

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALFACE-AMERICANA SOB MANEJO DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA

PERFORMANCE OF CULTIVARS OF CRISPHEAD LETTUCE UNDER
MANAGEMENT OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZATION

Luciane da Cunha Codognoto

Engenheira Agrônoma. Mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PGCA) da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Técnica-Administrativa no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes – Ariquemes (RO), Brasil.

Antonio Anicete de Lima

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Docente no IFRO, *Campus* Ariquemes – Ariquemes (RO), Brasil.

Darllan Junior Luiz Santos Ferreira de Oliveira

Técnico em Agropecuária. Graduando em Agronomia no IFRO, *Campus* Colorado do Oeste – Colorado do Oeste (RO), Brasil.

Camila Gomes Silva

Técnica em Agropecuária. Graduanda em psicologia na Universidade de Vila Velha (UVV) – Vila Velha (ES), Brasil.

Edielsom Almeida da Silva

Técnico em Agropecuária. Mestrando no PGCA da UNIR. Técnico-Administrativo no IFRO, *Campus* Ariquemes – Ariquemes (RO), Brasil.

Marlos Oliveira Porto

Médico Veterinário. Docente no PGCA da UNIR, *Campus* Presidente Médici – Presidente Médici (RO), Brasil.

Endereço para correspondência:

Luciane da Cunha Codognoto – IFRO, *Campus* Ariquemes – Rod. RO 257, km 13 – Zona Rural – Caixa Postal 130 – 76870-970 – Ariquemes (RO), Brasil – E-mail: luciane.codognoto@ifro.edu.br

RESUMO

A utilização de compostos orgânicos é importante na produção de hortaliças, uma vez que melhora as propriedades do solo e recicla resíduos orgânicos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de cultivares de alface com aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos. O experimento foi conduzido em campo, em Ariquemes (RO), de agosto a outubro de 2012. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, utilizando quatro cultivares de alfaces (em cultivo mineral e orgânico), mais uma testemunha orgânica (sem aplicação de ácido cítrico), com quatro repetições. A produção média de massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) na parte aérea foi maior no tratamento mineral. Não obstante, as cultivares Kaiser e Rafaela produziram acima de 26,87 t/ha de MFT, porém não diferindo do tratamento mineral com relação à produção de MST. A testemunha Kaiser em sistema orgânico apresentou baixa produção, ou seja, 20,96 t/ha de MFT. Os genótipos Rafaela e Kaiser apresentaram maior potencial produtivo nos diferentes tratamentos.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L.; biofertilizante; composto orgânico; adubação mineral; produção.

ABSTRACT

The use of organic compounds is important in vegetable production, since it improves the soil properties and recycles organic waste. This study aimed to evaluate the performance of lettuce cultivars with application of mineral and organic fertilizers. The experiment was conducted on the field in Ariquemes, RO, from August to October 2012. The experimental design was a randomized block, using four varieties of lettuce (in organic and mineral crops), as well as an organic control (without the application of citric acid), with four replications. The average production of total fresh mass (TFM) and total dry mass (TDM) in the crops was higher in the mineral treatment. Nevertheless, the Kaiser and Rafaela cultivars produced over 26.87 t/ha of TFM; however, the production of TDM did not differ from the mineral treatment. The Kaiser control in organic system showed low production, i.e., 20.96 t/ha of TFM. The Rafaela and Kaiser genotypes showed higher productive potential in the different treatments.

Keywords: *Lactuca sativa* L.; biofertilizer; organic compound; mineral fertilizer; yield.

INTRODUÇÃO

A alface é a hortaliça folhosa de maior importância econômica no Brasil (CHUNG *et al.*, 2007). No ano de 2006, foram produzidas 525.602 t, tendo as Regiões Sudeste e Sul respondido por mais de 80% da produção nacional, enquanto a Região Norte produziu menos de 2%. O maior produtor de alface da Região Norte é o Estado do Pará, com produção anual de 6.873 t, sendo que Rondônia ocupa a segunda posição, com média anual de 1.220 t (IBGE, 2006). Dados mais recentes indicam que a área cultivada com alface no Brasil é de aproximadamente 79.800 ha, e que a produção média anual, em 2011, foi de 1.276.800 t. Porém, a produtividade média ainda é muito baixa, de apenas 16 t ha⁻¹ (CAMARGO FILHO & OLIVEIRA, 2011).

A produção de alface na região amazônica apresenta grandes desafios, especialmente para cultivares do tipo americana, exigente em temperaturas mais amenas. Segundo Rodrigues *et al.* (2008), as condições climáticas adversas causam consideráveis perdas à cultura, decorrentes das chuvas torrenciais em certos meses do ano, bem como por, devido à alta umidade relativa do ar e do solo, favorecerem a proliferação de doenças, provocando uma redução significativa na produção e na qualidade das hortaliças. Portanto, o cultivo em clima mais ameno favorece o desenvolvimento vegetativo e a formação de boas “cabeças”, enquanto temperaturas acima de 25°C e dias longos favorecem a fase reprodutiva e o pendoamento precoce, diminuindo, conseqüentemente, a produtividade (RESENDE *et al.*, 2007).

A adubação orgânica com compostos é importante para reduzir custos de produção, reciclar matéria orgânica e melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo. Segundo Dias & Fernandes (2006), o Brasil importa cerca de 60% dos fertilizantes nitrogena-

dos, 45% dos fosfatados e 90% dos potássicos que são utilizados na agricultura.

Os esterco de origem animal e os resíduos vegetais e agroindustriais são abundantes na Região Norte, podendo ser utilizados após fermentação aeróbia ou anaeróbia, tanto no solo quanto via foliar. A utilização no solo permite melhorar a fertilidade, além de atuar como excelente condicionador de solo, aumentando a capacidade de retenção de água, a porosidade, a agregação de partículas e a capacidade de troca de cátions e da vida microbiana do solo (MIYASAKA *et al.*, 1997).

