fase vegetativa ocorrendo com o máximo da expansão foliar. A emissão da haste floral é dependente de dias longos e temperaturas elevadas (Filgueira, 2000).

Os principais grupos de alface cultivada no Brasil dividem-se em alfases de folhas soltas, ou seja, sem formação de cabeça, podendo ser lisa ou crespa, e alfases repolhudas ou de cabeça, também podendo ser de folhas lisas ou crespas. Esta última, denominada de alface americana, teve nos últimos anos um crescimento expressivo em área plantada, atrelada ao desenvolvimento das redes de refeição rápida. Na CEAGESP, o maior

volume comercializado de alface em 2001 foi do grupo crespa de folhas soltas (FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003).

4.2 Aspectos gerais da nutrição da alface

4.2.1 Adubação

A saturação adequada por bases no solo para a cultura da alface é definida por vários autores. Nakagawa et al (1993) utilizaram a saturação por bases de 70%, concordando com Lisbão & Nagai (1987). De acordo com Trani et al (1996) a saturação ideal para o bom desenvolvimento da espécie seria de 80%; já Nicoulaud (1990), justificou a ausência de resposta da alface à calagem em solo com nível de 2,3 meq/100g de cálcio e 1,4 meq/100g de magnésio, no qual apesar da calagem ter elevado o pH do solo, não teve efeito sobre o rendimento de massa seca, sugerindo que os níveis de cálcio e magnésio foram adequados. O autor citou ainda que a calagem acarretou diminuição dos teores de manganês trocável do solo, o que concorda com Ronheld (1998), ao identificar a redução da disponibilidade de manganês, ferro e zinco com a elevação do pH da rizosfera.

A adubação orgânica da alface serviu de tema a diversos trabalhos científicos. Trani et al (1996), recomendaram a utilização de 60 a 70 t/ha de esterco de curral ou 1/3 dessa quantidade de esterco de galinha. Katayama (1993) sugeriu a utilização de 5 a 15 t/ha de adubo orgânico para as regiões de Mogi das Cruzes, Atibaia e Campinas. Ricci et al (1995), utilizando 10 t/ha de composto orgânico constituído de 60% de esterco de gado e 40% de capim triturado, obtiveram os mesmos teores de nutrientes na massa seca das folhas utilizando adubo químico; neste caso, os autores verificaram que a dose do composto orgânico foi inferior à recomendada pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (20 a 40 t/ha). Por outro lado, ressaltam que o adubo químico foi aplicado de acordo com as recomendações, identificando a resposta positiva à adubação orgânica.

De acordo com as Diretrizes Para o Padrão de Qualidade Orgânico - IBD (2002), o meio fundamental para fertilizar o solo é a adubação orgânica, sendo que as

complementações minerais por meio de fontes pouco solúveis devem, preferivelmente, passar pelo processo de compostagem antes de sua aplicação ao solo.

A adubação mineral da alface também é bem descrita na literatura. Trani et al (1996), recomendaram a aplicação de 40 kg/ha de N parcelado aos 10, 20 e 30 dias após o transplante, e 200 a 400 kg/ha de P_2O_5 e 50 a 150 kg/ha de K_2O , de acordo com a análise química do solo, e ainda 1 kg/ha de boro. Katayama (1993) recomendou para as regiões de Mogi das Cruzes e Atibaia a aplicação de 0,5 a 0,8 t/ha de termofosfato associado a 1,5 – 2,0 t/ha da fórmula NPK 4-14-8 + boro. De acordo com o autor, um aspecto importante da adubação química com nitrogênio é a possível redução da qualidade da alface devido ao acúmulo de nitrato nas folhas, podendo causar problemas à saúde humana. Como citado anteriormente, as fontes sintéticas de nutrientes são incompatíveis com o conceito orgânico de produção.

4.2.2 Concentração e acúmulo de macro e micronutrientes

Garcia et al (1988a) determinaram a produção de massa seca e as concentrações de macronutrientes das cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia, constatando que as curvas de absorção de nitrogênio, fósforo e potássio são bem semelhantes às de produção de massa fresca, com acúmulo bastante lento na primeira fase do crescimento (até trinta dias após a germinação). Foram acumulados nos 21 dias de máxima taxa de crescimento, imediatamente anteriores à colheita, setenta por cento do nitrogênio, fósforo e potássio. Do peso verde, 70% foram igualmente incorporados nos 21 dias que antecederam a colheita, e 31% nos últimos 7 dias.

Os autores observaram ainda que os teores de nitrogênio na massa seca eram de 3,27 a 5,34%, com um decréscimo na concentração de acordo com a idade da planta, em ambas as cultivares. Os teores de fósforo na massa seca situaram-se entre 0,67 e 0,92%, não ocorrendo o decréscimo da concentração com a proximidade da colheita. O teor de potássio na massa seca da parte aérea variou entre 7,31 e 8,45% para a cv. Brasil 48 e de 4,97 a 7,50% para a cv. Clause's Aurélia, sendo que o acúmulo de potássio foi crescente até a

colheita. O teor de cálcio foi entre 1,05 e 1,65% para ambas as cultivares, sendo que o acúmulo do nutriente nas plantas apresentou um incremento a partir dos trinta dias, com taxas crescentes até a colheita. Os teores de magnésio encontrados na massa seca variaram entre 0,37 e 0,46%, seguindo a tendência de absorção dos demais nutrientes. O teor de enxofre foi em torno de 0,16% para ambas as cultivares, seguindo a tendência de absorção dos demais nutrientes.

Garcia et al (1988b) determinaram o acúmulo dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn para as cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia, verificando que o teor de boro encontrado nas plantas foi de 59 a 93 ppm, sendo o acúmulo do elemento constante até 10 dias antes da colheita, após o que, diminuiu acentuadamente. O teor de cobre das plantas variou entre 9 e 18 ppm, sendo que o acúmulo do elemento acompanhou proporcionalmente a produção de massa seca. O teor de ferro variou entre 430 e 510 ppm, sendo que o acúmulo do nutriente apresentou a mesma tendência apresentada pelo boro. O teor médio de manganês na cv. Brasil 48 foi de 269 ppm, e da cv. Clause's Aurélia foi de 81 ppm, apresentando uma diferença expressiva que se repetiu na taxa de acúmulo do elemento, pois a cv. Brasil 48 apresentou o máximo acúmulo aos 51 dias do transplante, decrescendo a partir daí até a colheita. Por outro lado, a cv. Clause's Aurélia teve acúmulo constante até a colheita. O acúmulo de zinco diferiu dos demais nutrientes, sendo bastante tardio, com cerca de 64% (cv. Brasil 48) e 52% (cv. Clause's Aurélia) do total, absorvido nos dez últimos dias do ciclo cultural. Os teores do elemento foram de 354 e 166 ppm para as cultivares, respectivamente.

Após os trabalhos clássicos supracitados, diversos autores verificaram a concentração de nutrientes de diversas cultivares sob diferentes tratamentos de nutrição. Ricci (1995) verificou que a cv. Vitória Verde Clara cultivada em solo adubado com composto orgânico apresentou os seguintes teores médios de nutrientes na massa seca da parte aérea: N - 3,76%, P - 0,70%, K - 8,36%, Ca - 1,04%, Mg - 0,35%, S - 0,29 %, Zn - 60,79 ppm, Cu - 8,68 ppm e Mn - 106,46 ppm. Silva Jr & Soprano (1997) ao citarem Furlani et al (1978), indicam as seguintes médias de concentração de nutrientes na massa seca das cv. Great Lakes, Gigante, White Boston e Prize Head: N - 4,53%, P - 0,57%, K - 5,87%, Ca - 1,22%, Mg - 0,31%, S - 0,33%, B - 29 mg/kg, Cu - 10 mg/kg, Fe - 760 mg/kg, Mn - 128 mg/kg, Mo - 0,08 mg/kg e Zn - 107 mg/kg. Alt et al (1999), avaliando a resposta de diversas hortaliças aos

níveis de fósforo e potássio no solo, destacaram a alface como altamente responsiva à disponibilidade desses elementos.

4.3 Cobertura do solo

De acordo com Sade (1997) a utilização de cobertura do solo apresenta como principais efeitos a manutenção da umidade, a elevação da temperatura (plástico), conservação da estrutura física, e conseqüente efeito favorável sobre a aeração, proteção contra a erosão, redução da salinização em decorrência da menor evaporação, redução da lixiviação de nutrientes, favorecimento da atividade microbiana do solo refletindo no aumento do processo de nitrificação, e em alguns cultivos, evita o contato dos frutos com o solo, conferindo melhor aspecto comercial e conservação, e ainda, aliado a esses efeitos, auxilia no controle de plantas invasoras. Pereira et al. (2000a) observaram que a cobertura do solo com plástico preto foi mais eficiente no controle de plantas daninhas que o solo coberto com bagaço de cana. Outros autores citam ainda o efeito benéfico da cobertura com plástico na redução da incidência de viroses em algumas hortaliças (Araújo, 1996a; Araújo 1996b; Cardoso, 1998).

Faria Jr. (1994), afirmou que a utilização de plástico sobre o solo tem efeito direto sobre a fenologia de certas espécies ao exercer influência sobre o microclima formado, interferindo na fotobiologia das plantas, bem como na temperatura do solo, influenciando a qualidade e a produção.

Segundo Castillo (1983) citado por Dantas (1997), a temperatura adequada do solo para a maioria das hortaliças está entre 15 e 20°C, concordando com Nothmann (1977) ao verificar que temperaturas do solo entre 13 e 18°C aceleraram a maturação da alface.

Em alface, cv. Romana, a ocorrência de temperaturas no solo entre 28 e 36°C causaram deficiência no crescimento e formação da planta, sendo que o melhor desenvolvimento ocorreu a 13°C, mostrando que altas temperaturas podem induzir excessiva alongação do caule (Nothmann, 1977). Diante disso, o efeito do aquecimento do solo coberto

com plástico em cultivos de alface nos períodos mais quentes do ano, deve ser levado em consideração.

A redução da temperatura do solo coberto com materiais de origem vegetal foi observada por Verdial et al (2001), ao trabalharem com solo coberto com bagaço de cana. Essa redução pode ser favorável ao cultivo de alface durante o período quente do ano, porém os autores observaram também menor concentração de nitrogênio nas plantas, sugerindo a fixação do elemento durante o processo de equilíbrio da relação C/N do material de cobertura. Por outro lado, Sur (1992) observou que no solo coberto com material vegetal as perdas de nitrogênio foram 76% menores comparadas àquelas em solo descoberto. O autor afirma ainda que as palhadas têm efeito positivo na redução do carreamento do solo e da formação de crostas superficiais ao dissipar a energia das gotas de água da chuva.

O possível efeito favorável da cobertura do solo com material de origem vegetal, nos períodos quentes e chuvosos, é dependente da relação C/N da cobertura, sendo desejável que aquela esteja em equilíbrio. Pereira et al (2000a) observaram que a produtividade de alface foi menor quando o transplante foi feito diretamente sobre canteiro com aveia preta dessecada e sem capina, e sobre canteiro coberto com bagaço de cana, se comparados com transplante em solo coberto com plástico preto.

Recentemente, o cultivo de plantas forrageiras para cobertura do solo e posterior transplante de espécies oleráceas sobre o resíduo vegetal, passou a ser objeto de trabalhos científicos. Riley & Dragland (2002) utilizaram o trevo branco (*Trifolium repens*) para cobertura do solo e posterior transplante de beterraba (*Beta vulgaris*) e repolho (*Brassica oleracea*), verificando que os níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, tanto nas hortaliças quanto no solo, após a colheita destas, eram superiores comparados à área cultivada sem a cobertura vegetal, sugerindo a mineralização dos elementos a partir do resíduo vegetal de cobertura, bem como redução de perdas por lixiviação.

4.4 Utilização de aveia preta (*Avena strigosa*) para cobertura do solo

A implantação de cultivos de inverno com a finalidade exclusiva de produzir biomassa vegetal para a cobertura do solo passou a ser difundida no Brasil a partir de 1971, com o desenvolvimento da tecnologia do plantio direto no Estado do Paraná (Muzilli, 1985).

Rachwal et al (1997), verificaram que a aveia preta produziu 5.590 kg/ha de massa seca aérea e 3.080 kg/ha de massa seca radicular, promovendo a maior cobertura do solo entre as espécies cultivadas no inverno, com este fim. O efeito da cobertura do solo com aveia preta sobre a infestação de plantas invasoras e sobre a dinâmica de alguns elementos químicos do solo foi objeto de estudo de diversos autores.

Jacobi & Fleck (2000), avaliando o potencial alelopático de diversos genótipos de *Avena strigosa* e *Avena sativa*, observaram o efeito do exudato radicular escopoletina, inibindo a germinação de azevém (*Lulium sp*) e outras gramíneas.

Bauer & Reeves (1999), relataram a redução da população de plantas em cultivo de algodão plantados em solos cobertos com palhada de aveia preta, aliada à redução na infestação de plantas invasoras nestas áreas. Os autores associaram esses efeitos à ação de compostos alelopáticos, mas principalmente ao sombreamento do solo promovido pela palhada da aveia preta. De acordo com Blanco & Blanco (1991), as modificações das condições ambientais que ocorrem devido ao preparo do solo para o plantio de verão, coincidindo com início do período chuvoso e quente, favorecem a quebra da dormência ambiental (queiscência), promovendo a germinação intensa de plantas invasoras, sendo esta, definida por fatores adversos à germinação, como o sombreamento do solo por cobertura vegetal; portanto, a cobertura do solo com palhada de aveia preta pode prolongar a queiscência.

Pavinato et al (1994), ao compararem a produção de massa fresca e quantidades absorvidas de N, P₂ O₅ e K₂O em espécies forrageiras de inverno, verificaram que a aveia preta produziu de 20,6 t/ha de massa fresca, e acumulou até a senescência 62 kg/ha de nitrogênio, 32 kg/ha de P₂ O₅ e 164 kg/ha de K₂O.

Wisniewski & Holtz (1997) estudando a dinâmica da decomposição da palhada da aveia preta, quantificaram, 30 dias após a senescência completa das plantas, os

teores médios de nitrogênio e fósforo , sendo de 17 g.kg^{-1} e $1,6 \text{ g.kg}^{-1}$, respectivamente. Verificaram também que, em 179 dias a palhada perdeu 71% de seu peso, e que 71% do carbono, 75% do nitrogênio e 85% fósforo contidos na palhada foram mineralizados neste período. Os autores concluíram que a palhada de aveia preta liberou nitrogênio e fósforo para o solo, influenciando a produtividade da espécie cultivada subseqüentemente.

Outra característica importante da manutenção da palhada como cobertura do solo é a redução do selamento superficial. Este selamento reduz a aeração e a condutividade hidráulica dos solos, pois a energia cinética das gotas de chuva e da irrigação é dissipada pelo resíduo vegetal (Silva & Kato, 1997). Essa característica também foi ressaltada por Sur (1992), que observou a redução da perda de nutrientes por lixiviação, principalmente o nitrogênio, nos solos cobertos com palhada.

4.5 Queima das pontas das folhas de alface

A queima das pontas das folhas de alface (tipburn), é o distúrbio fisiológico mais comum dessa hortaliça nos cultivos de verão (Silva Jr & Soprano, 1997).

De acordo com Cresswell (1991), a queima das pontas é um sintoma de deficiência localizada de cálcio, que se desenvolve quando é inadequada a translocação de cálcio para as folhas novas e de crescimento rápido. Misaghi & Grogan (1978) observaram porém, que a queima das pontas pode estar relacionada à deficiência de boro, ao identificarem o incremento do nível de ácido indol-3-acético (AIA) em folhas de plantas deficientes nesse elemento pouco antes de apresentarem o sintoma. Isso concorda com Bohnsack & Albert (1977), citados por Marschner (1995), ao verificarem que a deficiência de boro reduz a atividade da enzima AIA-oxidase, permitindo o acúmulo dessa auxina e a consequente desordem na diferenciação e expansão celulares.

Migashi & Grogan (1978) relacionaram também a deficiência localizada de cálcio como sendo resultado da imobilização do elemento por ácidos orgânicos e outros metabólitos, cuja concentração é incrementada em plantas de alface expostas a altas temperaturas. De acordo com os autores, a temperatura e a incidência de queima das pontas

estão estreitamente correlacionadas, pois a porcentagem de plantas com o distúrbio aumentou proporcionalmente ao tempo de exposição à temperatura ambiente de 30°C.

Segundo Cox (1976), além da incidência da queima das pontas estar relacionada com a temperatura, também é determinada pelo fotoperíodo, pois a redução do comprimento do dia sob condições controladas reduziu a incidência do distúrbio, mesmo sob temperatura constante, relacionando a maior taxa de crescimento das plantas em dias longos com o aumento na demanda de cálcio.

Bres (1992), observou que o aumento da concentração de potássio na solução de cultivo de alface no sistema NFT (nutrient film technique) reduziu a pressão de raiz, limitando a absorção de água pela planta e, por consequência, induzindo alta incidência de queima das pontas. Creswell (1991) verificou que o conteúdo de cálcio nas células de tecidos novos com baixa transpiração, como folhas de alface no início da formação, são altamente dependentes do transporte de nutrientes, definido pela pressão de raiz. O autor descreveu que a pressão de raiz ocorre normalmente durante a noite, quando a água é mais rapidamente absorvida pelas raízes do que é eliminada na parte aérea, processo que ocorre sob o efeito de um gradiente de potencial entre a solução do solo e a raiz, mantendo a absorção de nutrientes. Portanto, fatores que inibem a pressão de raiz, como a baixa umidade do solo, salinidade ou pequeno desenvolvimento radicular, podem promover o aparecimento da queima das pontas. Esses fatores, de acordo com Sade (1997), são diretamente influenciados pela cobertura do solo.

4.6 Principais problemas fitossanitários de alface em cultivos de verão

Nos períodos quentes e úmidos, diversas patologias podem acometer as plantas de alface causando severas perdas. Lopes & Quezado Soares (1997) relatando as podridões causadas por bactérias no verão, descreveram os patógenos *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, e *Pseudomonas cichorii*, como organismos dependentes de ferimentos para que ocorra o processo de infecção do hospedeiro. Os autores recomendaram, entre as medidas de controle, a boa drenagem, o cuidado nos tratos culturais evitando ferimentos e a adequada nutrição de cálcio e boro, evitando a desordem fisiológica de queima das pontas.

Romheld (1998) também descreveu a importância da adequada nutrição de cálcio na redução da infecção por parasitas bacterianos, ao verificar que as enzimas pectinolíticas de certas bactérias são fortemente inibidas pelo cálcio. Breet & Waldron (1996) observaram que a parede íntegra da célula vegetal é uma barreira física extremamente efetiva ao ataque de microorganismos, destacando a adequada nutrição de cálcio quanto à função estrutural do elemento.

Outra doença característica de períodos chuvosos é a septoriose, causada pelo fungo *Septoria lactucae* Passerini, causando grandes perdas na forma de lesões necróticas no limbo foliar (Pavan & Kurozawa, 1997). A disseminação desse patógeno dentro da área de plantio ocorre, principalmente, por respingos de água, pois os esporos do fungo (cirros) encontram-se no interior de picnídios (Ryder, 1997).

A utilização de cobertura no solo certamente tem alguma interferência nos processos de desenvolvimento das patologias citadas, na medida em que evita os danos mecânicos provenientes do controle das plantas invasoras e, no caso da cobertura vegetal, limita a disseminação dos microorganismos por respingos de água.

As viroses também podem causar perdas importantes ao cultivo da alface. Pavan & Kurozawa (1997) destacaram a importância do LMV (lettuce mosaic virus) como o principal agente causal de mosaicos na alface, tendo afídeos como vetores. Autores citados anteriormente (Araújo, 1996a; Araújo 1996b; Cardoso, 1998) observaram a redução da incidência de viroses em hortaliças cultivadas em solo coberto com plástico. Cardoso (1998) atribuiu esse efeito à provável ação repelente sobre os vetores de viroses em virtude de alterações no espectro de luz refletida pela cobertura.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da área

O experimento foi conduzido na área experimental da Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD), localizada no bairro Demétria, município de Botucatu S.P., sob as coordenadas geográficas aproximadas de 22°54' S; 48°27' W e altitude de 900m, em um solo Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa. O clima local é do tipo “cfa”, subtropical chuvoso, segundo a classificação de Köppen. A análise química do solo no período de instalação do experimento é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo no período de instalação do experimento (2000) (A: 0-15 cm de profundidade, B: 15-30 cm de profundidade). Botucatu, SP. 2003.

pH	M.O.	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>Al</u>	<u>H+Al</u>	<u>SB</u>	<u>CTC</u>	<u>V</u>	<u>B</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
	CaCl ₂	(g/dm ³)	(mg/dm ³)			(mmol _c /dm ³)			(%)					(mg/dm ³)	
A 5,7	15	32	1,6	19	10	-	18	30	48	62	0,16	1,0	24	1,9	1,3
B 5,6	16	27	1,3	17	8	-	18	27	45	59	0,18	1,0	25	6,3	1,0

Laboratório de fertilidade do solo, Departamento de Recursos Naturais – FCA – UNESP, Botucatu, 2000.

5.2 Tratamentos

Utilizaram-se cinco manejos da cobertura do solo (Tabela 2) para o cultivo de três cultivares de alface: Elisa, Verônica e Lucy Brown, dos tipos lisa, crespa e americana, respectivamente.

Tabela 2. Manejos de cobertura do solo para cultivo de alface (2000). Botucatu, SP. 2003.

Descrição
<ul style="list-style-type: none"> • Solo sem cobertura. (SsC) • Cobertura do solo com plástico de cor preta (ScPP), antes do transplante das mudas de alface • Cobertura do solo com aveia preta (<i>Avena strigosa</i>) cultivada sobre o canteiro, e acamada antes do transplante das mudas de alface (ScAD). • Cobertura do solo com aveia preta cultivada sobre o canteiro, e ceifada próxima ao solo antes do transplante das mudas de alface (ScAC). • Cobertura do solo com aveia preta cultivada sobre o canteiro, e mantida na forma natural, ou seja, em pé (ScAP).

5.3 Época de plantio

Nos tratamentos de cobertura com material vegetal as sementes de aveia preta foram realizadas em julho de 2000 e julho de 2001, de modo a completar seu ciclo e estar seca até a época de transplante das mudas de alface. Nos demais tratamentos foi realizada a eliminação das plantas invasoras até a colocação do plástico, e transplante das mudas de alface sobre o solo descoberto.

O plantio de alface ocorreu em dois anos consecutivos, objetivando avaliar o efeito residual dos tratamentos, sendo as semeaduras em dezembro de 2000 e 2001, com o transplante das mudas em janeiro, permitindo assim, dois ciclos culturais na mesma área.

5.4 Fertilização do solo e plantio de aveia preta

A análise química do solo (Tabela 1) na instalação do experimento identificou média saturação por bases, baixo teor de boro, médios teores de fósforo, potássio, manganês e zinco, e altos teores de cálcio, magnésio, enxofre, cobre e ferro, de acordo com Raij et al. (1996). Portanto, não se procedeu a aplicação de calcário.

A fertilização do solo seguiu as diretrizes do IBD (2000) na utilização dos tipos de fertilizantes. Como fonte de matéria orgânica e potássio utilizou-se esterco bovino curtido na dose de 60 t/ha; como fonte de fósforo utilizou-se termofosfato (Yoorim Master 2S: 17/15% P₂O₅ total, 18%Ca, 7% Mg, 0,5% Zn, 0,2% B, 0,4% Mn e 6% S) na dose de 1500 kg/ha; como fonte de boro, além do boro contido no termofosfato, utilizou-se ácido bórico na dose de 5 kg/ha (Trani et al., 1996). Todos os fertilizantes foram distribuídos e incorporados manualmente, de forma homogênea em toda a área do experimento, dez dias antes da semeadura da aveia preta.

A aveia preta foi semeada a lanço, utilizando-se 100 kg/ha de sementes (Boller, 1995) sobre os canteiros previamente confeccionados. As sementes foram incorporadas superficialmente com a utilização de rastelo.

A fertilização do solo na segunda etapa do experimento consistiu da utilização de 320 kg/ha de sulfato de potássio (Trani et al., 1996), (fertilizante permitido pelas diretrizes do IBD, 2002), devido ao baixo nível do nutriente em todos os tratamentos, identificado na análise química do solo realizada ao final da primeira etapa do experimento (Tabela 9). A época e forma de aplicação do fertilizante e semeadura da aveia preta seguiram os mesmos critérios adotados na primeira etapa do experimento.

5.5 Produção de mudas

As mudas foram produzidas em ambiente protegido (viveiro coberto com filme de polietileno) na área experimental da ABD, utilizando-se 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. O transplântio ocorreu 26 dias após a semeadura, quando o sistema radicular das mudas estava suficientemente desenvolvido, mantendo íntegro o substrato quando da retirada das plantas das bandejas.

5.6 Preparo da área (Tabela 3)

Tabela 3. Preparo da área experimental com diferentes manejos de cobertura do solo para cultivo de alface em dois períodos consecutivos de cultivo (2001 e 2002). Botucatu, SP. 2003.

1	Incorporação de restos vegetais (palha de milho) por meio de gradagem (maio de 2000).
2	Confecção manual dos canteiros (junho de 2000 e junho de 2001).
3	Incorporação manual de esterco bovino curtido, termofosfato e ácido bórico, de acordo com o resultado da análise química do solo (Tabela 1) e com as diretrizes do IBD (julho 2000), e incorporação de sulfato de potássio de acordo com o resultado da análise química do solo após o primeiro ano de cultivo (julho 2001).
4	Semeadura de aveia preta, de acordo com os tratamentos apresentados na Tabela 2 (julho de 2000 e julho de 2001).
5	Capina e colocação de plástico de acordo com os tratamentos apresentados na Tabela 2 (dezembro de 2000 e dezembro de 2001).



Figura 1. Vista geral da área experimental, no período de crescimento da aveia preta, no primeiro ano de cultivo (2000). Botucatu, 2003.

5.7 Avaliações

Procederam-se três coletas de plantas de alface em cada ciclo cultural, sendo a primeira doze dias após o transplante, a segunda vinte e quatro dias após o transplante, e a terceira na colheita, que ocorreu 36 dias após o transplante. 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 avaliação anterior.

Foram avaliados: altura da planta (correspondendo à distância vertical do colo da planta até a extremidade da folha mais expandida), número de folhas, massa verde e massa seca das folhas em cada coleta.

Para avaliar o nível nutricional das plantas em cada coleta, efetuou-se a análise química das folhas, no Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, da FCA-UNESP, Campos de Botucatu, utilizando a metodologia sugerida por Malavolta et al. (1997).

A massa seca das folhas foi determinada pelo processo de secamento em estufa a 75°C com ventilação forçada, até atingir massa constante sendo, em seguida, utilizada balança eletrônica com precisão de 0,01g. Com base nessas informações determinou-se o teor de nutrientes das folhas.

