

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-graduação em Agronomia

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E
LEITURA INDIRETA DE CLOROFILA EM
FUNÇÃO DE DOSES DE COMPOSTO
ORGÂNICO E NITROGÊNIO EM
DIFERENTES TIPOS DE ALFACE.**

Luana Bertholdo Guimarães

1210001628



TES. 1628

Ilha Solteira - SP

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E LEITURA INDIRETA DE
CLOROFILA EM FUNÇÃO DE DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO E
NITROGÊNIO EM DIFERENTES TIPOS DE ALFACE.**

Luana Bertholdo Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Shizuo Seno

Proc. 055105-NPD 160

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
19.10.05	30.11.05
REGISTRADO POR	TOMBO
Ailza	Te. 1628
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Ilha Solteira Autor R\$ 10,00	G963a

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira - UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Sistema de Produção.

Ilha Solteira
Estado de São Paulo- Brasil
Agosto de 2005

NEW 278

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

Guimarães, Luana Bertholdo.
G963a Avaliação da produtividade e leitura indireta de clorofila em função de doses de composto orgânico e nitrogênio em diferentes tipos de alface / Luana Bertholdo Guimarães. – Ilha Solteira : [s.n.], 2005
xvii, 71 p. : il. (algumas color.)
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração : Sistema de Produção, 2005
Orientador: Shizuo Seno
Bibliografia: p. 62-71
1. Alface. 2. Fertilizantes nitrogenados. 3. Plantas – Efeito do nitrogênio.
4. Solos – Teor de nitrogênio. 5. Clorofila – Análise. 6. Compostos orgânicos.

501010 56

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E LEITURA INDIRETA DE CLOROFILA EM FUNÇÃO DE DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES TIPOS DE ALFACE

AUTORA: LUANA BERTHOLDO GUIMARÃES

ORIENTADOR: Prof. Dr. SHIZUO SENO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SHIZUO SENO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA, TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E SÓCIO ECONOMIA - FE
- UNESP -CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

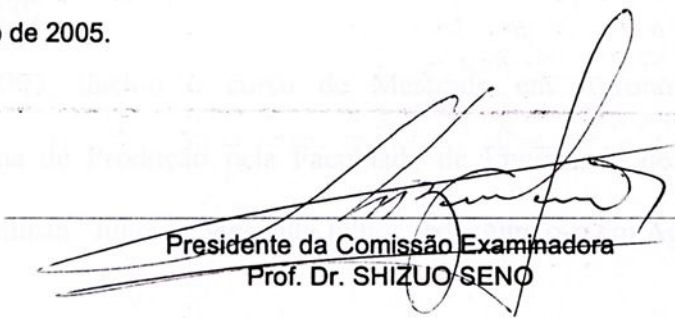
Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA, TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E SÓCIO ECONOMIA - FE
- UNESP -CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

Prof. Dr. JOÃO CARLOS ATHANÁZIO

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL -
LONDRINA/PR

Data da realização: 19 de agosto de 2005.



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. SHIZUO SENO

BIOGRAFIA DO AUTOR

LUANA BERTHOLDO GUIMARÃES, filha de Ailton Guimarães e Marleyde Bertholdo Guimarães, nasceu em Ilha Solteira-SP, no dia 10 de setembro de 1979.

Cursou o Ensino Fundamental na Escola Anglo Americano em Foz do Iguaçu-PR e o Ensino Médio na Escola de Primeiro e Segundo Grau de Urubupungá em Ilha Solteira-SP.

Em 1998 ingressou no Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura Plena pela Universidade Federal do Mato Grosso de Sul - UFMS, Campus de Três Lagoas, recebendo o diploma acadêmico em 2002.

No ano de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Sistema de Produção pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, concluindo-o em Agosto de 2005.

Aos meus queridos pais Ailton Guimarães e Marleyde Bertholdo Guimarães.

Por terem trabalhado incansavelmente, para me oferecer o melhor..

Por encher de alegria, meu coração..

Por me ensinar que o amor reparte, mas sobre tudo acrescenta..

Pelo companheirismo, educação e amizade..

E sobre tudo me proporcionar uma vida digna e cheia de felicidade.

Agradeço-os eternamente com muito amor !!

E ao meu querido irmão Thiago, pelo amor e carinho.

DEDICO

Ao meu namorado Esi Batista de Moraes Junior.

Pelo amor, carinho, dedicação, estímulo e compreensão.

“Por ser o sonho mais lindo que a vida pode me conceber em forma de realidade.”

OFEREÇO



AGRADECIMENTOS

À *Deus* por tudo que me concebeu na vida.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-SP, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

Ao *Prof. Dr. Shizuo Seno* por ter me acolhido e pela oportunidade na realização deste trabalho e, principalmente, pela amizade e atenção que me foi dispensada em todo este período de convivência.

Ao *Prof. Dr. Pedro César Santos* pelo início desta caminhada.

Ao *Prof. Dr. Enes Furlani Junior* pela atenção, pelas valiosas sugestões durante o Exame de Qualificação e Defesa de Dissertação, pelo empréstimo do laboratório e do aparelho clorofilômetro.

Ao *Prof. Dr. Salattier Buzeti* pela ajuda e valiosa contribuição no Exame de Qualificação.

Ao *Prof. Dr. João Carlos Athanázio* (UEL-PR), pelas contribuições durante a Defesa de Dissertação.

Aos docentes do curso de Mestrado, pelos ensinamentos recebidos, pelo relacionamento e amizade.

Aos funcionários *Edson Alves da Rocha*, *Auceniro Pereira de Sousa Senna*, *Francisco Magalhães Pereira* e *Cláudio* pelo auxílio durante a condução do experimento.

Ao Bibliotecário (FEIS/UNESP) *João Josué Barbosa* e a seção de Pós-Graduação pela atenção que sempre me foi dada.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação: *Flávia Leite Yamaki*, *Lilian Candido*, *Larissa Cardoso de Lima*, *Fabiana Queiroz Garcia*, *Ludmila T.D.M.Martins*, *Katiuscia*



Hasegawa, Janete Mota, Alex Seleguini, Cid Tacaoca, Francisco Quilhien Gomes Jr. pelo convívio e pela amizade nesta jornada.

Aos meus grandes amigos *Manoel e Elcy Mendes* e as pequenas *Katiucy e Melissa* pela paciência, estímulo, amizade e por todos os momentos agradáveis que passamos juntos e pelos que ainda estão por vir.

A minha grande amiga *Karen Bardelli* pela caminhada tempestiva e sinuosa, pelos bate-papos e fofocas da graduação, e pelos instantes de plena amizade. E a lindíssima *Vitória* sua filha, pela graça de seu sorriso.

Ao amigo *Gilberto Costa Justino* pela enorme amizade e pelo exemplo de vida.

Aos amigos *Marcos Vieira e Fabiana Vieira* pela alegria e amizade de todos os dias, pelos churrascos de todos os fins de semanas estafantes.

Aos meus familiares, em especial minhas avós *Cida Preiano e Zoraide Guimarães* pelo apoio, incentivo e compreensão.

Aos meus sogros, *Esi Batista de Moraes e Matilde de Moraes A.*, e meu cunhado *Fábio de Moraes* a compreensão e apoio.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.



Á todos:

*Se eu tivesse um desejo
que pudesse ser realizado de verdade
Eu desejaria á vocês
muitas coisas maravilhosas.*

*Desejaria que as pessoas que cruzem seus
caminhos
Nunca lhes fizessem mal
Que não tivesse problemas
Nem coisas ruins nem um dia.*

*Eu desejaria que seus corações se abrissem
E vocês conseguissem enxergar
o que existe de bom nas pessoas
e tivesse carinho por elas.*

*Que lembrassem de pessoas que te amaram
E daquelas que te amam sempre.*

*Desejaria que vocês não julgassem os outros
Não condenassem ninguém..
Porque mesmo quem erra,
Pode ter errado por ser gente.*

*Pediria a Deus...
....que todos fossem muito felizes
como EU!!*



SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Histórico e situação atual da cultura	4
2.2 Características Botânicas e cultivares de alface	6
2.3 Influência das condições ambientais e época de plantio na produção de alface	8
2.4 Adubação orgânica	9
2.4.1 Importância dos Adubos Orgânicos	10
2.4.2 Adubação orgânica como fonte de nutrientes	15
2.5 Interações entre adubação orgânica e mineral	18
2.6 Fontes e doses de nitrogênio	20
2.7 Leitura SPAD	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Localização do experimento	31
3.2 Caracterização do experimento	32
3.3 Caracterização das cultivares	33
3.4 Implantação e condução do experimento	34



3.5 Avaliações realizadas	35
3.6 Delineamento experimental e análise estatística	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Análise de variância	39
4.2 Massa Média	41
4.3 Rendimento/dia	44
4.4 Produtividade	46
4.5 Teor de nitrogênio foliar (29 d.a.t)	48
4.6 Leituras SPAD	51
4.6.1 Primeira leitura (15 d.a.t)	51
4.6.2 Segunda leitura (20 d.a.t)	52
4.6.3 Terceira leitura (26 d.a.t)	54
4.6.4 Quarta leitura (35 d.a.t)	57
4.7 Correlação	58
5. CONCLUSÕES	61
6. REFERÊNCIAS	62



LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise química do solo para fins de fertilidade da área experimental na camada de 0 a 0,2 m. Ilha Solteira (SP), 2004.....	32
Tabela 2. Esquema de análise de variância proposto para o experimento.	37
Tabela 3. Análises de variância (valores em Q.M) dos efeitos doses de composto orgânico, doses de nitrogênio, cultivares e suas interações nos parâmetros: massa média, rendimento por dia e produtividade na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	40
Tabela 4. Análises de variância (valores em Q.M) dos efeitos doses de composto orgânico, doses de nitrogênio, cultivares e suas interações nos parâmetros: teor de nitrogênio foliar (N. Foliar) aos 29 dias após o transplante (d.a.t) e leitura SPAD aos 15; 20; 26 e 35 dias após o transplante (d.a.t) na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	41
Tabela 5. Massa média de planta (g) em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	43
Tabela 6. Rendimento/dia (g) em função de cultivar dentro de doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	45
Tabela 7. Produção (g/m^2) em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	47
Tabela 8. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	49
Tabela 9. Valores da primeira leitura SPAD aos 15 d.a.t em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	52
Tabela 10. Valores da segunda leitura SPAD aos 20 d.a.t em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	53



Tabela 11. Valores da terceira leitura SPAD aos 26 d.a.t em função das cultivares de alface.	
Ilha Solteira (SP), 2004.....	56
Tabela 12. Valores da quarta leitura SPAD aos 35 d.a.t em função das cultivares de alface.	
Ilha Solteira (SP), 2004.....	58
Tabela 13. Correlação entre produtividade, rendimento/dia, leitura SPAD aos 15 e 20 dias após o transplante (d.a.t) e teor de nitrogênio foliar aos 29 dias após o transplante (d.a.t) de três cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cultivares de alface estudadas no experimento. Ilha Solteira (SP), 2004.....	34
Figura 2. Visão geral das cultivares de alface nos canteiros. Ilha Solteira (SP), 2004.....	35
Figura 3. Leitura SPAD realizada na folha de alface através do aparelho Minolta SPAD-502. Ilha Solteira (SP), 2004.....	36
Figura 4. Temperatura média diária (mínima, média e máxima) em °C, registrada na região de Ilha Solteira-SP, no período de 29 de julho a 08 de setembro de 2004. Ilha Solteira (SP), 2004.....	38
Figura 5. Massa média de planta (g) em função de doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	42
Figura 6. Massa média de planta (g) em função de doses de composto orgânico (l/m ²) em cobertura, nas cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	44
Figura 7. Rendimento/dia de planta (g) em função de doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	44
Figura 8. Rendimento/dia (g) em função de doses de composto orgânico (l/m ²) em cobertura e cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	45
Figura 9. Produção (g/m ²) em função de doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	46
Figura 10. Produção (g/m ²) em função de doses de composto orgânico (l/m ²) em cobertura e cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	48
Figura 11. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	49



Figura 12. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	50
Figura 13. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) dentro das doses de composto orgânico (l/m^2), na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	51
Figura 14. Valores da primeira leitura SPAD (15 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de composto orgânico (l/m^2), em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.....	52
Figura 15. Valores da segunda leitura SPAD (20 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de composto orgânico (l/m^2), em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.....	53
Figura 16. Valores da segunda leitura SPAD (20 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de nitrogênio (kg/ha), em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.	54
Figura 17. Valores da terceira leitura SPAD (26 d.a.t) em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	54
Figura 18. Valores da terceira leitura SPAD (26 d.a.t) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.....	55
Figura 19. Valores da terceira leitura SPAD (26 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.	56
Figura 20. Valores da quarta leitura SPAD (35 d.a.t) em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	57
Figura 21. Valores da quarta leitura (35 d.a.t) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.	58



AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E LEITURA INDIRETA DE CLOROFILA EM FUNÇÃO DE DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES TIPOS DE ALFACE.

Autor: Luana Bertholdo Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Shizuo Seno

RESUMO

A alface, por ser uma hortaliça composta basicamente por folhas, requer um manejo especial quanto às doses de composto orgânico e mineral a serem aplicadas no seu cultivo, devido, entre outros fatores, ao nitrogênio exercer papel fundamental na produtividade. As recomendações para adubação nitrogenada podem ser baseadas em métodos tradicionais ou pelo uso de outros parâmetros, como teor de clorofila ou de nitrogênio na folha, o que pode se tornar uma importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de recomendação de adubação. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de quatro doses de composto orgânico (0; 4,0; 8,0 e 12,0 l/m²), quatro doses de nitrogênio em cobertura na forma de uréia (0; 5,0; 10,0 e 20,0 g/m²) e três cultivares de alface (Lucy Brown, Regina e Vera) na produtividade, teor de nitrogênio foliar e leitura SPAD aos 15, 20, 26 e 35 dias após o transplante (d.a.t). O experimento foi conduzido de julho a setembro de 2004, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira-SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 4 x 3 com 4 repetições. Verificou-se que as doses de composto orgânico proporcionaram um aumento linear na massa média de planta, rendimento/dia, produtividade e leitura SPAD avaliadas aos 15 dias após o transplante somente para a cultivar Lucy Brown. As cultivares Regina e Vera não foram influenciadas pelas doses de composto. As doses de



nitrogênio em cobertura promoveram um aumento linear na massa média de plantas, rendimento/dia, produtividade, teor de N foliar e leitura SPAD avaliada aos 26 e 35 dias após o transplante para todas as cultivares. Em relação as leituras SPAD, os valores de leitura variaram de 30,5 a 39,9 para a cultivar Lucy Brown; 14,8 a 18,8 para a cultivar Vera e 17,1 a 26,2 para a cultivar Regina. Entretanto, somente a cultivar Lucy Brown apresentou uma correlação significativa do valor SPAD analisado aos 15 d.a.t (momento da cobertura nitrogenada) com a produtividade e rendimento/dia. Verificou-se que as maiores massas médias de plantas, rendimento/dia e produtividade foram obtidas pela cultivar Lucy Brown, seguida da cultivar Regina e Vera.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., leitura SPAD, clorofilômetro, rendimento/dia, massa média de planta, teor de N foliar.



EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY AND INDIRECT READING OF CHLOROPHYLL METER AS A FUNCTION OF DOSES ORGANIC COMPOST AND NITROGEN IN DIFFERENT TYPES OF LETTUCE

Author: Luana Bertholdo Guimarães

Adviser: Prof. Dr. Shízuo Seno

SUMMARY

The lettuce, for being basically a composed vegetable for leaves, requests a special management related to doses applied of organic compost and mineral, due to among other factors, nitrogen to be fundamental in productivity. The recommendations for nitrogen fertilizer can be set in traditional methods or by use of another parameters, as chlorophyll content or nitrogen in the leaf, what can become an important tool to increase the precision in the process of fertilizer recommendation. The present work had as objective to evaluate the effects of four doses of organic compost (0, 4.0, 8.0 and 12.0 l/m²), four doses of nitrogen in covering (0, 5.0, 10.0 and 20.0 g/m²) as urea and three cultivars of lettuce (Lucy Brown, Regina and Vera) in productivity, nitrogen leaf content and reading SPAD at 15, 20, 26 and 35 days after transplant (d.a.t). The experiment was conducted of July to September of 2004, in the Experimental Station Farm Universidade Estadual Paulista, Campus of Ilha Solteira-SP. The used experimental design was a randomized blocks in a factorial scheme 4 x 4 x 3 with 4 repetitions. It was verified that the doses of organic compost provided a lineal increase in the medium mass of plant, yield/day, productivity and reading SPAD only evaluated to 15 days after the transplant to cultivar Lucy Brown. The cultivars Regina and Vera were not influenced by the compost doses. The doses of nitrogen in covering promoted a lineal increase in the medium mass of plants, yield/day, productivity, nitrogen leaf content and reading



SPAD appraised to 26 and 35 days after the transplant for all the cultivars. In relationship to readings SPAD, the reading values varied from 30.5 to 39.9 to cultivar Lucy Brown; 14.8 to 18.8 to cultivar Vera and 17.1 to 26.2 to cultivar Regina. However, only the cultivar Lucy Brown presented a significant correlation of the value SPAD analyzed 15 d.a.t (moment nitrogen application in covering) with the productivity and yield/day. It was verified that the highest medium mass of plants, yield/day and productivity were obtained by cultivar Lucy Brown, followed by cultivar Regina and Vera.

Keywords: *Lactuca sativa* L., reading SPAD, chlorophyll meter, yield/day, medium mass of plant, nitrogen leaf content.



1. INTRODUÇÃO

A cultura de alface (*Lactuca sativa*, L.) tem grande importância como fonte alimentar, de vitaminas e sais minerais, como também pelo seu valor nutracêutico, constituindo uma das hortaliças mais consumidas no mundo.