Além dos compostos orgânicos, a adubação pode ser complementada com biofertilizantes líquidos, considerados fertiprotetores, provenientes da decomposição da matéria orgânica (animal ou vegetal), sendo os mais comuns produzidos por meio de fermentação aeróbia em meio líquido (GONÇALVES *et al.*, 2009). Depois de fermentados, podem ser utilizados como adubo líquido tanto em aplicações foliares como no solo, apresentando também ação como defensivo natural.

Os biofertilizantes podem ser aplicados nos mais diferentes tipos de culturas, principalmente em hortaliças, sendo considerados um insumo de múltiplas finalidades por apresentarem rica constituição em proteínas, vitaminas, fito-hormônios, aminoácidos e minerais, causando efeito direto no controle de doenças e insetos, além da indução de resistência nas plantas (CHA-BOUSSOU, 1995; PINHEIRO & BARRETO, 1996).

Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de cultivares de alface-americana submetidas à aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos, a fim de selecionar os genótipos mais adaptados às condições locais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no período de agosto a outubro de 2012, no setor de Olericultura do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Campus Ariquemes, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 9°95' S; longitude 62°96' W. O clima predominante da região é o tropical úmido, com estação seca bem definida entre junho e agosto, tipo Aw pela classificação de Köppen, com temperatura média

em torno de 28°C, máximas de 40°C, mínimas de 16°C e precipitações médias anuais de aproximadamente 2.100 mm (TREVISAN *et al.*, 2009).

Segundo a Embrapa (2006), o solo da área experimental pode ser classificado como um Latossolo Vermelho Amarelo argiloso, com as seguintes características químicas na camada 0–20 cm: pH (CaCl₂)=5,5; em

($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), $\text{Ca}^{+2}=3,41$; $\text{Mg}^{+2}=2,36$; $\text{K}^+=0,16$; $\text{Al}^{+3}=0,06$; $\text{H}^+=2,4$; $\text{H}^++\text{Al}^{+3}=2,4$; $\text{CTC}=8,3$; $\text{V}=71,25\%$; em (g kg^{-1}), P (mel.)=3,0; S=8,9; B=0,12; Cu=0,4; Fe=147; Mn 18,9; Zn=2,1; Na=5,6; e em (g kg^{-1}), argila=515 e silte=75 e areia=410.

As sementes das cultivares de alface tipo americana foram semeadas em bandejas de poliestireno com 128 células e irrigadas diariamente por meio de microaspersão, das 08h00min às 17h00min, com tempo de funcionamento de 10 minutos a cada 2 horas, pressão de funcionamento de 20 mca e vazão média de $14,82 \text{ L hora}^{-1}$. As mudas foram transplantadas 22 dias após a semeadura (DAS), em sulcos abertos em canteiros com 1,0 m de largura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, composto pela combinação de nove tratamentos, quatro cultivares de alface-americana (Kaiser, Grandes Lagos, Maureen e Rafaela), cultivadas em dois sistemas de adubação (com fertilizante mineral e orgânico, mais ácido cítrico) e uma testemunha Kaiser, adubada com composto e biofertilizante, porém sem aplicação de ácido cítrico, com quatro repetições. A unidade experimental consistiu-se de canteiro com área de $2,10 \text{ m}^2$, com 7 linhas transversais espaçadas de $0,28 \times 0,22 \text{ m}$, com um total de 28 plantas por parcela.

O solo em ambos os tratamentos foi corrigido com calcário dolomítico, de acordo com a análise de solo, tendo em vista atingir uma saturação por bases de 80%. Os fertilizantes minerais foram aplicados no sistema de adubação mineral, de acordo com a análise de solos e com as recomendações de adubação referidas por Trani (2012), incorporados à profundidade de 20 cm, 15 dias antes do plantio, nas dosagens de 40 kg ha^{-1} de N, 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 80 kg ha^{-1} de K_2O ; e em cobertura, 40 kg ha^{-1} de N e 80 kg ha^{-1} de K_2O , em duas aplicações semanais, a partir dos 30 DAS.

O suprimento de P no sistema de cultivo orgânico foi realizado com 600 kg ha^{-1} de fosfato natural reativo (6%), considerando outras fontes de P adicionadas ao sistema de cultivo pelo composto orgânico e biofertilizantes, de acordo com Souza & Alcântara (2008), na recomendação de adubação para hortaliças. Para aumentar a reatividade do fosfato, foram feitas cinco aplicações de ácido cítrico sobre os canteiros no tratamento orgânico, na dosagem de 70 kg ha^{-1} , diluído em

água na dose de $0,8 \text{ L m}^{-2}$, sendo a primeira aplicação feita antes do transplante, e as demais, aos 30 DAS, em aplicações semanais.

O composto orgânico foi preparado com diferentes resíduos de origem vegetal, sobre os quais foi adicionado 0,5% de calcário dolomítico, com base no volume total da pilha e de acordo com metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2005). O composto foi utilizado após fermentação, depois de peneirado, sendo incorporado à profundidade de 20 cm, na dose de $6,0 \text{ L m}^{-2}$, no sistema orgânico e de $2,0 \text{ L m}^{-2}$ e no sistema de adubação mineral, 15 dias antes do transplante. O composto orgânico apresentou as seguintes características químicas: pH (água)=8,3; em (g kg^{-1}), N=20,0; $\text{P}_2\text{O}_5=7,8$; $\text{K}_2\text{O}=5,4$; Ca=19,9; Mg=11,0 e S=3,5; e em (mg kg^{-1}), Zn=87,9; Cu=27,3; B=52,9; Fe=26.750,0 e Mn=207,7; matéria orgânica=406,0 g kg^{-1} ; carbono total=225,6 g kg^{-1} e C/N=11,3; umidade=56,9%.

O biofertilizante foi preparado de forma anaeróbica, seguindo o modelo Vairo dos Santos (1995), com modificações recomendadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em tambor fechado, utilizando-se os seguintes produtos para 200 L: esterco fresco de bovino=80,0 L; água=80,0 L; soro de leite bovino=20,0 L; açúcar=3,0 kg; ácido bórico=1,2 kg; sulfato de cobre=240,0 g; fosfato de rocha natural=2,4 g; calcário dolomítico=2,0 kg e gesso agrícola=500,0 g. Os aditivos acima mencionados foram utilizados a partir da segunda semana, de forma parcelada, a cada três dias, em oito aplicações.