Para se avaliar o efeito dos tratamentos sobre a fertilidade do solo, procedeu-se a análise química do solo de acordo com o sistema IAC, no Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo da FCA- UNESP Campos de Botucatu, ao final de cada ciclo cultural. As amostras foram compostas por material coletado nas parcelas em profundidades de 0-15 cm e 15-30 cm, onde concentra-se a maior parte do sistema radicular das plantas de alface (Thorup, 2001). Utilizou-se trado tipo calador.

Fez-se a leitura diária da temperatura do solo a 5 e 15 cm de profundidade, sempre no mesmo horário (entre 16:00 e 17:00h), por intermédio de geotermômetro, nas parcelas dos diferentes manejos de cobertura do solo.

A ocorrência de plantas invasoras, foi avaliada por contagem, em cada avaliação, e posterior retirada das invasoras. No solo sem cobertura e no solo coberto com plástico preto, as plantas invasoras foram retiradas manualmente; naqueles cobertos com palhada de aveia preta, as plantas invasoras tiveram a parte aérea retirada por corte com faca, para manter a integridade da palhada.

5.8 Delineamento experimental

Os cinco diferentes manejos de cobertura do solo foram distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições (Tabela 4), 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 quarenta plantas espaçadas de 0,25 x 0,33 m, distribuídas em quatro linhas de plantio. Nas avaliações foram utilizadas as plantas das linhas centrais, com total de 20 plantas úteis

Para as avaliações biométricas (altura da planta, número de folhas e massa fresca) e de teores de nutrientes nas folhas das plantas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As interações significativas a 5% foram identificadas nos quadros de análise de variância com um asterisco(*)

Tabela 4. Esquema da análise de variância do experimento.

Causas de variação	G.L.
Blocos	3
Cobertura do solo (C)	4
Resíduo (a)	12
Parcela	19
Grupos de alface (G)	2
Interação C x G	8
Resíduo (b)	30
Total	59

Para as leituras diárias de temperatura do solo foram calculadas médias referentes aos períodos entre as avaliações biométricas, ou seja, de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante. Os dados foram comparados pelo teste de Tukey, em análise estatística no esquema de parcelas subdivididas (cinco coberturas do solo subdivididas em duas profundidades de amostragem, 5 e 15 cm).

As interações significativas a 5% foram identificadas nos quadros de análise de variância com um asterisco (*). O esquema é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Esquema da análise de variância das leituras de temperatura do solo.

Causas de variação	G.L.
Blocos	3
Cobertura do solo (C)	4
Resíduo (a)	12
Parcela	19
Profundidade de amostragem (P)	1
Interação C x P	4
Resíduo (b)	15
Total	39

Para as avaliações da ocorrência de plantas invasoras as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As interações significativas a 5% foram identificadas nos quadros de análise de variância com um asterisco (*), e o esquema é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Esquema da análise de variância da ocorrência de plantas invasoras.

Causas de variação	GL.
Blocos	3
Cobertura do solo (C)	4
Resíduo	12
Total	19

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Temperatura do solo

A temperatura do solo afeta o desenvolvimento vegetal, pois o crescimento do sistema radicular é limitado, para a maioria das espécies, quando a temperatura do solo é inferior a 15 e superior a 30°C (Marschner, 1995). O efeito da cobertura do solo sobre a temperatura foi verificado por vários autores (Nothmann,1977; Müller,1991; Faria Jr.,1994; Sade,1997; Verdial, 2001), que observaram o aumento da temperatura em solo coberto com plástico preto e redução da temperatura em solo coberto com material vegetal, quando comparados com solo sem cobertura.

Os resultados (Tabelas 7 e 8) estão de acordo com observações de autores citados anteriormente, ocorrendo aumento da temperatura no ScPP e redução nos solos cobertos com palhada. Possani et al (2001) verificaram que a cobertura com resíduo vegetal aumenta a taxa de reflexão (albedo) que resulta no menor aquecimento do solo.

Tabela 7. Temperatura do solo (°C) a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “d.a.t.”), no primeiro ano de cultivo. Botucatu, 2001.

Coberturas do solo (C) Profundidade (P)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (P)
1 a 12 d.a.t. 5 cm	29,6 a C	31,9 a A	27,8 a D	30,8 a B	27,4 a D	
15 cm	29,5 a B	31,7 a A	27,7 a C	28,0 b C	26,9 b D	
12 a 24 d.a.t. 5 cm	29,9 a B	32,3 a A	27,7 b D	28,8 a C	27,6 a D	
15 cm	30,3 a B	32,1 a A	28,2 a C	28,6 a C	27,1 b D	
24 a 36 d.a.t. 5 cm	29,3	31,1	27,1	28,2	27,6	28,7 a
15 cm	29,0	31,4	27,2	28,1	26,8	28,5 a
Médias de (C)	29,2 B	31,2 A	27,2 D	28,1 C	27,2 D	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 8 . Temperatura do solo (°C) a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “d.a.t.”), no segundo ano de cultivo. Botucatu, 2002.

Coberturas do solo (C) Profundidade (P)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia em pé
1 a 12 d.a.t. 5 cm	30,6 a A	31,0 a A	27,4 a C	29,4 a B	27,2 a C
15 cm	28,8 b B	29,6 b A	26,8 b C	28,6 b B	26,0 b D
12 a 24 d.a.t. 5 cm	31,4 a A	31,5 a A	28,6 a C	29,9 a B	27,8 a D
15 cm	29,0 b B	30,1 a A	27,4 b C	29,6 a AB	27,0 b C
24 a 36 d.a.t. 5 cm	30,5 a A	31,1 a A	27,8 a C	29,1 a B	27,5 a C
15 cm	28,5 b A	29,6 b A	27,0 b B	28,6 b A	26,2 b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No primeiro ano do experimento, o ScPP apresentou temperatura superior aos demais; já no ano subsequente, não houve diferença entre a

temperatura do ScPP e SsC. Possivelmente isso se deve à mudança no horário de irrigação (aspersão) da área experimental, que no primeiro ano ocorreu no período da tarde, causando possível resfriamento do solo, em especial do SsC a 5 cm de profundidade, antes da leitura com geotermômetro. No ano subsequente procedeu-se a irrigação no período da manhã.

No primeiro ano, a amplitude térmica nas diferentes profundidades (5 e 15 cm) foi observada apenas no ScAC e ScAP, no período de 1 a 12 dias após o transplante, com temperatura mais baixa na maior profundidade, e no ScAP e ScAD, no período de 12 a 24 dias após o transplante. Neste segundo período, o ScAP apresentou o mesmo comportamento térmico anterior, com temperatura inferior na maior profundidade, porém o ScAD apresentou comportamento inverso, com temperatura mais elevada na maior profundidade.

No terceiro período de avaliação não ocorreu diferença térmica entre as duas profundidades de medição em qualquer tratamento. Isso pode estar relacionado com o desenvolvimento das plantas de alface e conseqüente cobertura do solo. Ainda com relação à diferença térmica entre as duas profundidades de leitura, verifica-se que no segundo ano todos os tratamentos apresentaram temperatura mais baixa na maior profundidade, nos três períodos de leitura. Novamente, a mudança no período de irrigação pode estar relacionada com a diferença na amplitude térmica entre as duas profundidades de leitura, nos dois anos do experimento.

A cobertura com aveia preta (Figuras 2,3 e 4), nas suas três formas (ceifada, deitada e em pé), promoveu a redução da temperatura do solo nos dois anos do experimento a 5 cm de profundidade. Entretanto, a aveia preta ceifada apresentou menor efeito de redução da temperatura do solo, comparado com os outros tratamentos de cobertura vegetal. Isso pode estar relacionado à desagregação mecânica do resíduo vegetal e à redução do efeito de sombreamento do solo e reflexão dos raios solares (albedo).



Figura 2. Solo coberto com aveia preta ceifada e plantas de alface crespa (cv. Verônica), 12 dias após o transplante em 2000. Botucatu, 2003.



Figura 3. Solo coberto com aveia preta deitada e plantas de alface crespa (cv. Verônica), 3 dias após o transplante em 2001. Botucatu, 2003.



Figura 4. Solo coberto com aveia em pé e plantas de alface americana (cv. Lucy Brown), 3 dias após o transplante em 2000. Vista parcial do experimento. Botucatu, 2003.



Figura 5. Plantas de alface lisa (cv. Elisa), 3 dias após o transplante em 2000. Botucatu, 2003.

6.2 Fertilidade do solo

A cobertura do solo, em suas diferentes formas, pode promover alterações em sua fertilidade. O efeito da cobertura com plástico preto sobre o processo de nitrificação e das coberturas vegetais promovendo a reciclagem de nutrientes pela mineralização dos elementos contidos nas palhadas, além da redução das perdas por lixiviação nos solos cobertos, foi objeto de estudo de inúmeros autores (Sur,1992; Pavinato et al, 1994; Sade, 1997; Wisniewski & Holtz, 1997; Verdial et al, 2001; Riley & Dragland, 2002; Borkert et al 2003).

A análise química do solo coletado na instalação do experimento (Tabela 1) e após a colheita da alface em dois anos consecutivos, permitem verificar o efeito da aplicação dos fertilizantes e dos tratamentos de cobertura sobre a fertilidade do solo (Tabelas 9, 10 e 11).

6.2.1 pH

Os valores de pH (Tabela 9) variaram de 6,2 a 6,6 (0-15 cm, primeiro ano); 6,2 a 6,4 (0-15 cm, segundo ano); 5,8 a 6,5 (15-30 cm, primeiro ano) e 5,8 a 6,1 (15-30 cm segundo ano). A variação dos valores de pH, tanto no primeiro como no segundo ano, evidenciam o efeito da aplicação do termofosfato sobre o pH do solo, promovendo sua elevação em toda a área experimental. Estas alterações estão de acordo com Büll et al (1997), que destacaram a capacidade de neutralização da acidez do solo pelo termofosfato em pó, como utilizado neste experimento.

Na menor profundidade de amostragem o pH manteve-se estável nos dois anos, com incremento que variou de 7 a 15,5%, sugerindo efeito residual do termofosfato. Na maior profundidade de amostragem, os solos cobertos apresentaram redução do pH no segundo ano, aproximando-se ao nível original nos ScPP e ScAC. Entretanto, o SsC apresentou ocorrência inversa, com incremento de 9% no segundo ano.

Tabela 9. Análise química do solo (pH, H+Al, SB, CTC, V), na instalação do experimento (Original), e após o primeiro e segundo ano de cultivo de alface no verão sob diferentes coberturas do solo, em duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm), e incremento ou redução dos níveis em porcentagem (\pm %) comparados ao nível original .Botucatu, 2003.

Variáveis	Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
pH (CaCl₂) 0-15 cm						
Original		5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
1 ^a Ano		6,2 (+9)	6,4 (+12)	6,5 (+14)	6,6 (+15,5)	6,1 (+7)
2 ^a Ano		6,2 (+9)	6,3 (+10,5)	6,3 (+10,5)	6,2 (+9)	6,4 (+12)
pH (CaCl₂) 15-30 cm						
Original		5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
1 ^a Ano		5,8 (+3,5)	6,3 (+12)	6,2 (+10,7)	6,5 (+15)	6,1 (+9)
2 ^a Ano		6,1 (+9)	5,8 (+3,5)	6,1 (+9)	5,7 (+3)	6,0 (+7)
H+Al (mmol_c / dm³) 0-15 cm						
Original		18	18	18	18	18
1 ^a Ano		19 (+5,5)	18	17 (-5,5)	18	21 (+16,5)
2 ^a Ano		21 (+16,5)	18	19 (+5,5)	19 (+5,5)	17 (-5,5)
H+Al (mmol_c / dm³) 15-30 cm						
Original		18	18	18	18	18
1 ^a Ano		22 (+22)	18	20 (+11)	18	20 (+11)
2 ^a Ano		21 (+16,5)	18	17 (-5,5)	22 (+22)	17 (-5,5)
SB (mmol_c / dm³) 0-15 cm						
Original		30	30	30	30	30
1 ^a Ano		39 (+23)	52 (+73)	65 (+114)	84 (+180)	41 (+37)
2 ^a Ano		68 (+120)	55 (+83)	56 (+86)	63 (+110)	70 (+133)
SB (mmol_c / dm³) 15-30 cm						
Original		27	27	27	27	27
1 ^a Ano		39 (+44)	44 (+63)	40 (+48)	62 (+129)	41 (+52)
2 ^a Ano		51 (+89)	41 (+52)	48 (+77)	54 (+100)	54 (+100)
CTC (mmol_c / dm³) 0-15 cm						
Original		48	48	48	48	48
1 ^a Ano		58 (+20)	73 (+52)	83 (+73)	103 (+114)	62 (+29)
2 ^a Ano		89 (+85)	74 (+54)	75 (+56)	83 (+73)	92 (+92,5)
CTC (mmol_c / dm³) 15-30 cm						
Original		45	45	45	45	45
1 ^a Ano		61 (+35,5)	62 (+37,7)	60 (+33)	81 (+80)	62 (+37)
2 ^a Ano		72 (+60)	60 (+33)	65 (+44)	77 (+71)	75 (+67)
V (%) 0-15 cm						
Original		62	62	62	62	62
1 ^a Ano		67 (+8)	74 (+19,5)	79 (+27,4)	82 (+32)	66 (+6,5)
2 ^a Ano		76 (+22,5)	75 (+21)	74 (+19,3)	77 (+24)	77 (+24)
V (%) 15-30 cm						
Original		59	59	59	59	59
1 ^a Ano		63 (+6,5)	71 (+20)	66 (+12)	77 (+30)	67 (+13,5)
2 ^a Ano		70 (+18)	69 (+17)	74 (+25)	71 (+20)	73 (+24)

Sá (1997), observou que a decomposição gradual da matéria orgânica, aliada à menor amplitude térmica e ao maior teor de umidade do solo coberto com palhada, tem como resultado a elevação do pH. No presente trabalho, as alterações no pH são facilmente relacionáveis à aplicação de termofosfato, tendo em vista que trabalhos relacionando cobertura do solo com resíduo vegetal e pH, como o do autor supracitado, são conduzidos por períodos maiores que o deste experimento. Apesar disso, vale ressaltar que no ScAC, em que a palhada decompôs-se mais rapidamente devido à desagregação mecânica da palhada e maior contato com o solo, apresentou o maior incremento de pH na menor profundidade (15,5% e 15%), nos dois anos do experimento. .

De acordo com Vale et al. (1997) em pH próximo a 6,0 não existe Al trocável na solução do solo, pois o mesmo encontra-se precipitado na forma de $\text{Al}(\text{OH})_3$; portanto, este não foi um fator limitante à produção neste experimento.

6.2.2 Capacidade de troca catiônica (CTC)

A acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$), corresponde aos H^+ e Al^{+3} no complexo de troca, e está relacionada às alterações no pH. Junto com a soma das bases (SB), compõe a CTC (capacidade de troca catiônica), sendo esta última também em grande parte, dependente do pH e do teor de matéria orgânica (M.O.) do solo. Relacionada a estas variáveis está a porcentagem de saturação em bases (V), identificando a participação da SB na CTC.

Em solos sob vegetação de cerrado, como o deste experimento, a CTC em geral é baixa. Neste caso, devido à correção para o plantio de milho, que antecedeu a instalação do experimento, a CTC na análise original identificou níveis considerados médios, sendo 48 e 45 $\text{mmol}_c / \text{dm}^3$ (Raij et al., 1996) para a menor e maior profundidades, respectivamente.

Algumas práticas de manejo do solo são consideradas eficientes no aumento da CTC, entre elas a aplicação de termofosfatos e matéria orgânica, sendo que a elevação de 1% no nível de matéria orgânica pode promover um incremento de 5 a 30% no nível da CTC, dependendo do nível original (Tucci, 1981). Neste sentido, Alfaia (1983) observou, que a matéria orgânica foi a principal fração responsável pela CTC nos horizontes de superfície dos solos tropicais, em detrimento dos colóides minerais.

Em todos os tratamentos ocorreu incremento da CTC nos dois anos e nas duas profundidades de amostragem (Tabela 9), efeito relacionado com a aplicação do termofosfato e conseqüente elevação do pH. Entretanto, os tratamentos de cobertura do solo, inclusive com plástico preto, no primeiro ano, apresentaram incremento superior ao solo descoberto. Entre estes, o ScAC apresentou o maior incremento no primeiro ano nas duas profundidades (114 e 80%), e no segundo ano na maior profundidade (71%). Isto pode estar relacionado, novamente, com o maior contato da palhada ceifada com o solo, e conseqüente mais rápida decomposição. Em adição a isto, o ScAP, no qual o contato da palhada com a superfície do solo foi menor durante a condução do experimento, apresentou o menor incremento na CTC (29%), na menor profundidade no primeiro ano, e maior incremento no segundo ano (92,5%), possibilitando relacionar os maiores incrementos na CTC com a decomposição da palhada da aveia preta.

O ScPP não apresentou grande alteração na CTC nos dois anos e nas duas profundidades, com incremento de 52 e 54% nos dois anos na menor profundidade, e 37,5 e 33% nos dois anos na maior profundidade. Por outro lado, o SsC apresentou incremento na CTC de 85% na menor profundidade no segundo ano, efeito possivelmente relacionado ao crescimento de *Brachiaria decumbens* nas parcelas deste tratamento, entre o primeiro e segundo ano do experimento. Isso não ocorreu no ScPP, que teve a cobertura retirada no momento da incorporação do fertilizante (Tabela 3), entre a primeira e segunda etapas do experimento, limitando até então, o desenvolvimento da brachiária. A palhada de aveia preta também reduziu o desenvolvimento da brachiária.

6.2.3 Saturação por bases (V)

Como citado anteriormente, as variáveis H+Al, SB e V são interdependentes e relacionadas ao pH e CTC, sendo $CTC = (H+Al) + SB$ uma relação matemática. Diante disso, a discussão dos demais dados do Tabela 9 concentra-se na saturação por bases (V), que para o cultivo da alfaca deve ser de 80%, segundo Trani et al. (1996), ou de 70%, segundo Nakagawa et al. (1993).

Em todos os tratamentos ocorreu incremento na saturação por bases como conseqüência da aplicação de termofosfato e elevação do pH. No primeiro ano, na

menor profundidade, o ScAC apresentou a maior V (82%), enquanto o ScAP e o SsC apresentaram as menores V (66 e 67%) entre os tratamentos. No segundo ano, na menor profundidade, verificou-se pequena diferença na saturação por bases entre os tratamentos (74 a 77%), sendo em média 21% superior à encontrada no solo original, provavelmente relacionado ao efeito residual do termofosfato. Na maior profundidade verificou-se comportamento semelhante ao descrito a cima, com maior saturação por bases no ScAC (77%) e menor no SsC (63%), sendo que no segundo ano a menor saturação foi observada no ScPP (69%), possivelmente relacionado ao menor teor de matéria orgânica deste tratamento, neste período.

6.2.4 Matéria orgânica (M.O.)

De modo geral, a matéria orgânica do solo atua melhorando a capacidade de retenção de umidade, promovendo a estruturação dos solos, aumentando a CTC, melhorando as condições ambientais para os microorganismos, fornecendo nutrientes e complexando micronutrientes (Tucci, 1981; Alfaia, 1983; Stevensom, 1991).

Na menor profundidade, no primeiro ano, o ScAC e ScAD apresentaram os maiores incrementos no teor de matéria orgânica, 53 e 60%, respectivamente (Tabela 10). O ScPP permaneceu no nível original, enquanto o ScAP e o SsC apresentaram incremento de 6,6%. Os dados indicam o efeito do ScAC e ScAD no incremento do nível de matéria orgânica, justificando o observado em outras variáveis da fertilidade do solo discutidas anteriormente, ou seja: a maior CTC, SB e V destes tratamentos neste período, e identificando a mais rápida decomposição da palhada nestes tratamentos, em relação ao ScAP. No segundo ano verificou-se comportamento similar ao primeiro, com maior nível de matéria orgânica no ScAC. Entretanto, o nível no SsC também apresentou incremento, justificado pelo crescimento de *B. decumbens* nas parcelas deste tratamento entre o primeiro e segundo ano do experimento, como citado anteriormente. O ScPP apresentou o menor nível de matéria orgânica nos dois períodos, nesta profundidade.

Tabela 10. Análise química do solo (M.O., P, K, Ca, Mg), na instalação do experimento (Original), e após o 1^o e 2^o ciclos de cultivo de alface (2001 e 2002), em duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm). Incremento ou redução dos níveis em porcentagem ([±] %) comparados ao nível original. Botucatu, 2003.

Variáveis \ Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
M.O. (g/dm³) 0-15 cm					
Original	15	15	15	15	15
1 ^a Ano	16 (+6,6)	15	23 (+53)	24 (+60)	16 (+6,6)
2 ^a Ano	18 (+20)	17 (+13)	19 (+27)	20 (+33)	19 (+27)
M.O. (g/dm³) 15-30 cm					
Original	16	16	16	16	16
1 ^a Ano	15 (-6,2)	17 (+6,2)	17 (+6,2)	18 (+12)	17 (+6,2)
2 ^a Ano	19 (+18,7)	15 (-6,2)	17 (+6,2)	17 (+6,2)	19 (+18,7)
P (mg/dm³) 0-15 cm					
Original	32	32	32	32	32
1 ^a Ano	78 (+143)	93 (+190)	203 (+543)	240 (+650)	96 (+255)
2 ^a Ano	137 (+328)	89 (+178)	126 (+293)	173 (+440)	186 (+481)
P (mg/dm³) 15-30 cm					
Original	27	27	27	27	27
1 ^a Ano	58 (+115)	93 (+244)	79 (+192)	168 (+522)	96 (+255)
2 ^a Ano	92 (+240)	58 (+115)	84 (+211)	90 (+233)	98 (+262)
K (mmol_c / dm³) 0-15 cm					
Original	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
1 ^a Ano	0,4 (-75)	0,8 (-50)	0,4 (-75)	0,7 (-56)	0,8 (-50)
2 ^a Ano	1,2 (-25)	1,1 (-31)	1,2 (-25)	1,3 (-19)	1,4 (-12,5)
K (mmol_c / dm³) 15-30 cm					
Original	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
1 ^a Ano	0,4 (-69)	0,8 (-38,5)	0,5 (-61,5)	0,4 (-69)	0,7 (-46)
2 ^a Ano	1,7 (+30)	2,0 (+54)	2,0 (+54)	2,4 (+84)	2,1 (+61,5)
Ca (mmol_c / dm³) 0-15 cm					
Original	19	19	19	19	19
1 ^a Ano	27 (+42)	34 (+79)	48 (+152)	60 (+215)	28 (+47)
2 ^a Ano	46 (+142)	38 (+100)	38 (+100)	44 (+131,5)	47 (+147)
Ca (mmol_c / dm³) 15-30 cm					
Original	17	17	17	17	17
1 ^a Ano	26 (+53)	31 (+82)	27 (+59)	44 (+158)	29 (+70)
2 ^a Ano	34 (+100)	28 (+64,7)	32 (+88)	36 (+112)	35 (+105)
Mg (mmol_c / dm³) 0-15 cm					
Original	10	10	10	10	10
1 ^a Ano	12 (+20)	17 (+70)	17 (+70)	23 (+130)	12 (+20)
2 ^a Ano	20 (+100)	16 (+60)	17 (+70)	18 (+80)	22 (+120)
Mg (mmol_c / dm³) 15-30 cm					
Original	8	8	8	8	8
1 ^a Ano	12 (+50)	14 (+75)	13 (+62,5)	18 (+125)	12 (+50)
2 ^a Ano	15 (+87)	12 (+50)	14 (+75)	16 (+100)	20 (+150)

Na maior profundidade o incremento no nível de M.O. foi menor. No primeiro ano o ScAC apresentou o maior incremento (12%) e o SsC apresentou redução de 6,2% em relação ao solo original. No segundo ano o SsC e o ScAP apresentaram o maior incremento (19%), novamente relacionado com o desenvolvimento de brachiária no primeiro e com a lenta decomposição da aveia em pé, em relação aos demais tratamentos com palhada, no segundo caso. Neste período o ScPP apresentou redução de 6,2% no teor de matéria orgânica em relação ao teor original, consequência da mineralização da matéria orgânica original e do esterco bovino curtido adicionado na instalação do experimento (Tabela 3).

Verifica-se até aqui o efeito positivo da cobertura do solo com aveia preta, nas suas três formas, sobre a CTC, V e M.O..

Pavinato et al. (1994), verificaram que a aveia preta acumulou, até a senescência, 62 kg/ha de nitrogênio, 32 kg/ha de P_2O_5 e 164 kg/ha de K_2O . Wisniewski & Holtz (1997), verificaram que 30 dias após a senescência completa das plantas, os teores médios de nitrogênio e fósforo da palhada eram de 17 g kg^{-1} e $1,6 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Verificaram também que em 179 dias a palhada perdeu 71% de seu peso, e que 71% do carbono, 75% do nitrogênio e 85% fósforo foram mineralizados neste período.

Neste experimento, no momento da coleta das amostras de solo a palhada de aveia preta estava com 140 dias pós-senescência, portanto em grande parte mineralizada.

É importante lembrar que a fertilização do solo ocorreu antes do plantio da aveia preta (Tabela 3); portanto os dados apresentados nas Tabelas 9 e 10 em parte sugerem a reciclagem de nutrientes pela decomposição da palhada. Outro aspecto importante da cobertura do solo, tanto da palhada quanto do plástico preto, é a redução da perda de nutrientes por lixiviação (Sur 1992; Silva & Kato, 1997; Riley & Dragland, 2002).

6.2.5 Macronutrientes

6.2.5.1 Fósforo

De acordo com Tokura et al. (2002), os solos com cobertura vegetal, como encontrados em áreas de plantio direto, apresentam teores de fósforo quatro a sete vezes

superiores aos encontrados nos solos descobertos, sendo os maiores níveis encontrados nas áreas cultivadas há mais tempo sob este sistema. Segundo os autores isto se deve ao retorno dos resíduos vegetais, aumentando os valores de P-orgânico, que serve como reserva do nutriente no solo, e também reduzindo as perdas por erosão.

Os teores de P lábil, isto é, disponível (P-resina), apresentados no Tabela 10, refletem o efeito da aplicação do termofosfato com grande incremento nos teores nos dois anos, e nas duas profundidades, em relação ao nível original. Além disso, identificam importantes alterações relacionadas com as diferentes coberturas do solo.

Na menor profundidade, no primeiro ano, o SsC apresentou o menor nível de P e o ScAC o maior, com incremento de 143 e 650%, respectivamente. O ScAD apresentou incremento de 543%. O ScAP e ScPP apresentaram incrementos de 255 e 190% respectivamente. Os teores de P no ScAC e no ScAD, relacionam-se à decomposição mais rápida da palhada nestes tratamentos, concordando com Wisniewski & Holtz (1997) e Tokura et al. (2002).

