

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA PARA ALFACE EM
LATOSSOLO COM TEORES ALTOS DE P E K DISPONÍVEIS.**

Giovani Donizete Bonela

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA PARA ALFACE EM
LATOSSOLO COM TEORES ALTOS DE P E K DISPONÍVEIS.**

Giovani Donizete Bonela

Orientador: **Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho**

Co-orientadora: **Profa.Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Janeiro de 2010.

Bonela, Giovani Donizete
B712a Adubação fosfatada e potássica para alface em Latossolo com
teores altos de P e K disponíveis / Giovani Donizete Bonela.
Jaboticabal, 2010
xiii 70 f.; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Arhtur Bernardes Cecílio Filho
Banca examinadora: Joaquim Adelino de Azevedo Filho, Jairo
Oswaldo Cazeta
Bibliografia

1. *Lactuca sativa*. 2. Potássio. 3. Fósforo. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.82:635.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da
Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de
Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GIOVANI DONIZETE BONELA, natural de Jardinópolis, SP, nasceu em 19 de julho de 1982, filho de Marcos Donizete Bonela e Maria Aparecida Meneguetti Bonela. Concluiu o segundo grau do ensino médio no colégio estadual “Anice Cecílio Pedreiro”, em Catalão, no estado de Goiás, no ano de 2000. Graduiu-se em agronomia pela Universidade Estadual de Goiás – UEG, na cidade de Ipameri, GO, em dezembro de 2007, onde defendeu a monografia para conclusão do curso, titulada: “Propagação de frutíferas tropicais”, tendo como orientador o Prof. Dr. Nei Peixoto, atual diretor desta universidade, e como co-orientador o Prof. Dr. Antônio Baldo Geraldo Martins, chefe do departamento de Produção Vegetal, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal. Em março de 2008 iniciou-se o curso de Pós-Graduação (Ciência do Solo) na Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

EPÍGRAFE

*O Passado é glória
O presente é dádiva
O futuro é mistério...*

Álvares de Azevedo.

OFEREÇO

Aos meus queridos pais, Marcos Donizete Bonela e Maria Aparecida Meneguetti Bonela pelo apoio e confiança;

À essencialidade de minhas realizações, meu tudo; minha companheira Simone Fernandes, pela sua paciência e pelo nosso amor;

E a mais nova razão de minha vida meu filho Pedro Henrique.

DEDICO

Ao soberano senhor da vida

DEUS.

AGRADECIMENTOS

Aquele que sempre está do meu lado nos momentos felizes e infelizes de minha vida, e que nunca deixou me desanimar dessa caminhada, mesmo quando os horizontes pareciam impossíveis de serem vistos, mesmo quando a fé parecia se esgotar, lá estava ele para me confortar e me amparar; o todo poderoso Deus.

À Capes, pelo apoio financeiro.

À FAPESP, pelo auxílio para o desenvolvimento da pesquisa, e pela bolsa de estudo concedida.

À Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade de mais uma realização intelectual.

Aos funcionários dos Departamentos de Solos e Adubos e de Produção Vegetal, pela ajuda nas atividades laboratoriais.

Ao Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, pela sua dedicação e pela nossa amizade.

À Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz, pela sua colaboração e ajuda.

Ao Prof. Dr. Nei Peixoto pelo incentivo para a realização do mestrado e pelas orientações.

À Universidade Estadual de Goiás – UEG – unidade universitária de Ipameri, pelo apoio.

Aos meus pais Marcos Donizete Bonela e Maria Aparecida Meneguetti Bonela pela educação, amor e carinho, sempre me dando forças e me amparando financeiramente.

Aos meus irmãos Marcos Daniel Bonela, Danilo Gabriel Bonela e Mariana Aparecida Bonela, pela ajuda e pelos nossos momentos de alegrias.

À Hort-Sol, em especial ao engenheiro agrônomo Jorge Luís Miguel, pela oportunidade concedida e pela nossa amizade.

Aos companheiros de faculdade: Fabrício de Carvalho Peixoto, Gilson Silvério da Silva, Rean Augusto Zaninetti, Anarlete Ursulino Alves, Adriana U. Alves, Vanessa Cury Galatti, pela ajuda na realização do meu experimento.

Aos amigos e irmãos de república: Kadera, Zezim, Zé Galinha, Costinha, Apênico, Ruitão, Animal, Pedrão, Moñeco e Bingolin pelas risadas.

E a todos que de uma forma especial participaram dessa nova etapa de minha vida.