O biofertilizante foi aplicado depois de fermentado, em pulverizações foliares, na dosagem de 3%, em quatro aplicações foliares, iniciando aos 30 DAS. O biofertilizante apresentou a seguinte composição química (em, g L^{-1}): N=1,5; $\text{P}_2\text{O}_5=0,4$; $\text{K}_2\text{O}=2,4$; Ca=2,2; Mg=1,2 e S=1,0 e (em, mg L^{-1}), Zn=971,0; Cu=271,6; B=467,7; Fe=125,0; Mn=30,2; matéria orgânica=19,66 g L^{-1} ; carbono total=10,92 g L^{-1} ; relação C/N=7,3; pH=5,0 e umidade=65%.

As irrigações foram feitas por aspersão, estimulando-se a evapotranspiração da cultura, o turno de regas e a lâmina total necessária de acordo o seu estágio de desenvolvimento, segundo metodologia proposta por Marouelli (2000). O manejo de plantas infestantes foi realizado por meio de capinas manuais, quando necessário, e o controle fitossanitário, por meio de pulveriza-

ções quinzenais, com produtos à base de oxiclóreto de cobre, azoxistrobina e deltametrina.

A partir dos 32 DAS, foram realizadas as colheitas semanais da parte aérea de plantas, em seis épocas de amostragem, para a determinação da massa fresca total (MFT) e da massa seca total (MST) da parte aérea e da altura de plantas. A massa seca foi determinada

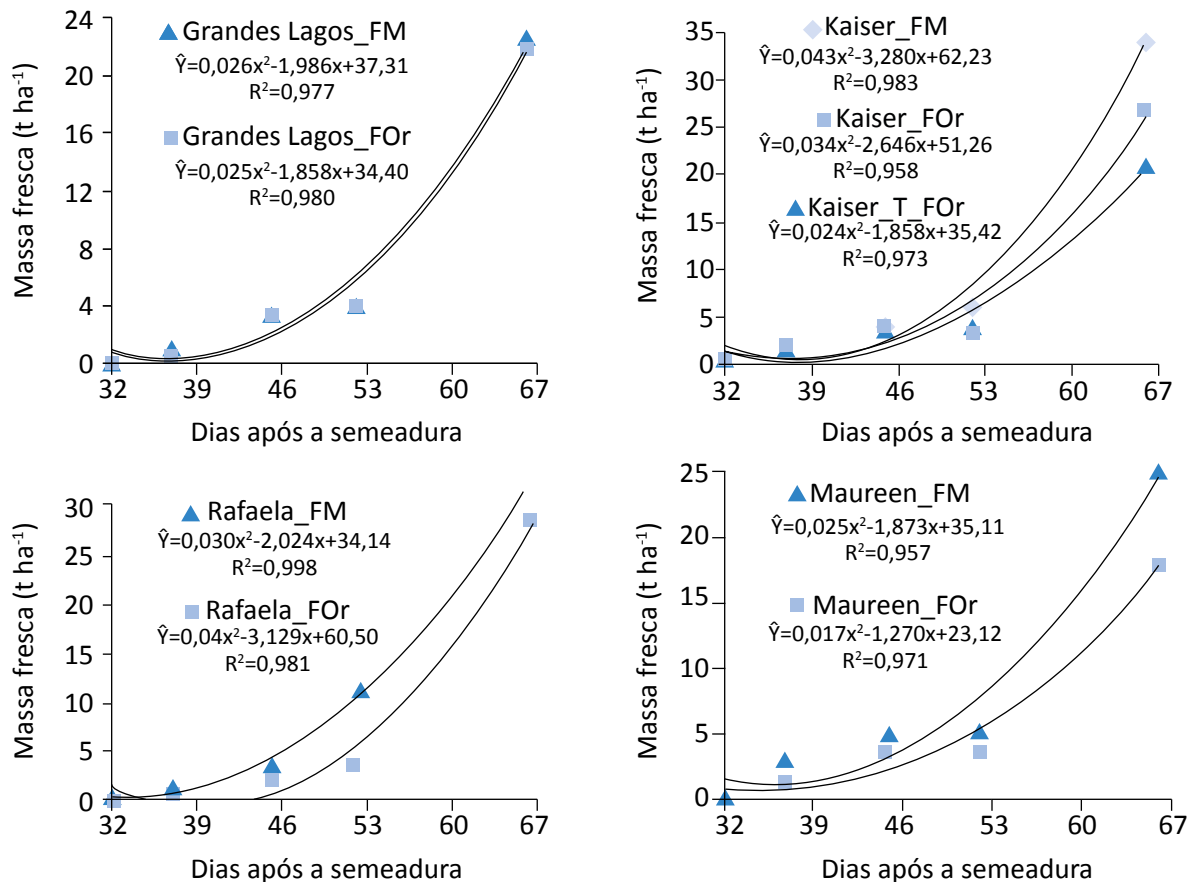
em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C, até a obtenção de peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo as médias dos diferentes tratamentos comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Alguns dados de médias foram corrigidos após transformação pela fórmula $(x^{0,5})$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de produção de MFT e MST e altura de planta nos diferentes genótipos de alface, Grandes Lagos, Kaiser, Rafaela e Maureen, foram avaliadas a partir dos 32 DAS, até colheita realizada aos 67 DAS, quando todas as plantas atingiram o máximo desenvolvimento (Figuras 1, 2 e 3).

A MFT na cultivar Grandes Lagos evidenciou uma tendência quadrática, com produção máxima de 22,74 t ha⁻¹, alcançada na última colheita (Tabela 1), aos 66 DAS, porém não sendo observado efeito significativo dos tratamentos (Figura 1). Observou-se que o crescimento inicial foi mais lento no cultivo



FM: FERTILIZANTES MINERAIS; FOR: BIOFERTILIZANTE VIA FOLIAR.