Na menor profundidade, no segundo ano, o ScPP apresentou o menor teor de P, provavelmente relacionado com o menor nível de matéria orgânica deste tratamento, mas ainda assim, 178% superior ao nível original, devido ao efeito residual do termofosfato. O ScAP, apresentou o maior teor de P, possivelmente relacionado a menor velocidade de decomposição da palhada neste tratamento, e provável efeito residual. Neste período o SsC apresentou incremento de 328% em relação ao nível original, superior ao incremento do ano anterior, efeito possivelmente relacionado ao incremento do nível de matéria orgânica.

Na maior profundidade, os níveis de P foram inferiores aos da menor profundidade, porém com incrementos que variaram de 522% no ScAC a 115% no SsC, no primeiro ano. No segundo ano, o menor nível foi no ScPP, mas apresentando incremento de 115% em relação ao solo original. De forma similar ao observado na menor profundidade, neste período o SsC teve incremento superior ao ano anterior.

Verifica-se que os teores de P nas duas profundidades e nos dois anos, estão positivamente relacionados com os níveis de matéria orgânica, concordando com Rachwal et al. (1997), ao observarem que aveia preta na cobertura do solo por dois anos

consecutivos promoveu maior teor de matéria orgânica e de fósforo, comparado com a vegetação natural e outros cultivos de inverno com o mesmo fim.

6.2.5.2 Potássio

O acúmulo de 164 kg/ha de K_2O pela aveia preta até a senescência, observado por Pavinato et al. (1994), aliado ao fato desse elemento ser transferido da palhada para o solo por ação da água da chuva e irrigação por aspersão, pois o potássio não é componente estrutural da biomassa vegetal (Marschner, 1995), sugere a interferência da cobertura do solo sobre a dinâmica do K, considerando ainda o efeito da cobertura vegetal e plástica na redução da lixiviação.

No primeiro ano, nas duas profundidades, ocorreu drástica redução no nível de K na área experimental, identificando, neste caso, a ineficiência do esterco de curral curtido no fornecimento desse elemento (Item 5.3). Entretanto, os níveis de K nos solos sob diferentes coberturas, permitiram identificar o efeito destas sobre a dinâmica do elemento.

No primeiro ano, na menor profundidade, o ScPP e ScAP apresentaram a menor redução no nível de K, 50% em ambos, certamente devido à menor lixiviação no ScPP, e possivelmente à redução da perda por lixiviação associada à transferência do K da palhada no ScAP. A maior redução no nível de K ocorreu no SsC e no ScAD, 69% em ambos. No SsC o baixo nível de K está de acordo com o discutido acima (lixiviação e ciclagem), confirmando o efeito dos tratamentos sobre a dinâmica do K. Entretanto, o baixo nível no ScAD aparentemente contraria o observado nos demais tratamentos. Porém, vale lembrar que a coleta de amostras de solo foi posterior ao cultivo de alface e mineralização de parte da aveia preta, especialmente neste tratamento e no ScAC; portanto, a liberação de K da palhada pode ter ocorrido antes que no ScAP, e aliado a isso, a degradação da palhada nos ScAC e ScAD pode ter limitado o efeito de proteção contra a lixiviação. O maior incremento no teor de matéria orgânica desses tratamentos reforça essa possibilidade.

No primeiro ano, na maior profundidade, novamente as menores perdas de K ocorreram no ScPP e ScAP, 38,5 e 46% respectivamente, enquanto nos demais tratamentos a redução dos teores de K foi similar, variando de 61,5 a 69%. A exemplo do

ocorrido na menor profundidade as variações devem estar relacionadas à lixiviação, degradação da cobertura vegetal e ciclagem do K.

No segundo ano, ocorreu a elevação do nível do nutriente na área experimental pela adição de sulfato de potássio ao solo (Item 5.3); entretanto, na menor profundidade os níveis nos tratamentos permaneceram inferiores ao nível original. Em contraste com o ano anterior, o ScPP apresentou o menor nível de K, 31% inferior ao nível original, enquanto o ScAC e ScAP apresentaram os maiores níveis, mas ainda assim, 19 e 12,5% inferiores ao nível original, respectivamente. O fornecimento de K ao solo permitiu relacionar os diferentes níveis nos tratamentos com a ciclagem por ação da biomassa vegetal e não apenas com a redução da lixiviação, já que o ScPP foi o que mais reduziu a lixiviação (Sade,1997), e apresentou o menor nível de K.

No segundo ano, na maior profundidade, a adição de sulfato de potássio elevou o nível de K em toda a área experimental. O SsC apresentou o menor nível, neste caso possivelmente relacionado à redução da lixiviação nos tratamentos de cobertura do solo.

Em trabalho recente, Borkert et al. (2003) verificaram que a aveia preta, entre as espécies de inverno para cobertura do solo, é a mais eficiente para reciclar grandes quantidades de K por possuir sistema radicular profundo, permitindo trazer para a camada superficial o K lixiviado para horizontes abaixo de 20 cm.

6.2.5.3 Cálcio e Magnésio

De acordo com Kaminski & Peruzzo (1997), além de fornecerem P aos solos, os termofosfatos também fornecem Ca e Mg, como descrito no item 5.3, enquanto Baldeon (1995) observou que o termofosfato, sendo uma fonte alcalina, elevou o pH bem como a participação do Ca e Mg na CTC.

O efeito do fornecimento de termofosfato elevando o nível de Ca e Mg da área experimental é nítido (Tabela 10). Entretanto, os diferentes valores nos tratamentos sugerem influência da cobertura do solo sobre a dinâmica dos dois elementos. Neste sentido, Borkert et al. (2003) verificaram que a aveia preta pode retornar ao solo 68 kg ha⁻¹ de Ca e 20 kg ha⁻¹ de Mg, sob condições normais de desenvolvimento.

Na menor profundidade, no primeiro ano, ScAC e ScAD apresentaram os maiores teores de Ca, efeito relacionado novamente à degradação mais rápida da palhada nesses tratamentos, ao contrário do ScAP, que juntamente com SsC, apresentaram os menores níveis de Ca. O ScPP apresentou nível superior aos dois anteriores, possivelmente pela mineralização mais rápida do resíduo vegetal original, como consequência da temperatura do solo (Tabela 7), mais alta neste tratamento (Sade, 1997). No segundo ano os níveis de cálcio ficaram próximos nos vários tratamentos, sendo que os maiores incrementos ocorreram no ScAP e no SsC, novamente relacionado com a decomposição da biomassa vegetal mais lenta e possível efeito residual, no primeiro caso, e pelo crescimento de brachiária, no segundo caso, que influenciou outras variáveis da fertilidade do solo, como discutido anteriormente.

Os teores de Mg na menor profundidade, no primeiro ano, foram semelhantes ao de Ca, com o ScAC apresentando o teor mais alto e o ScAP e SsC apresentando os menores teores. No segundo ano, novamente o Mg apresentou comportamento semelhante ao Ca, tendo ScAP e SsC os maiores teores, provavelmente pelas mesmas causas.

Na maior profundidade, no primeiro ano, novamente o ScAC apresentou o maior teor de Ca e os demais apresentaram teores próximos; o mesmo foi observado para o Mg. No segundo ano o menor teor de Ca foi do ScPP, sendo que os demais apresentaram teores próximos entre si. Para o Mg o comportamento seguiu o mesmo observado na menor profundidade, com ScAP e SsC apresentando os maiores teores, provavelmente pelas mesmas causas.

Verifica-se até aqui o efeito positivo da cobertura do solo com aveia preta, nas suas três formas (ceifada, deitada e em pé), sobre a fertilidade do solo para as variáveis apresentadas nas Tabelas 9 e 10. A velocidade de decomposição da palhada, promoveu no ScAC e no ScAD, incremento mais rápido na fertilidade do solo que no ScAP. Entretanto, este último apresentou o maior incremento entre os tratamentos no segundo ano. O ScPP apresentou redução no nível de fertilidade do solo no segundo ano comparado aos demais tratamentos, enquanto o SsC apresentou o menor nível de fertilidade no primeiro ano e incremento no segundo ano em função da incorporação de resíduo de brachiária.

Borkert et al. (2003), verificaram também que a aveia preta é eficiente recicladora de alguns micronutrientes, tendo retornado ao solo 2.484 g ha⁻¹ de Mn, 182 g ha⁻¹ de Zn e 77 g ha⁻¹ de Cu para um intervalo de produção de 7,5 a 10 t ha⁻¹ de massa seca.

6.2.6 Micronutrientes

6.2.6.1 Boro

De acordo com Silveira & Cunha (2002), a disponibilidade de boro no solo pode ser influenciada pela cobertura com resíduo vegetal e adubação verde, por proporcionarem maior controle na mineralização da matéria orgânica e a reciclagem de nutrientes de horizontes subsuperficiais para o superficial regulando o nível de B no solo.

A aplicação de 5 kg ha de ácido bórico e o boro contido no termofosfato, utilizados na instalação do experimento (Tabela 3), não promoveram incremento nos teores de boro no primeiro ano, nas duas profundidades (Tabela 11). Vale lembrar que a coleta de solo ao fim da primeira etapa do experimento ocorreu aproximadamente 10 meses após a aplicação do B (Tabela 3).

O SsC apresentou o menor teor de B no primeiro ano, na menor profundidade. Os solos cobertos apresentaram níveis próximos ao original. Isto está de acordo com Alves et al. (2001), ao verificarem que a compactação do solo aumenta a lixiviação do B para horizontes subsuperficiais. Concorda também com Silva & Kato (1997), ao destacarem a maior compactação e selamento superficial em solos sem cobertura vegetal. Vários autores destacaram a redução da compactação e lixiviação em solos cobertos com plástico ou com palhada (Itens 4.3 e 4.4).

Tabela 11. Análise química do solo (B, Mn, Zn, Fe, Cu), na instalação do experimento (Original), e após o 1^o e 2^o ciclos de cultivo de alface (2001 e 2002), em duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm). Incremento ou redução dos níveis em porcentagem (± %) comparados ao nível original .Botucatu, 2003.

Variáveis	Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
B (mg/dm³) 0-15 cm						
Original		0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
1 ^a Ano		0,10 (-37,5)	0,13 (-19)	0,13 (-19)	0,16	0,16
2 ^a Ano		0,29 (+81)	0,30 (+87)	0,27 (+68,7)	0,29 (+81)	0,27 (+68,7)
B (mg/dm³) 15-30 cm						
Original		0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
1 ^a Ano		0,11 (-39)	0,17 (-5,5)	0,17 (-5,5)	0,13 (-27)	0,11 (-39)
2 ^a Ano		0,29 (+61)	0,32 (+77)	0,30 (+66)	0,33 (+83)	0,30 (+66)
Mn (mg/dm³) 0-15 cm						
Original		1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
1 ^a Ano		6,0 (+215)	5,2 (+173)	5,5 (+189)	5,2 (+173)	5,7 (+200)
2 ^a Ano		4,1 (+116)	2,9 (+52)	2,8 (+47)	2,9 (+52)	3,3 (+73,6)
Mn (mg/dm³) 15-30 cm						
Original		6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
1 ^a Ano		5,2 (-17)	5,4 (-14,3)	6,0 (-4,7)	5,2 (-17)	5,8 (-8)
2 ^a Ano		5,6 (-11)	3,1 (-51)	3,1 (-51)	2,8 (-55,5)	3,2 (-49)
Zn (mg/dm³) 0-15 cm						
Original		1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
1 ^a Ano		3,2 (+146)	4,0 (+207)	5,5 (+323)	6,2 (+376)	3,9 (+200)
2 ^a Ano		4,1 (+215)	3,3 (+153)	3,8 (+192)	4,8 (+269)	4,9 (+276)
Zn (mg/dm³) 15-30 cm						
Original		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1 ^a Ano		2,6 (+160)	4,5 (+350)	4,6 (+360)	6,6 (+560)	4,8 (+380)
2 ^a Ano		3,3 (+230)	2,4 (+140)	2,8 (+180)	2,8 (+180)	2,9 (+190)
Fe (mg/dm³) 0-15 cm						
Original		24	24	24	24	24
1 ^a Ano		22 (-9)	21 (-12,5)	22 (-9)	29 (+20,8)	22 (-9)
2 ^a Ano		18 (-25)	16 (-33)	15 (-37,5)	18 (-25)	16 (-33)
Fe (mg/dm³) 15-30 cm						
Original		25	25	25	25	25
1 ^a Ano		25	24 (-4)	26 (+4)	20 (-20)	29 (+16)
2 ^a Ano		19 (-24)	16 (-36)	16 (-36)	19 (-24)	21 (-16)
Cu (mg/dm³) 0-15 cm						
Original		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1 ^a Ano		1,4 (+40)	1,6 (+60)	2,3 (+130)	3,9 (+290)	2,3 (+130)
2 ^a Ano		1,5 (+50)	1,4 (+40)	1,5 (+50)	2,0 (+100)	1,5 (+50)
Cu (mg/dm³) 15-30 cm						
Original		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1 ^a Ano		1,4 (+40)	1,8 (+80)	2,1 (+110)	2,0 (+100)	2,1 (+110)
2 ^a Ano		1,2 (+20)	0,9 (-10)	1,2 (+20)	1,5 (+50)	1,4 (+40)

Na maior profundidade, no primeiro ano, o SsC apresentou novamente o menor teor de B com redução de 39% em relação ao teor original, entretanto o ScAC e o ScAP também apresentaram redução de 27 e 39%, respectivamente. A redução observada no ScAC, pode encontrar resposta na lixiviação, em consequência da decomposição da cobertura vegetal, ou então do maior teor de matéria orgânica desse tratamento, nesta profundidade e período, mantendo o B fixado antes da sua mineralização (Berger & Pratt, 1963). Porém, isso não se aplica ao ScAP, pois neste caso a palhada estava pouco decomposta e o teor de matéria orgânica baixo.

No segundo ano, nas duas profundidades, verificou-se significativo aumento do nível de B em todos os tratamentos, fato que certamente está relacionado com a mineralização do B contido na matéria orgânica. Entretanto, o ScPP, que apresentou o menor nível de matéria orgânica no segundo ano do experimento, também apresentou incremento no nível de B, neste período. De qualquer forma, a matéria orgânica exerce importante papel na disponibilidade desse elemento, reduzindo sua lixiviação (Jin et al., 1988).

Diversos atributos do solo afetam a solubilidade do B, entre eles o pH, colóides minerais e orgânicos, teor de carbono da matéria orgânica e capacidade de retenção de umidade no solo (Dantas, 1991).

Segundo Alleone et al. (1999), o conteúdo disponível de B do solo identificado na análise química por extração em água quente, como neste experimento, pode, eventualmente, não ser um parâmetro seguro de disponibilidade do elemento para as plantas, pois muitas vezes não há correspondência entre os teores no solo e o nível nutricional das plantas. Este tema será retomado quando for discutido o teor de B nas folhas das plantas de alface.

6.2.6.2 Manganês

De acordo com da Silveira & Cunha (2002), ocorre acúmulo de Mn na camada superficial dos solos cobertos com resíduo vegetal, como no plantio direto, e sendo a aveia preta eficiente recicladora de Mn (Borkert et al., 2003), o sensível aumento nos níveis de Mn nos tratamentos cobertos com palhada, na menor profundidade, são plenamente

justificáveis. Entretanto, o fato de SsC ter apresentado os maiores incrementos nos dois anos, e o ScPP ter apresentado níveis próximos aos solos cobertos com palhada, parece contraditório.

A concentração de 0,4% de Mn contida no termofosfato utilizado na instalação do experimento (Item 5.3) pode justificar a elevação do teor deste elemento em toda a área experimental ($> 5,0 \text{ mg/dm}^3$). Aliado a isso, menor pH e menor teor de Ca no SsC e no ScPP podem estar relacionados com os maiores níveis de Mn encontrados nestes tratamentos.

De acordo com Borkert (1991), a elevação do pH pode reduzir o teor de Mn trocável no solo identificado na análise feita pelo extrator DTPA (ácido dietilenotriaminopentaacético), como nesse experimento. O autor cita ainda, que a decomposição da matéria orgânica pode resultar na liberação de compostos que formam complexos solúveis com Mn; entretanto, também podem formar complexos estáveis reduzindo a disponibilidade do elemento.

No segundo ano, na menor profundidade, ocorreu redução do nível de Mn em todos os tratamentos, sendo o maior teor novamente no SsC.

Na maior profundidade, o nível de Mn no solo original era alto ($6,2 \text{ mg dm}^3$), ocorrendo redução linear do nível nos dois anos subsequentes, exceto no SsC, que apresentou o maior nível no segundo ano.

Os resultados discutidos acima não permitem caracterização da aveia preta como eficiente recicladora de Mn, nas condições do experimento; todavia, os trabalhos citados foram conduzidos por períodos mais longos que o deste experimento. Assim, respostas diferentes podem ocorrer ao longo do tempo.

6.2.6.3 Zinco

A observação de Borkert et al. (2003), ao considerarem a aveia preta uma planta de cobertura de solo eficiente na reciclagem de Zn, encontra concordância nos dados apresentados na Tabela 11.

O Zn contido no termofosfato elevou o teor do nutriente no solo em toda a área experimental ($>1,2 \text{ mg dm}^3$); mesmo assim, o ScAC e o ScAD apresentaram níveis ainda maiores que os demais. O SsC e ScPP apresentaram os menores níveis, na menor

profundidade, no primeiro ano, sugerindo reciclagem do elemento pela palhada da aveia preta.

De acordo com de Souza & Ferreira (1991), quanto maior o teor de M.O. no horizonte superficial, menor é a lixiviação do Zn. Verifica-se que no segundo ano, na menor profundidade o ScAC, ScAD e o ScAP, apresentaram os maiores níveis de Zn; contudo, o SsC também apresentou incremento, possivelmente relacionado ao desenvolvimento de brachiária e incremento no nível de matéria orgânica, já descritos.

Na maior profundidade, no primeiro ano, o ScAC apresentou o maior incremento e o SsC apresentou o menor incremento, concordando com Borket et al. (2003). No segundo ano, a exemplo do ocorrido na menor profundidade, o SsC teve incremento no teor de Zn, concordando com de Souza & Ferreira (1991).

6.2.6.4 Ferro

O nível de Fe no solo original foi de 25 mg dm³ (Tabela 11), considerado elevado (Raij et al. 1996).

De acordo com Bataglia (1991), as formas orgânicas de ferro, principalmente quelatos e complexos formados a partir de polifenóis, ácidos alifáticos e ácidos fúlvicos, oriundos da decomposição da matéria orgânica, são fundamentais para a mobilização do elemento nos horizontes superficiais do solo. Neste sentido, Silveira & Cunha (2002), observaram que em solos cultivados sob sistema de plantio direto o nível de ferro era superior, comparado a solos sem cobertura. Os autores correlacionaram o nível de ferro com os maiores níveis de matéria orgânica nos solos cobertos.

Os dados apresentados na Tabela 11, estão em concordância com a literatura. O ScAC, que estava com a cobertura mais decomposta, foi o único tratamento que apresentou incremento do nível de ferro, na menor profundidade, no primeiro ano. Neste período, na maior profundidade, este tratamento apresentou a maior redução no nível de ferro, sugerindo a reciclagem do elemento pela aveia preta.

No segundo ano, nas duas profundidades, o ScAC e o SsC, apresentaram os maiores níveis de Fe, permitindo novamente a associação com o nível de M.O., concordando com Bataglia (1991), e com Silveira & Cunha (2002).

Excetuando-se o ScAC, o nível de ferro apresentou decréscimo linear nos tratamentos, mesmo assim, permanecendo alto ao final do segundo ano.

6.2.6.5 Cobre

De acordo com Pezzarossa et al. (1990), fertilizantes fosfatados, inclusive os termofosfatos, podem muitas vezes conter Cu, elevando o nível do elemento nos solos.

O cobre tem sua solubilidade controlada por reações de adsorção, dessorção, precipitação e complexação. Os grupos funcionais ácidos da matéria orgânica, juntamente com óxidos de Fe, Mn e Al, compreendem as superfícies reativas mais representativas dessas reações nos solos tropicais. Outra propriedade conhecida do cobre é a de se combinar com ligantes para formar complexos e quelatos estáveis, sendo portanto, passível de formá-los com os radicais orgânicos da matéria orgânica do solo. Em valores de pH elevados, pode formar hidróxidos e se precipitar. Em baixas concentrações, forma ligações de alta estabilidade com a superfície dos colóides. Porém, à medida que os sítios de adsorção vão se saturando, diminui a afinidade do solo pelo metal (Silveira et al., 1999).

O nível do Cu no solo original de $1,0 \text{ mg/dm}^3$ (Tabela 11) é considerado alto (Raij et al., 1996). Apesar disso, e da elevação do pH na área experimental (Tabela 11), verificou-se aumento no nível de cobre em todos os tratamentos, nos dois anos e nas duas profundidades, com exceção do ScPP, no segundo ano na maior profundidade.

A elevação do nível de cobre, pode estar relacionada com o eventual conteúdo de Cu no termofosfato (Pezzarossa et al., 1990).

O aumento do teor de matéria orgânica e a possível fixação do Cu não é evidenciada pelos dados, pois os tratamentos com os maiores teores de matéria orgânica também apresentaram os maiores níveis de Cu, sendo no ScAC o maior incremento, e no ScPP a única redução. A alta concentração de Cu e conseqüente redução da afinidade do solo pelo metal (Silveira et al., 1999), aliado à capacidade da aveia preta em reciclar o elemento (Borkert et al., 2003), podem justificar os dados apresentados no Tabela 11.

Assim, genericamente, pode-se afirmar que o plantio da aveia preta no inverno, após a fertilização da área experimental, e a manutenção da palhada sobre o terreno

até o final do ciclo da alface cultivada no verão, promoveu aumento da fertilidade do solo e a ciclagem de N, P, K, Ca e Mg, bem como, dos micronutrientes Zn, Fe e Cu.

6.3 Nível nutricional das plantas de alface

6.3.1 Macronutrientes

6.3.1.1 Nitrogênio

Como descrito no item 5.4, não houve adição de N ao solo, a não ser aquele contido na matéria orgânica (não quantificado), pela utilização de esterco bovino curtido na dose de 60 t/ha, na instalação do experimento. Portanto, o N acumulado pelas plantas tem origem na mineralização da matéria orgânica, e possivelmente na reciclagem promovida pela aveia preta, como observado por Borkert et al. (2003), ao identificarem que a quantidade de N reciclado pela biomassa da aveia preta, é menor apenas que a de K. Pavinato et al. (1994), observaram que a aveia preta acumulou 62 kg ha de N até a senescência.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 12), aos 12 DAT, o teor de N não diferiu entre os tipos de alface. Entretanto, verifica-se que as plantas cultivadas no ScPP apresentaram os maiores teores foliares de N. A maior velocidade de nitrificação em solos cobertos com plástico preto, observado por Sade (1997), justifica esse efeito.

O maior teor de N das plantas no ScPP, neste período, pode ter determinado o desenvolvimento inicial mais uniforme das plantas neste tratamento (Tabela 32).

O teor foliar de N aos 24 DAT, pouco diferiu entre os tipos de alface, sendo, de maneira geral, maior na americana, exceto no ScAC. Neste período, o teor na alface lisa não foi influenciado pelos tratamentos, enquanto a americana e a crespa apresentaram maior teor no ScPP, seguindo a tendência observada anteriormente.

No momento da colheita (36 DAT), novamente, o teor de N nas folhas dos tipos de alface pouco diferiu. O efeito do ScAC sobre o teor da alface americana seguiu a

tendência observada na avaliação anterior, sugerindo a menor eficiência dessa cultivar na absorção de N nesse tratamento, e não a menor disponibilidade de N, pois o efeito não se repetiu nos tipos lisa e crespa. Aliado a isso, ao comparar o efeito dos tratamentos sobre o teor da alface tipo americana, verificou-se que os menores teores ocorreram no ScAC e ScAP, efeito que também não se repetiu nos outros tipos, cujos teores pouco diferiram.

De acordo com Garcia et al. (1988a) os teores de N na massa seca das cultivares Clause's Aurélia e cv Brasil 48 variaram de 32,7 a 53,4 g/kg, respectivamente, com decréscimo da concentração ao longo do desenvolvimento das plantas, nas duas cultivares. Esse fato encontra correspondência nos dados apresentados na Tabela 12, pois verifica-se o decréscimo linear nos teores foliares de N das plantas em todos os tratamentos de cobertura do solo, com níveis inferiores aos descritos na literatura, a partir de 12 DAT.

Tabela 12. Teor de nitrogênio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	33,8	42,2	33,2	30,8	36,0	35,2 a
Lisa	32,9	40,1	34,3	32,6	36,2	35,2 a
Crespa	31,2	40,6	36,5	35,6	35,5	35,9 a
Médias de (T)	32,6 B	40,9 A	34,6 B	33,0 B	35,9 B	
24 DAT						
Americana	27,3 a B	33,0 a A	25,8 a B	23,2 b B	23,3 a B	
Lisa	24,5 ab A	28,1 b A	24,8 a A	26,1 ab A	24,5 a A	
Crespa	23,6 b B	30,1 ab A	26,1 a AB	27,7 a AB	24,4 a B	
36 DAT						
Americana	24,5 a A	24,1 a A	24,5 a A	20,3 b B	20,1 a B	
Lisa	20,8 b B	24,6 a A	23,2 a AB	23,5 a AB	22,8 a AB	
Crespa	23,4 ab A	23,6 a A	24,0 a A	23,7 a A	21,0 a A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Silva Jr & Soprano (1997), verificaram que, de forma geral, o teor de N para o crescimento normal das plantas de alface varia de 2 a 5% da massa seca, dependendo da cultivar e do estágio de desenvolvimento das plantas, sendo que níveis mais baixos podem causar sintomas de clorose das folhas inferiores. Entretanto, não foi observado sintoma de deficiência de N nas plantas cujos teores foliares são apresentados na Tabela 12.

Verdial et al. (2001) verificaram a redução da concentração de N em plantas de alface cultivadas em solo coberto com bagaço de cana, comparado a solo sem cobertura e coberto com plástico, devido à fixação do elemento durante o processo de equilíbrio na relação C/N da cobertura vegetal. Os teores apresentados na Tabela 12 não encontram correspondência na observação dos autores citados, indicando que o processo de decomposição da palhada da aveia preta não influenciou negativamente a disponibilidade de N para as plantas de alface.

No segundo ano de cultivo, os teores foliares de N (Tabela 13), foram superiores aos do ano anterior a partir de 24 DAT, sugerindo mineralização da matéria orgânica a partir do resíduo do ano anterior, e maior disponibilidade do elemento ao longo do ciclo da alface. A redução linear dos teores de N nas folhas das plantas observada no primeiro ano, ocorreu também no segundo ano do experimento.