A alface encontra-se entre as cinco hortaliças de maior movimento financeiro, sendo somente menor do que o tomate, batata, cebola e cenoura. É a segunda maior em termos de volume comercializado dentre as folhosas, apresentando um montante de 7,72 mil toneladas comercializadas em 2001 (CEASA, 2004). O Brasil tem demonstrado um crescimento significativo desta cultura ao longo dos anos. No Estado de São Paulo, além das extensas áreas de cultivo vizinhas a capital, as cidades do interior ainda produzem em hortas domiciliares e em chácaras, colaborando para o abastecimento dos mercados de centros menores (MURAYAMA, 1983a, p.147-153).

Os adubos orgânicos são amplamente utilizados nos sistemas de produção de alface, agindo como melhoradores das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além de contribuir substancialmente para o crescimento, desenvolvimento das plantas e resultar em aumentos expressivos na produtividade das culturas (KIEHL 1985, 492p.).



A cultura de alface tem sido utilizada como planta teste pela grande sensibilidade que tem apresentado aos adubos orgânicos, possibilitando, desta forma, diferenciar quantitativamente e qualitativamente um produto de outro (NAKAGAWA et al., 1992, p.173-180).

A matéria orgânica é uma fonte de nutrientes para as plantas, pois, durante o seu processo de decomposição, vários elementos vão sendo liberados, principalmente o nitrogênio, fósforo e potássio (KIEHL 1985, 492p.).

A alface, por ser uma hortaliça folhosa, responde preferencialmente ao fornecimento de nitrogênio (SANTOS, R. 1993, 114p.), que é um nutriente essencial para as plantas e pode ser encontrado tanto nos adubos orgânicos (MALAVOLTA, 1985, p.97-114) como também é obtido através de fertilizantes nitrogenados minerais produzidos pelo homem (COUTINHO et al., 1990, p.85-101).

A aplicação de nitrogênio em forma de cobertura é altamente benéfica para a cultura de alface, e deverá ser feito no crescimento das primeiras folhas externas, pois quanto melhor condições estas receberem no início, teremos plantas com melhor desempenho no crescimento vegetativo, conseqüentemente, na massa média e na produtividade das plantas (KNOTT, 1951 citado por GOTO, 1998, p.137-159). Entretanto, não há concordância quanto à melhor fonte e dose de N para a cultura de alface (COUTO & BRANCO, 1963, p.5-11; ADAMS citado por PEREIRA et al., 1989, p.647-654).

As recomendações para adubação nitrogenada baseiam-se em curvas de absorção do nutriente e acúmulo de matéria seca da planta (COBRA NETO et al., 1971, p.257-274). O uso de outros parâmetros, como teor de clorofila ou de nitrogênio na folha, pode tornar-se importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de recomendação de adubação nitrogenada.



Vários experimentos têm demonstrado a existência de uma relação entre o teor de N foliar e o conteúdo de clorofila na planta. O teor de clorofila na folha pode ser utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com teor de N na planta. Essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas ser integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (ARGENTA et al., 2001a, p.158-167).

O desenvolvimento recente do medidor portátil de clorofila – “clorofilômetro”- além de realizar leituras instantâneas estimando com boa precisão o teor relativo de clorofila nas folhas, possibilita assim detectar níveis de nitrogênio, também tendo a vantagem de maior rapidez, menor custo e de não implicar em destruição de folhas (ARGENTA et al., 2001b, p.715-722).

Diante do exposto, objetivou-se, estudar diferentes doses de composto orgânico e nitrogênio em diferentes tipos de alface na avaliação da produtividade e leitura indireta de clorofila- SPAD.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico e situação atual da cultura

Velha conhecida do homem, a alface (*Lactuca sativa*) deriva do árabe alhaç. Foi comprovado o seu uso no Egito antigo, pelos persas e romanos. Na mitologia grega, a alface é citada quando a deusa Vênus esconde o belo e jovem Adônis, filho de Mirra, num pé de alface. Entre os Romanos a alface era consagrada a Vênus e seu consumo era considerado uma profanação. Macer Floridus, livro de plantas dos antigos romanos, citava as virtudes desta planta, sendo a principal a de evitar a embriaguez. Desde este tempo foi adotado o costume de comer a salada no fim da refeição e, diz Virgílio, que esta erva deliciosa finalizava os jantares dos nobres (PECKOLT, 1874, 53p.).

Originária das regiões frias da Bacia do Mediterrâneo (Sul da Europa e Oeste da Ásia) é uma das espécies mais antigas, citadas desde 4500 a.C., como uma planta medicinal. Como hortaliça é registrada desde 2500 a.C. Percorreu muitos locais, difundindo-se rapidamente para a França, Inglaterra e o resto da Europa (GOTO, 1998, p.137-159).

Com a descoberta do Novo Mundo, foi introduzida nas Américas e trazida para o Brasil pelos imigrantes portugueses, no século XVI, tornando-se desde então, a folhosa mais consumida pelos brasileiros (RYDER & WHITAKER, 1976, p.39-41).



Nos Estados Unidos a alface é um dos vegetais mais consumidos em forma de salada. Atualmente, mais de 95% da produção de alface estão concentrados nos Estados da Califórnia e Arizona, sendo cultivados aproximadamente 80.000 ha, produzindo cerca de 3.480.000 toneladas/ano, com produtividade média de 43,5 t/ha e movimentando uma receita de mais de 1,18 bilhões de dólares (RHODES, 2004).

No Brasil, a alface é bastante consumida, sendo considerada como uma das principais espécies, tanto do ponto de vista econômico, ocupando a quinta posição dentro das hortaliças, como de consumo, pois em volume de comercialização é a segunda maior folhosa (CEASA, 2004).

De acordo com dados da CEAGESP-SP, esse volume de comercialização de alface no ano de 1997 ficou em torno de 21.879 toneladas (NEHMI et al., 2001, p.150-152), em 1999 em torno de 14.101 toneladas (FNP CONSULTORIA E COMERCIO, 2000, 140p.), e no ano de 2001 foram comercializadas aproximadamente 25.558 toneladas (NEHMI et al., 2005, p.178-180), o que demonstra um crescimento significativo desta cultura ao longo dos anos no país. Já em 2004, o volume de comercialização foi fechado pela CEAGESP-SP no mês de março com 7.107 toneladas (NEHMI et al., 2005, p.178-180).

O Estado de São Paulo produziu 5.062.862 engr. 9dz em uma área de 7.538 ha no ano de 2004 (Instituto de Economia Agrícola, 2005). Os principais municípios fornecedores são: Piedade (18%), Mogi das Cruzes (14%) e Suzano (11%).

O sul de Minas Gerais tem se sobressaído na produção de alface americana destinada à rede de “fast-foods”, tornando-se pólo produtor dessa hortaliça, produzindo atualmente cerca de 1000 toneladas brutas por mês (YURI et al., 2004, p.249-252).

O cultivo da alface vem se expandindo rapidamente nos estados do Brasil, por ser uma cultura de ciclo rápido, realizado durante todo o ano, facilitando a comercialização, com



bom retorno de capital, além do hábito adquirido pela população no consumo na forma de salada e no preparo de sanduíches, o que acarretou na necessidade de expansão da produção.

2.2 Características Botânicas e cultivares de alface

A alface, botanicamente *Lactuca sativa* L., pertence à família Cichoriaceae (Compositae) a mesma das chicórias e almeirões (GOTO, 1998, p.137-159).

A planta é herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas que são relativamente grandes de onde crescem em rosetas, podendo ser lisa ou crespas, formando ou não cabeça, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2000a, p.289-295). Segundo Murayama (1983a, p.147-153) as folhas foram modificadas e aumentadas progressivamente, através dos séculos, constituindo, hoje a hortaliça mais popular para consumo como salada, sendo levemente laxantes, diuréticas, antiácidas e contra reumatismos. O suco cru e o chá das folhas, talos e raízes, são soníferos, calmantes do estômago, do sistema nervoso e para icterícia.

É uma hortaliça mundialmente conhecida e consumida em forma de saladas. Fonte razoável de vitaminas A e C e também dos minerais: cálcio, fósforo e ferro. A vitamina A é um elemento importante para o bom funcionamento dos órgãos da visão, conserva a saúde da pele e das mucosas; a vitamina Niacina evita problemas de pele, do aparelho digestivo e do sistema nervoso; e a vitamina C dá resistência aos vasos sanguíneos, evita a fragilidade dos ossos e má formação dos dentes, agem contra infecções e ajuda a cicatrizar os ferimentos. O Cálcio e o Fósforo participam da formação dos ossos e dentes, ajudam na coagulação do sangue e na construção muscular, e o Ferro contribui para a formação do sangue. Quanto mais escuras as folhas, maior a riqueza nutritiva (AEEJATAK, 2005).



Planta de ciclo curto, com grande área foliar e sistema radicular pouco profundo - muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada, sendo que, em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir 60 cm de profundidade (FILGUEIRA, 2000a, p.289-295), a alface exige solos areno-argilosos, bem soltos, ricos em matéria orgânica, com boa quantidade de nutrientes prontamente disponíveis, bem preparados, propícios ao desenvolvimento de seu sistema radicular muito delicado e superficial e com teor de água útil mantido acima de 90% (FILGUEIRA, 1987, 164 p.).

Rodrigues (1990, 60p.) observou que o cultivo da alface obteve resultados favoráveis quando realizado em solo argilo-arenoso, apresentando maior peso da parte aérea, menor peso de raízes e maiores concentrações de N-total, P, K, Ca, Mg e Na na parte aérea das plantas, do que quando cultivada em solo de argila pesada.

De acordo com Filgueira (2000a, p.289-295), as cultivares comercialmente utilizadas podem ser didaticamente agrupadas, considerando-se as características das folhas, bem como o fato de estas se reunirem ou não formando uma cabeça repolhuda. Assim, obtêm-se seis tipos de alface: repolhuda-manteiga (White Boston, Brasil 303, Carolina AG-576 e Elisa); repolhuda-crespa ou americana (Great Lakes, Tainá, Iara, Madona AG-605, Lucy Brown e Lorca); solta-lisa (Babá de Verão, Monalisa AG-819 e Regina); solta-crespa (Grand Rapids, Verônica, Vera, Vanessa e Marisa AG-216); mimosa (Salad Bowl e Greenbowl) e romana (Romana Branca de Paris).

De acordo com Murayama (1983a, p.147-153) embora a maneira de cultivar qualquer um dos tipos de cultivares seja a mesma, estes diferem bastante entre si quanto à sua adaptação às condições ambientais, resultando um produto comercial inteiramente distinto para cada tipo.



2.3 Influência das condições ambientais e época de plantio na produção de alface

A alface é uma planta muito sensível às condições ambientais, as quais em condições desfavoráveis poderão afetar sobremaneira o comportamento da planta quando adulta.

A planta é anual, florescendo sob dias longos e temperaturas elevadas. Dias curtos e temperaturas amenas ou baixas favorecem a etapa vegetativa do ciclo, constatando-se que todas as cultivares produzem melhor sob tais condições. A planta, inclusive, resiste a baixas temperaturas e a geadas leves. Contrariamente, a etapa reprodutiva (florescimento), que se inicia com o pendoamento, é favorecida por dias longos e temperaturas elevadas (FILGUEIRA, 2000a, p.289-295).

O desenvolvimento vegetativo da alface requer uma temperatura amena, tendo em vista a sua origem (Europa e Ásia), sendo bem cultivada nas temperaturas noturnas inferiores a 15°C, mas não abaixo de 7°C, temperaturas acima de 25°C aceleram o ciclo cultural, resultando em plantas menores e com início de pendoamento, ou seja, passando para a fase reprodutiva. Para tanto, a fase vegetativa de seu ciclo se encerra quando atinge o maior desenvolvimento de suas folhas, momento em que deve ser colhida para consumo (FILGUEIRA, 1982, p.77-86).

As sementes de alface germinam na faixa de 11 a 25°C, tendo melhor resultado na faixa de 18 a 25°C. Acima e abaixo deste valor a germinação começa a ser inibida, dependendo da cultivar (GOTO, 1998, p.137-159).

A cultura também é altamente exigente em água, portanto, as irrigações devem ser freqüentes e abundantes, devido à ampla área foliar e a evapotranspiração intensa, bem como



ao sistema radicular delicado e superficial e à elevada capacidade de produção (FILGUEIRA, 2000a, p.289-295).

2.4 Adubação orgânica

Antes mesmo do uso de fertilizantes químicos, há cerca de 130 anos, o esterco e o composto constituíam, praticamente, a única fonte de nutrientes do solo à disposição das plantas. Com a modernização da agricultura e com o aumento do preço dos fertilizantes minerais, está havendo interesse pelo aproveitamento mais racional de resíduos agrícolas e mesmo dos urbanos e industriais, inclusive, de adubos verdes (FUNDAÇÃO CARGILL, 1984, 138p.).

O adubo orgânico é definido como todo o material utilizado para fins agrícolas que possui em sua composição teor considerável de matéria orgânica, seja de origem vegetal ou animal. Segundo Kiehl (1985, 492p.), a legislação sobre fertilizantes orgânicos classifica-os em:

Simples - esterco animais, restos vegetais, resíduos agroindustriais, turfas, etc.

Organo-mineral - mistura de adubos minerais e orgânicos. Normalmente é mais eficiente que a aplicação exclusiva de qualquer um dos dois tipos de material.

Composto orgânico - obtido por processo bioquímico, natural ou controlado, com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal, a fim de promover a decomposição microbiológica de matérias-primas até um estado parcial ou total de humificação. De acordo com o material de origem, o composto pode ser de resíduos rurais, agroindustriais, de lixo urbano ou de lodo de esgoto e segundo a metodologia de fabricação, aeróbico, anaeróbico, vermicomposto e biofertilizante, dentre outros.

Estes compostos orgânicos, incorporados ou deixados no solo, quando submetidos a condições aeróbicas, produz CO_2 , H_2O e energia e um resíduo de natureza complexa, estável que se chama matéria orgânica do solo, ou húmus (FUNDAÇÃO CARGILL, 1984, 138p.).

2.4.1 Importância dos Adubos Orgânicos

A importância da matéria orgânica na agricultura vem sendo destacada desde meados de 1974, quando foi promovido um Seminário denominado "Use of Organic Matter in Agriculture", do qual resultou como recomendação final, a intensificação de pesquisas no sentido de investigar os efeitos de adubos químicos na presença de adubos orgânicos, o Dr. Anson R. Bertand destacou o seguinte: "Um dos maiores desafios para a agricultura nesta década será o de desenvolver sistemas agrícolas que possam produzir alimentos e fibras em quantidade e qualidade suficiente, sem afetar adversamente os recursos do solo e o meio ambiente" (FUNDAÇÃO CARGILL, 1984, 138p.).

A produção agrícola e a qualidade ambiental nas regiões brasileiras dependem diretamente da manutenção e melhoramento dos atributos do solo, onde a construção e a preservação da matéria orgânica se destaca como elemento-chave. A aplicação de matéria orgânica é uma prática que tem apresentado resultados favoráveis no manejo e manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo (KIEHL, 1985, 492p.), além de contribuir substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A matéria orgânica contém nutrientes em concentrações mais baixas que os adubos químicos; entretanto, a somatória dos benefícios químicos, físicos e biológicos proporcionados ao solo, fato que, é peculiar à matéria orgânica, pode resultar em aumentos expressivos na produtividade das culturas (ANJOS et al., 1994, p.139-145).



Santos, R. et al. (1994, p.29-32) relatam que a adubação orgânica não só incrementa a produtividade de alface, mas também proporciona a obtenção de plantas com características qualitativas distintivas daquelas cultivadas exclusivamente com adubos minerais.

Conforme Santos, R. et al. (2001, p.521-525) a adubação orgânica não só está se destacando em produzir alimentos saudáveis e seguros, mas também os mantém em ótima conservação por um período mais elevado de tempo, proporcionando uma venda mais tranqüila para o produtor.

A matéria orgânica é uma das principais fontes de nutrientes para as plantas, desde que isenta de contaminantes químicos ou biológicos. Pode ser oriunda de: esterco de animais, cama de currais, esterco líquido, biofertilizantes, adubos verdes, tortas e farinhas vegetais, vinhaça, húmus de minhocas, restos vegetais e animais, compostos orgânicos, etc. Sendo que, o composto orgânico é um fertilizante obtido através do lixo orgânico, de restos de vegetais e dejetos animais, através da decomposição pela ação de microrganismos (UPNMOOR, 2003, 62p.).

Segundo Kiehl (1985, 492p.) a matéria orgânica utilizada para as culturas tem efeitos dependentes da matéria-prima formadora, do grau de decomposição dos resíduos e do processo utilizado para conduzir a decomposição.

Para Filgueira (2000a, p.289-295) a adubação orgânica especialmente com esterco animal, é altamente benéfica á cultura de alface.

A composição do esterco das diferentes espécies animais depende do tipo de alimentação. Quando exclusivamente de pastos, o conteúdo de nitrogênio desses esterco é menor do que com suplementação com concentrados (PENTEADO, 2000, 113p.).



Vidigal et al. (1997, p.35-39) avaliando-se os efeitos de dez tratamentos de adubação orgânica na cultura de alface cv. Carolina puderam observar que o tratamento com dejetos suíno seco ($90 \text{ m}^3/\text{ha}$) superou os demais em termos de produtividade ($54,42 \text{ t/ha}$) com um ganho da ordem de 33,25% no primeiro cultivo e 39,41% no segundo. Dentre os compostos orgânicos utilizados, o que promoveu melhor desempenho da cultura foi aquele constituído por capim napier, palha de café e dejetos suíno líquido ($180 \text{ m}^3/\text{ha}$), aumentando em 10,80% e 17,59% a produtividade no primeiro e segundo cultivo, respectivamente. Acredita-se que os compostos, principalmente aqueles contendo bagaço de cana-de-açúcar, não tenham mineralizado o suficiente para promover maior fornecimento de nutrientes às plantas, como ocorreu com os compostos que continham palha de café em sua constituição.

Villas Bôas et al. (2004, p.28-34) quando avaliaram o efeito de três compostos originados a partir de casca de eucalipto, serragem de madeira e palha de feijão, misturado com esterco de aves, observaram que o composto de palha de feijão aumentou a massa fresca ($145,5 \text{ g/pl}$) e seca ($10,6 \text{ g/pl}$) da parte aérea e a quantidade de N, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe e Zn nas plantas de alface cv. Elisa.