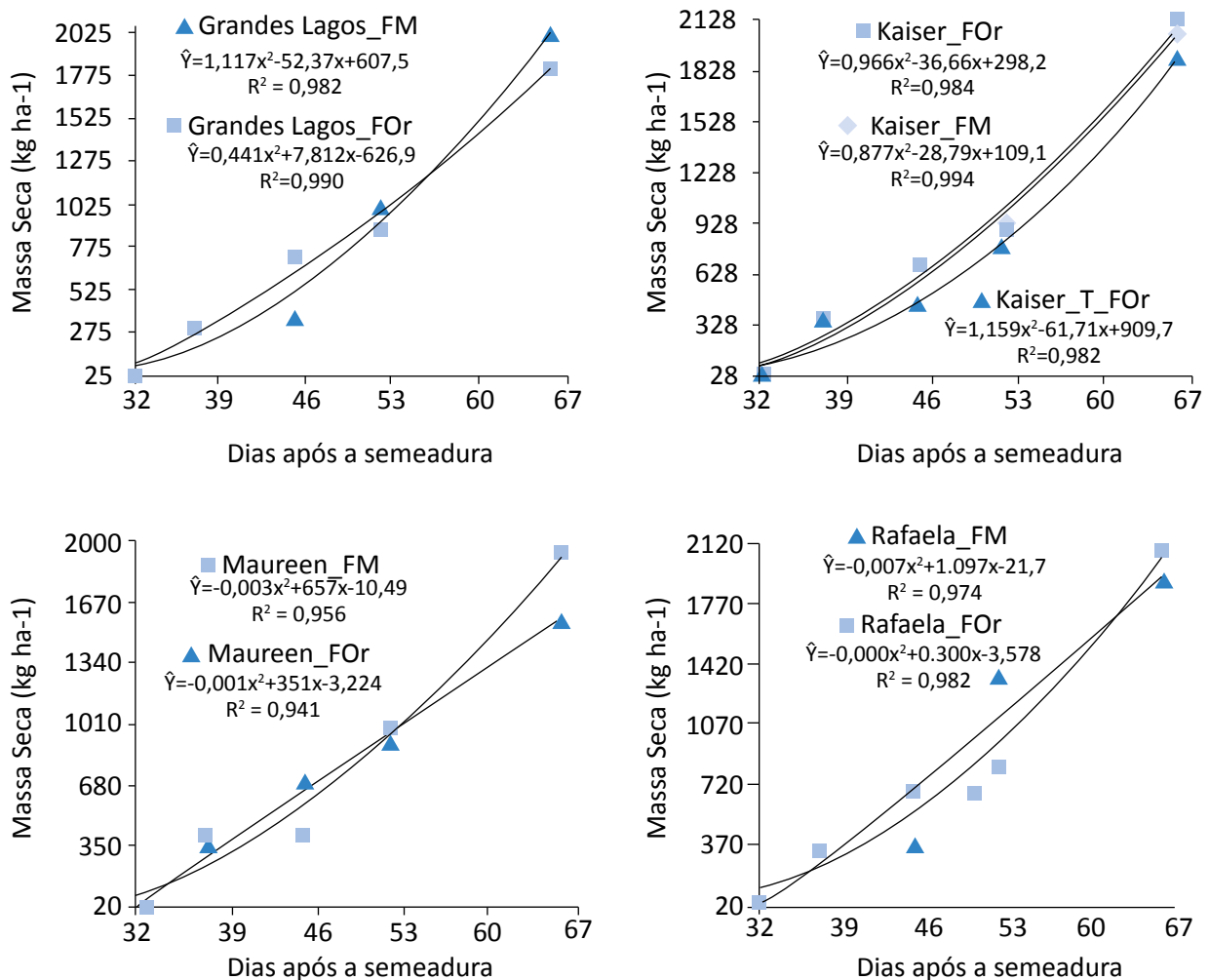
Figura 1 - Curvas de produção de massa fresca total da parte aérea de cultivares de alface tipo americana, nível de significância ($p < 0,01$), para Grande Lagos, Kaiser, Rafaela e Maureen, cultivadas com fertilizantes minerais, com composto orgânico mais biofertilizante via foliar e testemunha orgânica Kaiser-T (sem aplicação de ácido cítrico).

orgânico do que no mineral até os 45 DAS, ocorrendo, em seguida, um incremento de três a cinco vezes na massa fresca, atingindo a produtividade máxima de 209,17 e 201,87 g planta⁻¹, respectivamente, no final do ciclo cultural (Tabela 1).

A produção total de massa fresca da parte aérea observada neste experimento com a cultivar Grandes Lagos na dose de 60 t ha⁻¹ de composto foi superior às observadas por Rodrigues & Casali (1999), em cultivo orgânico e mineral com alface, cujas produtividades máximas estimadas foram de 119,5, 119,4 a 153,9 g planta⁻¹,