Aos 12 DAT, seguindo a tendência observada no ano anterior, a alface do tipo americana apresentou a maior variação no teor de N, e na avaliação subsequente (24 DAT), apresentou o menor teor entre as cultivares.

Ao contrário do observado no ano anterior, as plantas cultivadas no ScPP apresentaram o maior teor de N aos 24 DAT, efeito relacionado à redução no teor de matéria orgânica desse tratamento (Tabela 10), e possível redução na velocidade de nitrificação. O efeito do ScPP na maior disponibilização de N fica claro, porém a rápida mineralização da matéria orgânica neste tratamento, e sua conseqüente redução ao longo do tempo, devem ser considerados na adoção dessa tecnologia.

Na colheita (36 DAT), não ocorreu interação significativa entre os tratamentos e os tipos de alface. O teor de N das plantas não diferiu. Os dados apresentados na Tabela 13, reforçam as observações feitas após o primeiro ano (Tabela 12), principalmente quanto ao processo de decomposição da palhada da aveia preta não ter influenciado negativamente a disponibilidade de N para as plantas de alface. Entretanto, a observação de

Borkert et al. (2003), ao considerarem a aveia preta eficiente recicladora de N, não encontrou correspondência no teor foliar das plantas.

Tabela 13. Teor de nitrogênio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	37,3 a AB	37,9 b AB	38,5 a AB	41,0 a A	33,4 b B	
Lisa	37,4 a B	45,0 a A	39,1 a B	39,7 a AB	38,3 a B	
Crespa	34,2 a B	39,2 b AB	37,5 a AB	37,4 a AB	40,5 a A	
24 DAT						
Americana	31,9	37,0	29,1	31,6	30,6	32,0 b
Lisa	36,2	43,7	36,5	34,9	34,2	37,1 a
Crespa	34,1	42,9	32,9	31,9	34,7	35,3 a
Médias de (T)	34,1 B	41,2 A	32,9 B	32,8 B	33,2 B	
36 DAT						
Americana	31,7	32,7	29,9	30,9	32,8	31,1 a
Lisa	33,4	34,5	33,4	32,6	30,8	32,9 a
Crespa	35,2	37,4	30,8	29,3	28,5	32,2 a
Médias de (T)	33,4 A	34,8 A	31,4 A	30,9 A	30,7 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

6.3.1.2 Fósforo

De forma geral, o teor foliar de P para o crescimento normal das plantas de alface varia de 3,0 a 5,6 g/kg do peso seco, dependendo da cultivar e do estágio de desenvolvimento das plantas (Silva Jr & Soprano 1997). Alvarenga et al. (2000), trabalhando com alface tipo americana cv. Rayder encontraram teores de P variando entre 4,5 e 5,3 g/kg.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 14), os teores de P nas folhas das plantas de alface foram próximos aos encontrados pelos autores acima. Verificou-se que não ocorreram interações significativas entre os teores nas plantas e os tratamentos de cobertura do solo, nem entre os tipos de alface.

Tabela 14. Teor de fósforo (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos de alface (Ti) \ (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	5,4	0,44	0,54	0,57	0,60	0,54 a
Lisa	4,9	0,47	0,52	0,57	0,51	0,51 a
Crespa	5,7	0,52	0,55	0,54	0,55	0,54 a
Médias de (T)	5,3 A	0,47 A	0,54 A	0,56 A	0,55 A	
24 DAT						
Americana	5,7	4,0	5,6	4,8	4,8	5,0 a
Lisa	4,9	3,5	4,4	5,0	4,9	4,5 a
Crespa	4,8	4,1	4,2	5,1	5,0	4,6 a
Médias de (T)	5,1 A	3,9 A	4,8 A	4,9 A	4,9 A	
36 DAT						
Americana	4,3	3,7	5,4	3,7	3,4	4,1 a
Lisa	4,3	3,5	4,0	3,7	4,3	4,0 a
Crespa	4,6	3,4	4,0	3,9	4,1	4,0 a
Médias de (T)	4,4 A	3,5 A	4,4 A	3,8 A	3,9 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

No segundo ano de cultivo (Tabela 15), aos 12 DAT, a alface lisa e a americana apresentaram o maior teor de P nas folhas, esta última sem diferir da alface crespa.

As plantas no SsC apresentaram o maior teor e as plantas no ScPP apresentaram o menor, enquanto as plantas cultivadas sobre os solos cobertos com aveia preta não diferiram entre si.

Aos 24 DAT, a alface lisa apresentou o maior teor de P nas folhas, enquanto as demais apresentaram o menor teor. As plantas no ScPP apresentaram o menor teor de P nas folhas, seguindo a tendência observada aos 12 DAT. Os demais tratamentos não diferiram entre si.

Na colheita (36 DAT), a alface lisa apresentou novamente o maior teor de P nas folhas, seguindo a tendência observada as 24 DAT. Também seguindo a tendência observada anteriormente, as plantas no ScPP apresentaram o menor teor de P.

Tabela 15. Teor de fosforo (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos de alface (Ti) \ (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 d.a.t.						
Americana	6,3	5,2	6,5	6,2	5,7	6,0 ab
Lisa	7,5	5,8	6,4	7,4	6,9	6,8 a
Crespa	6,9	5,1	5,5	6,0	5,8	5,8 b
Médias de (T)	6,9 A	5,4 B	6,1 AB	6,5 AB	6,1 AB	
24 d.a.t						
Americana	6,4	5,1	7,8	7,1	7,9	6,9 b
Lisa	9,3	6,6	10,1	8,9	9,4	8,9 a
Crespa	7,6	6,2	7,6	7,7	7,7	7,4 b
Médias de (T)	7,8 A	6,0 B	8,5 A	7,9 A	8,3 A	
36 d.a.t						
Americana	6,2	5,9	7,0	7,4	7,3	6,8 b
Lisa	8,8	7,0	8,3	9,1	9,2	8,5 a
Crespa	7,0	5,2	6,6	7,0	6,9	6,5 b
Médias de (T)	7,3 AB	6,0 B	7,3 AB	7,8 A	7,8 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

As plantas cultivadas sobre o ScPP apresentaram os menores teores de P nos dois anos de cultivo. O menor nível de matéria orgânica e de P no ScPP (Tabela 10), no segundo ano do experimento pode justificar o menor teor nas folhas. Aliado a isso, a redução

da absorção de P por plantas cultivadas em solo coberto com plástico preto é descrito por Muller (1991), que relacionou a menor absorção de P ao aumento da temperatura nesses solos, como observado neste experimento (Tabelas 7 e 8).

A alface lisa apresentou teores foliares de P superiores aos encontrados por Silva Jr & Soprano (1997), e Alvarenga et al. (2000), citados anteriormente, alcançando no ScAD, aos 24 DAT, o teor de 10,1 g/kg. Essa observação está de acordo com o trabalho de Garcia et al. (2000) que, ao compararem diversas cultivares, verificaram que o conteúdo de P nas folhas de alface lisa foi superior ao de alface americana e crespa. Verifica-se também que o alto teor de P não influenciou negativamente o teor foliar de Zn (Tabela 27), apesar do conhecido antagonismo entre P e Zn.

6.3.1.3 Potássio

De acordo com diversos autores (Garcia et al, 1988a; Silva Jr & Soprano, 1997; Alvarenga et al., 2000; Verdial et al., 2001), os teores de K na massa seca das folhas das plantas de alface variaram de 22,0 a 84,5 g/kg, em função da cultivar e do estágio das plantas.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 16), aos 12 DAT, de maneira geral, a alface do tipo crespa apresentou o maior teor de K, e também apresentou a maior variação entre os tratamentos, com o menor teor no ScAC, enquanto o teor na alface do tipo lisa e americana pouco variou entre os tratamentos.

Aos 24 DAT, novamente, o teor foliar de potássio pouco variou entre os tipos de alface. Os tratamentos não influenciaram o teor foliar em alface do tipo lisa, repetindo o observado aos 12 DAT. Entretanto, no tipo crespa a variação observada na avaliação anterior não se repetiu.

Não houve interação significativa entre os tipos de alface e tratamentos de cobertura do solo, aos 36 DAT (Tabela 16). A maior média do teor foliar de K foi das plantas cultivadas no ScAC, ScAD e ScAP, e a menor no ScPP. Apesar disso, os dados não apresentam total correspondência com Borkert et al. (2003), que observaram a reciclagem de

K pela aveia preta, pois o teor foliar das plantas no SsC não diferiu do teor das plantas cultivadas nos solos cobertos com palhada.

Tabela 16. Teor de potássio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	26,2 b B	27,6ab AB	28,5 a AB	27,0 a AB	29,8 b A	
Lisa	25,0 b A	25,6b A	28,1 a A	26,4 a A	27,3 b A	
Crespa	29,4 a AB	29,0 a B	28,6 a BC	25,2 a C	32,6 a A	
24 DAT						
Americana	22,1 a AB	19,8 a B	24,5 a A	22,6 b AB	24,4 a A	
Lisa	21,6 a A	20,9 a A	23,8 ab A	24,5 ab A	23,5 a A	
Crespa	22,3 a AB	22,8 a AB	20,9 b B	25,8 a A	24,8 a A	
36 DAT						
Americana	17,8	15,2	19,9	18,8	19,8	18,3 a
Lisa	16,3	16,6	20,5	18,0	18,6	18,0 a
Crespa	21,0	17,5	19,8	17,6	21,5	19,5 a
Médias de (T)	18,4 AB	16,4 B	20,0 A	18,1 AB	20,0 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

De modo geral, no primeiro ano, as plantas apresentaram baixo teor de K nas folhas. Aos 36 DAT (colheita), o teor variou de 16,4 a 20,0 g/kg, sendo inferior ao teor mínimo para o desenvolvimento normal das plantas, de acordo com Garcia et al. (1988a); Silva Jr & Soprano (1997); Alvarenga et al. (2000) e Verdial et al. (2001). O baixo nível de K no solo após o primeiro ano de cultivo (Tabela 11), justifica o baixo teor foliar.

No segundo ano (Tabela 17) não ocorreu interação significativa entre os tratamentos de cobertura do solo e os tipos de alface. Entretanto, verificou-se que os

tratamentos influenciaram o teor nas plantas. As plantas cultivadas no ScAD e ScAC apresentaram os maiores teores de K aos 12 DAT, enquanto as plantas no SsC e ScPP apresentaram os menores.

Tabela 17. Teor de potássio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 d.a.t.						
Americana	55,1	50,6	53,2	55,4	53,2	53,5 a
Lisa	49,9	50,2	56,0	53,9	54,4	52,9 a
Crespa	48,9	51,1	53,8	54,3	51,8	52,0 a
Médias de (T)	51,3 BC	50,6 C	54,3 AB	54,5 A	53,1 ABC	
24 d.a.t.						
Americana	52,5	52,2	56,3	55,4	57,9	54,9 ab
Lisa	53,2	54,3	57,1	59,5	63,1	57,4 a
Crespa	50,5	52,5	57,5	58,2	54,7	54,7 b
Médias de (T)	52,1 C	53,0 BC	56,9 ABC	57,7 AB	58,6 A	
36 d.a.t.						
Americana	35,5	41,5	48,1	53,8	52,0	46,2 a
Lisa	39,5	42,1	47,5	50,6	52,4	46,4 a
Crespa	40,8	45,9	49,5	51,5	53,1	48,2 a
Médias de (T)	3,86 C	4,31 BC	48,4 AB	52,0 A	52,5 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Aos 24 DAT, a alface lisa apresentou o maior teor de K nas folhas, enquanto a do tipo crespa o menor, e a alface americana não diferiu das demais. Aos 36 DAT os três tipos não diferiram. Os tratamentos de cobertura do solo influenciaram o teor foliar de K, verificando-se que os maiores teores ocorreram no ScAC, ScAP e ScAD, e o menor teor no SsC e ScPP.

A tendência das plantas cultivadas sobre solos cobertos com palhada de aveia preta apresentarem maior teor de K nas folhas se confirma aos 36 DAT, pois no ScAD, ScAC e ScAP os teores foram maiores, diferindo do SsC e ScPP onde foram menores.

De maneira geral, no segundo ano, os teores nas plantas foram superiores, variando de 38,6 a 52,5 g/kg de K na massa seca, no momento da colheita. Isso é reflexo da fertilização da área experimental com sulfato de potássio (Item 5.3) entre o primeiro e o segundo ano de cultivo, promovendo a elevação do nível do elemento no solo (Tabela 10).

A observação de Pavinatto et al. (1994) e de Borkert et al. (2003), ao considerarem a aveia preta uma planta eficiente na reciclagem de K está de acordo com os teores foliares das plantas cultivadas sobre a palhada, apresentados na Tabela 17.

6.3.1.4 Cálcio

Ao compararem a concentração de Ca nos três grupos de alfaces, Garcia et al. (2000), verificaram que, ao final do ciclo, a alface americana apresentava concentração em torno de 190,0 mg/planta, enquanto a alface crespa e a lisa apresentavam em torno de 160,0 mg/planta, sendo que estas últimas apresentaram grande variação entre as cultivares..

Aos 12 DAT, não houve interação entre tipos e tratamentos, e o teor foliar das plantas não diferiu (Tabela 18). Aos 24 DAT, de maneira geral, os teores de Ca das plantas pouco diferiu, e os tratamentos apresentaram pequena influência sobre os teores foliares. Aos 36 DAT, verificou-se que o teor de Ca não diferiu apenas nas plantas cultivadas sobre ScPP; ocorrendo grande variabilidade entre os tipos nos demais tratamentos, porém, sem identificar qualquer tendência.

De maneira geral, os teores foliares de cálcio no primeiro ano de cultivo variaram de 2,9 a 5,8 g/kg, inferiores a 10,5 e 16,5 g/kg encontrados por Garcia et al. (1988 b), e inferiores também aos teores encontrados por Bres & Weston (1992), entre 11,6 e 18,9 g/kg, e Alvarenga et al. (2000), entre 15,1 e 18,2 g/kg. O baixo teor de Ca nas plantas não encontra correspondência no nível do elemento no solo, que na instalação do experimento já era alto (Tabela 1), de acordo com Raij et al. (1996). Também não encontra correspondência com os tratamentos de cobertura do solo, que afetaram o nível do elemento no solo (Tabela 10).

O baixo teor foliar de Ca no primeiro ano, poderia resultar em ocorrência de queima das pontas das folhas da alface (tipburn), que é o distúrbio fisiológico mais comum dessa hortaliça nos cultivos de verão (Silva Jr. & Soprano, 1997), pois, de acordo com Cresswell (1991), a queima das pontas é um sintoma de deficiência localizada de cálcio. Entretanto, sintomas desse distúrbio fisiológico não foram identificados durante condução do experimento. Ricci et al. (1995), verificaram sintomas de deficiência de cálcio na cv. Vitória (crespa) quando o teor foliar foi inferior a 20 g/kg; Cresswell (1991), observou sintoma de queima das pontas em alface cv. Glória (lisa), com teor foliar de Ca abaixo de 2,6 g/kg. Outros fatores, como a não utilização de fonte sintética de N, inerente ao cultivo orgânico, e a aplicação da fonte orgânica de N seis meses antes do plantio (Tabela 3), com conseqüente liberação a partir do processo de mineralização, podem ter contribuído para o não aparecimento de queima das pontas.

Tabela 18. Teor de cálcio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos (T) de alface (Ti)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	5,3	5,1	4,9	4,4	5,0	4,9 a
Lisa	5,3	5,5	4,7	4,8	5,0	5,0 a
Crespa	5,4	5,8	5,1	4,7	5,0	5,2 a
Médias de (T)	5,3 A	5,5 A	4,9 A	4,6 A	5,0 A	
24 DAT						
Americana	4,2 a A	3,8 a AB	4,4 a A	3,5 b B	4,0 a AB	
Lisa	3,8 a A	3,9 a A	4,0 a A	3,9 ab A	4,1 a A	
Crespa	4,0 a AB	4,0 a AB	3,5 b B	4,2 a A	4,3 a A	
36 DAT						
Americana	4,1 a AB	3,4 a BC	4,3 a A	2,9 b C	3,0 b C	
Lisa	3,3 b A	3,8 a A	3,6 b A	3,5 ab A	3,9 a A	
Crespa	3,3 b A	3,6 a A	3,9 ab A	3,6 a A	3,7 a A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No segundo ano de cultivo (Tabela 19) os teores foliares de cálcio foram superiores ao ano anterior, variando entre 9,7 a 15,5 g/kg. Aos 24 DAT, os tratamentos de cobertura do solo afetaram significativamente o teor de cálcio nas folhas das plantas, com o maior teor no ScPP e o menor no SsC, enquanto que os demais tratamentos não diferiram dos anteriores.

Tabela 19. Teor de cálcio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	12,1	10,4	10,1	12,8	9,7	11,0 a
Lisa	10,8	10,5	10,9	12,8	10,6	10,9 a
Crespa	10,4	11,7	10,8	11,8	13,4	11,6 a
Médias de (T)	11,1 A	10,9 A	10,6 A	12,1 A	11,2 A	
24 DAT						
Americana	10,2	10,6	10,1	10,9	10,7	10,5 a
Lisa	10,5	11,5	11,1	11,9	10,8	11,1 a
Crespa	10,1	13,5	10,8	10,6	11,7	11,3 a
Médias de (T)	10,2 B	11,9 A	10,7 AB	11,1 AB	11,1 AB	
36 DAT						
Americana	11,3	13,0	14,7	15,3	13,9	13,6 b
Lisa	13,8	15,5	15,4	15,2	15,2	15,0 a
Crespa	13,5	15,2	14,4	14,3	15,5	14,6 a
Médias de (T)	12,8 B	14,5 A	14,8 A	14,9 A	14,9 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Aos 36 DAT, os menores teores foram encontrados na alface americana e no SsC. Portanto, seguindo a tendência observada aos 24 DAT, os tratamentos de cobertura do solo (plástico e palhada) afetaram positivamente o teor foliar de cálcio, corroborando aos

dados de Verdial et al. (2001), ao observarem maior concentração de Ca em plantas cultivadas em solo coberto (plástico e bagaço de cana) comparadas às cultivadas em solo descoberto.

6.3.1.5 Magnésio

Ricci et al. (1995), trabalhando com alface crespa cultivada com diferentes doses de composto orgânico, encontraram teores de Mg entre 2,0 e 2,2 g/kg da massa seca; Alvarenga et al. (2000), trabalhando com nutrição de alface tipo americana encontraram teores entre 2,9 e 4,8 g/kg.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 20), aos 12 DAT, de maneira geral, o teor foliar de Mg pouco variou entre os tipos. Verificou-se que nos solos cobertos com palhada, os tipos americana e lisa apresentaram os menores teores foliares; tendência que se confirmou aos 36 DAT, apenas para a alface tipo americana.

Aos 24 DAT, os tipos não diferiram entre si, e os tratamentos pouco afetaram o teor de Mg nas folhas das plantas, com maior teor no ScPP. Aos 36 DAT, novamente, os tipos pouco diferiram quanto ao teor foliar de Mg, e os tratamentos influenciaram apenas o teor da alface americana, como citado anteriormente.

De modo geral, o teor de Mg no primeiro ano (1,0 a 2,1 g/kg) foi inferior ao encontrado na literatura, 2,0 e 4,8 g/kg (Vidigal et al,1995; Alvarenga et al., 2000). Darolt et al. (1993), trabalhando com alface lisa, encontraram teores entre 2,7 e 3,3 g/kg. Entretanto, apesar do baixo teor, não foram observados sintomas de deficiência do elemento nas plantas, identificado por clorose internerval das folhas mais velhas (Magalhães, 1988).

No segundo ano (Tabela 21), aos 12 DAT, no ScAC a alface americana apresentou o maior teor e a crespa o menor, enquanto a alface lisa não diferiu das demais. Nos demais tratamentos, os teores foliares não diferiram. Entre os tratamentos, os teores também não diferiram.

Tabela 20. Teor de magnésio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	1,9 a A	1,9 a A	1,7 ab AB	1,5 a B	1,5 b B	
Lisa	1,8 a AB	2,1 a A	1,6 b B	1,6 a B	1,8 a AB	
Crespa	1,9 a A	1,9 a A	1,8 a A	1,6 a A	1,8 a A	
24 DAT						
Americana	1,4	1,5	1,4	1,1	1,2	1,3 a
Lisa	1,3	1,5	1,2	1,2	1,3	1,3 a
Crespa	1,3	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3 a
Médias de (T)	1,3 AB	1,4 A	1,3 AB	1,2 B	1,3 AB	
36 DAT						
Americana	1,5 a A	1,4 a A	1,6 a A	1,0 a B	1,0 b B	
Lisa	1,4 ab A	1,5 a A	1,3 b A	1,2 a A	1,4 a A	
Crespa	1,1 b A	1,3 a A	1,4 ab A	1,2 a A	1,3 a A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Aos 24 DAT, repetindo o observado no ano anterior, o ScPP promoveu o maior teor nas plantas, sem diferir do ScAP, este último, não diferindo dos demais, que apresentaram os menores teores. Aos 36 DAT, os teores dos tipos, bem como o efeito dos tratamentos, pouco diferiram.

De maneira geral, no segundo ano de cultivo os teores foliares de Mg foram superiores aos do ano anterior, variando entre 3,3 a 5,0 g/kg da massa seca, concordando com Ricci et al. (1995) e Alvarenga et al. (2000). O aumento dos teores não encontra correspondência nos níveis de Mg no solo (Tabela 10), pois estes se reduziram em relação ao ano anterior. Entretanto, como observado para o cálcio, os níveis de Mg no solo eram altos já no solo original (Tabela 1).

Tabela 21. Teor de magnésio (g/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos de alface (Ti) \ (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 d.a.t.						
Alface americana	3,9 a A	3,5 a A	3,4 a A	4,2 a A	3,6 a A	
Alface lisa	3,6 a A	4,2 a A	3,4 a A	3,5 ab A	3,3 a A	
Alface crespa	3,4 a A	3,7 a A	3,6 a A	3,3 b A	4,1 a A	
24 d.a.t						
Alface americana	3,3	4,3	3,6	3,9	4,0	3,9 a
Alface lisa	3,9	4,7	3,8	3,6	3,6	3,9 a
Alface crespa	3,8	4,1	3,6	3,4	3,8	3,7 a
Médias de (T)	3,7 B	4,3 A	3,6 B	3,6 B	3,8 AB	
36 d.a.t						
Alface americana	3,4 b B	4,4 a A	4,4 a A	4,3 a A	4,2 a AB	
Alface lisa	4,8 a A	5,0 a A	4,5 a A	4,3 a A	4,4 a A	
Alface crespa	4,5 a A	4,8 a A	4,0 a A	4,2 a A	4,2 a A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Observa-se, portanto, que no segundo ano do experimento ocorreu sensível aumento nos teores foliares de N, P, Ca e Mg, sem correspondência com os níveis desses elementos no solo, fato provavelmente relacionado à maior eficiência na absorção desses nutrientes em função da maior disponibilidade de K (Tabela 10).

6.3.2 Micronutrientes

6.3.2.1 Boro

Verdial et al. (2001), encontraram nas folhas de alface americana, teores de boro que variaram entre 18,7 e 20,3 mg/kg, inferiores aos encontrados por Garcia et al. (1988b), que variaram entre 59,0 e 93,0 mg/kg na alface lisa e crespa, enquanto Nakagawa et al. (1993), encontraram teores variando de 61 a 105 mg/kg, para alface lisa. Apesar da amplitude dos teores foliares, os autores não identificaram em seus trabalhos, sintomas de deficiência ou de toxicidade de boro.

No primeiro ano (Tabela 22), aos 12 DAT, o teor foliar de boro dos tipos de alface pouco diferiu. Entretanto, os tratamentos afetaram os teores, principalmente na alface americana, que apresentou o menor teor foliar no ScPP e o maior no ScAP.

Tabela 22. Teor de boro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos de alface	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12 d.a.t.					
Americana	113,75 a B	76,25 a C	96,50 a BC	103,25 ab BC	160,00 a A
Lisa	118,50 a A	79,50 a B	86,25 a AB	82,50 b AB	104,50 b AB
Crespa	120,25 a A	93,00 a AB	75,50 a B	113,00 a A	100,50 b AB
24 d.a.t.					
Americana	46,50 a A	34,75 a C	44,00 a AB	39,00 c BC	41,50 b AB
Lisa	45,00 a A	32,75 a B	40,50 ab A	44,00 b A	44,75 ab A
Crespa	44,25 a A	37,00 a B	37,50 b B	49,75 a A	47,25 a A
36 d.a.t.					
Americana	31,00 a A	26,75 b A	29,75 a A	29,00 a A	28,00 a A
Lisa	28,75 a A	26,75 b A	29,25 ab A	29,25 a A	30,25 a A
Crespa	28,25 a AB	30,25 a AB	26,00 b B	28,50 a AB	30,50 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Aos 24 DAT, seguindo a tendência observada na avaliação anterior, verificou-se que a alface americana apresentou a maior variabilidade, com o menor teor no ScPP. Na colheita (36 DAT), o teor foliar de boro dos tipos de alface pouco variou, bem como o efeito dos tratamentos, não seguindo as tendências observadas anteriormente.

Verificou-se o decréscimo linear do teor de boro nas folhas das plantas ao longo do período de cultivo, variando entre 75,0 e 160,0 mg/kg aos 12 dat, 32,75 e 49,75 mg/kg aos 24 dat, e entre 26,0 e 31,0 mg/kg na colheita. Apesar do alto teor inicial, não foi observado sintoma de toxicidade, descrito por Magalhães (1988), como queimaduras marginais das folhas mais velhas.

No segundo ano de cultivo (Tabela 23), aos 12 DAT, os teores foliares de boro pouco diferiram entre os tipos, bem como, entre os tratamentos.

Tabela 23. Teor de boro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	46,25 a AB	59,00 a A	46,50 a AB	41,00 a B	41,00 a B	
Lisa	41,50 a A	43,75 b A	34,75 b A	47,50 a A	42,75 a A	
Crespa	51,75 a A	45,00 b AB	39,75 ab AB	38,00 a B	42,00 a AB	
24 DAT						
Americana	40,25	36,25	39,00	37,50	40,50	38,70 a
Lisa	52,00	36,00	43,50	38,00	37,75	41,50 a
Crespa	45,25	30,75	41,25	34,75	35,25	37,45 a
Médias de (T)	45,83 A	34,33 B	41,25 AB	36,75 B	37,87 B	
36 DAT						
Americana	48,00	42,25	44,00	48,50	44,25	45,40 a
Lisa	51,50	44,75	43,50	44,25	40,00	44,80 a
Crespa	37,00	41,75	35,25	36,75	35,75	37,30 b
Médias de (T)	45,50 A	42,91 A	40,91 A	43,16 A	40,00 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Aos 24 DAT, não houve interação entre tipos e tratamentos, e os teores foliares de boro entre os tipos de alface, não diferiram. Quanto ao efeito dos tratamentos, o teor foi maior nas plantas do SsC, sem diferir do ScAD, que por sua vez, não diferiu dos demais.