SUMÁRIO

Páginas

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xii
SUMMARY	xiii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 ALFACE.....	2
1.3 ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA PARA ALFACE.....	4
1.3.1 Adubação potássica	4
1.3.2 Adubação fosfatada.....	6
2.0 REFERÊNCIAS	11
CAPÍTULO 2 – ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA ALFACE EM LATOSSOLO COM ALTO TEOR DO NUTRIENTE DISPONÍVEL.....	17
RESUMO.....	17
SUMMARY	18
2.1 INTRODUÇÃO.....	19
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.2.1 Localização e caracterização da área experimental.....	20
2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos	21
2.2.3 Instalação e condução do experimento	22
2.2.4 Características avaliadas no experimento.....	23
2.2.4.1 Teor foliar de K	23
2.2.4.2 Massa fresca da parte aérea (MFPA).....	24
2.2.4.3 Número de folhas por planta (NF)	24
2.2.4.4 Área foliar (AF)	24
2.2.4.5 Massa seca da parte aérea (MSPA).....	24
2.2.4.6 Teor de K no solo	25
2.2.5 Análise estatística.....	25
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26

2.4 CONCLUSÕES.....	32
2.6 REFERÊNCIAS	33
CAPITULO 3 – ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA ALFACE EM LATOSSOLO COM ALTO TEOR DO NUTRIENTE DISPONÍVEL.....	38
RESUMO	38
SUMMARY	39
3.1 INTRODUÇÃO.....	40
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	41
3.2.1 Localização e caracterização da área experimental.....	41
3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos	41
3.2.3 Instalação e condução do experimento	42
3.2.4 Características avaliadas no experimento	42
3.2.5 Análise estatística.....	42
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.4 CONCLUSÕES.....	52
3.5 REFERÊNCIAS	53

LISTA DE TABELAS

	Páginas
TABELA 1 - Dados meteorológicos do período experimental.....	20
TABELA 2 - Valores de F, coeficientes de variação e significância dos fatores cultivar e doses de K, sobre as características teor foliar de K (KF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de potássio no solo (KS).- UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.....	26
TABELA 3 - Médias de teor foliar de K (KF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de potássio no solo (KS) de cultivares de alface em função das doses de potássio aplicadas no solo. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.....	27
TABELA 4 - Valores de F, coeficientes de variação e significância dos fatores cultivar e doses de P, sobre as características, teor foliar de fósforo (PF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de fósforo no solo (PS), após a colheita de alface UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.	44
TABELA 5 - Médias de massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de fósforo no solo (PS), de cultivares de alface. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.	46

LISTA DE FIGURAS**Páginas**

FIGURA 1 - Teor de potássio no solo em função das doses de potássio aplicadas. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.....	29
FIGURA 2 - Teor de fósforo em folhas de alface em função da cultivar e dose de fósforo. UNESP – Jaboticabal – SP, 2008.	45
FIGURA 3 - Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de cultivares de alface em função das doses de P aplicadas. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.....	46
FIGURA 4 - Número de folhas (NF) e área foliar (AF) de cultivares de alface em função das doses de fósforo aplicadas. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.	48
FIGURA 5 - Teor de fósforo no solo em função das doses do nutriente aplicadas. FCAV - UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.	50

ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA PARA ALFACE EM LATOSSOLO COM TEORES ALTOS DE P E K DISPONÍVEIS.

RESUMO – Para avaliação do desempenho de três cultivares de alface, Amanda (grupo Crespa), Karla (grupo Lisa) e Lucy Brown (grupo Americana) foram realizados dois experimentos com aplicação de cinco doses de fósforo e cinco doses de potássio, em um Latossolo com teores altos dos nutrientes. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 5. As variáveis analisadas foram: os teores dos nutrientes nas folhas, o número de folhas, a área foliar, massa fresca e massa seca da parte aérea, e os teores de P e K no solo. Após a colheita da alface, nos dois experimentos a cv. Karla apresentou maior número de folhas. A adubação potássica não influenciou significativamente as características da alface, sendo recomendado apenas uma adubação de manutenção em Latossolos com teores altos de potássio disponível. A adubação fosfatada, exceto para o número de folhas, influenciou as características da alface com incrementos lineares na massa fresca e massa seca das plantas. Deve ser utilizada a aplicação de até 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ mesmo em Latossolo com alto teor do nutriente.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, potássio, fósforo, cultivares

PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZATION FOR LETTUCE IN OXISOL WITH LEVELS OF P AND K AVAILABLE

SUMMARY - To evaluate the performance of three cultivars of lettuce, 'Amanda' (crisp group), 'Karla' (leaf group) and 'Lucy Brown' (crisphead group) were carried out two experiments with application of five doses of phosphorus and different doses of potassium in an Oxisol with levels high nutrients. The experimental design was a randomized block design with four replications in a 3 x 5. The variables were: the levels of nutrients in the leaves, leaf number, leaf area, fresh and dry weight of shoot, and the levels of P and K in the soil. After the harvest of lettuce, in both experiments cv. Karla had a higher number of leaves. Potassium fertilization did not influence significantly the characteristics of lettuce, and recommended only a maintenance fertilization in Oxisol with high levels of available potassium. The phosphorus fertilization, except for the number of leaves influenced the characteristics of lettuce with linear increments in fresh and dry weight of plants. Should be used to apply up to $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ same in an Oxisol with high content of nutrients.