Koga (1999, 59p.) avaliando a influência de onze compostos orgânicos em oito cultivos de alface (cv. Verônica) pode concluir que os materiais além de promover alterações benéficas nas propriedades químicas e físicas do solo, também promoveram aumentos na produtividade, sendo que os tratamentos de torta de mamona, composto de casca de café, esterco de curral e esterco de galinha foram os que proporcionaram as maiores produções comerciais e massa média, que foram respectivamente de: 2240 g/m^2 e $172,8 \text{ g}$; 2184 g/m^2 e $165,7 \text{ g}$; 2080 g/m^2 e $162,1 \text{ g}$; 1928 g/m^2 e $164,3 \text{ g}$.

De acordo com estudos realizados por Zarate et al. (1997, p.65-67) a interação entre doses e forma de aplicação da cama-de-aviário semi-decomposta na produtividade de



alface cv. Grand Rapids foi significativa, sendo, a dose de 7 t/ha de cama-de-aviário em cobertura foi a que proporcionou a maior produtividade (20,0 t/ha), significativamente superior às demais doses, que não diferiram entre si.

Resíduos orgânicos como a torta de mamona e esterco de galinha são usados há muito tempo na produção agrícola, sem risco para as plantas e para o meio ambiente (BATAGLIA et al., 1983, p.277-283).

Yuri et al. (2005) avaliando doses de composto orgânico na produtividade e qualidade de alface em Três Pontas (MG) observaram uma produtividade máxima de 914,2 g/pl quando da aplicação de 59,4 t/ha do composto e para massa fresca comercial, a máxima produtividade de 634,3 g/pl obtida com a dose de 56,1 t/ha, concluindo que o uso de 56,0 t/ha de composto aplicado em pré-plantio, proporciona aumento de rendimento e qualidade comercial de alface tipo americana. Entretanto, quando estes (YURI et al., 2004, p.249-252) avaliaram oito cultivares de alface em Santana da Vargem (MG), obtiveram uma produtividade de 1075 g/pl da cv. Raider, porém a média das cultivares analisadas foi de 897,9 g/pl. E quando avaliou a cv. Lucy Brown nas condições do município de Boa Esperança (MG) obteve uma produtividade de massa de 972,5 g/pl (YURI, 2000, 51p.).

O húmus de minhoca por ser um composto orgânico de decomposição avançada, ou seja, de rápida liberação de nutrientes, proporcionou um aumento significativo na produção de alface cv. Regina-440 nas doses 15, 30 e 45 t/ha, sendo que, a maior dosagem do material ainda não foi suficiente para obter o máximo de produtividade da cultura (SENO & KOGA, 1993, p.135-139).

Ricci et al. (1994, p.56-58) verificaram que a utilização do vermicomposto proporcionou um ganho adicional na produtividade de 3,4 t/ha em relação ao composto tradicional em duas cultivares de alface.



Morselli et al. (2002, p.281) ao estudar a influência da adubação orgânica na precocidade de alface concluíram que as respostas de alface foram satisfatórias à aplicação de vermicomposto na forma sólida como adubo e que o vermicomposto bovino sólido promoveu a precocidade da cultivar.

Trani et al. (2000, p.762-764) analisando o efeito de diferentes tipos de adubos orgânicos na produtividade e qualidade comercial de alface de verão cultivares de folha lisa e de folha crespa, puderam observar que independente dos tipos e doses de fertilizantes aplicados, a cultivar de folha lisa mostrou um número significativamente maior de folhas em relação a cultivar de folha crespa. Em relação ao adubo aplicado, de maneira geral, o “bokashi” e o esterco de frango foram superiores aos demais adubos orgânicos.

Nas últimas décadas, o uso agrícola de resíduos urbanos e industriais tem sido muito utilizado. A matéria orgânica e os nutrientes presentes nesses resíduos podem incrementar a produção agrícola, além de ser um meio de consumi-los. Porém, várias pesquisas revelam técnicas de tratamento com vantagens e desvantagens.

Santos, I. et al. (1998, p.157-161) observaram o comportamento de dez cultivares de alface quando adubadas com composto orgânico de lixo urbano (35 t/ha), obtendo-se uma variação entre as cultivares quanto a massa fresca (122 a 225 g/pl) e seca das folhas (16 a 23 g/pl) e massa da matéria seca da raiz (4 a 6 g/pl). Em relação à concentração de nutrientes, houve um efeito significativo sobre a Zn, Mn, K e Na, na matéria seca das folhas.

Costa et al. (2001, p.10-16) obtiveram a máxima produtividade de matéria fresca com a aplicação de 30 t/ha de composto de lixo nas cultivares Regina (333,82 g/pl), Vitória (337,81 g/pl) e Brasil-303 (303,60 g/pl).

Alguns autores recomendam maiores precauções com a utilização de resíduos industriais, do lodo de esgoto e de lixo urbano, que podem veicular concentrações altas de



metais pesados ou conter agentes patogênicos, que contaminam solos e plantas (SANTOS, I. et al., 1998, p.157-161; CASTRO & FERRAZ JR. 1998, p.65-68).

2.4.2 Adubação orgânica como fonte de nutrientes

O solo é à base do trabalho orgânico. Vários resíduos são reintegrados ao solo: esterco, restos de hortaliças, folhas, aparas, etc., sendo devolvido a terra para que sejam decompostos e transformados em nutrientes para as plantas. Essa fertilização ativar a vida no solo, onde os microorganismos, além de transformar a matéria orgânica em alimento para as plantas, tornarão o solo poroso, solto, permeável à água e ao ar. Ao invés de mero suporte para as plantas, o solo será sua fonte de nutrição (UPNMOOR, 2003, 62p.).

Segundo Kiehl (1985, 492p.) a matéria orgânica é ela própria, uma fonte de nutrientes para as plantas, pois, durante o processo de decomposição, vários elementos vão sendo liberados, principalmente o nitrogênio, fósforo e potássio.

Rodrigues (1990, 60p.) observou que a dose de 38 t/ha de composto orgânico veiculou N insuficiente, P suficiente e excessos de K e Na, e diminuição nas concentrações de Ca, enquanto as concentrações de Mg não foram influenciadas, porém doses maiores reduziram a produtividade de alface.

Nakagawa et al. (1992, p.173-180) verificaram os efeitos de 15 compostos orgânicos na cv. Brasil-48, observaram que a massa verde e seca e os teores de N, K, Mg, S, Cu, Fe e Zn das folhas não sofreram influência dos tratamentos e que houve efeitos positivos isolados sobre a massa de caule quando tratadas com a mistura de bagaço de cana e esterco de porco, além da ação interativa positiva sobre os teores de P, Ca e Mn das folhas, observaram ainda, que os materiais estimuladores da decomposição proporcionaram mais qualidade aos compostos orgânicos do que aqueles utilizados para decompôr.

Rodrigues & Casali (1998, p.437-449) avaliando onze cultivares de alface, observaram que o composto orgânico promoveu teores maiores dos nutrientes que o adubo mineral, sendo o K e Na proporcionalmente maiores que o Ca, Mg e P. Porém, as cultivares apresentaram maiores respostas à adubação orgânica com maior eficiência na utilização do N. Para tanto, houve uma variação da massa fresca das cultivares em torno de 52,0 a 91,0 g/pl.

Segundo Shear (1975) citado por Martinez (1988, p.112-136) o nitrogênio pode afetar a nutrição cálcica, pelo efeito acidificante dos sais que propiciam a lixiviação de cálcio e reduz a disponibilidade deste, além disso o NH^{+4} tem efeito competitivo na absorção do Ca^{+2} e, uma vez absorvido, reduz a atividade da nitrato redutase, impedindo a absorção de NO^{-3} fazendo o NH^{+4} a principal fonte de nitrogênio.

O efeito residual de doses de composto orgânico na cultura de alface também é significativo. Os teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio aumentaram e o de cálcio diminuiu, com a elevação das doses aplicadas- 0 a 20 l/m² (VIDIGAL et al. 1995a, p.80-88). Sendo que, o mesmo foi comprovado novamente por Vidigal et al. (1995b, p.89-97) desta vez num ensaio em casa de vegetação.

É de capital importância para um programa de adubação, seja orgânica ou mineral, o conhecimento da curva de crescimento e as quantidades de nutrientes extraídos pela planta durante o seu ciclo.

O crescimento de alface, e como consequência o acúmulo de nutrientes, é lento até cerca de 30 dias após a emergência, aumentando rapidamente após este período. Observa-se uma marcha de acúmulo de matéria seca na cultura de alface aos 30 dias de 17,1 kg/ha, sendo que aos 41 dias este acúmulo já é observado em 130,2 kg/ha e ao final do ciclo com 1.211,2 kg/ha (70 dias), concluindo-se que mesmo absorvendo quantidades relativamente pequenas de nutrientes quando comparadas com outras culturas, devido ao seu ciclo curto, a alface pode

ser considerada como exigente em nutrientes, principalmente na fase final do ciclo (KATAYAMA, 1990, p.141-147).

De acordo com Lorenz & Minges (1942) citados por Fernandes et al. (1981, p.143-151), a cultura de alface extrae por hectare: 106,4 kg de N, 30,2 kg de P, 23,3 kg de Ca e 13,5 kg de Mg.

Fernandes et al. (1981, p.143-151) observaram que o aumento de massa é lento até os 40 dias, acentuando-se até a época da colheita (65 dias) e concluem que a extração dos nutrientes acompanha o crescimento, sendo que, uma planta de alface aos 65 dias contém: 536,5 mg de K, 224,4 mg de N, 140,8 mg de Ca, 46,9 mg de P, 34,7 mg de Mg e 32,6 mg de S.

O nitrogênio costuma ser o segundo macronutriente, quanto à quantidade extraída pelas plantas, sendo que esta deve ser bem analisada para um fornecimento adequado, evitando que não haja excessos ou carências (KIEHL, 1985, 492p.).

Castro & Ferraz Jr. (1998, p.65-68) verificaram que a cv. Aurélia proporcionou teores mais elevados de N nas folhas (31,4 g/kg) quando da aplicação do composto lodo de esgoto (10 g/dm^3) diferindo significativamente dos demais tratamentos. Os baixos teores de N nas folhas (14,0 e 19,0 g/kg) observadas com a aplicação dos adubos minerais sulfato de amônia e uréia (50 mg/dm^3) podem ter ocorrido pela aplicação em dose única, na fase inicial do crescimento da planta.

Nakagawa et al. (1992, p.173-180) verificou que o efeito da aplicação de 15 compostos orgânicos na cultura de alface cv. Brasil-48, não influenciou significativamente o teor de N foliar (19,0 a 21,0 g/kg) e a massa verde e seca das plantas. Observaram efeito significativo apenas para massa do caule.



Entretanto, Vidigal et al. (1995a, p.80-88) avaliando a cv. Vitória de Verão com a aplicação de seis doses de composto orgânico (0; 40; 80; 120; 160 e 200 m³/ha) verificaram que os teores de N foliar aumentaram (25,0 a 30,0 g/kg) com a elevação das doses de composto, no entanto, os valores não atingiram os de plantas bem nutridas. Obtendo-se também aumentos lineares de massa média da matéria fresca e seca e no diâmetro da planta.

2.5 Interações entre adubação orgânica e mineral

A aplicação de compostos orgânicos ao solo continua sendo uma prática comum em pequenas propriedades rurais. Entretanto, pouco se conhece a respeito das quantidades a aplicar, isoladas ou associadas a elementos minerais, que permitam a obtenção de rendimentos satisfatórios. Essas quantidades variam, provavelmente, dentre outros fatores, com as propriedades físico-químicas do solo, natureza do material orgânico, condições de mineralização e espécie vegetal.

No cultivo de alface é comum a aplicação de doses altas de adubos orgânicos e minerais para atender a demanda de nutrientes disponível no curto período entre o transplante e a colheita. Por isso, pesquisas que estudem a interação entre doses e fontes (orgânicas e minerais) podem eliminar desperdícios e evitar efeitos fitotóxicos, pois se sabe que doses muito altas de adubos desbalanceiam as relações entre nutrientes e salinizam o solo (RODRIGUES, 1995, 164p.).

Segundo Rodrigues (1995, 164p.) o enriquecimento da pilha de compostagem com N e P é uma alternativa para diminuir doses e adequar relações entre nutrientes. Pode observar que o enriquecimento do composto tornou possível a utilização de doses três vezes menores com a manutenção, no solo, de teores de amônio, nitrato e fósforo estatisticamente iguais aos veiculados pelo composto orgânico, bem como teores de potássio iguais aos veiculados pela



adubação mineral, evitando teores muito altos de potássio trocável no solo. Os teores baixos de P limitaram a produtividade das plantas com a fonte mineral e os teores baixos de N, a produtividade das plantas com as fontes orgânicas. Verificando-se que o enriquecimento do composto orgânico permite viabilizar reduções de doses e otimizar teores de nutrientes para a nutrição de alface.

Rodrigues (1990, 60p.) avaliando os efeitos da aplicação de composto orgânico associado à adubação mineral no crescimento de alface, pode observar um aumento na produtividade com as doses de composto orgânico em 38,84; 17,46 e 11,08 t/ha nos três níveis de adubo mineral, sendo que acima destes níveis ocorreram diminuições nas massas das plantas. O composto orgânico promoveu no tecido das plantas aumentos menores de N do que o adubo mineral.

Santos, R. (1993, 114p.) ao avaliar o efeito de doses de composto orgânico na presença e na ausência de adubo mineral, observou-se que a aplicação de doses crescentes de composto orgânico produziu plantas com maior massa da matéria fresca e seca e com menores perdas de peso pós-colheita; entretanto, reduziu os teores de matéria seca, de carboidratos solúveis e de vitamina C na matéria fresca, além de as plantas apresentarem sabor menos típico. A aplicação de adubo mineral não incrementou a produção das plantas, apresentando maiores teores de água e menores teores de carboidratos solúveis nos tecidos, além de aumentarem a pungência e reduzir a turgidez das plantas. O que foi novamente comprovado por Santos, R. (1994, p.29-32).

Em função de uma adubação organo-mineral, observou-se que doses de composto orgânico promoveram aumentos menos acentuados que a adubação mineral nas concentrações foliares de N, elevaram as concentrações de P, K e Na e diminuíram as de Ca, demonstrando



que doses altas de adubos orgânicos provocam excesso de cátions monovalentes, prejudicando a absorção do Ca (RODRIGUES & CASALI, 1999, p.125-128).

A cultura de alface situa-se entre as hortaliças de grande exigência nas características químicas e físicas do solo, e, sendo assim, a fertilização constitui uma das práticas agrícolas mais exigidas, de maior retorno, mas, sem dúvida uma das mais caras. Nesse sentido a utilização de adubos orgânicos vem-se tornando uma opção para reduzir as quantidades de fertilizantes minerais a serem aplicadas.

2.6 Fontes e doses de nitrogênio

Da quantidade total de nitrogênio encontrado no solo, 95% está na forma orgânica, geralmente protéica, praticamente não assimilável pelas plantas, sendo necessário que ocorra a mineralização pelos microrganismos (MURAYAMA, 1983b, p.29-34). Deste processo resulta a liberação de NH_4^+ (amônia) que é oxidado por bactérias autotróficas dando primeiro nitrito e depois nitrato, sendo que, o N nítrico é a forma predominantemente absorvida pela planta nas condições naturais. Os 5% restantes encontram-se na forma amoniacal (NH_4) e nítrica (NO_3) podendo ser aproveitados pelas plantas (MALAVOLTA, 1985, p.97-114).

A pequena quantidade ou a variabilidade do nitrogênio mineral no solo é devido às condições de drenagem, topografia, textura do solo, práticas culturais e estações do ano; ou seja, o nitrogênio mineral- amoniacal (NH_4^+) e nítrico (NO_3) não permanecem no solo por longo tempo, pois, logo é absorvido, lavado ou perdido na atmosfera por desnitrificação, por isso quando aplicado é recomendada a aplicação parcelada (KIEHL, 1985, 492p.). Portanto, não há outra maneira de se armazenar no solo este nutriente a não ser na forma orgânica.

O nitrogênio como um nutriente essencial para as plantas é encontrado nos adubos orgânicos, como: esterco de galinha, esterco de curral, dejetos suínos, tortas, em adubos



verdes (preferencialmente as leguminosas), lodo de esgoto, azola e leucena (MALAVOLTA, 1985, p.97-114). Para tanto, na montagem da pilha de compostagem, a quantidade dos materiais é dosada para proporcionar a relação C/N de 30/1 (MIYASHITA et al., 2001, 48p.). É o nitrogênio que regula a velocidade de decomposição e a atividade microbiana; se o material energético, na forma de matéria orgânica ativa e capaz de estimular a atividade microbiana, contiver menos de 1,2% de nitrogênio e uma relação C/N alta, pode-se esperar que a imobilização do nitrogênio mineral do solo será maior que a mineralização, e o processo de decomposição será lento. Quando o nitrogênio é insuficiente os microrganismos usam o nitrato ou o amônio do solo para formar proteínas; a produção de húmus será menor nesse caso (KIEHL, 1985, 492p.).

O nitrogênio também pode ser obtido como fertilizante nitrogenado mineral produzido pelo homem, tendo como intermediário chave no processo a amônia, que resultará em várias fontes minerais de nitrogênio, como: nitrato de amônio, nitrato de sódio, nitrofosfato, nitrocálcio, uréia, sulfato de amônio, fosfato de amônio e adubos nitrogenados líquidos (COUTINHO et al., 1990, p.85-101).

Outros adubos nitrogenados são tão bons quantos os demais, mas são menos citados didaticamente devido ser utilizado em menor escala pelos agricultores, são eles: salitre da Noruega, salitre de Leuna, calciocianamida (MURAYAMA, 1983b, p.29-34).