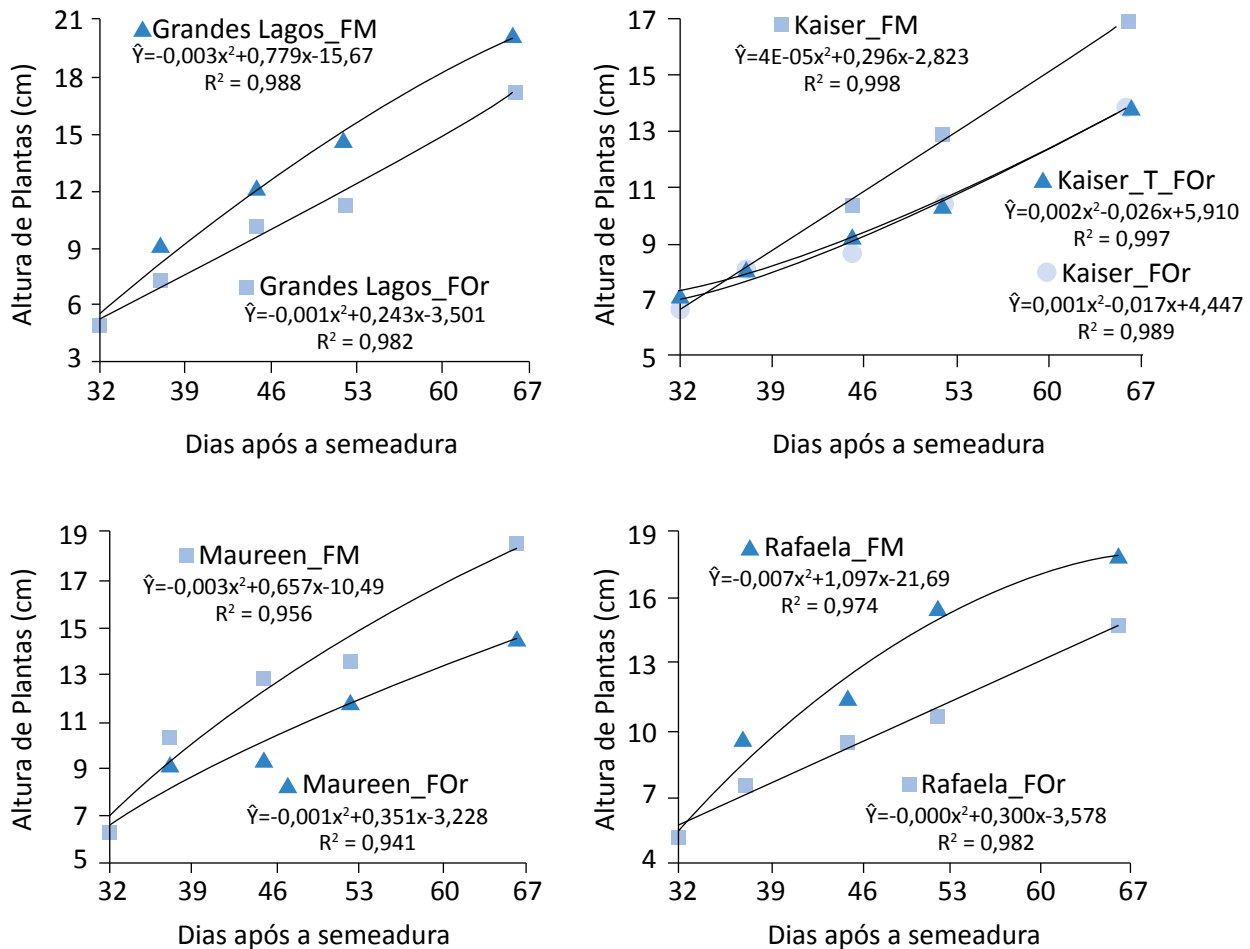
com as doses de 37,7, 18,9 e 13,0 t ha⁻¹ de composto orgânico, respectivamente, para os níveis 0, 50 e 100% da recomendação de adubação mineral. No entanto, as produtividades obtidas são inferiores às alcançadas por Fontanetti *et al.* (2006), com alface-americana, utilizando leguminosas em cobertura mais composto orgânico, com pesos médios de 294,0 a 409,7 g planta⁻¹ nos diferentes tratamentos, indicando um ganho de produção com a utilização de adubação verde.

As curvas de regressão relacionadas à produção de MFT referentes à cultivar Kaiser foram estatisticamente signifi-



FM: FERTILIZANTES MINERAIS; FOR: BIOFERTILIZANTE VIA FOLIAR.

Figura 2 - Curvas de produção de massa seca da parte aérea de cultivares de alface tipo americanas, nível de significância ($p<0,02$), para Grandes Lagos, Kaiser, Rafaela e Maureen, cultivadas com fertilizantes minerais, com composto orgânico mais biofertilizante em aplicação via foliar e testemunha orgânica, sem aplicação de ácido cítrico (Kaiser-T).



FM: FERTILIZANTES MINERAIS; FOR: BIOFERTILIZANTE VIA FOLIAR.

Figura 3 - Curvas de crescimento (altura de plantas) de cultivares de alface tipo americana, nível de significância ($p < 0,01$), para Grandes Lagos, Kaiser, Rafaela e Maureen, cultivadas com fertilizantes minerais e com composto orgânico mais biofertilizante em aplicação via foliar e testemunha orgânica, sem aplicação de ácido cítrico (Kaiser-T).

ficativas ($p < 0,01$), apresentado crescimento distinto em relação aos tratamentos mineral e orgânico e à testemunha orgânica sem aplicação de ácido cítrico (Figura 1). Até os 45 DAS, o crescimento foi lento nos diferentes tratamentos, observando-se, nesse período, maior incremento de massa fresca no tratamento orgânico. No entanto, a partir dos 52 DAS, a produção de massa fresca no cultivo mineral aumentou 1,7 vezes em relação aos demais tratamentos, atingindo, no final do ciclo, um valor médio de $28,64 \text{ t ha}^{-1}$, com taxas de incremento de 18,85%, em relação ao tratamento orgânico (Tabela 1).

A cultivar Kaiser em sistema orgânico e com aplicação de ácido cítrico apresentou produção de $26,87 \text{ t ha}^{-1}$, ou seja, 21,99% superior à Kaiser-T (sem aplicação de

ácido cítrico), indicando que a aplicação de ácido orgânico aumentou a produção, provavelmente devido ao fato de sua presença na solução do solo ter proporcionado maior disponibilidade de nutrientes. Em geral, as raízes acidificam o solo ao seu redor, exsudando prótons durante a absorção e a assimilação de cátions, em especial amônio, e liberam compostos orgânicos, como ácido málico e cítrico, que aumentam a disponibilidade de ferro e fósforo (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A cultivar Kaiser apresentou um aumento de 15,37% de massa fresca no cultivo orgânico quando comparada à cultivar Grandes Lagos em cultivo mineral, indicando maior adaptabilidade do referido genótipo às condições edafoclimáticas da região. Peixoto Filho *et al.* (2013) ob-

Tabela 1 - Produção de massa fresca total, massa fresca da parte aérea da planta, produção de massa seca total, massa seca da parte aérea da planta, altura de plantas, número de folhas, largura de folhas e comprimento de caule, aos 66 dias após a semeadura, em quatro variedades de alfaces do tipo americana adubadas com fertilizantes minerais e com compostos mais biofertilizantes orgânicos.