Na colheita (36 DAT), entre os tipos, a alface crespa apresentou o menor teor foliar de boro. Entre os tratamentos, estes não diferiram. A redução linear no teor foliar de boro observado no primeiro ano, não se repetiu no segundo, durante o qual o teor pouco variou, ficando entre 30,75 e 59,00 mg/kg.

Os resultados não permitem atribuir aos tratamentos de cobertura do solo influência sobre os teores foliares de boro.

6.3.2.2 Manganês

Nakagawa et al. (1993) encontraram teores foliares de Mn nas plantas de alface lisa variando de 88,0 a 184 mg/kg; Garcia et al. (1988b), encontraram o teor médio de 269 mg/kg em alface crespa e Verdial et al. (2001) encontraram o teor médio de 265 mg/kg em alface americana.

No primeiro ano (Tabela 24), aos 12 DAT, de maneira geral, verificou-se que os teores foliares de manganês pouco diferiram. Entretanto, no SsC a alface americana e a crespa apresentaram os maiores teores, enquanto no ScAC a alface crespa apresentou o maior teor. O teor foliar de Mn na alface lisa não diferiu entre os tratamentos. Aos 24 DAT, novamente, os teores foliares de Mn entre os tipos de alface, pouco diferiram. Quanto aos tratamentos, estes afetaram o teor da alface americana, com o menor no ScAC, e o maior teor no ScAD. O teor da alface do tipo lisa e do tipo crespa, repetiram o observado aos 12 DAT, com a lisa não sendo influenciada pelos tratamentos, e a crespa pouco variando.

Na colheita (36 DAT), acompanhando a tendência observada nas avaliações anteriores, o teor foliar de Mn pouco variou entre os tipos de alface, enquanto a alface tipo americana apresentou, novamente, o menor teor no ScAC. O efeito desse tratamento na redução do teor foliar de Mn da alface americana, se repetiu no segundo ano do experimento (Tabela 25) aos 24 DAT.

Tabela 24. Teor de manganês (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface \ Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12 DAT					
Americana	76,00 a A	55,00 a B	64,00 a AB	54,00 b B	60,00 a AB
Lisa	53,00 b A	66,00 a A	57,00 a A	55,00 b A	60,00 a A
Crespa	69,00 a AB	64,00 a AB	55,00 a B	73,00 a A	65,00 a AB
24 DAT					
Americana	68,00 a AB	67,00 a AB	77,00 a A	51,00 b C	62,00 a BC
Lisa	58,00 a A	65,00 a A	55,00 b A	59,00 ab A	61,00 a A
Crespa	58,00 a AB	60,00 a AB	53,00 b B	67,00 a AB	72,00 a A
36 DAT					
Americana	111,00 a A	96,00 a AB	117,00 a A	63,00 b C	87,00 b B
Lisa	82,00 b B	100,00 a AB	87,00 b B	97,00 a AB	117,00 a A
Crespa	73,00 b B	113,00 a A	103,00 ab A	96,00 a AB	98,00 b A

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

O teor foliar de Mn, nos três tipos, variou até a colheita, entre 54,0 e 117,0 mg/kg, inferior aos teores encontrados por Garcia et al. (1988b) e Nakagawa et al. (1993); entretanto, próximo ao teor encontrado por Furlani & Abreu (2000), que obtiveram maior acúmulo de massa seca de alface crespa cv. Verônica, com 90,6 mg/kg de Mn nas folhas; próximo também aos teores encontrados por Cintra et al. (2000), que não observaram diferenças na produção de alface americana cv. Lucy Brow, com teores foliares de Mn variando entre 60,0 e 130 mg/kg.

No segundo ano (Tabela 25), aos 12 DAT, o teor foliar de Mn pouco diferiu entre os tipos, e pelo efeito dos tratamentos, apenas o teor da alface crespa variou, com o maior no ScPP.

Tabela 25. Teor de manganês (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 d.a.t.						
Americana	29,50 b A	29,00 b A	26,00 a A	26,00 a A	29,50 ab A	
Lisa	38,50 a A	29,00 b A	29,50 a A	31,50 a A	33,00 a A	
Crespa	33,50 ab AB	41,00 a A	25,50 a B	27,50 a B	25,50 b B	
24 d.a.t.						
Americana	22,00 b A	20,50 a A	24,50 a A	22,50 c A	28,50 b A	
Lisa	34,00 a ABC	26,00 a C	30,00 a BC	42,50 a A	37,50 a AB	
Crespa	26,00 ab A	28,00 a A	31,50 a A	31,00 b A	32,00 ab A	
36 d.a.t.						
Americana	20,50	19,50	27,50	33,50	31,00	26,40 c
Lisa	36,50	32,50	40,50	39,50	37,50	37,30 a
Crespa	32,50	30,00	32,00	33,50	37,50	33,10 b
Médias de (T)	29,83 AB	27,33 B	33,33 AB	35,50 A	35,33 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Aos 24 DAT, de maneira geral, o teor foliar de Mn pouco diferiu entre os tipos de alface. Entretanto, repetindo ocorrido no ano anterior, a alface americana apresentou o menor teor no ScAC. Atribuir esse efeito à fixação do elemento durante o processo de decomposição da palhada, que ocorreu mais rapidamente nesse tratamento, não justificaria o teor foliar da alface do tipo crespa e lisa, esta última com o maior teor. Portanto, deve-se também considerar a eficiência da cultivar na extração de Mn do solo.

Na colheita (36 DAT), não houve interação significativa entre tipos e tratamentos. Confirmando a tendência anterior, a alface americana apresentou o menor teor foliar de Mn. Entre os tratamentos, estes pouco diferiram; entretanto, o ScAC apresentou a

maior média, fato que sugere a menor eficiência na absorção de Mn pela alface do tipo americana cv. Rayder.

De maneira geral, no segundo ano de cultivo os teores foram inferiores aos do primeiro ano, variando entre 20,50 e 42,50 mg/kg, inferiores aos teores encontrados pelos autores supracitados. Essa redução encontra correspondência na redução do nível do elemento no solo neste período (Tabela 11).

Garcia et al. (2000), ao trabalharem com alface americana, crespa e lisa, em cultivo hidropônico, verificaram que a americana apresentou o maior conteúdo de Mn, sugerindo maior necessidade desse tipo de alface pelo elemento.

Entre os tipos, a alface lisa teve o teor foliar de Mn menos afetado pelos tratamentos, e apresentou o maior teor ao final do segundo ano, enquanto que a americana apresentou o menor teor neste período, indicando maior sensibilidade a redução do nível do elemento no solo (Tabela 11). Apesar disso, sintoma de deficiência de Mn, descrito por Silva Jr & Soprano (1997) como clorose internerval nas folhas novas, não foi observado nas plantas. Em alface de modo geral, e na americana em especial, a visualização do sintoma de deficiência de manganês é difícil.

6.3.2.3 Zinco

Sanches et al. (2000a), trabalhando com utilização de biofóssido na adubação da alface americana cv. Lucy Brown, encontram teores foliares de Zn variando de 85,0 a 120 mg/kg de massa seca. Furlani & Abreu (2000), obtiveram maior acúmulo de massa seca em plantas de alface cultivada em hidroponia, quando o teor foliar de zinco foi de 22 mg/kg, e verificaram que teor superior a 200 mg/kg provocava toxidez; todavia, Nakagawa et al. (1993), trabalhando com compostos orgânicos no cultivo de alface, obtiveram teor foliar de 289 mg/kg de Zn na massa seca das folhas sem sintomas de toxidez. Furlani & Abreu (2000), identificaram toxidez de Zn como clorose internerval das folhas novas, típica de deficiência de ferro, seguido de amarelecimento completo das folhas, enquanto Moreira et al. (2001), trabalhando com cv. Regina, em solução nutritiva, identificaram toxidez de Zn como clorose e necrose marginal das folhas medianas. A deficiência de zinco foi descrita por Silva

Jr & Soprano (1997), como plantas com folhas pequenas, de crescimento atrofiado, associado a clorose internerval.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 26), aos 12 DAT, não ocorreu interação significativa entre os tipos e tratamentos. Quanto ao efeito dos tratamentos, no ScPP as plantas apresentaram o maior teor foliar de Zn, e em sentido decrescente no ScAP, SsC, ScAD, finalmente com o menor teor no ScAC, indicando o efeito positivo da cobertura plástica na absorção de Zn neste período.

Tabela 26. Teor de zinco (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos de alface (Ti) \ (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	69,00	81,00	60,00	57,00	73,00	68,00 a
Lisa	72,00	83,00	60,00	54,00	82,00	70,20 a
Crespa	74,00	83,00	69,00	60,00	77,00	72,60 a
Médias de (T)	71,66 C	82,33 A	63,00 D	57,00 E	77,33 B	
24 DAT						
Americana	50,00 ab A	55,00 a A	26,00 b B	34,00 a B	29,00 b B	
Lisa	43,00 b A	29,00 b A	40,00 a A	39,00 a A	38,00 ab A	
Crespa	58,00 a A	43,00 a AB	21,50 b C	39,00 a B	44,00 a AB	
36 DAT						
Americana	49,50 b B	64,00 a A	37,00 a BC	28,00 a C	29,00 a C	
Lisa	63,00 a A	44,00 b B	28,00 a C	35,00 a BC	31,00 a BC	
Crespa	40,00 b AB	46,00 b A	31,00 a B	29,00 a B	38,00 a AB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Aos 24 DAT, verificou-se que, entre os tipos, no ScAC os teores não diferiram, no SsC a alface crespa e a americana apresentaram o maior teor, esta última sem diferir da alface lisa. No ScPP, novamente a alface americana e crespa apresentaram o maior

teor, com a lisa apresentando o menor. Quanto ao efeito dos tratamentos, a alface americana apresentou o maior teor no SsC e ScPP, e o menor teor nos demais; o teor na alface lisa não diferiu entre os tratamentos, enquanto na alface crespa, os teores pouco diferiram.

Na colheita (36 DAT), os teores dos tipos, diferiram apenas no SsC e ScPP. No SsC, a alface lisa apresentou o maior teor, e no ScPP a alface americana apresentou o maior teor. Garcia et al. (2000), comparando os três tipos de alfaces, verificaram que o conteúdo de Zn em alface americana foi superior ao da alface lisa e crespa.

O ScPP influenciou positivamente o teor foliar de Zn da alface americana, acompanhando a tendência observada desde 12 DAT. Em seguida, o maior teor foi no SsC, sem diferir do ScAD, que por sua vez não diferiu do ScAC e ScAP que apresentaram os menores teores. Essa observação não encontra correspondência no nível do elemento no solo neste período (Tabela 11), superior nos tratamentos que apresentaram menor teor foliar. Isso mostra que nos tratamentos de cobertura do solo com aveia preta ocorreu menor absorção de Zn pelas plantas de alface americana, mesmo porque no SsC o teor também foi superior. Por outro lado, pode-se considerar o efeito positivo da mais elevada temperatura do solo no SsC e ScPP (Tabela 7) sobre a absorção de Zn, concordando com Verdial et al. (2001), que encontraram maior concentração de Zn em plantas de alface americana cultivadas em solo coberto com plástico preto, comparado com solo coberto com bagaço de cana.

Vale lembrar que não foram observados sintomas de deficiência de Zn nas plantas de alface americana cultivadas sobre palhada de aveia preta.

Ainda quanto ao efeito dos tratamentos sobre o teor foliar de Zn, aos 36 DAT, na alface lisa, novamente os maiores teores foram observados no SsC e ScPP, e o menor no ScAD. Entretanto, no ScAC e ScAP, os teores não diferiram do ScAD e ScPP. Para a alface crespa os maiores teores ocorreram no ScPP, SsC e ScAP, nos dois últimos sem diferir do ScAD e ScAC.

Os teores foliares de Zn no primeiro ano de cultivo, variaram de 21,50 mg/kg na alface crespa cultivada em ScAD aos 24 DAT, a 83,00 mg/kg na alface crespa e lisa cultivadas em ScPP, aos 12 DAT. O menor teor esteve abaixo do mínimo descrito por Raj et al. (1996), como sendo de 30 mg/kg, entretanto próximo ao teor encontrado por Furlani & Abreu (2000), de 22,0 mg/kg, tendo sido este, de acordo com os autores, o que proporcionou maior acúmulo de massa seca.

De qualquer forma, os teores foliares apresentados na Tabela 26, indicam o efeito positivo do ScPP sobre o nível nutricional de Zn das plantas de alface no primeiro ano de cultivo.

Tabela 27. Teor de zinco (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos de alface (Ti)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	32,00 b AB	35,00 a AB	47,50 a A	31,00 a AB	27,00 a B	
Lisa	56,52 a A	36,00 a B	31,00 ab B	37,00 a AB	37,50 a AB	
Crespa	49,00 ab A	35,50 a AB	25,50 b B	31,00 a AB	31,00 a B	
24 DAT						
Americana	51,50	29,00	27,00	44,00	43,00	38,90 b
Lisa	53,00	43,50	52,50	69,50	54,00	54,50 a
Crespa	50,50	35,00	38,50	43,00	44,00	42,20 b
Médias de (T)	51,66 A	35,83 B	39,33 AB	52,16 A	47,00 AB	
36 DAT						
Americana	43,00	33,50	33,50	59,50	46,00	43,10 a
Lisa	50,50	31,00	37,50	58,00	40,50	43,50 a
Crespa	37,00	35,50	29,50	40,50	42,50	37,00 a
Médias de (T)	43,50 AB	33,33 B	33,50 B	52,66 A	43,00 AB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

No segundo ano (Tabela 27), aos 12 DAT, de maneira geral, o teor foliar de Zn pouco diferiu. A alface americana, diferentemente ao ano anterior, apresentou teores próximos entre os tratamentos, com o maior no ScAD e o menor no ScAP, ambos sem diferir dos demais tratamentos. Aos 24 DAT, não houve interação entre tipos e tratamentos; entretanto, a alface lisa apresentou o maior teor. Quanto ao efeito dos tratamentos, os maiores teores ocorreram no SsC, ScAC e ScAP, neste último, sem diferir do ScPP e ScAD, contrariando o comportamento observado no ano anterior. Aos 36 DAT, novamente não houve interação entre tipos e tratamentos, e o teor dos tipos não diferiu.

Os teores foliares de Zn variaram entre 25,50 mg/kg na alface crespa, aos 12 DAT, cultivada sobre ScAD e 69,50 mg/kg na alface lisa aos 24 DAT no ScAC, estando de acordo com os teores encontrados na literatura. Entretanto, o comportamento dos tipos, bem como, o efeito dos tratamentos não repetiram o observado no ano anterior. A alface lisa, aos 24 DAT, apresentou o maior teor, e aos 36 DAT não ocorreu diferença entre os tipos, contrariando a observação de Garcia et al. (2000) que encontraram maior teor na alface americana. Quanto ao efeito dos tratamentos, não ficou evidenciado o maior teor nas plantas cultivadas em ScPP, como no ano anterior.

Esse comportamento não encontrou correspondência no nível do elemento no solo (Tabela 11). Isso sugere, que interações ambientais, como a ocorrência de chuvas pesadas após o transplante das mudas no segundo ano, e conseqüente desenvolvimento inicial lento e desuniforme das plantas (Tabela 37), tenham afetado o teor foliar de Zinco, pois, aos 12 DAT, de maneira geral, os teores no segundo ano foram inferiores aos no primeiro.

6.3.2.4 Ferro

Garcia et al. (1988b), encontraram teor de Fe nas plantas de alface variando entre 430 e 510 mg/kg; Furlani & Abreu (2000) encontraram teores inferiores, variando de 80,5 a 162,7 mg/kg; Raij et al. (1996) consideram a faixa de teor adequada nas folhas de alface entre 50 e 150 mg/kg na massa seca. Segundo Garcia et al. (2000), entre os três grupos de alface, a americana apresentou o maior conteúdo de Fe nas folhas.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 28), aos 12 DAT, os tipos pouco diferiram; entretanto, no ScAD a alface americana apresentou o maior teor, no ScAC a alface crespa apresentou o maior teor, e no ScAP a alface lisa apresentou o maior teor. Quanto ao efeito dos tratamentos, a americana apresentou o maior teor no SsC e o menor no ScPP, enquanto nos tratamentos com palhada apresentou teor intermediário; a alface lisa também apresentou o maior teor no SsC, com o menor teor no ScPP, ScAD e ScAC, enquanto no ScAP o teor foi intermediário; a crespa apresentou, a exemplo das demais, maior teor no SsC, neste caso não diferindo do ScAC, e o menor no ScPP, ScAD e ScAP.

Tabela 28. Teor de ferro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface \ Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12 DAT					
Americana	613,00 a A	254,00 a C	423,00 a B	344,50 b B	370,00 ab B
Lisa	569,00 a A	275,00 a C	343,00 b C	293,00 b C	429,50 a B
Crespa	561,00 a A	307,00 a B	322,00 b B	595,50 a A	305,00 b B
24 DAT					
Americana	298,00 a A	101,00 a C	172,00 a B	142,00 a BC	140,00 c BC
Lisa	294,00 a A	113,00 a B	139,00 ab B	170,00 a B	346,00 a A
Crespa	291,00 a A	106,00 a D	124,00 bCD	189,00 a BC	201,00 b B
36 DAT					
Americana	457,00 a A	207,00 ab C	210,00 b C	270,00 a B	214,00 b C
Lisa	419,00 a A	238,00 a C	307,00 a B	277,00 a BC	292,00 a BC
Crespa	326,00 b A	165,00 b C	348,00 a A	260,00 a B	214,00 b BC

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Aos 24 DAT, o teor foliar de ferro dos tipos, pouco diferiu. No ScAD a alface americana apresentou o maior teor; no ScAP a alface lisa apresentou o maior teor, a americana o menor. Os maiores teores, para os três tipos, ocorreram no SsC, seguindo a tendência observada aos 12 DAT. Para a alface americana, o menor teor ocorreu no ScPP; para a lisa, o alto teor observado no SsC, não diferiu do ScAP, que neste caso apresentou a maior média, enquanto nos demais o teor foi intermediário, sem diferirem. A alface crespa apresentou o menor teor no ScAD.

Na colheita (36 DAT), de forma geral, o teor foliar de ferro, entre os tipos pouco variou. Quanto aos tratamentos, o maior teor foliar nas plantas cultivadas no SsC confirmam a tendência observada anteriormente.

No primeiro ano (Tabela 28), os tipos de alface apresentaram maior variação, preferencialmente, nos solos cobertos com palhada, observando que aos 24 e 36 DAT a alface lisa apresentou os maiores teores, fato que descorda da observação de Garcia et al. (2000), que encontraram os maiores teores de Fe nas folhas de alface americana. Os maiores teores ocorreram no SsC, no qual, aos 12 DAT variaram entre 561,0 e 613,0 mg/kg, superior ao teor encontrado por Garcia et al. (1988b), que variou entre 430 e 510 mg/kg. Apesar disso, não foi observado sintoma de toxidez de Fe, descrito por Magalhães (1988) como áreas amarronzadas e lesões necróticas com halo arroxeadado nas folhas mais velhas.

De acordo com Blokhina et al. (2003), a resposta das plantas ao estresse de qualquer origem produz uma série de reações celulares dependentes de Fe, envolvendo várias enzimas como a lipoxigenase, peroxidase, NADPH oxidase, e xanthine oxidase; promovendo, em alguns casos, maiores concentrações foliares de Fe.

No segundo ano de cultivo (Tabela 29), aos 12 DAT, verifica-se que no SsC a alface lisa e crespa apresentaram o maior teor, enquanto no ScPP o maior teor foi na alface americana. Nos demais tratamentos os teores não diferiram.

Na alface americana os teores foliares não diferiram, contrariando o observado no ano anterior; entretanto, na alface lisa o maior teor ocorreu no SsC e ScPP; a crespa, repetindo o observado no ano anterior, apresentou o maior teor no SsC e o menor nos demais.

Aos 24 DAT, o maior teor foliar de Fe ocorreu nas plantas cultivadas no SsC, como no ano anterior; e aos 36 DAT, a alface americana apresentou o maior teor foliar no ScAD e no ScPP, neste último sem diferir da alface crespa. Nos demais tratamentos os teores não diferiram.

De maneira geral, os maiores teores foliares ocorreram, a exemplo do ano anterior, no SsC, principalmente aos 24 DAT. Contudo, as diferenças não acompanharam a amplitude observada no primeiro plantio. A hipótese da relação entre o teor foliar de Fe e o possível estresse das plantas cultivadas sobre o SsC merece atenção. Vale ainda lembrar que os teores foliares não apresentaram correspondência com as variações no nível do elemento no solo (Tabela 11).

Tabela 29. Teor de ferro (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	136,00 b A	157,50 a A	123,00 a A	131,50 a A	135,50 a A	
Lisa	174,50 a A	155,00 ab AB	106,00 a C	113,50 a BC	121,50 a BC	
Crespa	189,50 a A	121,00 b B	124,00 a B	122,50 a B	109,50 a B	
24 DAT						
Americana	347,50	173,50	181,00	174,00	195,50	214,30 a
Lisa	442,00	163,00	139,50	198,50	192,00	227,00 a
Crespa	306,50	174,50	137,00	134,50	165,00	185,75 a
Médias de (T)	369,33 A	170,33 B	152,50 B	169,00 B	184,16 B	
36 DAT						
Americana	180,00 a A	167,50 a A	216,50 a A	197,00 a A	146,50 a A	
Lisa	221,00 a A	94,50 b B	99,00 b B	155,00 a AB	126,00 a B	
Crespa	184,50 a A	135,00 ab A	116,50 b A	141,00 a A	112,50 a A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

6.3.2.5 Cobre

De acordo com Sanches et al (2000b), o teor foliar de Cu em plantas de alface americana (cv. Lucy Brown), cultivada em solos com diferentes adubos orgânicos variou entre 22,5 a 34,0 mg/kg de massa seca; Nakagawa et al. (1993), também trabalhando com diferentes compostos orgânicos, encontraram nas folhas de alface teores de Cu variando entre 10,0 e 20,0 mg/kg.

No primeiro ano (Tabela 30), aos 12 DAT, no SsC a alface americana e a crespa apresentaram o maior teor foliar de Cu, esta última sem diferir da alface lisa, que apresentou o menor teor. No ScAC e ScAP a alface crespa apresentou o maior teor, sendo esse

tipo de alface, o que mais variou em função dos tratamentos, com o menor teor no ScAD, e o maior no ScAP. Aos 24 DAT, a alface crespa apresentou o maior teor no ScAC e no ScAP, neste último, a alface lisa apresentou o menor teor e a americana teor intermediário. Nos demais tratamentos os teores não diferiram. Entre os tratamentos, de forma geral, os teores pouco diferiram

Tabela 30. Teor de cobre (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12 DAT					
Americana	25,00 a A	17,00 a B	19,00 a AB	13,00 b B	17,00 b B
Lisa	16,00 b AB	21,00 a A	15,00 a AB	12,00 b B	18,00 b AB
Crespa	21,00 ab ABC	19,00 a BC	16,00 a C	24,00 a AB	27,00 a A
24 DAT					
Americana	17,00 a AB	11,00 a B	13,00 a AB	12,00 b B	19,00 b A
Lisa	14,00 a A	11,00 a A	12,00 a A	15,00 b A	14,00 c A
Crespa	15,00 a B	10,00 a B	10,00 a B	29,00 a A	29,00 a A
36 DAT					
Americana	21,00 a A	26,00 a A	20,00 a A	12,00 ab B	21,00 a A
Lisa	25,00 a A	22,00 a A	19,00 a AB	10,00 b C	14,00 b BC
Crespa	22,00 a A	23,00 a A	12,00 b B	16,00 a AB	14,00 b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Na Tabela 59 (Anexo), verifica-se que o coeficiente de variação foi de 30% para o efeito dos tratamentos sobre o teor foliar de Cu nas plantas aos 24 DAT. Apesar do experimento ter sido conduzido no campo, este coeficiente de variação pode ser considerado alto, se comparado aos das demais avaliações.

Na colheita, o teor entre os tipos pouco diferiu. A alface lisa apresentou a maior variação em função dos tratamentos, contrariando o comportamento observado na avaliação anterior.

De maneira geral, os teores de Cu nas plantas durante o primeiro ano de cultivo variaram de 10,0 a 26,0 mg/kg, estando de acordo com os teores encontrados por Nakagawa et al. (1993), e Sanches et al. (2000b), bem como, próximo a faixa adequada de 7,0 a 20,0 mg/kg, sugerida por Rajj et al. (1996).

Siriratpiriya et al. (1995) identificaram aumento no teor de Cu em plantas de alface em função do aumento da temperatura do solo. Contudo, os teores foliares das plantas cultivadas no SsC e no ScPP não apresentaram diferenças significativas em relação aos demais tratamentos até 36 DAT, quando a alface lisa apresentou o menor teor no ScAC. O efeito dos tratamentos que resultaram em maior temperatura do solo (Tabelas 7 e 8) no aumento do teor de Cu nas folhas das plantas não ficou claro, discordando também de Verdial et al. (2001) que observaram maior acúmulo de cobre em plantas cultivadas sobre solo coberto com plástico preto, e portanto, mais aquecido.

A explicação pode estar no período de condução dos experimentos, que no caso dos autores citados, ocorreu no outono, quando a temperatura do solo é mais baixa, ao contrário deste experimento que ocorreu no verão.

No primeiro ano de cultivo não ficou claro o efeito dos tratamentos sobre o teor de cobre das plantas, tampouco as diferenças entre os tipos de alface. Também não ocorreu correspondência entre os teores foliares e o nível do elemento no solo (Tabela 11).

Tabela 31. Teor de cobre (mg/kg) em plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	38,00	69,50	56,00	68,50	43,00	55,00 a
Lisa	29,50	51,50	42,50	59,50	38,00	45,70 a
Crespa	70,50	40,00	39,00	37,00	35,00	44,80 a
Médias de (T)	46,00 A	53,66 A	49,16 A	55,00 A	38,66 A	
24 DAT						
Americana	60,00 a B	19,00 a C	34,00 a BC	92,00 a A	32,00 b BC	
Lisa	68,00 a A	37,50 a B	45,50 a AB	44,50 b AB	58,50 a AB	
Crespa	27,00 b A	43,50 a A	23,00 a A	29,50 b A	46,50 ab A	
36 DAT						
Americana	41,50 a A	38,50 ab A	46,00 a A	39,00 a A	49,50 ab A	
Lisa	39,50 a AB	60,00 a A	33,00 a AB	49,50 a AB	29,00 b B	
Crespa	28,00 a B	35,50 b AB	29,00 a AB	48,00 a AB	59,00 a A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

No segundo ano (Tabela 31), tanto para a comparação dos tipos nos tratamentos, quanto para a comparação do efeito dos tratamentos sobre o teor foliar de Cu das plantas, nas três avaliações, os coeficientes de variação foram os maiores observados no experimento (Tabela 60).