Um dos grandes méritos dos fertilizantes orgânicos é o de possuírem seu nitrogênio em forma orgânica, não sujeita a perdas intensas por lixiviação, como acontece com o nitrogênio dos fertilizantes minerais. Aplicado no solo, o nitrogênio vai sendo liberado aos poucos à medida que o material completa sua decomposição, garantindo um suprimento mais uniforme e prolongado do nutriente às plantas (KIEHL, 1985, 492p.).



Rodrigues & Wielemaker (2000, p.812-813) avaliaram três fontes de adubação orgânica (cama de frango semi decomposta, composto convencional e composto enriquecido com fosfato de Gafsa e uréia) no suprimento de N e no desenvolvimento da cultura de alface nas condições de clima e solo de Dourados-MS. Concluíram que, as três fontes de adubação elevaram as concentrações e os conteúdos de N nos tecidos das plantas, indicando que os adubos orgânicos podem suprir a exigência dessa cultura quanto ao nutriente.

De acordo com Santos, M. et al. (2004, p.422) na cultura de alface a maior dose de nitrogênio (130 kg/ha) resultou nas maiores concentrações de N, Zn e Mn e para menor dose (100 kg/ha) o melhor resultado foi para o Ca, Mg e Cu. Entretanto, a maior concentração de N foi obtida com a fonte de sulfato de amônio.

Entretanto, não há concordância quanto à melhor fonte e dose de N para a cultura de alface. Couto & Branco (1963, p.5-11) afirmam que as melhores fontes de N são, em ordem de importância: salitre do Chile, uréia e sulfato de amônio, aplicado em 100 kg/ha. Adams citado por Pereira et al. (1989, p.647-654) obteve melhores resultados com a aplicação de uréia (23 a 35 g/m²) quando comparado com nitrocálcio (20 a 30 g/m²). Filgueira (2000a, p.289-295) relata que a alface por ser uma hortaliça cujas folhas constituem a parte utilizável, a aplicação de 70 a 90 kg/ha de N parcelados em três coberturas quinzenalmente, proporciona uma boa produtividade.

Segundo Filgueira (2000b, p.40-62) o fornecimento de doses adequadas de N favorece o crescimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura. Já em excesso, pode ocasionar a queima das folhas, em plantas novas; aumentar a suscetibilidade da planta a certas doenças fúngicas e bacterianas; promover crescimento vegetativo exagerado; tornar os tecidos mais frágeis e sujeitos a danos mecânicos; dificultar a absorção de outros nutrientes; prolongar o ciclo cultural, retardando a



colheita; e prejudicar a qualidade de certos produtos. E a carência é manifestada pela coloração verde-clara da planta ou pela clorose nas folhas baixas. Quando da sua falta, as folhas mais velhas tornam-se amareladas e desprendem-se facilmente. Quando em excesso, ou aplicado tardiamente, prejudica a formação da “cabeça” (GOTO, 1998, p.137-159).

Para Malavolta et al. (1974, p.488-492) quando aplicado coerentemente, o nitrogênio é o nutriente que promove maior aumento na produtividade e na massa média da cabeça.

Albuquerque Neto et al. (2005) avaliando doses de nitrogênio (100, 150 e 250 kg/ha) na produtividade de linhagens experimentais de alface, pode observar que a massa verde da planta aumentou significativamente (300 a 600g) nas maiores doses aplicadas. Sendo que, algumas linhagens responderam de forma quadrática e outras lineares.

Santos, F. et al. (2005) puderam observar o desenvolvimento e a produtividade de alface em São Luís (MA) quando da aplicação de 120 kg/ha de N utilizando-se o salitre do Chile, uréia e sulfato de amônio em dosagens única e fracionada em duas e três partes iguais. Concluindo que a utilização de nitrogênio no cultivo de alface promoveu e resultou maior rendimento, sendo que, o sulfato de amônio e a uréia parcelada em três vezes, proporcionaram as maiores massas e produtividades, que foram de 85,12; 81,68g/pl e 13,62; 13,07 t/ha, respectivamente. Enquanto que a uréia em dose única promoveu 60,30g/pl e 9,65 t/ha.

Além de o nitrogênio ser o fator nutricional que mais afeta o crescimento vegetativo, este causa uma desordem na nutrição cálcica, pois, o estímulo ao crescimento dado pelo nitrogênio cria uma demanda por cálcio que não pode ser suprida pelo cálcio da solução do solo. Além do mais, há evidências de que o nitrogênio reduz o crescimento radicular ao mesmo tempo em que acelera o da parte aérea, podendo restringir a absorção de



cálcio, que está confinada à ponta das raízes e depende da existência de raízes jovens não suberizadas (SHEAR, 1975 citado por MARTINEZ, 1988, p.112-136).

Para tanto, os níveis adequados de nitrogênio para alface estão entre 30 a 50 g/kg (GARCIA et al., 1982, p.349-362; TRANI & RAIJ, 1997, p.155-185).

Rodrigues & Casali (1998, p.437-449) observaram teores de N em onze cultivares de alface entre 17,0 e 32,0 g/kg quando adubadas com composto orgânico (35,6 t/ha) e 38,0 a 54,0 g/kg quando da utilização de adubo mineral.

Alvarenga et al. (2003, p.1569-1575) observam que aumentos de produção podem ser alcançados com doses de nitrogênio superiores a 240 kg/ha parceladas em quantidades menores no início e maiores no final do ciclo de alface, entretanto, o teor desse nutriente nas folhas aumentou de maneira uniforme até aos 21 dias após o transplante (46,4 g/kg) com decréscimo uniforme até o final do ciclo, aos 56 dias após o transplante (33,4 g/kg).

Outro aspecto a considerar é que o fornecimento excessivo de nitrogênio - independente de a fonte ser mineral ou orgânica, embora possa promover bom desenvolvimento vegetativo, poderá ser prejudicial à qualidade nutricional de alface, devido ao acúmulo de nitrato nas folhas, o que pode causar problemas à saúde humana se ingerido em excesso (MAYNARD et al., 1976 citado por KATAYAMA, 1990, p.141-147).

Rodrigues (1990, 60p.) revela que a elevação dos níveis de nitrato em folhas de alface está relacionada, principalmente, com a diminuição da intensidade luminosa e aumentos na disponibilidade de nitrogênio solúvel no solo. Temperli et al. (1983) citado por este autor, concluíram que plantas de alface adubadas pelo sistema convencional e orgânico, obtiveram concentrações menores de nitrato no verão e maiores no outono e inverno.

Por fim, a alface é uma hortaliça folhosa muito consumida no país, e apresenta grande resposta à adubação nitrogenada e a altos teores de água no solo, além de possuir grande potencial de produção quando associados a adubos orgânicos.

2.7 Leitura SPAD

Sofisticadas usinas de energia, com o poder de sintetizar alimento a partir do sol, as folhas alimentam toda forma de vida em nosso planeta. Sua cor verde vem da clorofila, que através da fotossíntese produz glicose, absorve o gás carbônico da atmosfera e libera o oxigênio, fundamental para a sobrevivência de todas as espécies. A presença de clorofila nas folhas lhes dá sua característica cor verde. É o poder de nutrir do vegetal, no entanto, que determina a intensidade da cor (WHATLEY & WHATLEY, 1982, 101p.).

Quanto mais escuro e vibrante o tom de verde, mais elevado será o teor de betacaroteno, vitamina C, cálcio, ferro, magnésio e potássio que a folha contém. A alface romana, por exemplo, apresenta oito vezes mais betacaroteno e seis vezes mais vitamina C do que a alface comum, de folhas mais claras (LUBICZ, 2005).

É do conhecimento da literatura e da prática, a importância do nitrogênio na produtividade da alface, sendo o segundo macronutriente quanto à quantidade extraída. A observação de certos sintomas quanto sua aplicação adequada, seu excesso ou sua carência é de suma importância, como por exemplo, na avaliação prática a observação de coloração verde-clara da planta ou pela clorose nas folhas baixas que é caracterizada pela sua carência no solo. Tal fato está relacionado à função estrutural do nitrogênio na molécula de clorofila. Dessa forma, na falta do nitrogênio fornecida via solo, a planta degrada a molécula de clorofila, retranslocando o N para regiões de crescimento ativo (FILGUEIRA, 2000b, p.40-62).



Segundo Malavolta (1985, p.97-114) o nitrogênio em nível adequado para cada cultura produz uma cor verde escura nas folhas, devido a uma alta concentração de clorofila. A deficiência de nitrogênio provoca uma diminuição da clorofila causando clorose (amarelecimento) das folhas, que começa primeiro nas folhas mais velhas, e então aparecem nas folhas jovens, a medida que a deficiência torna-se mais severa.

Argenta (2001a, p.158-167) relata que o teor de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com teor de N na planta. Essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas ser integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos.

Silveira et al. (2003, p.1083-1087) avaliaram o uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro, observaram que a produtividade e as leituras aumentaram com o aumento da dose de N, demonstrando a eficácia do instrumento como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro.

Carvalho et al. (2003, p.445-450) também pode comprovar que a concentração de clorofila correlacionou-se positivamente com o teor de N nas folhas e com a produtividade de grãos, e a utilização de um medidor portátil de clorofila mostrou-se promissor para avaliar o estado nutricional do nitrogênio no feijoeiro.

A relação entre o teor de N e o conteúdo de clorofila tem sido demonstrada em vários experimentos, para tanto é necessário métodos eficazes de análise.

Tradicionalmente, a determinação do teor de clorofila é realizada pela extração dos solutos foliares e posterior determinação espectrofotométrica, utilizando comprimentos de onda na região do vermelho do espectro de luz visível. A atividade fotossintética, o conteúdo



de proteínas solúveis, de N, macronutrientes e micronutrientes existentes nas folhas são variáveis e podem ser correlacionadas com o conteúdo de clorofila no tecido foliar (ARGENTA et al., 2001a, p.158-167).

Recentemente foi necessário o desenvolvimento do medidor portátil de clorofila da marca Minolta SPAD-502 (clorofilômetro), desenvolvido pela Minolta no Japão, que fornece leituras instantâneas, surgindo como nova ferramenta para avaliar o nível de N na planta. As leituras efetuadas por este equipamento indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila, situam-se na faixa do vermelho, em que a absorbância pela clorofila é alta - com pico em 650 nm - e não é afetada pelos carotenóides, e na do infravermelho, em que a absorbância é extremamente baixa - com pico em 940 nm (ARGENTA, 2001a, p.158-167).

As medidas são processadas e, no visor do clorofilômetro, é mostrado um valor denominado pela empresa fabricante do aparelho como SPAD (Soil Plant Analysis Development). No Brasil, este valor tem sido denominado como medida indireta de clorofila ou índice relativo de clorofila – IRC, que pode ser um indicativo da aplicação do N, desde que se conheça o IRC crítico abaixo do qual a planta estaria deficiente em N. (MALAVOLTA et al., 1997, 319p.).

Argenta et al. (2001b, p.715-722) citam vários autores que já avaliaram o medidor portátil de clorofila em diversas culturas, como: maçã (KAAKEH et al., 1992), algodão (EDMISTEN et al., 1992), pimentão (HARTZ et al., 1993), tomate (TENGA et al., 1989), sorgo (MARQUARDT & TIPTON, 1987), arroz (PENG et al., 1993; TURNER & JUND, 1991), trigo (BREDEMEIER, 1999; FOX et al., 1994; REEVES et al., 1993; FOLLET et al., 1992), aveia (BREDEMEIER, 1999), e em milho (ARGENTA et al., 1999; VARVEL et al.,

1997; WASKOM et al., 1996; BLACKEMER & SCHEPERS, 1995; SMEAL & ZHANG, 1994; PIEKIELEK & FOX, 1992).

Furlani, Jr. et al. (1996, p.171-175) concluíram que as correlações positivas entre as leituras e os níveis de N fornecidos e entre as leituras e os teores de N nas folhas o que indicavam, perspectivas favoráveis quanto ao uso do clorofilômetro (Minolta SPAD-501) para detectar deficiências de nitrogênio em feijoeiro.

Como o N é constituinte da molécula de clorofila, geralmente existe alta correlação entre o seu teor e a clorofila nas folhas do feijoeiro. Dessa forma, vários autores têm relatado a viabilidade de se utilizar a avaliação indireta de clorofila como indicativo do estado nutricional em relação ao N (FURLANI JR. et al., 1996, p.171-175; CARVALHO et al., 2003, p.445-450; SILVEIRA et al., 2003, p.1083-1087).

Guimarães et al. (1999, p.209-216) determinaram os teores de clorofila no limbo foliar de tomateiros submetidos a doses crescentes de nitrogênio. As concentrações de clorofila, avaliadas por meio de medidor portátil de clorofila SPAD-502 e por método convencional de laboratório aumentaram significativamente com o acréscimo nas doses de N, sendo que o método do medidor SPAD apresentou correlações maiores que as obtidas para o de laboratório, seja com a produção de matéria seca da parte aérea, seja com as formas de N analisadas. A estimativa das concentrações de clorofila nas folhas do tomateiro, expressas na forma padrão (CP), a partir das leituras obtidas no medidor SPAD, permitiu o ajuste de uma equação linear ($CP = -77,233 + 3,54725^{**} SPAD$ $R^2 = 0,766$).

Villas Bôas et al. (2004, p.28-34) avaliaram o efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface cv. Elisa, puderam comprovar através do clorofilômetro (unidade SPAD) diferenças significativas entre os tipos de compostos orgânicos, sendo que o de casca de eucalipto proporcionou menor valor (19,8) em relação à palha de feijão (21,6) e,

ambos, não diferiram da serragem de madeira (20,5). As plantas desenvolvidas com composto de palha de feijão apresentaram coloração verde mais intensa, o que reflete melhor o estado nutricional, principalmente, quanto ao nitrogênio. Sendo que, o uso de palha de feijão aos 35 e 56 d.a.t revelou o valor de 33 e 23 unidades SPAD, respectivamente, o que demonstra um decréscimo dos teores de clorofila na planta, significando que este composto não conseguiu manter o mesmo conteúdo nutricional ao longo do ciclo.

Segundo Argenta et al. (2001a, p.158-167) em plantas de milho, a concentração de N, de clorofila e as leituras fornecidas pelo SPAD-502 estão positivamente correlacionadas, exceto nos estádios iniciais de desenvolvimento em que a leitura realizada com o SPAD tem sua precisão reduzida. Em situações em que a disponibilidade de N é grande, as leituras do SPAD-502 e o conteúdo de clorofila são pouco correlacionados, porque o potencial do sistema fotossintético já se encontra estabelecido e atuante na conversão de energia luminosa em energia química, e o excedente de N se encontra na forma de outros compostos de reserva.

Blackmer et al. (1993, p.2507-2516) observaram que fatores como disponibilidade de N, idade e teor de água na planta, densidade de planta, cultivar, disponibilidade de outros nutrientes, estresse ambiental ou fatores biótipos, podem afetar as medições de intensidade da cor verde da folha pelo medidor portátil.

Segundo Argenta et al., (1999, p.44-49) para se utilizar o aparelho exige-se algumas condições, como: a única variável influenciando o teor de clorofila deve ser o N foliar, já a cultivar, tipo e idade da folha também podem influenciar a tonalidade e, portanto, as leituras devem ser padronizadas usando-se folhas com concentrações conhecidas de N.

Por se tratar de uma técnica nova, o clorofilômetro apresenta limitações, tais como: pouca amplitude entre as leituras, influência sobre as leituras de outros fatores além do N e, especificamente para o milho, apresentação de baixa correlação com rendimento de grãos



nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta. Estas limitações estão sendo corrigidas ou minimizadas através da utilização de fatores de correção como o uso de faixa de referência, o peso específico da folha, a área foliar e de massa seca da planta. Apesar das limitações apresentadas, a utilização do parâmetro teor de clorofila da folha apresenta grande potencial como indicador para a recomendação de adubação nitrogenada em cereais, principalmente se associado a indicadores de solo (ARGENTA et al., 2001b, p.715-722).

As leituras realizadas através do clorofilômetro, além de estimar com boa precisão o teor indireto de clorofila nas folhas, também têm a vantagem de maior rapidez, menor custo e de não implicar em destruição das folhas.



3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

A pesquisa foi desenvolvida em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP, Campus de Ilha Solteira-SP. Localizada geograficamente, a 20°22' de latitude sul e 51°22' de longitude oeste e numa altitude média de 326 m.

Segundo a classificação de Köeppen, a região possui um clima do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995, 45p.).

O solo no local de instalação do experimento é classificado como Argissolo Vermelho, eutrófico, abrupto, A Chernozêmico, de textura média/argilosa (segundo relatório do IPT (sd), citado por CARVALHO (1989, 46p.).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química do solo da área experimental para fins de fertilidade, efetuados antes do início do experimento, em julho de 2004, realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências do Solo e Engenharia Rural da FEIS/UNESP de Ilha Solteira (SP).



Tabela 1. Resultados da análise química do solo para fins de fertilidade da área experimental na camada de 0 a 0,2 m. Ilha Solteira (SP). 2004.

P resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC	V
(mg.dm ⁻³)	(g.dm ⁻³)	(CaCl ₂)	mmolc.dm ⁻³							(%)
90	20	5,7	3,5	81	11	22	0	95,7	117,7	81

3.2 Caracterização do experimento

Os tratamentos foram composto por quatro doses de composto orgânico (0- 4,0- 8,0 e 12,0 l/m²); quatro doses de nitrogênio (0- 22,5- 45,0- 90,0 kg/ha) e três cultivares de alface (Lucy Brown, Regina e Vera), com quatro repetições, totalizando 192 parcelas, sendo cada unidade experimental composta por uma área útil de 6 plantas (centrais).

O composto orgânico foi preparado obedecendo à proporção de cinco partes do material a ser decomposto (bagaço de cana e serragem de madeira) para uma parte do material estimulador da decomposição (esterco de curral). A preparação da pilha foi realizada segundo as recomendações de Fernandes (1994, 23p.). Este material foi aplicado a lanço no solo previamente preparado 9 dias antes (20/07/04) das mudas serem transplantadas para o canteiro.