Cultivares	MFT	MFP	MST	MSP	AP	NF	LF	CC
	(t ha ⁻¹)	(g pl ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(g pl ⁻¹)	(cm)	(un)	(cm)	(cm)
Adubação com fertilizantes minerais								
Grandes Lagos	22,74 c*	209,17 c	2012,86 a	18,50 a	20,25 a	17,5 a	16,7 a	9,0 a
Kaiser	34,20 a	247,17 a	2047,09 a	18,83 a	16,84 b	20,5 a	15,9 a	7,3 b
Maureen	25,04 c	230,33 c	1938,39 a	17,83 a	18,60 b	20,0 a	17,0 a	8,3 a
Rafaela	32,57 a	299,67 a	2047,09 a	17,50 a	18,06 b	24,5 a	15,8 a	8,1 a
Média	28,64	263,47	1975,13	18,17	18,44	20,63	16,35	8,2
Adubação com compostos e biofertilizantes orgânicos								
Grandes Lagos	21,87 c	201,25 c	1834,23 b	16,88 b	17,46 b	22,1 a	13,8 b	7,3 b
Kaiser	26,87 b	247,17 b	2119,55 a	19,50 a	13,80 c	18,2 a	12,9 b	5,8 c
Kaiser-T	20,96 c	192,83 c	1902,16 b	17,50 b	13,83 c	19,4 a	12,4 b	5,9 c
Maureen	17,66 c	162,47 d	1594,19 c	14,67 c	14,64 c	20,8 a	12,9 b	5,9 c
Rafaela	28,85 b	262,83 b	2083,32 a	19,17 a	14,90 c	17,6 a	13,3 b	6,1 c
Média	23,24	213,83	1906,69	17,54	14,93	19,62	13,06	6,2
CV(%)	14,67		17,60		16,93	9,46	10,08	9,45

*MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DIFERENTES NA COLUNA DIFEREM ENTRE SI, PELO TESTE DE SCOTT KNOTT, A 5% DE PROBABILIDADE (P≤0,05); MFT: MASSA FRESCA TOTAL; MFP: MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA DA PLANTA; MST: MASSA SECA TOTAL; MASSA SECA DA PARTE AÉREA DA PLANTA (MSP) AP: ALTURA DE PLANTAS; NF: NÚMERO DE FOLHAS; LF: LARGURA DE FOLHAS; CC: COMPRIMENTO DE CAULE; DAS: DIAS APÓS A SEMEADURA.

tiveram valores de produtividade média de massa fresca próximos dos obtidos no presente trabalho com as cultivares Kaiser e Rafaela em cultivo orgânico, com médias respectivas de 26,87 e 28,85 t ha⁻¹, com aplicação de metade da dose acima referida, ou seja, 60 t ha⁻¹ de composto orgânico.

A produção de massa fresca total da cultivar Rafaela evidenciou uma tendência quadrática (p<0,01), observando-se, desde o início, um crescimento mais lento no tratamento orgânico (Figura 1). Porém, a partir dos 45 DAS, o incremento de massa fresca foi 7,66 e 12,11 vezes maior nos tratamentos mineral e orgânico, respectivamente, indicando que, nesse período, as plantas são altamente exigentes em nutrientes.

A cultivar Rafaela, no sistema de cultivo mineral, obteve produção de massa fresca total equivalente a 32,74

t ha⁻¹, ou seja, 12,29% superior ao tratamento orgânico (Tabela 1). No entanto, essa mesma cultivar, em sistema orgânico, apresentou a maior produção de massa fresca de 28,85 t ha⁻¹, superando os demais genótipos, evidenciando boas condições de adaptação a esse tipo de cultivo. Segundo Santos *et al.* (1994), a adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais, podendo, portanto, exercer influência sobre a conservação pós-colheita da alface.

A produção de massa fresca da parte aérea alcançada pela cultivar Maureen foi significativa nos diferentes tratamentos, evidenciando um crescimento mais lento no cultivo orgânico e uma produção muito baixa quando comparada com a das demais cultivares (Figura 1). A produção de massa fresca no tratamento mineral foi

de 25,04 t ha⁻¹, ou seja, 29,45% superior ao orgânico, demonstrando, dessa maneira, a sua baixa adaptabilidade a esse tipo de cultivo (Tabela 1). No entanto, a sustentabilidade da produção orgânica só começa a se estabilizar a partir do terceiro ano de cultivo, quando ocorrem as condições de equilíbrio físico-químico e biológico do solo.

A produção de MST da parte aérea apresentou variação nos diferentes genótipos, com relação aos dois tipos de adubação, mineral e orgânico. O tratamento mineral apresentou maior produção de massa seca do que o orgânico, com médias de 1.975,13 e 1.906,69 kg ha⁻¹, respectivamente; ou seja, um incremento de apenas 4,47%, provavelmente devido a uma maior disponibilidade de nutrientes solúveis na solução do solo, durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura (Figura 2 e Tabela 1).

Houve efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,05$) na produção de massa seca da parte aérea na cultivar Grandes Lagos, tendo o seu maior incremento ocorrido a partir dos 45 DAS, com taxas de crescimento de 81,52 e 62,38%, respectivamente, coincidindo com a época de maior demanda de nutriente (Figura 2). A produção de massa seca no tratamento orgânico foi menor, mas, no final do ciclo, a diferença foi de apenas 68,44 kg ha⁻¹ na referida cultivar (Tabela 1).

A produção de massa seca aos 66 DAS foi maior no tratamento mineral do que no orgânico, com respectivas médias de 18,17 e 17,55 g planta⁻¹ (Tabela 1). Esse resultado foi superior aos referidos por Lima *et al.* (2004), com as cultivares de alface-americana em cultivo mineral, com valores médios de massa seca da parte de 9,59 e 7,57 g planta⁻¹, respectivamente.