Aos 12 DAT, não ocorreram interações significativas entre tipos e tratamentos, tampouco entre os tratamentos e o teor nas plantas. Aos 24 DAT, de maneira geral, os teores entre os tipos pouco diferiram. Comparando o efeito dos tratamentos, a alface americana apresentou o maior teor no ScAC e o menor no ScPP. A alface lisa apresentou o maior teor no SsC e o menor no ScPP, nos demais os teores não diferiram dos anteriores. Para a alface crespa, os teores não diferiram entre os tratamentos. Na colheita (36 DAT), os teores entre os tipos, bem como entre os tratamentos, pouco diferiram.

De maneira geral, os teores foliares foram superiores aos encontrados no ano anterior, variando entre 19,0 e 92,0 mg/kg, e superiores à faixa de 7,0 a 20,0 mg/kg, sugerida por Raij et al. (1996) como sendo a ideal para as plantas de alface. Mesmo assim, sintomas de toxidez, descritos por Magalhães (1988), como clorose de folhas novas devido à deficiência de Fe induzida por excesso de Cu, não foram observados. Também não foi encontrada correspondência entre os teores foliares de Fe e Cu, nem dos teores foliares de Cu com os níveis do elemento no solo (Tabela 11). Portanto, os dados não permitem atribuir aos tratamentos, efeito sobre os teores de cobre das plantas.

Comparando o nível nutricional das plantas de alface nos dois anos de cultivo, verifica-se que, no segundo ano, além da esperada elevação nos teores foliares de K, em função da utilização do sulfato de potássio (Tabela 3), ocorreu também a elevação nos teores de N, P, Ca, Mg e Cu, sem encontrar correspondência nos níveis do solo, fato provavelmente relacionado à maior eficiência na absorção desses nutrientes em função da maior disponibilidade de K (Tabela 10).

Entre suas diversas funções na planta, o potássio atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, está envolvido na síntese de proteínas, no controle osmótico das células, na fotossíntese, na regulação da abertura estomática, e no transporte de carboidratos (Mengel & Kirkby, 1978; Pretty, 1982; Marschner, 1995; Malavolta et al 1997).

A combinação desses fatores dependentes do teor de K nas plantas pode influenciar o teor foliar de outros nutrientes.

Em resumo, o SsC propiciou maior teor foliar de Fe e, em geral, as menores médias dos demais nutrientes; o ScPP propiciou maior teor de Zn no primeiro ano, bem como o maior de N e menor teor de P nos dois anos; os solos cobertos com palhada propiciaram menor teor de Zn no primeiro ano e maior teor de K nos dois anos, e ainda, as coberturas do solo propiciaram maior teor foliar de Ca. Quanto aos tipos de alface, a lisa foi a que menos variou pelo efeito dos tratamentos e a americana a que mais variou. A lisa apresentou os maiores teores de P e Mn, e a americana a maior sensibilidade à redução do nível de Mn no solo. A alface crespa apresentou a maior variação nos teores de B e as menores médias desse elemento. O Mg foi o elemento que menos variou entre os tipos e entre os tratamentos.

6.4 Avaliações biométricas

As avaliações biométricas (entre elas a produtividade de um cultivo) são, em última análise, a expressão da interação solo-planta-atmosfera, refletindo o efeito do agro-ecossistema na produção vegetal.

6.4.1 Número de folhas

De acordo com Pedrosa et al. (2000), sob condições normais de cultivo, alface do tipo americana apresenta número de folhas variando entre 18 e 21; do tipo lisa, entre 36 e 38, e crespa, entre 21 e 27.

Sediyama et al. (2000), trabalhando com diversas cultivares dos tipos americana, lisa e crespa em cultivo hidropônico, verificaram que o número de folhas da alface americana variou entre 16,43 e 29,87; da lisa entre 30,66 e 39,33; e da crespa entre 17,65 e 25,70. Trani et al. (2000), trabalhando com adubação orgânica de alface lisa e crespa, no verão, encontraram 32,2 folhas na alface lisa e 18,3 folhas na crespa.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 32), aos 12 DAT, no SsC e ScAD a alface americana apresentou o maior número de folhas; no ScAC a alface crespa apresentou o maior número, sem diferir da americana, que por sua vez não diferiu da lisa, com o menor número; no ScAP, novamente a crespa apresentou o maior número, sem diferir da lisa, que por sua vez não diferiu da americana, com o menor número; no ScPP o número de folhas das plantas não diferiu, indicando o desenvolvimento uniforme das plantas após o transplantio, fato que não ocorreu nos demais tratamentos.

A alface americana apresentou o maior número de folhas no SsC e no ScAD, nos demais o menor; a alface lisa apresentou o maior número no ScPP, sem diferir do ScAD e ScAC, que por sua vez não diferiram do SsC e ScAP, com o menor número; a alface crespa apresentou o maior número no ScAC, ScAP, ScAD e ScPP, nos dois últimos sem diferir do SsC, com o menor número de folhas.

Aos 24 DAT, no SsC a alface americana apresentou o maior número de folhas, a crespa o menor, e a lisa apresentou número intermediário; no ScAD, a alface americana apresentou o maior número de folhas, e no ScAC a alface crespa apresentou o maior número; no ScAP a alface crespa apresentou o maior número, a americana o menor, e a lisa apresentou número intermediário; no ScPP, seguindo a tendência da avaliação anterior, o número de folhas das plantas não diferiu.

A alface americana apresentou o maior número de folhas no SsC e ScAD, o menor no ScAC e ScAP, e número intermediário no ScPP; a alface lisa apresentou o maior número no ScPP, o menor no ScAC, nos demais apresentou número intermediário; a alface crespa apresentou o maior número no ScPP e ScAP, o menor no SsC, com número intermediário nos demais.

Tabela 32. Número de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface \ Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12 DAT					
Americana	10,47 a A	6,85 a B	11,17 a A	6,82 ab B	5,72 b B
Lisa	5,82 b B	7,52 a A	6,77 b AB	6,67 b AB	6,32 ab B
Crespa	5,75 b B	6,80 a AB	6,62 b AB	7,67 a A	7,10 a A
24 DAT					
Americana	15,37 a A	12,50 a B	16,32 a A	8,60 b C	8,32 c C
Lisa	9,67 b BC	13,57 a A	10,35 b B	8,17 b C	10,80 b B
Crespa	8,00 c C	13,92a A	10,82 b B	10,40 a B	12,67 a A
36 DAT					
Americana	19,75 a A	17,17 b B	21,00 a A	19,97 a A	15,50 ab B
Lisa	9,30 b D	21,17 a A	15,80 b B	11,67 c C	14,22 b B
Crespa	9,82 b B	17,15 b A	15,67 b A	15,75 b A	16,92 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Aos 36 DAT, comparando os tipos nos tratamentos, no SsC e no ScAD, seguindo a tendência observada nas avaliações anteriores, a alface americana apresentou o maior número de folhas; no ScPP a alface lisa apresentou o maior número; no ScAC, a americana apresentou o maior número, a lisa o menor e a crespa número intermediário; no ScAP, a alface crespa apresentou o maior número, sem diferir da americana, que por sua vez não diferiu da lisa, com o menor número.

A alface americana apresentou o maior número de folhas no SsC, ScAD e ScAC e o menor nos demais; a alface lisa foi a que mais diferiu, apresentando o maior número de folhas no ScPP, seguido do ScAD e ScAP, seguidos do ScAC, e do SsC que apresentou o menor número, indicando maior sensibilidade aos tratamentos de cobertura do solo na emissão de folhas. A alface crespa apresentou o menor número no SsC, nos demais o número foi maior, sem diferirem, indicando menor sensibilidade aos tratamentos de cobertura do solo na emissão de folhas.

Comparando o número de folhas das plantas ao final do cultivo no primeiro ano com os obtidos por Pedrosa et al. (2000) e Sedyama et al. (2000), encontra-se correspondência no número de folhas da alface americana, exceto no ScAP, no qual foi 15,50, inferior ao menor da literatura (16,43). A alface lisa, em todos os tratamentos, apresentou número de folhas muito abaixo dos referidos, nos quais no menor foi de 30,66, enquanto no SsC foi de 9,30; e no ScPP, apresentando o maior número entre os tratamentos, foi de 21,17. Ainda em relação à alface lisa, no SsC o número de folhas entre 24 e 36 dat não se alterou, indicando a não emissão de folhas novas ou senescência das velhas. A alface crespa apresentou número de folhas próximo ao menor da literatura (17,65), exceto no SsC, com o menor número de folhas entre os tratamentos, que foi de 9,82.

De maneira geral, o baixo número de folhas observado no primeiro ano do experimento pode estar relacionado com o teor foliar de alguns nutrientes, especialmente o potássio (Tabela 16).

No segundo ano (Tabela 33), aos 12 DAT, no SsC, a alface americana apresentou o maior número de folhas; no ScAC a alface lisa apresentou o maior número, sem diferir da americana, que por sua vez não diferiu da crespa, com o menor número; no ScAP a alface lisa apresentou o maior número.

A alface americana apresentou o maior número de folhas no SsC; a lisa apresentou o maior número no ScAP, diferindo apenas do SsC com o menor, nos demais tratamentos o número de folhas não diferiu dos anteriores; na crespa o número de folhas não diferiu entre os tratamentos.

Aos 24 DAT, não houve interação significativa entre tipos e tratamentos (Tabela 56); a alface lisa apresentou o maior número de folhas, a americana o menor, e a crespa apresentou número intermediário. As plantas cultivadas sobre a palhada da aveia apresentaram o maior número de folhas, e as do SsC o menor, enquanto o número de folhas das plantas cultivadas no ScPP não diferiu das demais.

Tabela 33. Número de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	15,00 a A	6,50 a B	7,50 a B	9,25 ab B	6,50 b B	
Lisa	7,75 b B	9,50 a AB	8,75 a AB	10,50 a AB	11,50 a A	
Crespa	5,50 b A	7,50 a A	6,75 a A	7,00 b A	6,25 b A	
24 DAT						
Americana	11,00	10,00	13,50	13,00	14,00	12,30 c
Lisa	23,00	25,75	26,25	27,25	24,75	25,40 a
Crespa	11,25	12,50	15,50	16,50	17,00	14,55 b
Médias de (T)	15,08 B	16,08 AB	18,41 A	18,91 A	18,58 A	
36 DAT						
Americana	12,25	16,50	21,75	20,00	22,50	18,60 b
Lisa	29,00	32,25	42,25	40,00	40,25	36,75 a
Crespa	14,25	18,25	21,50	23,50	23,25	20,15 b
Médias de (T)	18,50 B	22,33 B	28,50 A	27,83 A	28,66 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

Na colheita (36 DAT), não houve interação significativa entre tipos e tratamentos (Tabela 62). A alface lisa apresentou o maior número de folhas. As plantas cultivadas sobre a palhada da aveia preta apresentaram o maior número de folhas, e no SsC, o menor, enquanto as plantas no ScPP apresentaram número intermediário.

Comparando o número de folhas das plantas ao final do cultivo no segundo ano com os obtidos por Pedrosa et al. (2000) e Sedyama et al. (2000), de maneira geral, encontra-se correspondência, exceto no SsC para alface crespa e americana. Nesta última, observa-se a redução do número de folhas durante o desenvolvimento das plantas, indicando senescência das folhas mais velhas.

A diferença do número de folhas das plantas entre o primeiro e o segundo ano de cultivo reflete a diferença do teor foliar dos nutrientes nos dois períodos. No segundo ano a adição de sulfato de potássio ao solo, com elevação do teor foliar de K, aliado à decorrente elevação dos teores de N, P, Ca e Mg foram determinantes no aumento do número de folhas.

Entre os tipos, a alface lisa apresentou a maior diferença entre os dois anos de cultivo. No primeiro, emitiu o menor número de folhas no SsC com 9,30, e no segundo ano, novamente emitiu o menor número no SsC, desta vez com 29,00, por efeito do melhor estado nutricional. Além disso, ao final do primeiro ano, apresentou a maior variação no número de folhas entre os tratamentos, indicando maior sensibilidade aos tratamentos de cobertura do solo, para emissão de folhas.

Entre os tratamentos, o menor número de folhas ocorreu no SsC, exceto para a alface americana no primeiro ano. Mesmo assim, os tratamentos de cobertura do solo favoreceram a emissão de folhas. No segundo ano esse efeito é mais claro, pois na colheita (36 DAT), o número de folhas das plantas cultivadas em solo coberto com palhada foi superior ao SsC, enquanto no ScPP o número foi intermediário aos anteriores.

Essa constatação remete às Tabelas 28 e 29, nos quais verifica-se o alto teor de Fe das plantas no SsC, motivando a hipótese da relação entre o teor foliar de Fe e o possível estresse das plantas cultivadas sobre o SsC. Alia-se a isso a não emissão de folhas ou senescência das folhas velhas na alface lisa de 24 a 36 DAT no primeiro ano de cultivo, e a redução do número de folhas da alface americana durante o desenvolvimento das plantas, no segundo ano de cultivo, indicando senescência das folhas mais velhas.

O número de folhas, isoladamente, nem sempre apresenta correspondência linear ao acúmulo de massa fresca, ou seja, produção. Outro parâmetro biométrico que permite avaliar o desenvolvimento das plantas é a altura. Entretanto, ao comparar a altura das plantas entre tipos diferentes de alface, deve-se considerar as características fenológicas inerentes, por exemplo, a formação de “cabeça” na alface do tipo americana.

6.4.2 Altura das plantas

Prado et al. (1998), trabalhando com alface lisa em solo coberto com diferentes resíduos vegetais, encontrou na colheita, a altura das plantas variando entre 17,08 e 19,58 cm. Vasconcelos et al. (2000), ao trabalharem com os três tipos de alface, verificaram que as alturas não diferiram; a alface americana apresentou altura média de 27,00 cm, a lisa 26,50 cm e a crespa 26,25 cm.

No primeiro ano (Tabela 34), aos 12 DAT, no ScAC a alface americana apresentou a maior altura, nos demais tratamentos os tipos de alface não diferiram entre si na altura das plantas.

A alface americana apresentou o maior altura no ScPP, sem diferir do ScAD e ScAP, estes últimos sem diferir do SsC e ScAC, com a menor altura; a alface lisa apresentou a maior altura no ScAC, sem diferir do ScPP e ScAP, que por sua vez não diferiram do SsC e ScAD, com a menor altura; a alface crespa apresentou a maior altura no ScAD, diferindo do SsC com a menor altura, nos demais tratamentos a altura das plantas não diferiu das anteriores.

Aos 24 DAT, no SsC a alface lisa apresentou a maior altura, sem diferir da americana, que não diferiu da crespa com a menor altura; no ScPP a alface crespa apresentou a maior altura; no ScAD novamente a alface crespa apresentou a maior altura, não diferindo da americana que por sua vez não diferiu da lisa, com a menor altura; nos demais tratamentos a altura das plantas não diferiu.

A alface americana apresentou a maior altura no ScPP e a menor no ScAC, que não diferiu do SsC, este último não diferindo do ScAD e ScAP, com altura intermediária.

Aos 36 DAT, no SsC, a alface crespa apresentou a maior altura, sem diferir da lisa, que por sua vez não diferiu da americana com a menor altura; no ScPP e ScAC, a altura das plantas não diferiu; no ScAD a alface crespa apresentou a maior altura, a americana a menor e a lisa apresentou altura intermediária; no ScAP a alface crespa apresentou a maior altura.

As plantas no SsC apresentaram a menor altura, sem diferir do ScAD e ScAC apenas para alface americana. As plantas cultivadas no ScPP apresentaram maior altura, sem diferir do ScAD e ScAP apenas para a alface crespa; nos demais tratamentos as plantas apresentaram altura intermediária.

Tabela 34. Altura média (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT,) no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface \ Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12 DAT					
Americana	10,30 a B	12,02 a A	11,15 a AB	10,22 b B	10,82 a AB
Lisa	10,75 a B	11,17 a AB	10,77 a B	12,55 a A	11,32 a AB
Crespa	9,95 a B	11,20 a AB	11,75 a A	10,40 b AB	10,50 a AB
24 DAT					
Americana	12,60 ab BC	16,12 b A	13,25 ab B	11,10 a C	13,50 a B
Lisa	13,30 a B	15,95 b A	12,85 b B	11,97 a B	12,75 a B
Crespa	11,70 b CD	17,67 a A	14,60 a B	11,17 a D	13,15 a BC
36 DAT					
Americana	11,80 b C	17,60 a A	12,85 c BC	13,42 a BC	13,90 b B
Lisa	12,62 ab C	17,47 a A	14,57 b B	13,67 a BC	13,75 b BC
Crespa	13,57 a C	17,22 a A	16,62 a AB	15,10 a BC	15,70 a AB

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

De maneira geral a alface crespa apresentou a maior altura, enquanto a lisa e a americana pouco diferiram. Entretanto, a altura das plantas foi inferior à encontrada por Prado et al. (1998) e Vasconcelos et al. (2000).

Confirmando a tendência observada aos 12 DAT, o ScPP promoveu a maior altura das plantas, possivelmente como reflexo do maior teor de N das plantas aos 12 e 24 DAT (Tabela 13), e maior teor de Zn aos 12 DAT (Tabela 26). O envolvimento desses elementos no desenvolvimento das plantas, e especificamente na expansão foliar, é bem descrito na literatura.

O SsC promoveu a menor altura das plantas, sem diferir de alguns tratamentos com cobertura vegetal, que apesar da igualdade estatística apresentaram médias maiores.

No segundo ano de cultivo (Tabela 35), aos 12 DAT, no SsC a alface americana apresentou a maior altura; no ScPP a alface crespa apresentou a maior altura, sem diferir da lisa, que não diferiu da americana com a menor altura; no ScAD e no ScAP a alface lisa apresentou a maior altura; no ScAC a altura das plantas não diferiu. Quanto ao efeito dos tratamentos, a alface americana pouco variou, apresentando a maior altura no ScAC e no ScPP a menor; a lisa foi a que mais variou, apresentando a maior altura no ScAD e ScAP, e a menor no SsC; a crespa pouco variou.

Aos 24 DAT, entre os tipos, de maneira geral, a alface americana apresentou a menor altura. No ScAC, seguindo a tendência observada aos 12 DAT, a altura das plantas não diferiu. Comparando o efeito dos tratamentos, a alface americana apresentou a maior altura no ScAD, ScAC e ScAP, nos dois últimos sem diferir do SsC e ScPP, com as menores alturas. A altura das plantas de alface lisa não diferiu, e a crespa apresentou a maior altura no ScAD, ScAC e ScAP, nos dois últimos sem diferir do ScPP com altura intermediária, enquanto a menor altura foi no SsC.

Na colheita não houve interação entre tipos e tratamentos. A alface crespa apresentou a maior altura, a americana a menor altura e a alface lisa apresentou altura intermediária entre as anteriores. As plantas no SsC apresentaram a menor altura, enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si, apresentando a maior altura.

Tabela 35. Altura média (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Tipos de alface (Ti) \ Tratamentos (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	12,25 a AB	9,50 b B	11,50 b AB	12,50 a A	12,00 b AB	
Lisa	9,75 b C	11,50 ab BC	15,75 a A	13,25 a AB	14,75 a A	
Crespa	9,50 b B	12,50 a A	13,00 b A	14,00 a A	11,75 b AB	
24 DAT						
Americana	14,25 b B	14,00 b B	18,37 b A	17,25 a AB	16,50 b AB	
Lisa	17,87 a A	19,50 a A	20,12 ab A	18,00 a A	20,12 a A	
Crespa	14,25 b C	18,12 a B	21,50 a A	19,50 a AB	19,75 a AB	
36 DAT						
Americana	12,00	14,25	17,37	15,37	15,50	14,90 c
Lisa	15,37	21,00	21,00	18,75	20,75	19,37 b
Crespa	17,00	21,75	22,00	21,37	22,25	20,87 a
Médias de (T)	14,79 B	19,00 A	20,12 A	18,50 A	19,50 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

De maneira geral, a altura das plantas no segundo ano foi superior ao ano anterior, a exemplo do número de folhas, refletindo o melhor estado nutricional das plantas. Neste período, a diferença entre os tipos ficou evidenciada, com a alface crespa apresentando a maior altura, a lisa apresentando altura intermediária e a americana com a menor altura.

Vale lembrar que a altura da planta correspondeu à distância vertical do colo da planta até a extremidade da folha mais expandida, identificando a característica de maior expansão foliar, ou formação de “cabeça”, dos tipos de alface. A altura das plantas cultivadas em solos cobertos, superou a das plantas no SsC.

6.4.3 Massa fresca

A produção de biomassa das plantas de alface, avaliada pela massa fresca, é o parâmetro que melhor define a produção vegetal; entretanto, não representa, por si só, o melhor resultado, pois muitas vezes o maior número de folhas é mais desejável, que o de folhas grandes e mais pesadas.

A massa fresca das plantas de alface foi observada em inúmeros trabalhos citados neste texto. Nakagawa et al. (1993), trabalhando com compostos orgânicos, observaram que o peso médio de plantas inteiras de alface americana foi de 269,8g, e lisa 179,50g; Prado et al. (1998), trabalhando em solos cobertos com resíduos vegetais, obtiveram como melhor resultado plantas de alface crespa com 177,09g de massa fresca da parte aérea; Sedyama et al (2000), comparando a massa fresca das folhas dos três tipos de alface em cultivo hidropônico, obtiveram a média de 299,8g para alface americana, 224,6g para lisa, e 219,8g para crespa; Verdial et al. (2001), trabalhando com coberturas do solo, obtiveram em solo coberto com plástico dupla face a maior média de massa fresca das folhas de alface americana, com 491,0 g.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 36), aos 12 DAT, no SsC a alface lisa apresentou a maior massa fresca; no ScPP a alface americana foi superior; no ScAD a massa fresca dos tipos não diferiu; no ScAC a alface lisa foi superior, e no ScAP a alface americana e lisa não diferiram, apresentando a maior massa fresca.

A alface americana apresentou a maior massa fresca no ScPP, seguido do ScAD, superior ao ScAC e ScAP, que por sua vez foram superiores ao SsC; a alface lisa apresentou a maior massa fresca no ScAD e ScPP, neste último sem diferir do ScAC e do ScAP, superiores ao SsC, com a menor massa fresca; a alface crespa apresentou a maior massa fresca no ScPP e ScAD, superiores ao ScAC e ScAP, por sua vez superiores ao SsC com a menor massa fresca.

Aos 24 DAT, no SsC a alface lisa e a crespa apresentaram a maior massa fresca, esta última sem diferir da americana com a menor; no ScPP a alface crespa e a americana apresentaram a maior massa fresca, sem diferirem; no ScAD a alface lisa e a crespa apresentaram a maior massa fresca; no ScAC e ScAP a alface crespa apresentou a maior massa fresca.

Tabela 36. Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Tipos de alface \ Tratamentos	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12 DAT					
Americana	18,40 b D	46,17 a A	38,65 a B	30,72 b C	32,92 a C
Lisa	24,47 a C	37,70 b AB	39,42 a A	34,60 a B	34,82 a B
Crespa	18,70 b C	37,22 b A	38,00 a A	29,45 b B	29,35 b B
24 DAT					
Americana	47,35 b C	218,20 a A	82,15 b B	70,50 b B	72,02 b B
Lisa	65,25 a C	161,95 b A	149,60 a A	63,50 b C	85,95 b B
Crespa	56,72 ab D	205,52 a A	141,20 a B	97,20 a C	105,92 a C
36 DAT					
Americana	52,02 b D	403,05 a A	98,97 b C	128,57 b BC	148,50 b B
Lisa	67,37 ab D	236,70 b A	202,70 a B	81,27 c D	156,27 b C
Crespa	91,42 a D	256,87 b A	205,27 a B	174,35 a C	185,15 a BC

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

A alface americana apresentou a maior massa fresca no ScPP e a menor no SsC, nos solos cobertos com palhada a massa fresca foi intermediária; a alface lisa apresentou a maior massa fresca no ScPP e ScAD, e a menor no SsC e ScAC, enquanto no ScAP a massa fresca foi intermediária; a alface crespa apresentou a maior massa fresca no ScPP, seguido do ScAD, por sua vez seguido do ScAC e ScAP, enquanto nestes últimos foi superior ao SsC com a menor massa fresca.

Na colheita, no SsC, a alface crespa apresentou a maior massa fresca, sem diferir da lisa, que não diferiu da americana com a menor massa fresca; no ScPP a alface americana apresentou a maior massa fresca; no ScAD a alface lisa e a crespa apresentaram a maior massa fresca, e no ScAC a alface crespa apresentou a maior massa fresca e a lisa a menor, com a alface americana apresentando massa fresca intermediária.

A alface americana teve a maior massa fresca no ScPP, e a menor no SsC; a alface lisa também apresentou maior massa fresca no ScPP, e a menor SsC, que neste caso não diferiu do ScAC; a alface crespa, a exemplo das anteriores, apresentou a maior massa fresca no ScPP, e a menor no SsC.

Comparando a massa fresca das plantas no primeiro ano de cultivo, com as médias obtidas por Nakagawa et al. (1993); Prado et al. (1998); Sedyama et al. (2000) e Verdial et al.(2001), verifica-se que as plantas cultivadas no SsC, mais a alface americana no ScAD e a lisa no ScAD, tiveram massa fresca inferior às obtidas pelos autores; as demais apresentaram massa fresca correspondente à encontrada nos diversos trabalhos. A alface americana no ScPP apresentou média próxima à obtida por Verdial et al. (2001) em cultivo convencional, com adubação nitrogenada em cobertura, e solo coberto com plástico dupla face preto e prata.

De modo geral, o número de folhas e a altura das plantas no primeiro ano foram inferiores às médias obtidas por diversos autores; entretanto, a massa fresca das plantas encontrou correspondência em outros trabalhos, sugerindo o espessamento das folhas em detrimento da emissão e expansão.

Neste período, o ScPP promoveu maior desenvolvimento das plantas, com maior número de folhas (Tabela 32), maior altura das plantas (Tabela 34) e maior massa fresca (Tabela 36). Esse resultado pode encontrar correspondência nos teores foliares de N das plantas aos 12 e 24 dat (Tabela 12), e maior teor de Zn aos 12 dat (Tabela 26), também já discutidos.

As plantas em solo coberto com palhada apresentaram massa fresca intermediária entre o ScPP e o SsC. A exceção ocorreu para alface lisa no ScAC, cuja massa fresca não diferiu da encontrada no SsC, como observado também para o número de folhas (Tabela 32). Não se verificou correspondência com o teor de nutrientes.

No segundo ano de cultivo (Tabela 34), aos 12 DAT, entre os tipos de alface, a massa fresca das plantas não diferiu.