Após a compostagem, o material foi previamente amostrado para fins de fertilidade e os resultados das análises químicas, realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da FEIS/UNESP de Ilha Solteira, tendo os seguintes resultados: P resina= 850 mg/dm³; M.O.= 214 g/dm³; pH CaCl₂= 6,8; K= 151 mmolc/dm³; Ca= 218 mmolc/dm³; Mg= 94 mmolc/dm³; H + Al= 16 mmolc/dm³; Al= 0 mmolc/dm³; SB=327,1 mmolc/dm³; CTC= 343,1 mmolc/dm³ e V= 95%; Cu (DTPA)= 2,8 mg/dm³; Fe (DTPA)= 54 mg/dm³; Mn (DTPA)=

25,2 mg/dm³; Zn (DTPA)= 12,5 mg/dm³; B (água quente)= 4,15 mg/dm³; S-SO₄⁻² (Ca (H₂PO₄))= 76 mg/dm³.

Para adubação nitrogenada utilizou-se como fonte de nitrogênio a uréia (0- 5,0- 10,0 e 20,0 g/m²) aplicada a lanço após 15 dias do transplante das mudas para o canteiro.

3.3 Caracterização das cultivares

As principais características das cultivares utilizadas no experimento, são:

- **Lucy Brown**: cultivar tipo americana, planta grande com folhas grossas dando ótima proteção à cabeça. Boa resistência ao pendoamento e excelente desempenho em cultivos de verão. Coração pequeno de coloração verde-clara com excelente compacidade e peso. Boa tolerância ao apodrecimento de cabeças, provocada por *Erwinia spp.* Possui características desejáveis tanto para a industrialização quanto para o consumo “in natura”. Ciclo de 60 dias após semeadura. Empresa produtora: Asgrow Vegetable Seeds (ASGROW, s.d.).

- **Regina**: cultivar tipo lisa, apresenta folhas lisas e espessas de coloração verde-clara, não forma cabeça. A colheita se inicia aos 60 a 65 dias após a semeadura. As plantas são tolerantes ao vírus do Mosaico Comum da Alface e o pendoamento precoce. Indicada para regiões quentes. Empresa produtora: Topseed Sementes Ltda (TOPSEED, s.d. p.17).

- **Vera**: cultivar tipo crespa, derivada da cultivar Verônica, porém apresentando maior resistência ao pendoamento precoce no cultivo de verão, do tipo solta crespa, apresentando folhas com coloração verde claro. Alto rendimento e uniformidade na produção. Empresa produtora: Agroflora Sakata (SAKATA AGROFLORA, 1997, p.3).



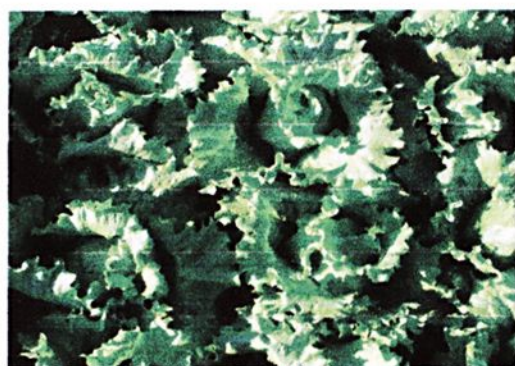
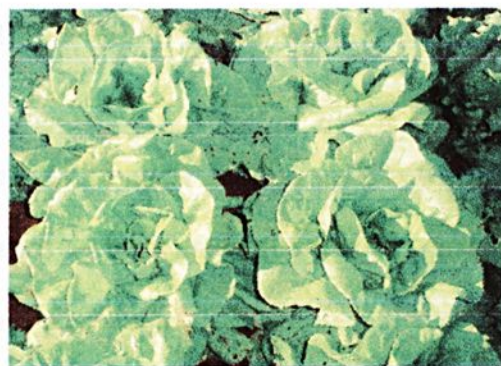
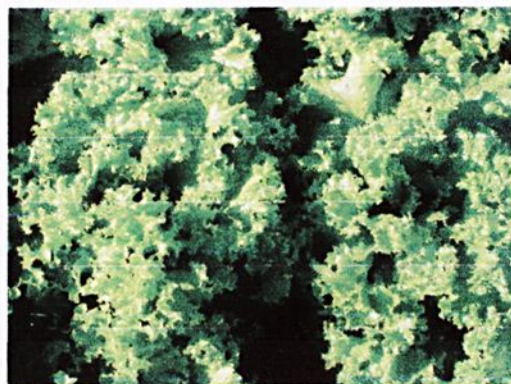
*Lucy Brown**Regina**Vera*

Figura 1. Cultivares de alface estudadas no experimento. Ilha Solteira (SP), 2004.

3.4 Implantação e condução do experimento

As mudas foram previamente preparadas em bandejas de poliestireno expandido (isopor) constituída de 288 células cada, com o substrato comercial – Plantmax. A semeadura das cultivares foi realizada em 06/07/04 e o transplântio em 29/07/04 (23 dias após a semeadura) no espaçamento entre linhas de 0,25 m e entre plantas de 0,20 m.

O solo da área experimental foi preparado através de enxada rotativa e procedeu-se a adubação preliminar com aplicação de 100 g/m² de Superfosfato Simples de acordo com recomendação do Boletim Técnico 100 (RAIJ, 1997, 285p.). Foram realizadas capinas manuais das plantas invasoras nos canteiros, para evitar a concorrência com a cultura e os tratamentos fitossanitários foram os recomendados à cultura.

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o de micro-aspersor, ligados quatro vezes ao dia (0,9 l/min).

A colheita das cultivares Regina e Vera foi efetuada 36 dias após o transplante (03/09/04) e da cultivar Lucy Brown 41 dias após o transplante (08/09/04), quando se observou, para cada cultivar, o estágio adequado para o consumo.



Figura 2. Visão geral das cultivares de alface nos canteiros. Ilha Solteira (SP), 2004.

3.5 Avaliações realizadas

Massa média de planta (g): obtida através do quociente entre a massa total e número de plantas.

Rendimento por dia (g): obtido pela produção da área experimental dividida pelo número de dias entre o transplante e a colheita.

Produtividade: quantificado através da massa total de plantas comerciais na parcela.

Teor de nitrogênio foliar: aos 29 dias após o transplante, foi coletada uma folha de cada planta da área útil (4), sendo as mais novas totalmente desenvolvidas a partir do ápice. Estas foram submetidas à estufa por um período de 48 horas, a aproximadamente 65°C,

para a obtenção da massa seca das folhas. Em laboratório, o material foi previamente preparado realizando-se a determinação de nitrogênio foliar pelo método Semi-micro-Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997, 319p.).

Leituras SPAD: utilizou-se o medidor portátil de clorofila (clorofilômetro) da marca Minolta SPAD-502, que faz leituras instantâneas. Os resultados estão apresentados em unidade SPAD. Foi amostrada a folha mais nova totalmente desenvolvida, média de quatro plantas úteis de cada parcela. Foram realizadas quatro leituras, a primeira em 13/08/04, antes da aplicação das doses de nitrogênio, e as demais em 18/08, 23/08 e 28/08; ou seja, aos 15, 20, 26 e 35 dias após o transplante (d.a.t), respectivamente, sempre efetuadas no período da tarde.

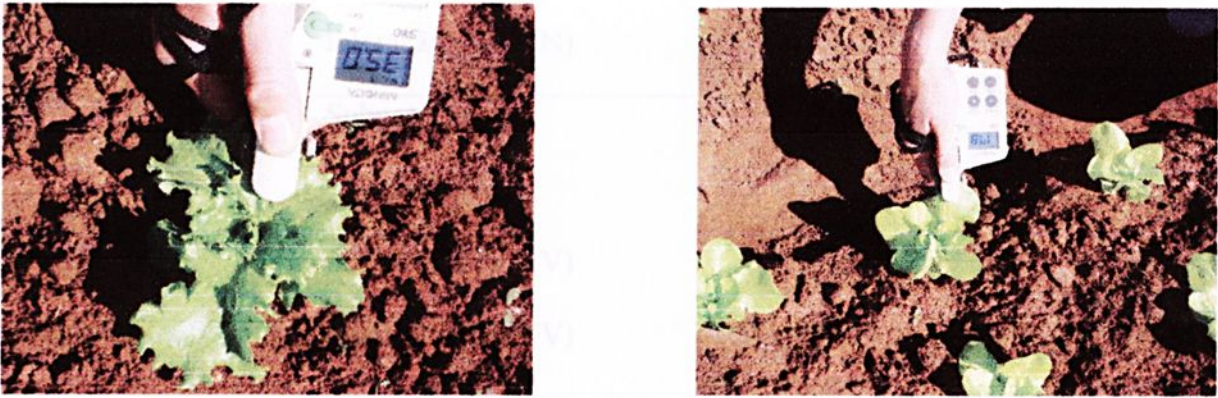


Figura 3. Leitura SPAD realizada na folha de alface através do aparelho Minolta SPAD-502. Ilha Solteira (SP), 2004.

3.6 Delineamento experimental e análise estatística

Foi adotado o delineamento de blocos casualizados, seguindo o esquema de parcelas sub-subdivididas, em esquema fatorial 4 x 4 x 3 com 4 repetições, como apresentado na Tabela 2.

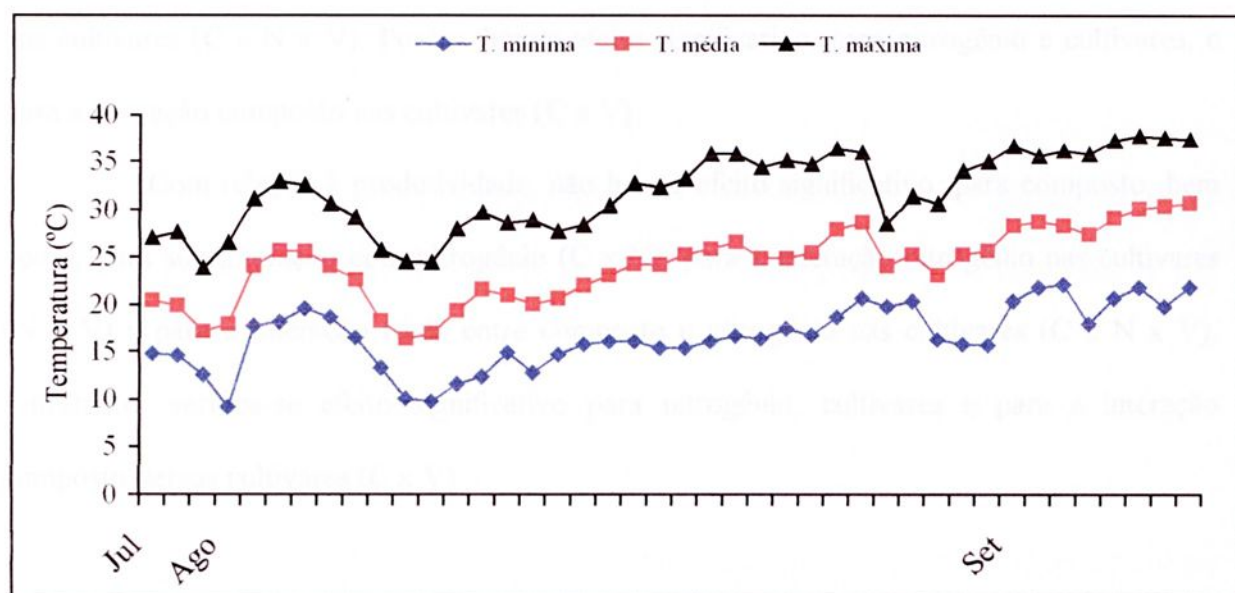
A análise estatística foi realizada pelo programa SANEST- Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores (Autores: Elio Paulo Zonta e Amauri Almeida Machado). Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F), e os efeitos dos tratamentos submetidos à regressão polinomial.

Tabela 2. Esquema de análise de variância proposto para o experimento.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L
Blocos	3
Composto (C)	3
Parcelas	15
Nitrogênio (N)	3
Interação (C) x (N)	9
Subparcelas	63
Variedade (V)	2
Interação (C) x (V)	6
Interação (N) x (V)	6
Interação (C) x (N) x (V)	18
TOTAL	191

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados meteorológicos de temperatura média, temperatura mínima e máxima média (°C), relativas à época de condução do experimento estão apresentados na Figura 4. As temperaturas ocorridas durante a condução do ensaio, situaram-se dentro da faixa considerada por Filgueira (1982, p.77-86) como favorável ao cultivo de alface.



Fonte: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Estação Agrometeorológica Automática (2005).

Figura 4. Temperatura média diária (mínima, média e máxima) em °C, registrada na região de Ilha Solteira-SP, no período de 29 de julho a 08 de setembro de 2004. Ilha Solteira (SP), 2004.

4.1 Análise de variância

Na Tabela 3 encontram-se os dados referentes aos parâmetros massa média, rendimento/dia e produtividade de alface em decorrência dos efeitos: doses de composto, doses de nitrogênio, cultivares e suas interações.

Verifica-se que para massa média, não houve efeito significativo para o composto, para as interações composto e nitrogênio ($C \times N$), nitrogênio nas cultivares ($N \times V$) e para interação tripla entre composto, nitrogênio nas cultivares ($C \times N \times V$). Entretanto, houve efeito significativo para nitrogênio, cultivares e para a interação das doses de composto nas cultivares ($C \times V$).

Para o parâmetro rendimento/dia, observa-se que não houve efeito significativo, para o efeito de composto, como para as interações entre composto e nitrogênio ($C \times N$); nitrogênio nas cultivares ($N \times V$) e os efeitos da interação tripla entre composto e nitrogênio nas cultivares ($C \times N \times V$). Porém, houve efeito significativo, para nitrogênio e cultivares, e para a interação composto nas cultivares ($C \times V$).

Com relação à produtividade, não houve efeito significativo, para composto, bem como, para sua interação com nitrogênio ($C \times N$), para a interação nitrogênio nas cultivares ($N \times V$) e para a interação tripla entre composto e nitrogênio nas cultivares ($C \times N \times V$). Entretanto, verifica-se efeito significativo para nitrogênio, cultivares e para a interação composto versus cultivares ($C \times V$).



Tabela 3. Análises de variância (valores em Q.M) dos efeitos doses de composto orgânico, doses de nitrogênio, cultivares e suas interações nos parâmetros: massa média, rendimento por dia e produtividade na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Causas de Variação	G.L.	Q.M		
		Massa Média	Rendimento/dia	Produtividade
Composto (C)	3	59341,6 ^{NS}	16229,54 ^{NS}	24013781,75 ^{NS}
Resíduo (A)	9	20771,33	5880,00	8347307,74
Nitrogênio (N)	3	8241,30*	2401,45**	3416657,68**
C x N	9	1246,82 ^{NS}	301,45 ^{NS}	470002,89 ^{NS}
Resíduo (B)	36	1221,83	333,94	476617,50
Variedade (V)	2	408234,41**	71544,36**	162860748,36**
C x V	6	5862,74**	1216,26*	2403782,27**
N x V	6	541,95 ^{NS}	166,49 ^{NS}	235825,58 ^{NS}
C x N x V	18	884,55 ^{NS}	223,84 ^{NS}	359099,11 ^{NS}
Resíduo (C)	96	1046,54	294,44	423374,03
C.V % (A)		20,56	20,94	20,63
C.V % (B)		9,97	9,98	9,86
C.V % (C)		15,99	16,23	16,09

*, ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

ns- não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de F.

Verifica-se na Tabela 4 as análises de variância para teor de nitrogênio foliar aos 29 dias após o transplante (d.a.t) e leitura SPAD aos 15, 20, 26 e 35 dias após o transplante (d.a.t). O parâmetro teor de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t foi significativo somente para o fator nitrogênio.

Com relação à leitura SPAD, observa-se que não houve efeito significativo aos 15, 20, 26 e 35 d.a.t (respectivamente, 1º, 2º, 3º e 4º leitura) para composto e para as interações de composto e nitrogênio (C x N); nitrogênio nas cultivares (N x V) e para a interação tripla entre composto e nitrogênio nas cultivares (C x N x V), o que também se observa para nitrogênio nas duas primeiras leituras (15 e 20 d.a.t), após este período, aos 26 e 35 d.a.t, houve efeito significativo para tal fator. Porém, houve efeito significativo, para as cultivares aos 15, 20, 26 e 35 d.a.t (1º, 2º, 3º e 4º leitura). Sendo que, a interação de composto nas

cultivares (C x V) aos 15 e 20 d.a.t teve efeito significativo, já aos 26 e 35 d.a.t, não se observa efeito significativo.

Tabela 4. Análises de variância (valores em Q.M) dos efeitos doses de composto orgânico, doses de nitrogênio, cultivares e suas interações nos parâmetros: teor de nitrogênio foliar (N. Foliar) aos 29 dias após o transplante (d.a.t) e leitura SPAD aos 15; 20; 26 e 35 dias após o transplante (d.a.t) na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Causas de Variação	G.L	Q.M				
		N. Foliar (29 d.a.t)	Leitura SPAD			
			15 d.a.t	20 d.a.t	26 d.a.t	35 d.a.t
Composto (C)	3	0,760 ^{NS}	16,62 ^{NS}	0,78 ^{NS}	2,49 ^{NS}	7,53 ^{NS}
Resíduo (A)	9	1,077	5,87	11,95	10,58	20,84
Nitrogênio (N)	3	6,836**	3,50 ^{NS}	18,46 ^{NS}	91,74**	30,20**
C x N	9	0,559 ^{NS}	2,14 ^{NS}	4,80 ^{NS}	13,97 ^{NS}	3,700 ^{NS}
Resíduo (B)	36	0,777	3,58	9,24	11,91	5,99
Variedade (V)	2	0,505 ^{NS}	5934,94**	6568,58**	7573,88**	6315,59**
C x V	6	0,190 ^{NS}	11,16**	18,95*	6,79 ^{NS}	12,08 ^{NS}
N x V	6	0,641 ^{NS}	1,38 ^{NS}	4,65 ^{NS}	10,78 ^{NS}	4,62 ^{NS}
C x N x V	18	0,505 ^{NS}	5,36 ^{NS}	4,03 ^{NS}	4,30 ^{NS}	4,91 ^{NS}
Resíduo (C)	96	0,423	3,37	6,82	8,36	7,52
C.V % (A)		4,97	3,22	4,14	3,33	5,35
C.V % (B)		8,44	5,04	7,28	7,07	5,74
C.V % (C)		10,80	8,47	10,84	10,26	11,14

*, ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

ns- não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de F.