A cultivar Kaiser evidenciou uma tendência quadrática ($p < 0,05$) com relação à produção de massa seca, apresentando um aumento superior a 68,0%, a partir dos 45 DAS, nos diferentes tratamentos (Figura 2). O tratamento orgânico proporcionou uma taxa de produção de massa seca 3,42% superior ao mineral. Esse fato pode ser atribuído ao efeito quelante dos ácidos húmicos presentes na matéria orgânica, que produzem uma nutrição mais equilibrada, aliado à capacidade de adaptação da cultivar às condições edafoclimáticas da região. Os ácidos húmicos presentes nos compostos e nos biofertilizantes estimulam o crescimento de raízes e da parte aérea das plantas, resultando no au-

mento do teor de massa seca, da produtividade e da absorção de N, P, Fe e Cu (ABDEL-MAWGOUD, 2007; YILDIRIM, 2007).

Neste trabalho, foi observado ainda um aumento de produção de massa seca, de 10,26% no tratamento orgânico com ácido cítrico, em relação à cultivar Kaiser-T (sem ácido cítrico), provavelmente devido ao seu efeito quelante e de acidificação da rizosfera, aumentando a absorção de fosfatos e íons metálicos e, consequentemente, a produção de matéria seca.

As curvas de crescimentos de massa seca referentes à cultivar Maureen apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) nos diferentes tratamentos (Figura 2), porém evidenciando, com a aplicação de fertilizante mineral, uma produção máxima de 1.938,39 kg ha⁻¹, ou seja, um incremento de 17,76% em relação ao tratamento orgânico, indicando menor adaptação a esse sistema de cultivo do que os demais genótipos (Tabela 1). Esse resultado pode estar relacionado a fatores genéticos, interações iônicas, morfologia de raízes e número de pelos absorventes, entre outros (FAQUIN, 2005).

Houve efeito significativo dos tratamentos na produção de massa seca nos diferentes cultivares; referente à cultivar Rafaela, tendo o tratamento orgânico apresentado produção média de 2.083,32 kg ha⁻¹, ou seja, 8,70% superior ao tratamento mineral (Figura 2). Essa produção de massa seca foi estatisticamente superior à das cultivares Grandes Lagos, Maureen e testemunha, evidenciando a capacidade de adaptação desse genótipo às condições edafoclimáticas locais.

As curvas de regressão relativas à altura de plantas apresentaram tendência quadrática e foram significativas nos diferentes genótipos ($p < 0,01$), apresentando maior crescimento nas cultivares com adubação mineral, média de 18,44 cm, sendo a taxa de incremento 19,03% superior à do tratamento orgânico (Figura 3).

Maiores taxas de crescimento nos diferentes genótipos adubados com fertilizantes minerais indicam que uma maior disponibilidade de nutrientes na solução do solo acelera o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Nesse caso, as plantas poderiam ter sido

colhidas mais precocemente, evitando o alongamento do caule.

A cultivar Grandes Lagos apresentou um maior crescimento da parte aérea, em relação aos demais genótipos, tanto no tratamento mineral quanto orgânico, médias de 20,25 e 17,46 cm, respectivamente (Figura 3). Diferentemente desse resultado, Oliveira *et al.* (2010) observaram maior crescimento de alface em sistema orgânico utilizando composto do que com fertilizantes minerais, com respectivas médias de 22,3 e 16,8 cm de altura.

Os dados da pesquisa indicaram que a cultivar Kaiser foi a que apresentou menor crescimento nos tratamentos mineral e orgânico, com médias de 16,84 e 13,80 cm, respectivamente, aos 67 DAS. Porém os demais genótipos não apresentaram diferenças significativas com relação à altura no tratamento orgânico (Tabela 1).

A altura de plantas de alface também está relacionada aos níveis de radiação solar. Ferreira *et al.* (2007), avaliando o desempenho de alfices em sistema orgânico, constataram que o crescimento foi maior em casa de vegetação do que em campo, com médias de 24,0 e 12,37 cm, respectivamente, caracterizadas por maior produção de massa da matéria fresca e seca da parte aérea, massa da matéria fresca comercial, obtidas em casa de vegetação. A menor radiação sobre a cultura da alface promoveu produção de folhas maiores, contribuindo para uma maior quantidade de massa por planta (RADIN *et al.*, 2004). O crescimento em altura pode indicar também tendência ao pendoamento precoce, mais comum em regiões em que as temperaturas são mais elevadas. Dias curtos e temperaturas amenas ou baixas favorecem

a etapa do ciclo vegetativo (produção de cabeças), constatando-se que todas as cultivares produzem melhor sob tais condições (FILGUEIRA, 2008).

Não houve efeito dos tratamentos no aumento do número de folhas, porém o resultado foi altamente significativo ($p \leq 1\%$) com relação à largura de folhas, com valores médios respectivos de 16,35 e 13,06 cm, nos tratamentos mineral e orgânico (Tabela 1). A adubação mineral proporcionou um aumento de 20,12% na largura de folhas, quando comparada à adubação orgânica.

O número de folhas no sistema de cultivo orgânico variou de 17,6 a 22,1, nas diferentes cultivares. Diferentemente desse resultado, Vidigal *et al.* (1995), avaliando alface com aplicação de diferentes doses de composto orgânico, observaram maior número folhas com médias de 27 a 29 unidades por planta, não apresentando diferença significativa nos tratamentos.

Houve efeito significativo dos tratamentos com relação ao comprimento do caule, sendo maior com a aplicação de fertilizantes minerais do que orgânicos, com respectivas médias de 8,2 e 6,2 cm (Tabela 1).

O comprimento de caule é uma característica importante para a indústria, pois é descartado no momento do processamento. Sendo assim, caules muito compridos, maiores que 7,0 cm, representam perda de material e, conseqüentemente, diminuição no rendimento (YURI *et al.*, 2004). As cultivares Kaiser e Rafaela apresentaram menor comprimento de caule e maior produtividade de massa fresca no tratamento orgânico, indicando maior rendimento, tanto para consumo *in natura* quanto para processamento industrial.

CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas em que foi conduzido o experimento pode-se concluir que:

- os genótipos Kaiser e Rafaela apresentaram maior produção de massa fresca da parte aérea com aplicação de fertilizante mineral em relação às demais cultivares, porém foram mais produtivas no sistema orgânico do que os demais genótipos pesquisados;
- as cultivares Kaiser e Rafaela foram mais eficientes na produção de massa seca no tratamento orgânico,

co, porém não diferiram significativamente do tratamento mineral;

- a aplicação de ácido cítrico no tratamento orgânico aumentou de forma significativa a produção de massas fresca e seca na parte aérea da cultivar Kaiser, indicando um provável efeito na eficiência de absorção e utilização de nutrientes no substrato organomineral;
- o crescimento em altura foi maior nas cultivares com tratamento mineral; contudo, Kaiser e Rafaela e Maureen apresentaram menor porte em cultivo orgânico.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MAWGOUD, A. M. R.; EL-GREADLY, N. H. M.; HELMY, Y. I.; SINGER, S. M. Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, Cairo, v. 3, n. 2, p. 169-174, 2007.
- CAMARGO FILHO, W. P.; OLIVEIRA, A. C. *Perfil da olericultura no Brasil e em São Paulo, 2011*. Área, Produção e Produtividade das Principais Hortaliças no Brasil, IBGE - EMBRAPA – ABCSEM, 2011. 8p. Disponível em: <<http://200.132.139.11/aulas/Agronegocio/A4%20%20Quarto%20Semestre/Cadeias%0Produtivas%20Agr%C3%ADcolas/pdf>>. Acesso em: 6 maio 2013.
- CHABOUSSOU, F. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose*. Porto Alegre: L&PM, 1995. 256p.
- CHUNG, R. M.; AZEVEDO FILHO, J. A.; COLARICCIO, A. Avaliação da reação de genótipos de alface (*Lactuca sativa* L.) ao *Lettuce mosaic virus* (LMV). *Revista Bragantia*, Campinas, SP, v. 66, n. 1, p. 61-68, 2007.
- DIAS, V. P.; FERNANDES, E. *Fertilizantes: uma visão global sintética*. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n. 24, p. 97-138, 2006.
- DOMENICO, D. D.; CASALI, M. P. M.; SOUZA, M. A. S.; OLIVEIRA, M. A. de S.; JÚNIOR, J. S. *Alface americana (Lactuca sativa) submetida a diferentes sistemas de adubações*. Disponível em: <<http://www.fasb.edu.br/congresso/trabalhos/AAGRO01.10.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2013.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.
- FAQUIN, V. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 186p.
- FERREIRA, D. F. *Sistema de Análise Estatística para Dados Balanceados (SISVAR)*. Lavras: UFLA - DEX, 2000.
- FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, S. S.; REZENDE, M. I. F. L. Cultivo orgânico de alface em campo e em casa de vegetação com diferentes tipos de cobertura de solo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Cruz Alta, RS, v. 2, n. 2, p. 1510-1514, 2007.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006.
- GOMES, T. M.; BOTREL, T. A.; MODOLO, V. A.; OLIVEIRA, R. F. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. *Revista Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 316-319, 2005.
- GONÇALVES, M. M.; SCHLEDECK, G.; SCHWENBERG, J. E. *Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de base de produção ecológica*. Pelotas: MAPA - CNPq, 2009. 7p. (Circular Técnica, 78).
- IBGE. *Censo Agropecuário 2006 - Brasil grandes regiões e unidades da federação*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. 777p.
- KIEHL, E. J. *Fertilizantes organominerais*. Piracicaba: Edição do autor, 1993. 189p.
- LIMA, A. A.; MIRANDA, E. G.; CAMPOS, L. Z. O.; CUZNATO JÚNIOR, W. H.; MELO S. C.; CAMARGO, M. S. Competição das cultivares de alface Vera e Verônica em dois espaçamentos. *Revista Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 314-316, 2004.
- MAROUELLI, W. Irrigação. In: *Cultivo do tomate para industrialização*. 2ª ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, janeiro de 2000. (Sistema de Produção, 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/irrigacao.htm>. Acesso em: 30 mar. 2013.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. *Agricultura natural*. 2ª ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1997. 73 p. (Coleção agroindústria, 3).

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T. *Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 6p. (Circular Técnica, 76).

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Revista Horticultura Brasileira*, DF, v. 28, n. 1, p. 36-40, 2010.

PAES, J. M. V.; ANDREOLA, F.; BRITO, C. H.; LOURES, E. G. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre a CTC e o pH. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 43, p. 575-683, 1996.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013.

PINHEIRO, S. & BARRETO, S. B. *MB-4, agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes*. Porto Alegre: Fundação Juquira Candiru, Arapiraca: MIBASA, 1996. 269p.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASHI, H. Crescimento de cultivares de alfaces conduzidas em estufa e a campo. *Revista Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 178-181, 2004.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. *Cultivo de alface em sistema orgânico de produção*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 16 p. (Circular Técnica, 56).

RODRIGUES, E. T. & CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 125-128, 1999.

RODRIGUES, I. N.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; GAMA, A. S.; MILAGRES, C. P. Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 4, p. 524-527, 2008.

SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R.; MIRANDA, L. C. G. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. *Revista Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 29-32, 1994.

SOUZA, R. B. S. & ALCÂNTARA, F. A. de. *Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 8p. (Circular Técnica, 65).

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TRANI, P. E. *Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, IAC, outubro de 2012. 34 p. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/79.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2013.

TREVISAN, G. V.; BISPO, P. C.; MAIA, A. L. S. *Análise de diferentes técnicas de classificação digital no mapeamento do uso e cobertura da terra*. 2009. Disponível em: <http://mtcm19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm19%4080/2009/12.03.18.40/doc/Trevisan_etal_2008_Geonordeste.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2013.

VAIRO DOS SANTOS, A. C. *Biofertilizante líquido: o defensivo agrícola da natureza*. 2ª ed. rev. Niterói: EMATER, 1995. 16 p. (Série - Agropecuária Fluminense, 8).

YILDIRIM, E. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, Copenhagen, Dinamarca, v. 57, n. 2, p. 182-186, 2007.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 127-130, 2004.