As plantas no SsC e ScPP apresentaram a menor média de massa fresca, diferindo das plantas cultivadas sobre a palhada que apresentaram a maior média. Neste período, observa-se correspondência com os teores de K nas folhas das plantas (Tabela 17), com as menores médias no SsC e ScPP. As maiores médias nos solos cobertos com palhada

encontram correspondência na reciclagem do potássio promovido pela aveia preta, como observado por Borkert et al. (2003), discutido no item 6.2.

Ainda aos 12 DAT, de maneira geral, a massa fresca das plantas no segundo ano foi muito inferior à do primeiro. Pode-se observar na Tabela 66 o coeficiente de variação (o mais alto entre as avaliações biométricas), refletindo o efeito de condições ambientais desfavoráveis, pois neste período ocorreram pesadas chuvas típicas de verão e calor intenso, obrigando o replantio de parte das mudas no SsC e ScPP. A alface americana cultivada no ScPP apresentou maior sensibilidade às condições ambientais, com maior redução na massa fresca, no número de folhas e na altura da planta, em relação ao ano anterior.

Aos 24 DAT, no SsC a alface americana e a lisa apresentaram maior massa fresca, esta última sem diferir da crespa, com a menor massa fresca; no ScPP a massa fresca das plantas não diferiu; no ScAD a alface americana e a crespa apresentaram a maior massa fresca; no ScAC a alface crespa apresentou a maior massa fresca, seguida da americana, enquanto a lisa apresentou a menor massa fresca; no ScAP as alfaces americana e crespa apresentaram a maior massa fresca.

A alface americana apresentou a maior massa fresca nos solos cobertos com palhada e menor no SsC e ScPP; a alface lisa apresentou a maior massa fresca no ScAP, diferindo apenas do SsC, os demais tratamentos não diferiram dos anteriores; a alface crespa apresentou a maior massa fresca no ScAC, sem diferir do ScAP que por sua vez não diferiu do ScAC, enquanto o ScPP foi inferior ao anterior e superior ao SsC com a menor massa fresca.

Na colheita (36 DAT), no SsC a massa fresca das plantas não diferiu; nos demais tratamentos a alface americana apresentou a maior massa fresca, e no ScAC e ScAP a lisa apresentou a menor.

A alface americana apresentou a maior massa fresca no ScAP, sem diferir do ScAC que por sua vez não diferiu do ScAD, no ScPP foi inferior aos anteriores, porém superior ao SsC com a menor massa fresca; a alface lisa não diferiu entre os tratamentos de cobertura do solo com a maior massa fresca, sendo a menor no SsC; a alface crespa apresentou a maior massa fresca no ScAC, sem diferir do ScAP que por sua vez não diferiu do ScAD, este último não diferindo do ScPP que apresentou a menor média entre os

tratamentos de cobertura do solo, enquanto no SsC apresentou a menor média entre os tratamentos.

Tabela 37. Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2003). Botucatu, 2003.

Tratamentos Tipos de alface (Ti) \ (T)	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé	Médias de (Ti)
12 DAT						
Americana	12,25	8,12	13,82	16,47	16,67	13,47 a
Lisa	10,95	10,35	16,30	14,10	16,80	13,70 a
Crespa	8,30	10,15	20,37	20,40	15,52	14,95 a
Médias de (T)	10,50 B	9,54 B	16,83 A	16,99 A	16,33 A	
24 DAT						
Americana	40,42 a B	46,32 a B	97,35 a A	85,62 b A	85,12 a A	
Lisa	27,90 ab B	47,77 a AB	48,35 b AB	46,77 c AB	56,85 b A	
Crespa	18,25 b D	43,82 a C	90,62 a B	115,15 a A	94,95 a AB	
36 DAT						
Americana	90,67 a D	211,85 a C	323,80 a B	360,37 a AB	371,05 a A	
Lisa	59,22 a B	146,32 b A	161,07 b A	116,87 c A	160,27 c A	
Crespa	70,07 a D	155,47 b C	159,10 b B	207,45 b A	199,80 bAB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey

De maneira geral, entre os tipos de alface, a americana foi a que produziu maior massa fresca em todos os tratamentos, com valores correspondentes aos encontrados por outros autores (Nakagawa et al., 1993; Prado et al., 1998; Sediyaama et al., 2000). A alface crespa e lisa também produziram massa fresca correspondente à encontrada na literatura, sob diferentes sistemas de cultivo não orgânico.

As maiores médias ocorreram nos solos cobertos com palhada, encontrando correspondência nos teores foliares de K (Tabela17), e número de folhas das plantas (Tabela 33).

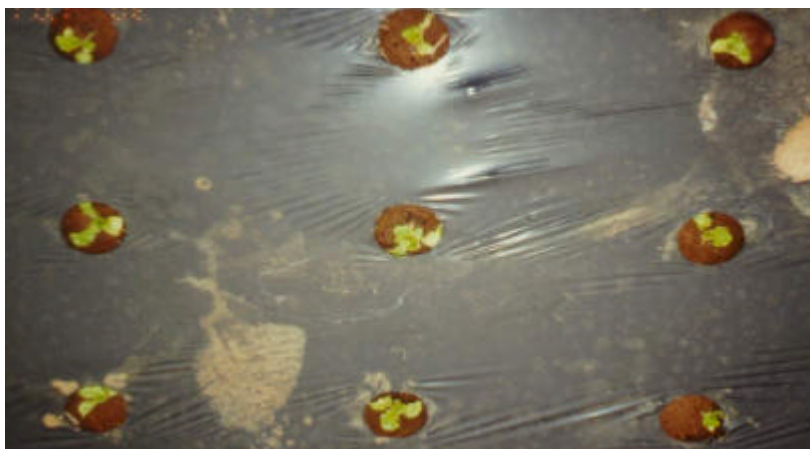


Figura 6. Plantas de alface americana em solo coberto com plástico preto aos 6 DAT, apresentando sensibilidade às condições ambientais de chuvas intensas (2002). Botucatu, 2003.

No segundo ano as plantas cultivadas no ScPP produziram menos massa fresca que no ano anterior, provavelmente devido ao menor desenvolvimento das plantas aos 12 DAT (Tabela 37), consequência de condições ambientais já discutidas.

Em adição a isso, as plantas no ScPP apresentaram aos 36 DAT, os menores teores foliares de Mn (Tabela 25), que na alface americana foi de 19,50 mg/kg, abaixo do teor mínimo de 30,00 mg/kg, sugerido por Raij et al. (1996). Portanto, avaliar a resposta da alface americana a diferentes níveis de Mn pode ser relevante em futuros trabalhos.

Pereira et al. (2000b), trabalhando com alface crespa cv. Verônica, cultivada sobre diferentes coberturas de solo, em sistema convencional, no verão, obtiveram maior produção de massa fresca em solos cobertos com plástico prata dupla face, e plástico preto, sendo de 255,08 e 238,31 g, respectivamente. Os autores obtiveram a menor produção (65,4g) com transplante direto em solo coberto com aveia preta dessecada e sem capina. Esse resultado contrasta com o obtido no presente trabalho, com a produção de 207,45 g de massa fresca pela alface crespa cv Verônica. Essa discrepância tem sua origem no manejo da

palhada, pois a dessecação com herbicida possivelmente reduziu a reciclagem de nutrientes, bem como a massa seca de cobertura do solo.



Figura 7. Plantas de alface crespa cultivadas sobre solo coberto com aveia em pé aos 36 DAT (2002). Botucatu, 2003.

A utilização de herbicidas no manejo da cobertura vegetal para o transplante de hortaliças não é abordado no presente trabalho, pois é antagônica ao cultivo orgânico. Entretanto, mesmo no cultivo convencional, a necessidade de dessecação deve ser avaliada com cautela. A ocorrência de plantas invasoras nos cultivos de alface, especialmente no verão, e o efeito da cobertura do solo na redução da incidência das invasoras deve ser cuidadosamente considerado.

6.5 Ocorrência de plantas invasoras

O efeito da cobertura do solo com plástico preto na redução da incidência de plantas invasoras é bem discutido na literatura. Quanto ao efeito da cobertura com resíduo vegetal, Blanco & Blanco (1991) observaram que o sombreamento prolongou a queiscência, retardando a emergência das plantas invasoras em solos cobertos. Naqueles cobertos com aveia preta, além do efeito do sombreamento, Jacobi & Fleck (2000) observaram o efeito do exudado radicular escopoletina, inibindo a germinação de azevém (*Lulium sp*) e outras gramíneas.

Tabela 38 . Número de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003

Dias após transplante \ Coberturas do solo	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12	31,75 a	1,25 bc	8,50 b	6,50 bc	1,00 b
24	16,00 a	7,25 b	10,50 ab	8,75 b	5,50 b
36	18,75 a	3,75 c	12,00 b	7,00 c	3,75 c

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No primeiro ano de cultivo (Tabela 38), aos 12 DAT, o maior número de invasoras ocorreu no SsC, não diferindo nos demais tratamentos. Aos 24 DAT, novamente o maior número ocorreu no SsC, desta vez sem diferir do ScAC, que por sua vez não difeiu dos demais tratamentos, com o menor número. Aos 36 DAT, seguindo a tendência apresentada nas avaliações anteriores, o SsC apresentou a maior ocorrência de plantas invasoras, seguido do ScAC, com o maior número entre os solos cobertos; os demais tratamentos não diferiram, entre si, apresentando o menor número de plantas invasoras.

Neste período, as plantas invasoras foram predominantemente monocotiledôneas, principalmente *Brachiaria plantaginea* e *Brachiaria decumbens*.

A maior ocorrência no SsC e a menor no ScPP eram esperados; entre os tratamentos com palhada verificou-se a maior ocorrência no ScAC, observação que é análoga àquela da temperatura do solo (Tabelas 8 e 10), pois o ScAC apresentou menor efeito de redução da temperatura comparado com os outros tratamentos de cobertura vegetal, devido à

desagregação mecânica do resíduo vegetal (Figura 2), e a possível redução do efeito de sombreamento do solo e reflexão dos raios solares (albedo), bem como redução da queiscência.

O ScAD e ScAP não diferiram do ScPP nas três avaliações, apesar deste último ter apresentado numericamente a menor ocorrência. Contudo, deve-se considerar os altos coeficientes de variação (Tabela 67). Vale lembrar o fato de que após cada avaliação procedeu-se a retirada das plantas invasoras.

Tabela 39. Número de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (d.a.t.), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Dias após transplante \ Coberturas do solo	Solo sem cobertura	Solo coberto com plástico preto	Solo coberto com aveia deitada	Solo coberto com aveia ceifada	Solo coberto com aveia em pé
12	47,00 a	3,50 b	10,25 b	5,75 b	5,25 b
24	21,00 a	7,25 b	13,25 b	9,50 b	9,75 b
36	25,75 a	3,50 c	15,25 b	11,25 b	10,25 bc

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No segundo ano (Tabela 39), aos 12 DAT, o SsC apresentou a maior ocorrência e os demais não diferiram entre si, apresentando a menor ocorrência. Aos 24 DAT, repetiu-se o observado na avaliação anterior, e ao 36 DAT, novamente o SsC apresentou a maior ocorrência de plantas invasoras. Entretanto, os solos cobertos diferiram entre si, com a menor ocorrência no ScPP e ScAP.

No segundo ano as plantas invasoras foram predominantemente dicotiledôneas (Figura 8), principalmente beldroega (*Portulaca oleracea* L.).

Verificou-se que aos 24 e 36 DAT, as médias de ocorrência nos solos cobertos com palhada foram superiores às observadas no mesmo período do ano anterior, indicando que a palhada de aveia preta é mais eficiente na redução da ocorrência de plantas invasoras monocotiledôneas, o que concorda com Jacobi & Fleck (2000).

Pereira et al. (2000a), avaliando a ocorrência de plantas invasoras no cultivo de alface crespa sobre diferentes coberturas do solo, verificaram a maior ocorrência no solo coberto com aveia preta dessecada. Essa discrepância, novamente, tem origem no

manejo da palhada, pois a dessecação com herbicida certamente reduziu a massa seca de cobertura do solo e, por consequência, seus efeitos sobre a ocorrência de plantas invasoras.



Figura 8. Ocorrência de plantas invasoras, predominantemente beldroega (*Portulaca oleracea* L.), em alface crespa no solo sem cobertura aos 12 DAT, no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.



Figura 9. Ocorrência de plantas invasoras em alface crespa no solo coberto com aveia ceifada aos 12 DAT, no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cobertura com aveia preta nas suas três formas (deitada, ceifada e em pé), promoveu a redução da temperatura do solo nos dois anos do experimento a 5 cm de profundidade, sendo que a ceifada apresentou menor efeito de redução, comparada com os outros tratamentos de cobertura vegetal.

O plantio da aveia preta no inverno, após a fertilização da área experimental, e a manutenção da palhada sobre o terreno até o final do ciclo da alface cultivada no verão, promoveu aumento da fertilidade e a ciclagem de N, P, K, Ca e Mg, bem como, dos micronutrientes Zn, Fe e Cu.

O SsC propiciou maior teor foliar de Fe e, em geral, as menores médias dos demais nutrientes; o ScPP propiciou maior teor de Zn no primeiro ano, bem como o maior de N e menor teor de P nos dois anos; os solos cobertos com palhada propiciaram menor teor de Zn no primeiro ano e maior teor de K nos dois anos, e ainda, as coberturas do solo propiciaram maior teor foliar de Ca. Quanto ao nível nutricional, a alface lisa apresentou a menor variação entre os tratamentos e a americana a maior variação. A lisa apresentou os maiores teores de P e Mn, e a americana a maior sensibilidade à redução no nível de Mn no solo; a alface crespa apresentou a maior variação nos teores de B e as menores médias desse elemento. O Mg foi o elemento que menos variou entre os tipos e entre os tratamentos.

Quanto à produção, no primeiro ano de cultivo, as plantas nos tratamentos com palhada apresentaram massa fresca intermediária entre o ScPP e o SsC. A

exceção ocorreu na alface lisa no ScAC, cuja massa fresca não diferiu da encontrada no SsC. No segundo ano, entre os tipos de alface, a americana foi a que produziu maior massa fresca em todos os tratamentos; os três tipos de alface produziram massa fresca correspondente àquela encontrada por outros autores que trabalharam sob diferentes sistemas de cultivo não orgânico. No segundo ano, as maiores médias de massa fresca ocorreram nos solos cobertos com palhada.

Quanto à ocorrência de plantas invasoras, o ScPP apresentou a menor ocorrência, a palhada de aveia preta também foi eficiente na redução, especialmente de plantas invasoras monocotiledôneas.

A queima das pontas da alface, bem como problemas fitossanitários, não foram observados durante o experimento.

De maneira geral, comparando os três manejos de cobertura do solo com aveia preta, o ScAP apresentou os melhores resultados.

8 CONCLUSÃO

O plantio de aveia preta no inverno, e a manutenção de sua palhada sobre o terreno para o transplante direto de alface, no verão, é uma tecnologia eficiente, contempla o conceito de agricultura orgânica, e pode se tornar importante fator de sustentabilidade na produção de hortaliças durante períodos quentes e chuvosos.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JR., H. de, STOLTENBERG, J. A agricultura orgânica e o mercado de frutas e hortaliças orgânicas. Panorama mundial e situação no Estado de São Paulo. *Agricultura Biodinâmica*, n.80, p. 9-14. 1998.
- ALFAIA, S.S. Determinação da capacidade de troca de cátions de três solos da Amazônia central e sua correlação com as propriedades físicas, químicas e mineralógicas do solo. Lavras, (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Lavras, M.G., 118p. 1983.
- ALLEONE, L.R.F.; de CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Correlations between hot calcium chloride-extracted boron and chemical and physical attributes of some Brazilian soils. *Sci.Agric.* v. 56, n.2, p. 259-300. 1999.
- ALT,D.; LADEBUSCH, H.; MELZER, O. Long-term trial with increasing amounts of phosphorus, potassium and magnesium applied to vegetable crops. *Acta Hort.* (ISHS) n. 506, p 29-36. 1999.
- ALVARENGA, M.A.R.; SILVA da, E.C.; SOUZA de, R.J.; CARVALHO de, J.G. Crescimento, teor e acúmulo de macronutrientes em alface americana sob doses de nitrogênio aplicados no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar. *Hort. Bras.* v 18 (suplemento) p. 803-4. 2000.

- ALVES, V.G.; ANDRADE, M.J.B; CORRÊA, J.B.D.; de MORAES, A.R.; da SILVA, M.V.
Crescimento e produção de vagens do feijoeiro em diferentes graus de compactação e classes de solo. *Ciênc.Agrotec.*, Lavras. v.25, n.5, p. 1051- 62. 2001.
- ARAUJO, J.A.C de.(coord.); CASTELLANE, P.D.(colab.) Análise de parâmetros da cultura do tomateiro em condições de irrigação por asperção e com o uso de cobertura do solo com filme plástico preto. In: *Dez anos da plasticultura na F.C.A.V.- Unesp de Jaboticabal*. Jaboticabal: Funep, p. 21 – 2, 1996a
- ARAUJO, J.A.C de.(coord.); CASTELLANE, P.D.(colab.) Influência do mulching com filme de polietileno preto e doses de nitrogênio em cobertura, no desenvolvimento e produção da cultura do pimentão “Ikeda”.. In: *Dez anos da plasticultura na F.C.A.V.- Unesp de Jaboticabal*. Jaboticabal: Funep, p. 40 – 1, 1996b
- BALDEON, M. Efeito da ação alcalinizante e da competição entre silicato e fosfato na eficiência do termofosfato magnésiano em solos ácidos. Tese (Doutorado em Agronomia/ Solos e Nutrição de plantas). ESALQ- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 88p, 1995.
- BATAGLIA, O.C. Ferro. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ da, M.C.P. (ed) *Micronutrientes na agricultura*. Potafós/CNPq: Piracicaba, 734p, 1991.
- BAUER, P.J.; REEVES, D.W. A comparison of winter cereal species and planting dates as residue cover of cotton grown with conservation tillage. *Crop Sci.* 39: 1824-30, 1999.
- BERGER, K.C.; PRATT, P.F. *Advances in secondary and micronutrient fertilization*. In: MALCOM, H.M.; BRIDGER, G.L.; NELSON, L.B. (Ed.) *Fertilizers technology and usage*. Madison: Soil Science Society of America, p.287-340, 1963.

- BLACKMAN, G.E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: ECKARDT, F.E. (ed). *Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level*. UNESCO, Paris, p.243-59, 1968.
- BLANCO, H.G.; BLANCO, F.M.G. Efeito do manejo do solo na emergência de plantas daninhas anuais. *Pesq. Agropec. Bras.* v.26, n.2, p.215-20, 1991.
- BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K.V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Ann. of Bot.* v.91, p.179-94, 2003.
- BOHNSACK, C.W.; ALBERT, L.S. Early effects of boron deficiency on indolacetic acid oxidase levels of squash root tips. In: MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, p.386, 1995.
- BOLLER, W. Avaliação de diferentes sistemas de manejo do solo visando à implantação da cultura do feijão. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 96p, 1995.
- BORKERT, C.M. Manganês. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ da, M.C.P. (ed) *Micronutrientes na agricultura*. Potafós/CNPq: Piracicaba, 734p, 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. *Pesq. Agropec. Bras.* v.38, n.1, p.143 - 53, 2003.
- BREET, C.T.; WALDRON, K.W. *Physiology and Biochemistry of plant cell walls*. Cambridge: Chapman & Hall, 251p, 1996.
- BRES, W.; WESTON, L.A. Nutrient accumulation and tipburn in NFT- grown lettuce at several potassium and pH levels. *Hortscience*, v.27, n.7, p.790 – 2, 1992.

- BÜLL, L.T.; LACERDA,S.; NAKAGAWA,J. Termofosfatos: Alterações em propriedades químicas em um latossolo vermelho-escuro e eficiência agronômica. *Brag.* (Campinas), v.51, n.1, p.169-179, 1997.
- CARDOSO, A.II. A cultura da abobrinha de moita. In: GOTO, R. (Org.); TIVELLI, S.W. (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, p. 105-37, 1998.
- CASTILLO, F.B. Problemas de cuajado de frutas en cultivos hortícolas bajo plástico y médio de mejorarlo. In: DANTAS, R.T. *Parâmetros agrometeorológicos e análise de crescimento da alface (Lactuca sativa L.) em ambiente natural e protegido*. Botucatu, Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 109p, 1997.
- CINTRA, A.A.D.; SANCHES, A.C.; MELO, W.J.; BRAZ, L.T.; ARAÚJO, M.R.; REVOREDO, M.D. Extração de manganês por plantas de alface cultivadas em solo tratado com adubos orgânicos. *Hort. Bras.* v.18 (suplemento) p.838-9, 2000.
- COX, E.F.; McKEE, J.M.T.; DEARMAN, A.S. The effect of growth rate on tipburn occurrence in lettuce. *J. Hort. Sci.* v.51, p.297 – 309, 1976.
- CRESSWELL, G.C. Effect of lowering nutrient solution concentration at night on leaf calcium levels and the incidence of tipburn in lettuce (var. Gloria). *Jour. Plant Nut.* v.14, n.9, p.913 – 24, 1991.
- DANTAS, J.P. Boro. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ da, M.C.P. (ed) *Micronutrientes na agricultura*. Potafós/CNPq: Piracicaba. 734p, 1991.

- DANTAS, R.T. *Parâmetros agrometeorológicos e análise de crescimento da alface (Lactuca sativa L.) em ambiente natural e protegido*. Botucatu. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, , 109p, 1997.
- DAROLT, M.R.; BIANCO NETO, V.; ZAMBON, F.R.A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura da alface. *Hort. Bras.* v.11, n.1, p.38-40, 1993.
- FARIA JÚNIOR, M.J de A.; NIENOW, A.A.; YAMAMOTO, P.T.; MUNUERA, M.C.M.; CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C de. Efeito da cor da cobertura plástica do solo sobre a abobrinha italiana “Caserta” (*Cucurbita pepo* v. *meloepo*) e sobre a temperatura do solo. *Cult. Agr.- Univ. Est. Paulista- Ilha Solteira*, v.3, n.1, 1994.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura*. Viçosa: U.F.V., 402p, 2000.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. *Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira*. São Paulo: FNP, 440p, 2000.
- FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. *Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira*. São Paulo: FNP, p.190-2, 2003.
- FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, O.; GALLO, J.R.; BERNARDI, J.B.; FORNASIER, J.B.; CAMPOS, H.R de. Composição mineral de diversas hortaliças. *Bragantia*. v.37, n.5, p.33-34, 1978.
- FURLANI, P.R.; de ABREU, M.F. Toxicidade de zinco em alface cultivada em hidroponia. *Hort. Bras.* v. 18 (suplemento) p. 797-8, 2000.
- GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; DECHEN, A.R. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. *Nutrição Mineral de Hortaliças*. Campinas: Fundação Cargill, p.123 – 51, 1988a.

- GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; DECHEN, A.R. Concentração e acúmulo de micronutrientes em alface. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. *Nutrição Mineral de Hortaliças*. Campinas: Fundação Cargill, p.100 – 22, 1988b
- GARCIA, N.C.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A.N.; LIMA de, P.C. Absorção de nutrientes por diferentes cultivares de alface em cultivo hidropônico no período de verão. *Hort. Bras.*v.18 (suplemento) p. 246-7, 2000.
- GOTO, R. (Org.); TIVELLI, S.W. (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 319p, 1998.
- INSTITUTO BIODINÂMICO. *Diretrizes*. Botucatu: IBD, 54p, 2002.
- INTERNATIONAL TRADE CENTRE. *Organic food and beverages*. Geneve: ITC, 271p, 2002.
- JACOBI, U.S.; FLECK, N.G. Avaliação do potencial alelopático de aveia no início do ciclo. *Pesq. Agropec. Bras.* v.35, n.1, p.11 – 19, 2000.
- JIN, J.; MARTENS, D.C.; ZELASNY, L.W. Plant availability of applied and native boron in soils with diverse properties. *Plant and Soil*, v.105, p.127-132, 1988.
- KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. *Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo*. Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Santa Maria - R.S. Boletim Técnico n.3, 31p, 1997.
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; PESSÔA da CRUZ, M.C. *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: Potafós, p. 141 – 8, 1993.

- LANGE, A. Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema de plantio direto no cerrado. (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Lavras, M.G., 158p, 2002.
- LISBÃO, R.S.; NAGAI, H. *Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas*, n. 200, p. 11, 1987.
- LOPES, C.A.; QUEZADO SOARES, A.M. *Doenças bacterianas das hortaliças – diagnose e controle*. Brasília: CNPH, 70p, 1997.
- MAGALHÃES, J.R. *Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças*. Brasília: CNPH, 64p, 1988.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., de OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós, 215p, 1989.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., de OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações* (2ª. Ed). Piracicaba: Potafós, 319p, 1997.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, p.386, 1995.
- MEDINA, P.V.L.; SILVA, V.F.da; cardoso, A.A.; CAMPO, J.P.de. Perda da qualidade da alface durante o armazenamento. *Rev. Ceres*, v.29, n.163, p. 259-267, 1982.
- MENGEL, K; KIRKBY, B.A. *Principles of plant nutrition*. International Potash Institute, Berne. 593p, 1978.
- MISAGHI, J.I.; GROGAN, R.G. Physiological basis for tipburn development in head lettuce. *Phytopat.* v.68, p.1744 – 53, 1978.

- MORIERA, M.A.; FONTES, P.C.R.; CAMARGOS de, M.I. Interação zinco e fósforo em solução nutritiva influenciando o crescimento e a produtividade de alface. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.36, n.6, p.903-9, 2001.
- MULLER, A.G. *Comportamento térmico do solo e do ar em alface para diferentes tipos de cobertura do solo*. Piracicaba, (Dissertação Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, 77p, 1991.
- MUZILLI, O. Plantio direto no Brasil, In: FANCELLI, A. L.(Coord.) *Atualização em plantio direto*. Campinas: Fundação Cargill, p.3 – 15, 1985.
- NAKAGAWA, J.; KAMITSUJI, M.K.; PIERI, J.C de; VILLAS BÔAS, R. L. Efeitos do bagaço de cana, decomposto por ação de biofertilizantes, na cultura da alface. *Cient* v.21, n.1, p. 169 – 177, 1993.
- NICOULAUD, B.A.L.; MEURER, E.J.; ANGHINONI, I. Rendimento e absorção de nutrientes por alface em função de calagem e adubação mineral e orgânica em solo “areia quartzosa hidromórfica”. *Hort. Bras.*, v.8, n.2, p.6-9, 1990.
- NOTHMANN, J. Effects of soil temperatures on head development of cos lettuce. *Sci. Hort. (Amsterdam)*, v. 7, p.97 – 107, 1977.
- PAVAN, M.A.; KUROZAWA, C. Doenças da alface. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. *Manual de fitopatologia*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, v.2, p. 18 – 25, 1997.
- PAVINATO, A.; AITA, C., CERETTA, C.A.; BEVILÁQUA, G.P. Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.29, n.9, p.1427 – 32, 1994.

- PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; SALGADO, L.T. Produção de alface em cultivo hidropônico em condições de inverno. *Hort. Bras.* v. 18 (sup.), p.242 – 3, 2000.
- PEREIRA, C.Z.; RODRIGUES, D.S.; GOTO,R. Ocorrência de plantas daninhas na cultura da alface em diferentes tipos de cobertura do solo no verão. *Hort. Bras.* v. 18 (sup.), p.489 – 90, 2000a.
- PEREIRA, C.Z.; RODRIGUES, D.S.; GOTO,R.. Efeito da cobertura do solo na produtividade da alface cultivada no verão . *Hort. Bras.* v. 18 (sup.) p.492 – 93, 2000b.
- PEZZAROSSA, B.; MALORGIO, F.; LUBRANO, L.; TOGNONI, F.; PETRUZZELLI, G. Phosphate fertilizer as a source of heavy metals in protected cultivation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.21, p.737-751, 1990.
- POSSANI, J.R.; de SOUZA C.M.; GALVÃO, J.C.C. Sistemas de preparo do solo para milho safrinha. *Bragantia*. v.60, n.2, p 79-82, 2001.
- PRADO, A.R.A.; FREITAS, M.A.S.R.; SETÚBAL, J.W. *Influência de diferentes tipos de cobertura morta em alface variedade Brisa XP-5552 no município de Terezina, P.I.* Seminário de pesquisa agropecuária do Piauí, 8 – Anais, n.1, p.211-13, 1998.
- PRETTY, K.M. O potássio na qualidade dos produtos agrícolas. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O. USHERWOOD, N.R. (ed). Potássio na agricultura Brasileira. Piracicaba: Potafós, p. 177-94, 1982.
- RACHWAL, M.F.G.; DEBECEK, R.A.; CURCIO, G.R.; WESTPHALEN, D.J. *Avaliação da produção de matéria seca radicular de diferentes coberturas do solo, no período de inverno, nas entrelinhas de erva mate no município de Áurea, R.S.* EMBRAPA, comunicado técnico n 27, p.1-8, 1997.

- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.H.; FURLANI, A.M.C. *Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas*, n. 100, p. 163-4, 1996.
- RAYDER, E.J. Origin and history of lettuce. In: DAVIS, R.M.; SUBBARAO, K.V.; RAID, R.N.; KURTZ, E.A. *Compendium of Lettuce Diseases*. California: APS PRESS, 79p, 1997.
- RICCI, M.S.F.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; RUIZ, H.A. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.30, n.8, p.1035 – 9, 1995.
- RILEY, H.; DRAGLAND, S. Living and surface mulches as nutrient sources in organic vegetable growing. *Acta Hort.* (ISHS), n. 571, p.109-17. 2002.
- ROMHELD, V. *Mineral nutrition and plant diseases*. In: WORKSHOP: Interface solo – raiz e relações com a disponibilidade de nutrientes, a nutrição e as doenças de plantas. Piracicaba: Potafós, 76p, 1998.
- SÁ, J.C.M. Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GILHERME, L.R.G.; FRAQUIN, FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (ed.). *Interação fertilidade, biologia do solo e nutrição do solo*. Lavras, M.G., p. 267-310, 1999.
- SADE, A. *Cultivo bajo condiciones forzadas – nociones generales*. Israel: Estudio Rehak, Tel Aviv, 144p, 1997.
- SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; GARCIA, S.R.L. Seleção de cultivares de alface para cultivo hidropônica *Hort. Bras.* v.18 (suplemento), p. 244 –5, 2000.
- SAMINÉZ, T.C.O. Produção orgânica de alimentos. *Hort. Bras.* v.17 contra- capa, 1999.

- SANCHES, A.C.; CINTRA, A.A.D.; MELLO, W.J.; BRAZ, L.T.; REVOREDO, M.D.; ARAÚJO, M.R. Zinco acumulado em plantas de alface cultivadas em solo tratado com adubos orgânicos. *Hort. Bras.* v.18 (suplemento), p.836-7, 2000a.
- SANCHES, A.C.; CINTRA, A.A.D.; MELLO, W.J.; BRAZ, L.T.; REVOREDO, M.D.; ARAÚJO, M.R. Extração de cobre por plantas de alface cultivadas em solo tratado com adubos orgânicos. *Hort. Bras.* v.18 (suplemento), p.846-8, 2000b
- SILVA, C.L.; KATO, E. Efeito do selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo sob cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.32, n.2, p.213 – 20, 1997.
- SILVA JÚNIOR, A.A.; SOPRANO, E. *Caracterização de sintomas visuais de deficiências nutricionais em alface*. Florianópolis: Epagri, 57p, 1997.
- SILVEIRA, M.L.A.; ALLEONI, L.R.F.; CASAGRANDE, J.C.; CAMARGO, O.A. Energia livre da reação de adsorção de cobre em latossolos ácidos. *Sci.Agric.*, v. 56, n.4 supl. 1999.
- SILVEIRA da, P.M.; CUNHA da, A.A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um latossolo submetido a sistemas de preparo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.37, n.9, p.1325 – 32, 2002.
- SIRIRATPIRIYA, O.; VIGERUST, E.; SELMEROLSEN, A.R. *Effect of temperature and heavy metal application on metal content in lettuce*. Meldinger fra Norges Landbrukshogskole. v.64, p.1-29, 1985. / Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, 1995.
- SOUZA de, E.C.A.; FERREIRA, M.E. Zinco. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ da, M.C.P. (ed) *Micronutrientes na agricultura*. Potafós/CNPq: Piracicaba, 734p., 1991.

- STEVENSON, F.J. *Organic matter – micronutrient reactions in soil, micronutrients in agriculture*. 2.ed. p.145-186. 1991. In: LANGE, A. Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema de plantio direto no cerrado. Lavras, (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Lavras, M.G., 158p, 2002.
- SUR, H.S.; MASTANA, P.S.; HADDA, M.S. Effect of rates and modes of mulch application on runoff, sediment and nitrogen loss on cropped and uncropped fields. *Trop. Agric. (Trinidad)*, v.69, n.4, 1992.
- TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; de AZEVEDO FILHO, J. A. *Bol. Tec. Inst. Agron. Campinas*, n.100, p. 168-9, 1996.
- TRANI, P.E.; TAMISO, L.G.; TESSARIOLI NETO, J.; HASS, F.G.; TAVARES, M.; BERTON, R.S. Adubação orgânica da alface de verão sob cultivo protegido. *Hort. Bras.* v.18 (suplemento), p.762-4, 2000.
- TOKURA, A.M.; NETO, A.E.F.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KURIHARA, C.H.; ALOVISE, A.A. Formas de fósforo em solo sob plantio direto em razão da profundidade e tempo de cultivo. *Pesq. Agropec. Bras.* v.37, n.10, p. 1467-76, 2002.
- THORUP, K. Root growth and soil nitrogen depletion by onion, lettuce, early cabbage and carrot. *Acta Hort. (ISHS)*, v. 563, p. 201-6, 2001.
- TUCCI, C.A.F. Efeito de corretivo, matéria orgânica e tempo de incubação na capacidade de troca de cátions em solos sob vegetação de cerrado. . Lavras, (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Lavras, M.G., 98p, 1981.
- VALE, F.R.; GUEDES, G.A.; GUILHERME, L.R.G.; FURTINO, A.E. *Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes de plantas*. UFLA/FAEPE, Lavras, 171p., 1997.

- VASCONCELOS, F.U.M.; ARAÚJO NETO, S.E.; FERREIRA, R.L.F. Cultivares de alface para cultivo hidropônico em Rio Branco - A.C. . *Hort. Bras.* v.18 (suplemento), p.215-16, 2000.
- VERDIAL, M.F.; LIMA, M.S.; MOGOR, A.F.; GOTO, R. Production of iceberg lettuce using mulches. *Sci. Agr.*, v.58, n.4, p. 737-740, 2001.
- WELBANK, P.J. The effects of competition with *Agropiron repens* and of nitrogen and water supply on the nitrogen content of *Impatiens parviflora*. *Annals of Botany*, v.26, n.103, p. 361-73, 1962.
- WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.32, n.11, p.1035 – 9, 1997.

ANEXO 1

Análises de variância

Tabela 40 . Temperatura do solo a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “DAT”), no primeiro ano de cultivo. Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	1 a 12 DAT		12 a 24 DAT		24 a 36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,1049	1,15	0,0417	0,45	0,1048	0,70
Tratamentos(T)	4	26,4273	288,56*	29,6090	317,24*	22,8562	153,31*
Resíduo (a)	12	0,0916		0,0933		0,1491	
Profundidade de leitura (P)	1	4,9703	272,34*	0,0000	0,00	0,4202	2,82
Interação T x P	4	2,8352	155,36*	0,3663	5,47*	0,3140	2,10
Resíduo (b)	15	0,0182		0,0670		0,1493	
cv% (T)			1,04		1,05		1,35
cv% (P)			0,46		0,88		1,35

Tabela 41. Temperatura do solo a 5 e 15 cm de profundidade (médias de 1 a 12, 12 a 24 e 24 a 36 dias após o transplante “DAT”), no segundo ano de cultivo. Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	1 a 12 DAT		12 a 24 DAT		24 a 36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,0857	1,57	0,1447	0,81	0,1700	0,72
Tratamentos (T)	4	21,3996	391,76*	16,8896	94,11*	15,7929	66,91*
Resíduo (a)	12	0,0546		0,1795		0,2360	
Profundidade de leitura (P)	1	13,9240	107,25*	14,6410	223,53*	15,3760	155,58*
Interação C x T	4	0,4171	3,21*	1,1866	18,12*	0,8129	8,22*
Resíduo (b)	15	0,1298		0,0655		0,0988	
cv% (T)			0,82		1,45		1,70
cv% (P)			1,26		0,87		1,10

Tabela 42. Teor de nitrogênio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,1324	1,94	0,0114	0,26	0,0380	0,85
Tratamentos (T)	4	1,3542	19,88*	0,7199	16,50*	0,1542	3,44*
Resíduo (a)	12	0,0681		0,436		0,0448	
Tipos de alface (Ti)	2	0,0288	0,46	0,0430	1,05	0,0102	0,36
Interação T x Ti	8	11,02	1,77	0,1499	3,66*	0,0952	3,34*
Resíduo (b)	30	0,0621		0,0410		0,0285	
Cv% (T)			7,39		7,97		9,21
cv% (Ti)			7,03		7,72		7,34

Tabela 43. Teor de nitrogênio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,1748	2,26	0,0367	0,34	0,1318	1,23
Tratamentos (T)	4	0,3476	4,49*	1,5537	14,36*	0,3367	3,15
Resíduo (a)	12	0,0775		0,1082		0,1070	
Tipos de alface (Ti)	2	0,3219	4,79*	1,3110	14,03*	0,1714	1,82
Interação T x Ti	8	0,2643	3,93*	0,0701	0,75	0,2079	2,21
Resíduo (b)	30	0,0672		0,0934		0,0941	
cv% (T)			7,24		9,44		10,19
cv% (Ti)			6,74		8,77		9,55

Tabela 44. Teor de fósforo (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,0077	1,05	0,123	3,73*	0,0073	0,82
Tratamentos (T)	4	0,0141	1,92	0,0282	8,60*	0,0182	2,06
Resíduo (a)	12	0,0073		0,0033		0,0088	
Tipos de alface (Ti)	2	0,0062	1,06	0,0102	2,42	0,0012	0,27
Interação T x Ti	8	0,0042	0,72	0,0071	1,69	0,0093	2,02
Resíduo (b)	30	0,0058		0,0042		0,0046	
cv% (T)			16,00		12,05		23,12
cv% (Ti)			14,23		13,61		16,75

Tabela 45. Teor de fósforo (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,0513	4,35*	0,0188	1,42	0,0266	2,16
Tratamentos (T)	4	0,0386	3,27*	0,1255	9,47*	0,0657	5,33*
Resíduo (a)	12	0,0118		0,0133		0,0123	
Tipos de alface (Ti)	2	0,0528	3,82*	0,2205	52,34*	0,2220	36,74*
Interação T x Ti	8	0,0054	0,39	0,0092	2,18	0,0059	0,97
Resíduo (b)	30	0,0138		0,0042		0,0060	
cv% (T)			17,41		14,87		15,22
cv% (Ti)			18,81		8,38		10,65

Tabela 46. Teor de potássio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,0938	2,59	0,0238	0,52	0,0511	1,39
Tratamentos (T)	4	0,2471	6,83*	0,2374	5,21*	0,2687	7,30*
Resíduo (a)	12	0,0362		0,0456		0,0368	
Tipos de alface (Ti)	2	0,3098	12,75*	0,0245	0,77	0,1189	3,22
Interação T x Ti	8	0,0842	3,46*	0,0832	2,63*	0,0677	1,84
Resíduo (b)	30	0,0243		0,0316		0,0369	
cv% (T)			6,84		9,29		10,29
cv% (Ti)			5,61		7,74		10,31

Tabela 47. Teor de potássio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,2774	4,68*	0,0414	0,28	0,1345	0,72
Tratamentos (T)	4	0,3788	6,39*	1,0271	6,99*	4,2870	22,80*
Resíduo (a)	12	0,0593		0,1469		0,1881	
Tipos de alface (Ti)	2	0,1136	1,62	0,4743	4,27*	0,2345	1,40
Interação T x Ti	8	0,1282	1,83	0,1418	1,28	0,1145	0,69
Resíduo (b)	30	0,0701		0,1112		0,1680	
cv% (T)			4,61		6,88		9,24
cv% (Ti)			5,01		5,99		8,73

Tabela 48. Teor de cálcio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,0021	0,24	0,0013	0,95	0,0013	1,04
Tratamentos (T)	4	0,0133	1,53	0,0011	0,79	0,0062	5,15*
Resíduo (a)	12	0,0087		0,0014		0,0012	
Tipos de alface (Ti)	2	0,0037	2,29	0,0002	0,22	0,0007	0,59
Interação T x Ti	8	0,0010	0,65	0,0039	4,60*	0,0075	6,59*
Resíduo (b)	30	0,0016		0,0008		0,0011	
cv% (T)			18,28		9,21		9,53
cv% (Ti)			7,84		7,26		9,30

Tabela 49. Teor de cálcio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,0689	2,17	0,0070	0,65	0,0012	0,17
Tratamentos (T)	4	0,0384	1,21	0,0433	4,02*	0,0927	13,23*
Resíduo (a)	12	0,0318		0,0108		0,0070	
Tipos de alface (Ti)	2	0,0308	0,71	0,0394	2,52	0,1033	8,72*
Interação T x Ti	8	0,0527	1,21	0,0221	1,41	0,0254	2,15
Resíduo (b)	30	0,0434		0,0156		0,0118	
cv% (T)			15,90		9,40		5,80
cv% (Ti)			18,57		11,32		7,54

Tabela 50. Teor de magnésio (%) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,0000	0,03	0,0003	1,03	0,0003	0,67
Tratamentos(T)	4	0,0030	4,98*	0,0009	2,96	0,0021	4,71*
Resíduo (a)	12	0,0006		0,0003		0,0005	
Tipos de alface (Ti)	2	0,0008	6,04*	0,0000	0,01	0,0005	1,69
Interação C x T	8	0,0004	2,66*	0,0004	1,30	0,0012	4,46*
Resíduo (b)	30	0,0001		0,0003		0,0003	
cv% (T)			13,73		13,25		15,94
cv% (Ti)			6,59		12,58		12,35

Tabela 51. Teor de boro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	727,7500	1,22	5,3556	0,71	14,2833	2,09
Tratamentos (T)	4	3850,3583	6,47*	224,8917	29,84*	5,7250	0,84
Resíduo (a)	12	595,2917		7,5361		6,8250	
Tipos de alface (Ti)	2	1283,2667	7,32*	23,7500	3,21	0,2167	0,06
Interação T x Ti	8	1177,5583	6,72*	47,7292	6,45*	12,3625	3,14*
Resíduo (b)	30	175,3000		7,4000		3,9333	
cv% (T)			23,99		6,55		9,07
cv% (Ti)			13,02		6,49		6,88

Tabela 52. Teor de boro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	12,8222	0,36	107,7500	3,13	40,4222	1,35
Tratamentos (T)	4	164,8583	4,69*	240,3167	6,98*	55,1250	1,84
Resíduo (a)	12	35,1694		34,4167		29,9917	
Tipos de alface (Ti)	2	118,5167	2,69	86,0167	1,74	407,4000	15,17*
Interação T x Ti	8	127,4958	2,90*	38,5167	0,78	35,5875	1,32
Resíduo (b)	30	44,0333		49,3500		26,8611	
cv% (T)			13,47		14,96		12,89
cv% (Ti)			15,07		17,91		12,19

Tabela 53. Teor de manganês (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	112,7111	1,36	99,6444	1,58	716,0889	3,37
Tratamentos (T)	4	86,2667	1,04	67,0667	1,06	835,3333	3,93*
Resíduo (a)	12	82,7111		62,9778		212,7556	
Tipos de alface (Ti)	2	245,0667	3,80*	146,4000	3,46*	21,6000	0,22
Interação T x Ti	8	257,0667	3,99*	288,0667	6,81*	1297,9333	13,11*
Resíduo (b)	30	64,4444		42,3111		99,0222	
cv% (T)			14,73		12,76		15,19
cv% (Ti)			13,00		10,46		10,37

Tabela 54. Teor de manganês (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	40,6000	1,26	31,0000	1,32	21,5111	0,79
Tratamentos (T)	4	106,4000	3,30*	127,9333	5,46*	153,7667	5,65*
Resíduo (a)	12	32,2667		23,4444		27,2333	
Tipos de alface (Ti)	2	93,8000	5,19*	546,2000	25,82*	604,4667	22,65*
Interação T x Ti	8	71,8000	3,97*	50,7833	2,40*	35,4667	1,33
Resíduo (b)	30	18,0667		21,1556		26,6889	
cv% (T)			18,75		16,64		16,17
cv% (Ti)			14,03		15,81		16,01

Tabela 55. Teor de zinco (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	87,1111	14,00*	86,8222	1,52	83,9778	2,20
Tratamentos (T)	4	1278,9333	205,54*	728,2667	12,74*	1348,3333	35,30*
Resíduo (a)	12	6,2222		57,1556		38,2000	
Tipos de alface (Ti)	2	105,8667	1,29	57,2667	0,91	117,8000	2,39
Interação T x Ti	8	37,5333	0,46	369,7667	5,89*	283,1333	5,74*
Resíduo (b)	30	82,1333		62,8222		49,3556	
cv% (T)			3,55		19,27		
cv% (Ti)			12,90		20,20		

Tabela 56. Teor de zinco (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	205,7778	1,83	148,8000	1,02	93,6889	0,57
Tratamentos (T)	4	481,2333	4,27*	647,2333	4,42*	783,5667	4,79*
Resíduo (a)	12	112,6111		146,3000		163,7444	
Tipos de alface (Ti)	2	268,0667	2,80	1351,8000	15,04**	265,4000	3,73*
Interação T x Ti	8	299,9833	3,14*	142,3833	1,58	119,8167	1,69
Resíduo (b)	30	95,6444		89,8667		71,0667	
cv% (T)			29,86		26,76		31,06
cv% (Ti)			27,52		20,97		20,46

Tabela 57. Teor de ferro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	1692,8667	1,28	612,6222	0,36	538,3111	0,81
Tratamentos (T)	4	150274,9333	114,03*	65676,2667	38,06*	66684,9333	100,79*
Resíduo (a)	12	1317,8667		1725,5111		661,6444	
Tipos de alface (Ti)	2	6631,4667	3,51*	9312,8000	12,32*	10806,6667	14,52*
Interação T x Ti	8	32753,6333	17,32*	10079,4667	13,33*	10306,3333	13,85*
Resíduo (b)	30	1891,3333		756,0000		744,1778	
cv% (T)			9,07		22,05		9,18
cv% (Ti)			10,87		14,59		9,73

Tabela 58. Teor de ferro (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	273,8444	0,32	1077,6611	0,52	5470,2222	5,81*
Tratamentos (T)	4	5141,9000	6,03*	97592,1833	47,14*	8841,1667	9,38*
Resíduo (a)	12	853,2333		2070,1611		942,2778	
Tipos de alface (Ti)	2	63,2000	0,16	8926,5167	2,67	11370,2000	7,43*
Interação T x Ti	8	1514,2000	3,79*	3949,9333	1,18	3782,6167	2,47*
Resíduo (b)	30	399,0222		3338,4994		1530,5333	
cv% (T)			21,69		21,77		19,93
cv% (Ti)			14,83		27,64		25,40

Tabela 59. Teor de cobre (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	24,0000	2,30	21,0667	0,98	19,4667	0,81
Tratamentos (T)	4	52,6667	5,04*	224,2667	10,43*	255,0667	10,57*
Resíduo (a)	12	10,4444		21,5111		24,1333	
Tipos de alface (Ti)	2	128,2667	15,35*	160,8000	29,66*	37,0667	3,86*
Interação T x Ti	8	71,2667	8,53*	105,4667	19,45*	44,0667	4,59*
Resíduo (b)	30	8,3556		5,4222		9,6000	
cv% (T)			17,31		30,12		26,60
cv% (Ti)			15,49		15,12		16,78

Tabela 60. Teor de cobre (mg/kg) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	474,9111	1,05	397,2222	2,83	138,4000	0,41
Tratamentos (T)	4	517,0000	1,14	1201,4000	8,56*	304,8333	0,89
Resíduo (a)	12	452,6889		140,3333		341,4556	
Tipos de alface (Ti)	2	637,8000	1,10	1598,0667	7,19*	49,2667	0,30
Interação T x Ti	8	862,5500	1,48	1603,1500	7,21*	565,6833	3,47*
Resíduo (b)	30	581,3333		222,3111		163,1111	
cv% (T)			43,87		26,90		44,35
cv% (Ti)			49,71		33,86		30,65

Tabela 61. Número de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	0,3419	1,57	0,7424	1,06	5,2775	3,49*
Tratamentos (T)	4	5,1050	23,50*	33,4007	47,85*	54,5402	36,03*
Resíduo (a)	12	0,2172		0,6980		1,5136	
Tipos de alface (Ti)	2	15,2865	44,83*	15,2180	19,76*	103,5207	86,96*
Interação T x Ti	8	11,1321	32,65*	28,8922	37,51*	42,2000	35,45*
Resíduo (b)	30			0,7702		1,1904	
cv% (T)			6,50		7,41		7,67
cv% (Ti)			8,14		7,79		6,80

Tabela 62. Número de folhas das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	3,1278	1,42	12,1500	1,87	31,2222	2,30
Tratamentos (T)	4	6,7750	3,08	35,5000	5,45*	248,8333	18,36*
Resíduo (a)	12	2,1972		6,5111		13,5556	
Tipos de alface (Ti)	2	49,8167	14,10*	981,3167	154,00*	2024,6167	475,76*
Interação T x Ti	8	27,4625	7,77*	6,2750	0,98	8,7208	2,05
Resíduo (b)	30	3,5333		6,3722		4,2556	
cv% (T)			17,68		14,65		14,63
cv% (Ti)			22,42		14,49		8,20

Tabela 63. Altura (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	1,9124	1,64	0,3436	0,46	0,2619	0,38
Tratamentos (T)	4	2,1889	1,88	44,6106	60,35*	35,6586	52,00*
Resíduo (a)	12	1,1659		0,7392		0,6857	
Tipos de alface (Ti)	2	1,6572	3,66 *	0,6995	1,07	16,8047	16,90*
Interação T x Ti	8	2,0715	4,58*	2,6222	4,02*	2,4482	2,46*
Resíduo (b)	30	0,4522		0,6528		0,9946	
cv% (T)			9,82		6,40		5,66
cv% (Ti)			6,12		6,01		6,81

Tabela 64. Altura (cm) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	1,7444	1,30	0,6819	0,17	5,8056	2,51
Tratamentos (T)	4	21,0271	15,71*	35,2771	9,00*	52,7229	22,83*
Resíduo (a)	12	1,3382		3,9215		2,3090	
Tipos de alface (Ti)	2	10,2792	5,23*	53,5167	25,35*	193,2542	106,62*
Interação T x Ti	8	9,8521	5,01*	6,9333	3,28*	2,7854	1,54
Resíduo (b)	30	1,9653		2,1111		1,8125	
Cv% (T)			9,43		11,04		8,27
Cv% (Ti)			11,43		8,10		7,32

Tabela 65. Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	17,4271	2,52	120,3222	1,24	306,7824	1,27
Tratamentos (T)	4	740,4379	107,24*	35749,8769	368,35*	84225,5182	348,19*
Resíduo (a)	12	6,9045		97,0529		241,8974	
Tipos de alface (Ti)	2	80,2612	22,18*	2847,3072	37,90*	5901,6602	29,30*
Interação T x Ti	8	33,7743	9,33*	2190,2772	29,15*	13568,8583	67,36*
Resíduo (b)	30	3,6183		75,1336		201,4449	
cv% (T)			8,05		9,11		9,39
cv% (Ti)			5,83		8,01		8,57

Tabela 66. Massa fresca (g) das plantas de alface aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	23,7853	4,21*	155,9382	0,80	555,2473	0,92
Tratamentos (T)	4	163,6231	28,93*	6937,1477	35,38*	56549,5448	94,05*
Resíduo (a)	12	5,6552		196,0488		601,2521	
Tipos de alface (Ti)	2	12,6860	0,88	4517,2260	55,35*	113819,4180	273,49*
Interação T x Ti	8	23,9518	1,67	1257,0002	15,40*	9693,4620	23,29*
Resíduo (b)	30	14,3789		81,6093		416,1776	
cv% (T)			16,94		22,28		13,71
cv% (Ti)			27,01		14,38		10,95

Tabela 67. Ocorrência de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no primeiro ano de cultivo (2001). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	3,7333	0,34	1,3333	0,17	2,4000	0,54
Tratamentos	4	644,9250	59,39*	64,8250	8,32*	147,0750	33,11*
Resíduo	12	130,3000		7,7917		4,4417	
cv%			33,62		29,08		22,42

Tabela 68. Ocorrência de plantas invasoras aos 12, 24 e 36 dias após o transplante (DAT), no segundo ano de cultivo (2002). Botucatu, 2003.

Causas de variação	G.L.	12 DAT		24 DAT		36 DAT	
		Q.M.	F.	Q.M.	F.	Q.M.	F.
Blocos	3	11,7833	0,40	5,5833	1,08	1,6000	0,17
Tratamentos	4	1357,3250	45,51*	116,3250	14,62*	268,3000	28,44*
Resíduo	12	29,8250		7,9583		9,4333	
cv%			38,06		23,22		23,27