4.2 Massa Média

Na Figura 5, observa-se que as massas médias das cultivares ajustaram-se a uma regressão linear crescente com o aumento nas doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, ou seja, quanto maior as doses aplicadas maior a massa média de plantas, entretanto as doses

utilizadas neste experimento não foram suficientes para propiciar o ponto de máxima massa de planta, provavelmente, estas doses estão dentro das indicadas por Adams citado por Pereira et al. (1989, p.647-654) e Albuquerque Neto et al. (2005) que são de 150 e 250 kg N/ha. Entretanto, Santos et al. (2005) verificaram que a aplicação de 120 kg/ha de N utilizando-se a uréia parcelada em três vezes proporcionou a maior massa (81,68 g) em relação a massa (60,30 g) quando da uréia em dose única.

Goto (1998, p.137-159) e Couto & Branco (1963, p.5-11) relatam que a aplicação de nitrogênio em forma de cobertura é altamente benéfica a cultura de alface por esta ser composta por folhas, o que promove maior incremento no crescimento vegetativo, conseqüentemente, na massa média das plantas.

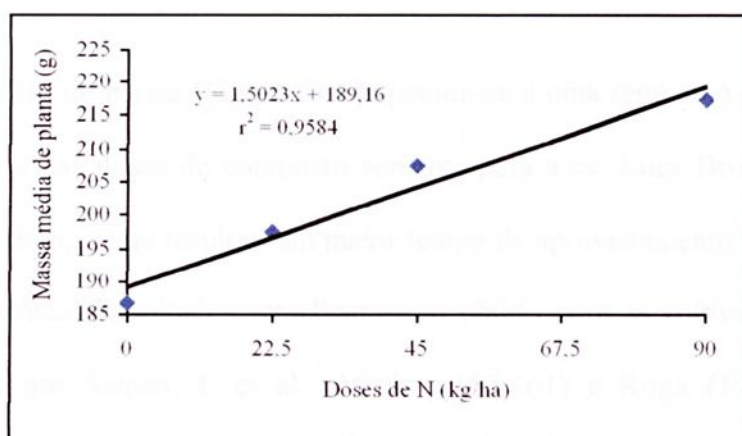


Figura 5. Massa média de planta (g) em função de doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Na Tabela 5, observa-se que a cv. Lucy Brown foi a que proporcionou maior massa média de planta dentro de cada dose de composto, seguida da cv. Regina e com menor massa a cv. Vera. Vidigal et al., (1995a, p.80-88) utilizando a cv. Vitória de Verão obtiveram massas de 202,2; 216,3; 230,3; 244,4; 258,4 e 272,4 g/pl. quando utilizaram as doses de 0; 4,0; 8,0; 12,0; 16,0 e 20,0 l/m² de composto.

Castro & Ferraz Jr. (1998, p.65-68) relatam que aumentos de 35% nas produções de massa fresca foram obtidas com composto orgânico de lodo de esgoto e leucena correspondente a 10 g/dm³, provavelmente devido aos teores de N elevado, com conseqüente menores relações C/N, o que favorece a mineralização do nitrogênio tornando-o mais disponível para a planta.

Tabela 5. Massa média de planta (g) em função das doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Doses de composto (l/m ²)			
	0	4,0	8,0	12,0
Lucy Brown	216,19 a	282,08 a	333,06 a	334,21 a
Vera	104,42 c	132,21 c	153,75 c	158,03 c
Regina	142,65 b	180,82 b	181,60 b	208,59 b

DMS 5% - 27,20

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As médias de massa (Figura 6) adequaram-se a uma regressão linear crescente em função do aumento das doses de composto somente para a cv. Lucy Brown, provavelmente devido seu maior ciclo, o que resultou em maior tempo de aproveitamento nutricional advindo do composto orgânico. Resultados semelhantes ao obtido com as cultivares Regina e Vera foram verificados por Santos, I. et al. (1998, p.157-161) e Koga (1999, 59p.) quando avaliaram diferentes tipos de composto, obtendo-se uma massa média de 203,5 e 151,4 g/pl., respectivamente, entretanto a cv. Regina quando da aplicação de 30,0 t/ha de composto de lixo urbano proporcionou valores superiores a 330,0 g/pl. (COSTA et al., 2001, p.10-16) e quando utilizou-se 35,6 t/ha de composto de palha de milho seca e esterco bovino proporcionou valores inferiores a 74,0 g/pl. (RODRIGUES & CASALI, 1998, p.437-449).

A cultivar americana Lucy Brown proporcionou neste trabalho massas inferiores às obtidas por cultivares do mesmo grupo para as condições dos municípios de Minas Gerais que foram de 899,9 a 1075,5 g/pl. (YURI, 2000, 51p.; YURI et al., 2004, p.249-252; YURI et

al., 2005). Variações entre as massas das cultivares também foram observadas por Santos, I. et al. (1998, p.157-161) quando da aplicação de 35,0 t/ha de composto de lixo urbano no comportamento de dez cultivares de alface (122,6 a 225,8 g/pl.) e Rodrigues & Casali (1998, p.437-449) aplicando-se 35,6 t/ha de composto preparado de palha de milho seca e esterco bovino em onze cultivares de alface (52,0 a 91,0 g/pl.).

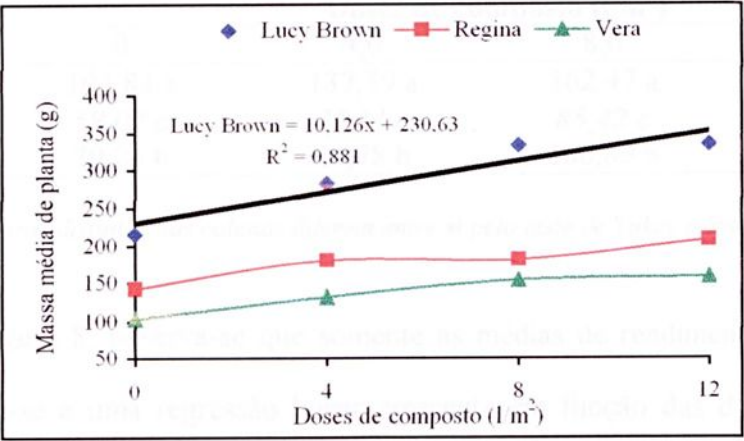


Figura 6. Massa média de planta (g) em função de doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura, nas cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

4.3 Rendimento/dia

As médias de rendimento/dia das cultivares (Figura 7) ajustaram-se a uma regressão linear crescente com o aumento nas doses de nitrogênio.

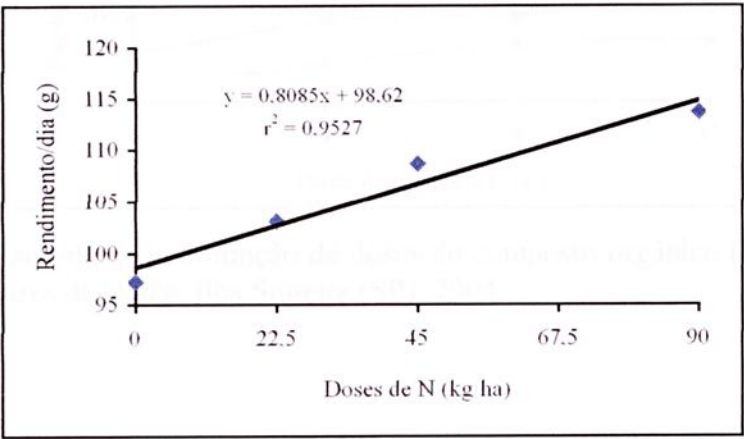


Figura 7. Rendimento/dia de planta (g) em função de doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Na comparação das cultivares dentro de doses de composto (Tabela 6) nota-se que o rendimento/dia foi maior para a cv. Lucy Brown em todas as doses de composto, seguida da cv. Regina e com menor rendimento/dia a cv. Vera.

Tabela 6. Rendimento/dia (g) em função de cultivar dentro de doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Doses de composto (l/m^2)			
	0	4,0	8,0	12,0
Lucy Brown	104,84 a	137,59 a	162,47 a	163,03 a
Vera	58,02 c	73,34 c	85,42 c	87,78 c
Regina	79,24 b	99,78 b	100,89 b	115,89 b

DMS 5% -14,43 g

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela Figura 8, observa-se que somente as médias de rendimento/dia da cv. Lucy Brown adequaram-se a uma regressão linear crescente em função das doses de composto, demonstrando ter esta cultivar maior resposta de ganho de massa com o aumento nas doses de composto.

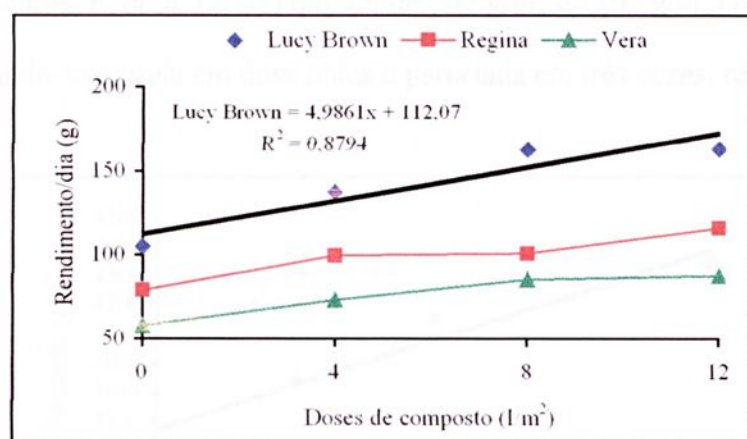


Figura 8. Rendimento/dia (g) em função de doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura e cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

4.4 Produtividade

As médias de produtividade das cultivares ajustaram-se a uma regressão linear crescente com as doses de nitrogênio (Figura 9), demonstrando que a dose adequada deve ser superior às recomendadas por Filgueira (2000a, p.289-295) de 70-90 kg N/ha e provavelmente dentro das indicadas por Couto & Branco (1963, p.5-11) de 80-160 kg N/ha. Entretanto, Alvarenga et al. (2003, p.1569-1575) afirmam que o nitrogênio pode ser aplicado em doses até 240 kg/ha que proporcionará respostas positivas de aumento na produção. Para tanto, Santos, F. et.al. (2005) relatam que a utilização de nitrogênio promove um aumento de até 54,33% na produtividade, quando a uréia é parcelada em três vezes.

A maior resposta encontrada neste trabalho pode ter sido efeito da ação do nitrogênio na relação C/N, sendo que, a utilização de 90 kg/ha de N neste, promoveu uma produtividade (4041 g/m^2) semelhante ao encontrado por Vidigal et al. (1997, p.35-39) quando utilizaram 60 kg de N na forma de uréia e uma maior produtividade em relação ao encontrado por Santos, F. et al. (2005) que foi de 965 g/m^2 e 1307 g/m^2 com aplicação de 120 kg/ha de N utilizando-se a uréia em dose única e parcelada em três vezes, respectivamente.

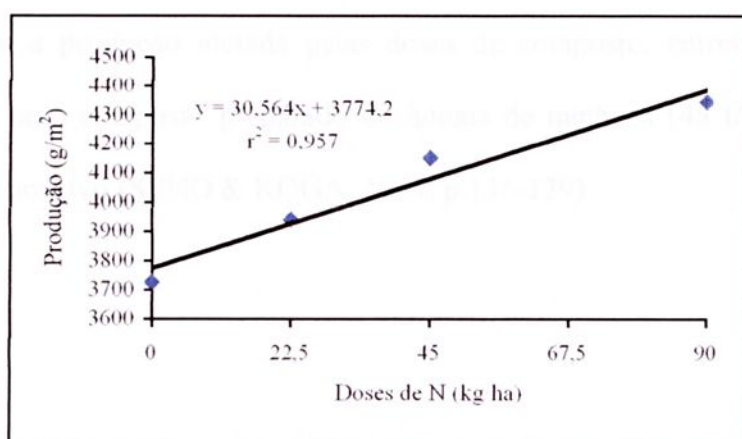


Figura 9. Produção (g/m^2) em função de doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Na interação das cultivares dentro de doses de composto orgânico (Tabela 7) nota-se que a cv. Lucy Brown proporciona valores superiores na produtividade, seguida da cv. Regina e com menor produtividade a cv. Vera. Essa produtividade variou de 4298 a 6684 g/m² semelhante às obtidas por Vidigal et al. (1995a, p.80-88) que foi de 6720 g/m². A cv. Regina teve uma variação na produtividade (2853 a 4171 g/m²) que se assemelha aos obtidos por Vidigal et al. (1997, p.35-39) com cultivar do mesmo grupo (folhas lisas) que foi de 3397 a 4525 g/m².

Tabela 7. Produção (g/m²) em função das doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Doses de composto (l/m ²)			
	0	4,0	8,0	12,0
Lucy Brown	4298,9 a	5641,6 a	6661,4 a	6684,3 a
Vera	2088,5 c	2640,5 c	3075,0 c	3160,4 c
Regina	2853,1 b	3591,6 b	3632,3 b	4171,8 b

DMS 5% - 547,2

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela Figura 10, observa-se que somente as médias da cv. Lucy Brown adequaram a uma regressão linear crescente em função das doses de composto, o que pode ser justificado pelo maior ciclo, maior massa média de planta e maior rendimento/dia. As cultivares Regina e Vera não tiveram a produção afetada pelas doses de composto, entretanto, a cv. Regina quando cultivada com composto preparado de húmus de minhoca (45 t/ha) apresentou um rendimento linear positivo (SENO & KOGA, 1993, p.135-139).

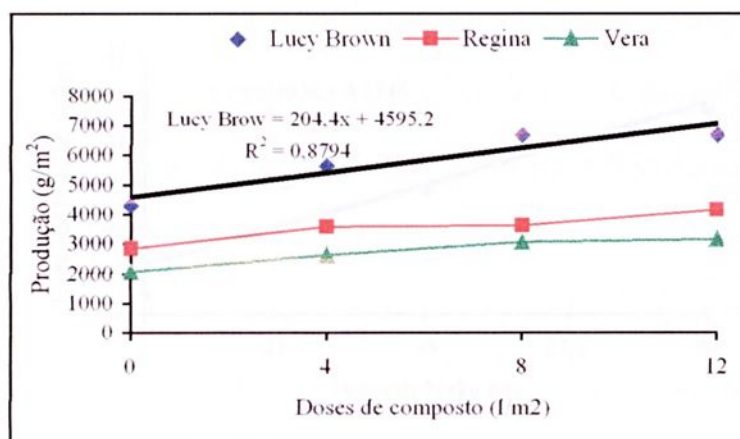


Figura 10. Produção (g/m²) em função de doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura e cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

4.5 Teor de nitrogênio foliar (29 d.a.t)

As médias dos teores de nitrogênio foliar das cultivares aos 29 d.a.t ajustaram-se a uma regressão linear crescente (Figura 11) com as doses de nitrogênio. Apesar deste comportamento, verifica-se que os teores de nitrogênio encontram-se dentro do nível considerado adequado para alface que é de 30-50 g/kg (GARCIA et al., 1982, p.349-362; TRANI & RAIJ, 1997, p.155-185) e estão de acordo com os encontrados por Rodrigues & Casali (1998, p.437-449) e Alvarenga et al. (2003, p.1569-1575) que relatam um aumento uniforme no teor de N até os 21 d.a.t e posteriormente um decréscimo até o final do ciclo, porém são superiores aos verificados por Castro & Ferraz Jr. (1998, p.65-68) que foi de 19,0 g/kg.

Também se pode verificar que os níveis existentes no solo já eram altos, pois na dose zero, a concentração foi satisfatória (38,7 g/kg). Todavia, a resposta linear à aplicação de N significa que a planta ainda poderia responder ao incremento desse nutriente.

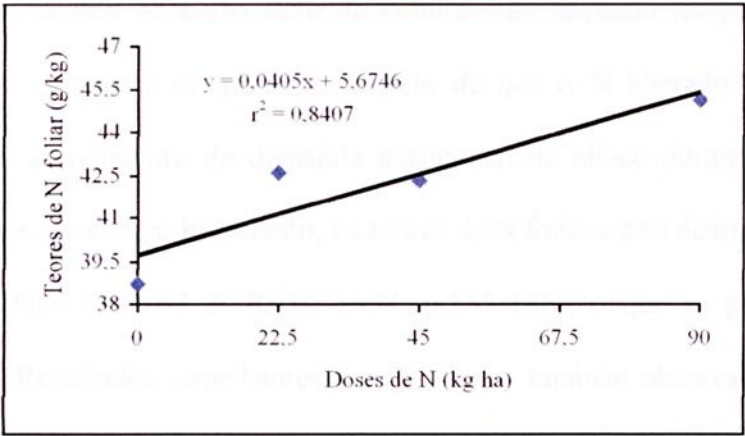


Figura 11. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Pela Tabela 8, observa-se que os teores de nitrogênio nas folhas das cultivares Lucy Brown, Regina e Vera não diferiram entre si. Entretanto, a cultivar americana – Lucy Brown proporcionou valores semelhantes a uma cultivar do mesmo grupo (Great Lakes) nas condições de clima e solo de Dourados- MS (RODRIGUES & WIELEMAKER, 2000, p.812-813) e valores superiores aos encontrados por Rodrigues & Casali (1998, p.437-449) em cultivares do mesmo grupo.

A cv. Regina proporcionou teores superiores ao encontrado por Rodrigues & Casali (1998, p.437-449) que verificou um teor de 34 g/kg.

Tabela 8. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Teores de N-total (g/kg)
Lucy Brown	41,50 a
Vera	42,61 a
Regina	42,44 a

DMS 5%= 0,27380

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tuckey, a 5% de probabilidade.

Quanto ao teor de nitrogênio foliar das cultivares em decorrência da aplicação de doses de composto (Figura 12), as médias não se ajustaram a qualquer equação. Este fato

pode ser explicado devido ao curto ciclo da cultura, não havendo tempo suficiente para o aproveitamento do composto ou pode ser indício de que o N liberado pelo composto foi insuficiente para o atendimento da demanda nutricional de alface durante o curto período entre o transplante e a colheita. Entretanto, os teores de N foliar estão dentro dos considerados adequados para alface (TRANI & RAIJ, 1997, p.155-185), o que se pressupõe uma boa condição do solo. Resultados semelhantes a estes, foram também observados por Nakagawa et al. (1992, p.173-180) e Rodrigues & Casali (1998, p.437-449; 1999, p.125-128).

Entretanto, vários autores verificaram aumentos nas concentrações e nos conteúdos de N foliar de alface quando utilizaram fontes de adubação orgânica, como cama de frango semi decomposta, composto convencional e composto enriquecido com uréia (RODRIGUES & WIELEMAKER, 2000, p.812-813) e com a aplicação dos adubos orgânicos lodo de esgoto, leucena, azola e esterco de galinha (CASTRO & FERRAZ JR., 1998, p.65-68) e com a aplicação de doses de composto convencional até 20 l/m² (VIDIGAL et al. 1995a, p.80-88), porém estes valores não atingiram os de plantas bem nutridas.

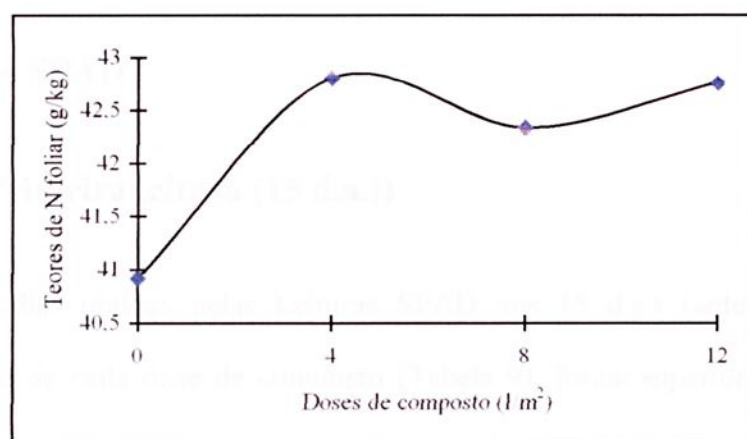


Figura 12. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em função das doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Apesar de não ter havido interação significativa de doses de nitrogênio e composto orgânico no teor de N foliar aos 29 d.a.t, podemos observar pela Figura 13 o comportamento deste dentro das doses de composto. Verifica-se que houve uma tendência de maior teor de N foliar em função do aumento nas doses de N em cobertura, quanto maior a dose de composto aplicado no plantio.

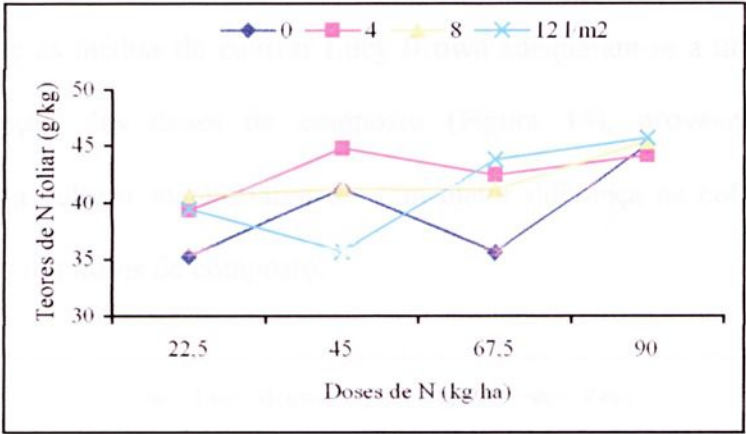


Figura 13. Teores de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t (g/kg) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) dentro das doses de composto orgânico (l/m²), na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

4.6 Leituras SPAD

4.6.1 Primeira leitura (15 d.a.t)

As médias obtidas pelas Leituras SPAD aos 15 d.a.t (antes da aplicação de nitrogênio) dentro de cada dose de composto (Tabela 9), foram superiores para a cv. Lucy Brown, seguida da cv. Regina e Vera, ou seja, apresentam tonalidades específicas de cada cultivar. Argenta et al. (1999, p.44-49) esclarecem que a tonalidade e, portanto, as leituras, são influenciadas pelas características das próprias cultivares como, tipo da cultivar e idade da folha.

Tabela 9. Valores da primeira leitura SPAD aos 15 d.a.t em função das doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Doses de composto (l/m ²)			
	0	4,0	8,0	12,0
Lucy Brown	30,56 a	32,76 a	33,65 a	33,86 a
Vera	14,80 c	15,15 c	14,78 c	15,01 c
Regina	17,11 b	17,80 b	17,06 b	17,61 b

DMS 5% - 1.54

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Somente as médias da cultivar Lucy Brown adequaram-se a uma regressão linear crescente em função das doses de composto (Figura 14), provavelmente devido as características desta cultivar manifestarem-se com maior diferença na coloração (verde) em função do aumento nas doses de composto.

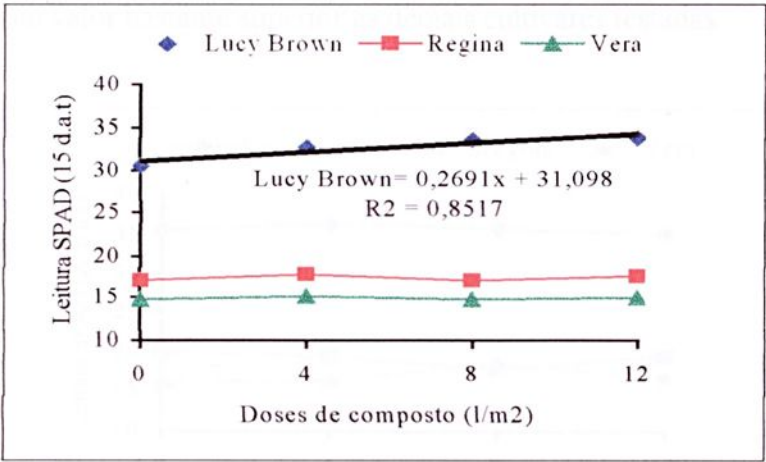


Figura 14. Valores da primeira leitura SPAD (15 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de composto orgânico (l/m²), em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.

4.6.2 Segunda leitura (20 d.a.t)

Pela Tabela 10, observa-se que os valores médios das leituras SPAD aos 20 d.a.t (cinco dias após a aplicação de nitrogênio) foram novamente superiores em todas as doses de

composto para a cv. Lucy Brown, seguida da cv. Regina e Vera, sendo que, dentro da dose 8,0 l/m² as cultivares Vera e Regina não diferiram entre si.

Tabela 10. Valores da segunda leitura SPAD aos 20 d.a.t em função das doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Doses de composto (l/m ²)			
	0	4,0	8,0	12,0
Lucy Brown	35,63 a	36,36 a	35,81 a	35,07 a
Vera	16,50 c	16,45 c	18,80 b	16,95 c
Regina	20,23 b	19,56 b	18,01 b	19,70 b

DMS 5%= 2,19674

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela figura 15 verifica-se que as médias das leituras de todas as cultivares não se ajustaram a qualquer equação de regressão, porém observa-se novamente que a cv. Lucy Brown apresenta um valor bastante superior às demais cultivares testadas.

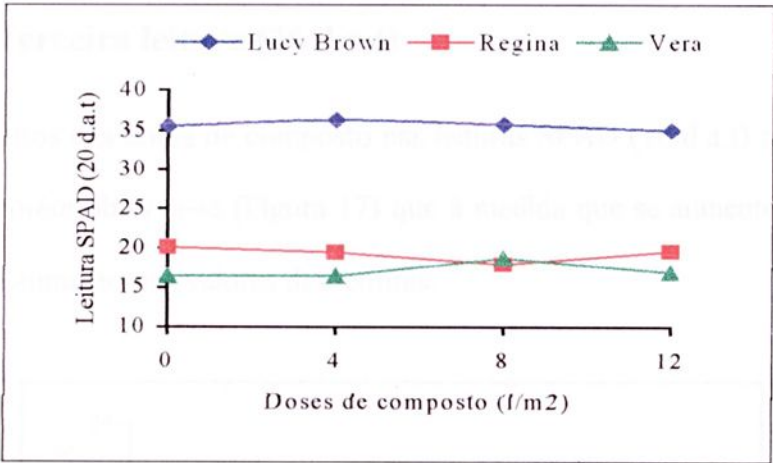


Figura 15. Valores da segunda leitura SPAD (20 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de composto orgânico (l/m²), em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.

As leituras SPAD (20 d.a.t) em função das doses de nitrogênio não se enquadraram a nenhuma regressão, porém observa-se (Figura 16) que os valores das leituras foram sempre superiores para a cv. Lucy Brown. Tal efeito pode ser elucidado, provavelmente, devido às

doses de nitrogênio terem sido aplicadas em cobertura apenas cinco dias antes desta leitura (15 d.a.t).

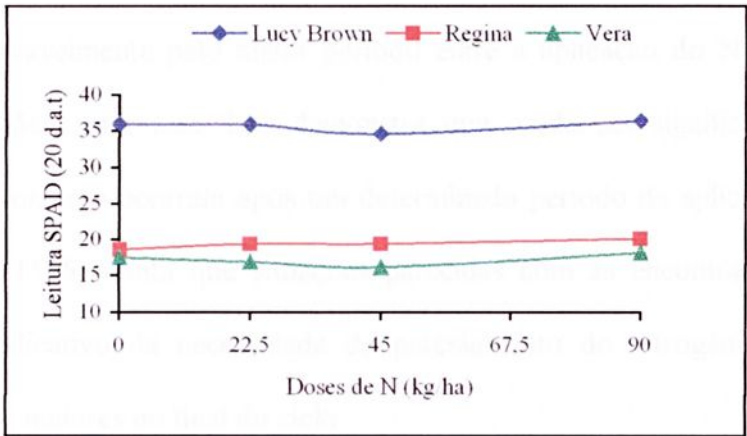


Figura 16. Valores da segunda leitura SPAD (20 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de nitrogênio (kg/ha), em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.

4.6.3 Terceira leitura (26 d.a.t)

Os efeitos das doses de composto nas leituras SPAD (26 d.a.t) não se ajustaram a uma regressão, porém observa-se (Figura 17) que à medida que se aumentou as doses houve uma tendência de aumento nos valores das leituras.

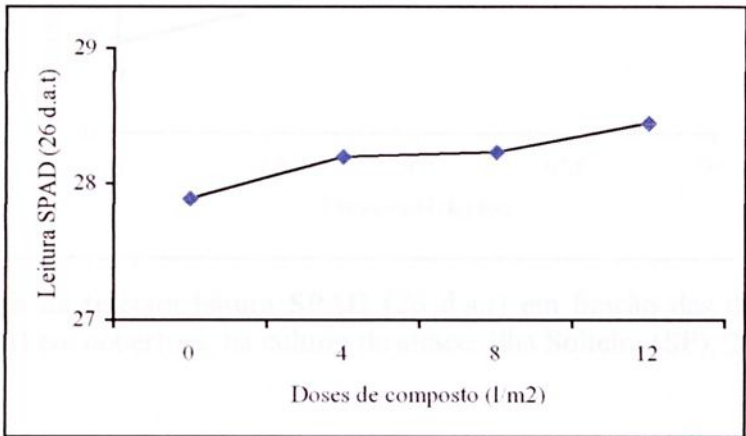


Figura 17. Valores da terceira leitura SPAD (26 d.a.t) em função das doses de composto orgânico (l/m²) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Os valores das leituras SPAD (26 d.a.t) em função das doses de nitrogênio (Figura 18) ajustaram-se a uma regressão linear crescente, ou seja, a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura, propicia um aumento no valor das leituras aos 26 d.a.t, resultado este provavelmente pelo maior período entre a aplicação do N e a avaliação, em relação às avaliações anteriores. Isto demonstra que mudanças significativas nas leituras SPAD em alface somente ocorrem após um determinado período da aplicação. Alvarenga et al. (2003, p.1569-1575) relata que situações parecidas com as encontradas neste trabalho podem ser um indicativo da necessidade de parcelamento do nitrogênio em quantidades menores no início e maiores no final do ciclo.

Dessa forma, vários autores têm relatado a viabilidade de se utilizar a avaliação indireta de clorofila como indicativo do estado nutricional em relação ao N (FURLANI JR. et al., 1996, p.171-175; CARVALHO et al., 2003, p.445-450; SILVEIRA et al., 2003, p.1083-1087), entretanto, essa avaliação para a cultura de alface com o objetivo de quantificação do nitrogênio em cobertura, pode ser tardia.

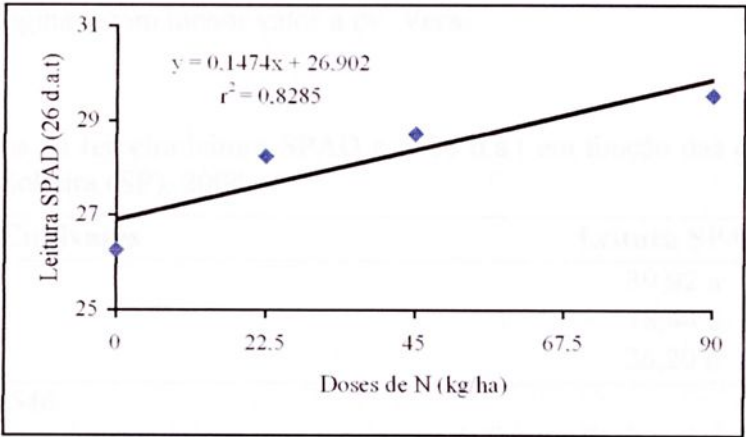


Figura 18. Valores da terceira leitura SPAD (26 d.a.t) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Verifica-se pela Figura 19, que a cv. Lucy Brown proporcionou valores da leitura superiores as demais cultivares, apesar destes valores não diferirem significativamente entre as doses de nitrogênio. Já as cultivares Vera e Regina não tiveram seus valores afetados.

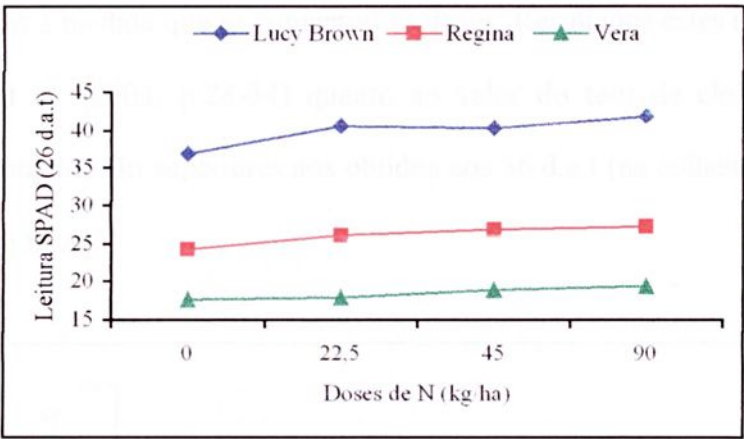


Figura 19. Valores da terceira leitura SPAD (26 d.a.t) em folhas de diferentes cultivares de alface em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura. Ilha Solteira (SP), 2004.

Os valores das leituras SPAD aos 26 d.a.t em função das cultivares de alface (Tabela 11) demonstram que a cv. Lucy Brown proporcionou novamente leituras superiores, seguida pela cv. Regina e com menor valor a cv. Vera.

Tabela 11. Valores da terceira leitura SPAD aos 26 d.a.t em função das cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Leitura SPAD
Lucy Brown	39,92 a
Vera	18,44 c
Regina	26,20 b

D.M.S. 5% = 1,21646

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.6.4 Quarta leitura (35 d.a.t)

Aos 35 d.a.t (dias antes da colheita) os valores das leituras SPAD em função das doses de composto (Figura 20) não se ajustaram a uma regressão, porém, observa-se um aumento nos valores à medida que se aumentou as doses. Resultados estes inferiores ao obtido por Villas Bôas et al. (2004, p.28-34) quanto ao valor do teor de clorofila aos 35 d.a.t (33,0 SPAD), entretanto, são superiores aos obtidos aos 56 d.a.t (na colheita) que variaram de 19,8 a 21,6 unidade SPAD.

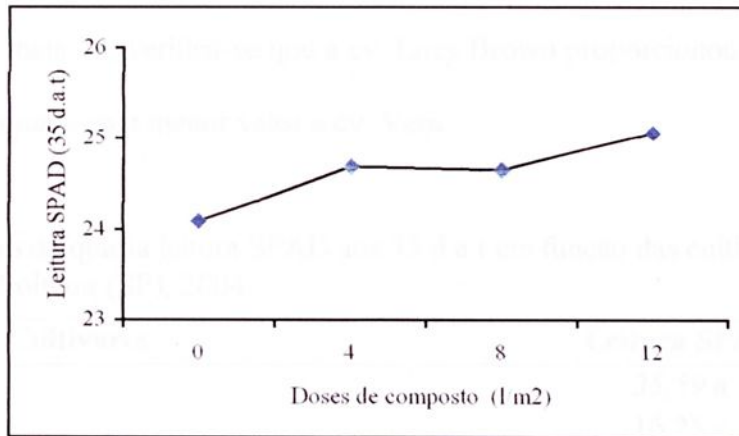


Figura 20. Valores da quarta leitura SPAD (35 d.a.t) em função das doses de composto orgânico (l/m^2) em cobertura, na cultura de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

Os valores da leitura SPAD em função das doses de nitrogênio (Figura 21) ajustaram-se a uma regressão linear crescente, verificando-se que até o final do ciclo (1 dia antes da colheita das cv. Regina e Vera e 6 dias da colheita da cv. Lucy Brown) a planta ainda possui uma demanda por nutrientes, principalmente o nitrogênio. Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira et al. (2003, p.1083-1087) e Carvalho et al. (2003, p.445-450) em feijoeiro.

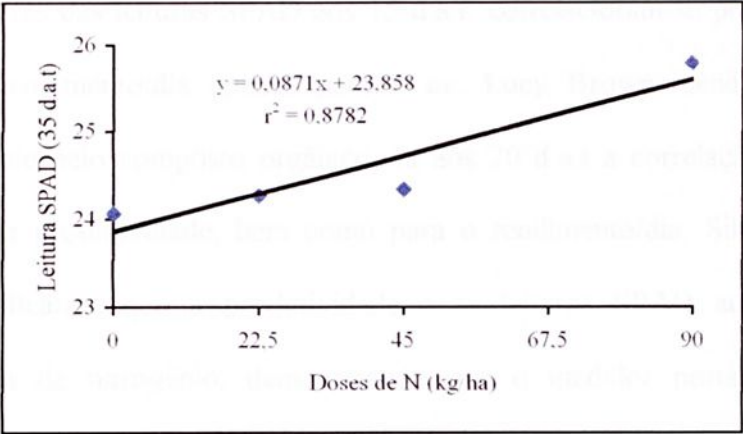


Figura 21. Valores da quarta leitura (35 d.a.t) em função das doses de nitrogênio (kg/ha) em cobertura, na cultura de alfafa. Ilha Solteira (SP), 2004.

Pela Tabela 12, verifica-se que a cv. Lucy Brown proporcionou leituras superiores, seguida da cv. Regina e com menor valor a cv. Vera.

Tabela 12. Valores da quarta leitura SPAD aos 35 d.a.t em função das cultivares de alfafa. Ilha Solteira (SP), 2004.

Cultivares	Leitura SPAD
Lucy Brown	35,59 a
Vera	16,25 c
Regina	22,00 b

D.M.S. 5% = 1,15381
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.7 Correlação

Os dados referentes à correlação entre produtividade, rendimento/dia, leitura SPAD aos 15 e 20 d.a.t e teor de nitrogênio foliar aos 29 d.a.t encontram-se na Tabela 13.

Observa-se que houve uma correlação do rendimento/dia das três cultivares analisadas em função da produtividade.

Os valores das leituras SPAD aos 15 d.a.t. correlacionaram-se positivamente com a produtividade e rendimento/dia apenas para a cv. Lucy Brown, sendo neste momento influenciada somente pelo composto orgânico. Já aos 20 d.a.t a correlação não se mostrou significativa para a produtividade, bem como para o rendimento/dia. Silveira et al. (2003, p.1083-1087) verificaram que a produtividade e as leituras SPAD aumentaram com o aumento de doses de nitrogênio, demonstrando que o medidor portátil é eficaz como instrumento indicador da necessidade de adubação nitrogenada.

O teor de N foliar aos 29 d.a.t, apresentou uma correlação positiva para as três cultivares estudadas em função da produtividade, bem como para o rendimento/dia, ou seja, quanto maior o N foliar maior o rendimento/dia e a produtividade da cultura de alface.

Não houve correlação significativa entre N foliar e os valores das leituras SPAD aos 15 e 20 d.a.t nas cultivares analisadas. Isto pode ser elucidado pelo fato de que aos 29 d.a.t o crescimento de alface e como consequência, o acúmulo de nutrientes é lento, aumentando rapidamente após este período. Segundo Katayama (1990, p.141-147) o nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade nas últimas quatro semanas do ciclo, o que provavelmente inviabilizou o valor das leituras no início do ciclo (15 e 20 d.a.t). Para tanto, Argenta et al. (2001a, p.158-167) relatam que as leituras SPAD, o conteúdo de clorofila e a concentração de N são pouco correlacionados nos estádios iniciais de desenvolvimento em que a leitura realizada com o SPAD tem sua precisão reduzida. Entretanto, Furlani Jr. et al. (1996, p.171-175) e Carvalho et al. (2003, p.445-450) comprovaram que as correlações positivas entre as leituras e os níveis de N fornecidos e entre as leituras e os teores de N nas folhas, o que indica que há perspectivas favoráveis quanto ao uso do medidor portátil de clorofila-“clorofilômetro” para detectar deficiências de nitrogênio.

Tabela 13. Correlação entre produtividade, rendimento/dia, leitura SPAD aos 15 e 20 dias após o transplante (d.a.t) e teor de nitrogênio foliar aos 29 dias após o transplante (d.a.t) de três cultivares de alface. Ilha Solteira (SP), 2004.

	Produtividade	Rendimento/dia	Leitura SPAD 15 d.a.t	Leitura SPAD 20 d.a.t	Teor de N foliar 29 d.a.t
Produtividade	—	L.Brown: 0,999 ** Regina : 0,999** Vera: 0,999 **	L.Brown: 0,378 ** Regina : 0,104 ns Vera: 0,040 ns	L.Brown: 0,064 ns Regina :0,024 ns Vera: 0,126 ns	L.Brown: 0,285 * Regina : 0,288 * Vera: 0,266 *
Rendimento / dia		—	L.Brown: 0,378 ** Regina : 0,104 ns Vera: 0,040 ns	L.Brown: 0,064 ns Regina : 0,024 ns Vera: 0,126 ns	L.Brown: 0,285 * Regina : 0,288 * Vera: 0,266 *
Leitura SPAD 15 d.a.t			—	L.Brown: 0,310 * Regina: 0,340 ** Vera: 0,002 ns	L.Brown: -0,036 ns Regina: 0,0009 ns Vera: -0,021 ns
Leitura SPAD 20 d.a.t				—	L.Brown: -0,083 ns Regina : 0,012 ns Vera: 0,054 ns
Teor de N foliar 29 d.a.t					—

5. CONCLUSÕES

Após análise e interpretação dos resultados obtidos, e considerando-se as condições em que se desenvolveu a pesquisa, pode se concluir que:

1- As doses de composto orgânico proporcionaram um aumento linear na massa média de planta, rendimento/dia, produtividade e leitura SPAD avaliadas aos 15 dias após o transplante somente para a cv. Lucy Brown. As cultivares Regina e Vera não foram influenciadas pelas doses de composto.

2- As doses de nitrogênio em cobertura promoveram um aumento linear na massa média de plantas, rendimento/dia, produtividade, teor de N foliar e leitura SPAD avaliada aos 26 e 35 dias após o transplante para todas as cultivares.

3- Os valores de leitura SPAD variaram de 30,5 a 39,9 para a cv. Lucy Brown; 14,8 a 18,8 para a cv. Vera e 17,1 a 26,2 para a cv. Regina.

4- Somente a cv. Lucy Brown apresentou uma correlação significativa do valor SPAD analisado aos 15 d.a.t (momento da cobertura nitrogenada) com a produtividade e rendimento/dia.

5- As maiores massas médias de plantas, rendimento/dia e produtividade foram obtidas pela cv. Lucy Brown, seguida da cv. Regina e Vera, apesar destas serem de tipos diferentes.



6. REFERÊNCIAS

AEEJATAK, Alfaca (*Lactuca sativa*) Disponível em: www.aeejatak.org.br/hortalicas/alfaca.htm. Acesso em: 15 jan. 2005.

ALBUQUERQUE NETO, E. C.; SILVA, E. C.; MACIEL, G. M. Avaliação de linhagens experimentais de alfaca quanto a doses de nitrogênio. Disponível em: <http://www.unifenas.br/neol/pdfs/eupidio44cbo.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2005.

ALVARENGA, M.A.R.; SILVA, E.C.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J.G. Teores e acúmulos de macronutrientes em alfaca-americana, em função da aplicação de nitrogênio no solo e de cálcio via foliar. **Ciências Agrotecnológica**, Lavras., n. esp. p.1569-1575, dez. 2003.

ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTO, V.J.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.139-145, 1994.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. et al. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio na planta de milho no espigamento. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE: MILHO & FEIJÃO, 2, 1999, Lages, **Resumos...** Lages : UDESC/EPAGRI, 1999. p.44-49.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio na



folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.13, n.2, p.158-167, 2001a.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.715-722, 2001b.

ASGROW. Alfices: asgrow vegetable seeds. Campinas, s.d. (Folder).

BATAGLIA, O.C.; BERTON, R.S.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Resíduos orgânicos como fonte de nitrogênio para capim braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.277-283, 1983.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. Chlorophyll meter reading in corn as affected by plant spacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.24, n.17/18, p.2507-2516, 1993.

CARVALHO, M.P. Classificação da capacidade de uso da terra do antigo pomar da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS/UNESP. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia, 1989. 46p. (Mimeogr.).

CARVALHO, M.A.C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B.; BUZETI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.27, n.3, p.445-450, 2003.

CASTRO, S.R.P.; FERRAZ JUNIOR, A.S.L. Teores de nitrato nas folhas e produção da alface cultivada com diferentes fontes de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.16, n.1, p.65-68, 1998.

CEASA. Alface. Disponível em: <www.ceasasp.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2004.



COBRA NETO, A.; ACCORSI, W.R.; MALAVOLTA, E. Estudo sobre nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.28, p.257-274, 1971.

COSTA, C.A.; CASALI, V.W.D.; RUIZ, H.A.; JORDÃO, C.P.; CECON, P.R. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.19, n.1, p.10-16, 2001.

COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: Aspectos particulares na Olericultura. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. Jaboticabal, 1990, p.85-101.

COUTO, F.A.A.; BRANCO, A.A. Efeito de fontes de azoto na fertilidade de alface. **Olericultura**, Campinas, . n. 3, p.5-11, 1963.

FERNANDES, F. M. Obtenção de composto orgânico. Ilha Solteira: Fundação Unesp, FE, 1994. 23p. (Apostila)

FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Absorção de macronutrientes pela cultura da alface. In: HAAG, H.P. (Ed.). *Nutrição mineral em hortaliças*. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p.143-151.

FILGUEIRA, F.A.R. Cichoriaceae. In: _____. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v.2, p.77-86.

FILGUEIRA, F.A.R. **ABC da olericultura: guia da pequena horta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 164p.

FILGUEIRA, F.A.R. Asteráceas - Alface e outras Hortaliças Herbáceas. In: _____. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000a. v.1, p.289-295.



FILGUEIRA, F.A.R. Solo: nutrição e adubação. In: _____. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000b. p.40-62.

FNP CONSULTORIA E COMERCIO. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP, 2000. 140p.

FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1984, 138p.

FURLANI JUNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L.J.; MOREIRA, J.A.A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.1, p.171-175, 1996.

GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; NETO, V.D. Nutrição mineral de hortaliças. Deficiências de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Brasil-8 e Clause's Aurélia. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, v.39, p.349-362, 1982.

GOTO, R. A cultura de alface. In: GOTO, R.; TIVELLI, SW.(Orgs.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Editora Unesp, 1998. v.1, p.137-159.

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ V.V.H.; MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.209-216, 1999.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série irrigação, 1).



INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Banco de dados IEA. Disponível em: www.iea.sp.gov.br/out/ibcoiea.php. Acesso em: 12 Jun. 2005.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. Jaboticabal, 1990, p.141-147.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KOGA, P.S. **Comparação de materiais orgânicos em cultivos consecutivos de alface, pepino e tomate, sob condições de ambiente protegido**. 1999. 59f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1999.

LUBICZ, N. Folhas: vibração verde alimentando o planeta. Disponível em: www.bemzen.com.br. Acesso em: 26 fev. 2005.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal** 2. ed. São Paulo: EPU, 1985. v1, p.97-114.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de hortaliças. In: _____. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. p.488-492.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARTINEZ, H. E. P. Queima dos bordos da alface. In: SEMINÁRIO DE OLERICULTURA, 15, 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Imprensa Universitária, 1988. p.112-136.

MIYASHITA, C.M.; ROSSINI, E.; CUNHA, E.Q.; IWATA, M.K.; MALUF, W.R. Compostagem e sua aplicação. Lavras: UFL, 2001. 48p.(Boletim técnico de hortaliças, 66).



MORSELLI, T.B.A.; FERNANDES, H.S.; MARTINS, S.R.; SILVA, J.B. Influência da adubação orgânica na precocidade da alface sob cultivo sucessivo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, DF, v.20, n.2, supl.1, p.281, 2002. p.281 (Resumo, 79).

MURAYAMA, S. Cultura da alface. In:____. **Horticultura**. 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983a. p.147-153.

MURAYAMA, S. Adubos nitrogenados. In:____. **Horticultura**. 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983b. p.29-34.

NAKAGAWA, J.; PROCHNOW, L. I.; BULL, L. T.; VILLAS BOAS, R. L. Efeitos de compostos orgânicos na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*). *Série I. Científica*, São Paulo: v.20, n.1, p.173-180, 1992.

NEHMI, I. M. D. ;FERRAZ, J.V.; NEHMI FILHO, V. A. ; SILVA, M. L. M. **AGRIANUAL 2001**: Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comercio, 2000, p. 150-152.

NEHMI, I. M. D. ;FERRAZ, J.V.; NEHMI FILHO, V. A. ; SILVA, M. L. M. **AGRIANUAL 2005**: Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. 10.ed., São Paulo: FNP Consultoria & Comercio, 2005, p. 178-180.

PECKOLT, T. **Plantas alimentares e de gozo do Brasil**. Rio de Janeiro : Eduardo & Henrique Laemmert, 1874. 53p.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica**: fundamentos e técnicas. Campinas: Editora 1005 IMPRESS, 2000. 113p.

PEREIRA, N.N.C.; FERNANDES, M.S.; ALMEIDA, D.L. Adubação nitrogenada na cultura da alface, fontes de N e inibidor da nitrificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.647-654, 1989.



RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.G. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100).

RHODES, D.U.S. Head lettuce production statisc. Disponível em: <http://newcrop.hort.produce.edu/rhodocv/hort410/lettuce/> Acesso em: 20 nov. 2004.

RICCI, M.S.F.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; RUIZ, H.A. Produção de alface adubadas com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.56-58, 1994.

RODRIGUES, E. T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1990. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

RODRIGUES, E. T. **Seleção de cultivares de Alface (*Lactuca sativa* L.) para cultivo com composto orgânico**. 1995. 164f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W.D. Resposta da alface à adubação orgânica. II. Teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres**, Viçosa., MG, v.45, n.261, p.437-449, 1998.

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, E.T.; WIELEMAKER, F. Avaliação de adubos orgânicos como fontes de nitrogênio para a alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.812-813, 2000.



RYDER, E.J ; WHITAKER, T.N. Lettuce. In: SIMMONDS, N.W. (Ed.) **Evaluation of crop plants**. New York: Longman Group, 1976. p.39-41.

SAKATA AGROFLORA: SHOW room. Bragança Paulista, 1997. p.3. (Catálogo)

SANTOS, F.N.; RODRIGUES, A.S.; ARAUJO, J.R.G.; MARTINS, M.R.; ARAÚJO, A.M.S.; MOURA, M.C.C.L. Fontes e Parcelamento de nitrogênio na produtividade da alface. Disponível em: <<http://200.210.234.180/HORTA/download/Biblioteca/44704.pdf>>. Acesso em: 20 jun.2005.

SANTOS, I.C.; CASALI, V.W.D.; MIRANDA, G.V. Comportamento de dez cultivares de alface adubadas com composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.2, p.157-161, 1998.

SANTOS, M.L.; LOPES, M.C.; CZEPAK, M.P.; SIRTOLI, L.F. Adubação nitrogenada na cultura da alface, uso de esterco bovino inoculado com microorganismos eficazes e sem inoculação, comparado com sulfato de amônio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.422, supl., 2004

SANTOS, R.H.S. **Crescimento, produção e qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada com composto orgânico**. 1993. 114f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

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



SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com compostos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.521-525, 2001.

SENO, S.; KOGA, P.S. Efeitos de húmus de minhoca e fósforo na produção da alface (*Lactuca sativa* L.). **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.2, p.135-139, 1993.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1083-1087, 2003.

TOPSEED. Guia para o produtor de hortaliças. Rio de Janeiro, s.d. p.17. (Catálogo).

TRANI, P.E.; RAIJ, B.van. Hortaliças. In: RAIJ, B.van ; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.155-185. (Boletim técnico 100).

TRANI, P.E.; TAMISO, L.G.; TESSARIOLI NETO, J.; HASS, F.J.; TAVARES, M.; BERTON, R.S. Adubação orgânica da alface de verão sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, supl., p.762-764, 2000.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Estação Agrometeorológica Automática, Ilha Solteira-SP. Dados médios mensais: Ilha Solteira, 2004. Disponível em: <www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>. Acesso em: 20 mai.2005.

UPNMOOR, I. **Agricultura orgânica: produção vegetal**. Guaíba: Agropecuária, 2003.62p. (Biblioteca da Terra., 6).

VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica. I -ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.239, p.80-88, 1995a.



VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito da adubação orgânica. II -ensaio em casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.239, p.89-97, 1995b.

VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; MATOS, A.T. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.35-39, 1997.

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, D.M.; BULL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.28-34, 2004.

YURI, J.E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio e dois locais do sul de Minas Gerais**. Lavras. 2000. 51f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J.; FREITAS, S. A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C. Comportamento de cultivares de alface Americana em Santana da Vargem. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.249-252, 2004.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JUNIOR, J.C.; SOUZA, R.J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-053>... Acesso em: 18 Jul.2005.

WHATLEY, F.R.; WHATLEY, J.M. **A luz e vida das plantas**. tradução Martins, G.F. São Paulo: EPU: Editora Universidade de São Paulo, v. 30. Temas de Biologia, 1982, 101p.

ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C.; CABEÇAS JÚNIOR, O. Produção de alface em função de doses e formas de aplicação de cama de aviário semi-decomposta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.65-67, 1997.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

Programa de Pós-graduação em Agronomia

Av. Brasil, 56 Centro

15385-000 Ilha Solteira - SP

www.feis.unesp.br