Keywords: *Lactuca sativa*, potassium, phosphorus, cultivars

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área plantada de 776,8 mil hectares de hortaliças, gerando em torno de 16 mil toneladas de produto final. Ao redor de 8 a 10 milhões de pessoas dependem da olericultura, que somente na cultura da alface gera cerca de cinco empregos diretos por hectare, abrigando em torno de 150 mil trabalhadores rurais na cadeia (PONTES, 2006).

Desde sua domesticação a partir de espécies silvestres, a alface tornou-se a principal folhosa consumida pelo homem. Estima-se que no Estado de São Paulo são cultivados 7.859 ha, com produção média anual de 137 mil toneladas.. Os principais municípios produtores são: Piedade (18%), Mogi das Cruzes (14%) e Suzano (11%) (CEAGESP, 2006).

A alface é hortaliça folhosa de maior aceitação pelo consumidor brasileiro (YURI, 2000).

A alface do grupo crespa é a predominante no Brasil, com 70% do mercado. O grupo americana detém 15%, o grupo de alface com folha lisa 10%, enquanto os outros grupos (vermelha, mimosa e romana) correspondem a 5% do mercado (SALA & COSTA, 2005). É uma hortaliça tradicionalmente cultivada por pequenos produtores, o que lhe confere grande importância social, sendo fator significativo de agregação do homem ao campo (FAQUIN et al., 1996).

Para cultivos comerciais, se faz necessário uma adubação mineral equilibrada (ANDRIOLO, 1999). No entanto, infelizmente constata-se que a grande maioria dos produtores de hortaliças, com intuito de aumentar a produção e, principalmente, pela carência de informação, utiliza fertilizantes com fórmulas NPK

geralmente contendo altas concentrações de P e K, independente dos teores destes nutrientes no solo.

Especificamente para a alface, o potássio é mais exigido que o próprio nitrogênio (FAQUIN et al., 1996). Quando o solo apresenta elevado teor de potássio, sua absorção pela planta pode ser quatro vezes maior que a de nitrogênio, podendo caracterizar o consumo de luxo (PADILHA, 1998). Já o fósforo, apesar de ser o quarto nutriente mais acumulado pela alface (FAQUIN et al., 1996), é o nutriente ao qual as plantas respondem com grande incremento de massa e desenvolvimento. Porém, pode induzir a deficiência de micronutrientes catiônicos quando em excesso no solo ou na planta (MALAVOLTA et al., 1997), provocando clorose internerval das folhas jovens; queimadura das bordas e queda de folhas velhas (FONTES, 2001).

A adubação mineral é uma das práticas de manejo cultural que mais afeta a produção de hortaliças, tanto sob aspecto tecnológico quanto econômico (FILGUEIRA, 2000). As doses de fertilizantes aplicadas no solo não devem ser limitantes ao crescimento e à produtividade da cultura. No entanto, se em excesso, poderão desencadear desordens na absorção de nutrientes e no metabolismo das plantas, além de elevar o custo de produção.

1.2 ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae, antiga Compositae, a mesma família das chicórias e almeirões (FILGUEIRA, 2003). É uma planta, originária da região do Mediterrâneo, sendo uma das espécies mais antigas e citadas desde 4.500 a.C., quando era utilizada como planta medicinal. Como hortaliça é registrada desde 2.500 a.C., quando foi disseminada para Itália, França, Inglaterra, e introduzida no Brasil pelos portugueses (GOTO, 1998).

A planta é herbácea, delicada, com caule pequeno, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em torno do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma “cabeça”, apresentando coloração em vários tons de verde ou roxa, conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2003). O sistema

radicular é bastante ramificado e superficial, explorando os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada. É uma planta anual, florescendo sob dias longos e temperaturas altas. Dias curtos e temperaturas amenas ou baixas favorecem a etapa vegetativa, sendo que todas as cultivares produzem melhor sob tais condições. Esta hortaliça, inclusive, resiste a geadas leves (FILGUEIRA, 2003).

Até o início do século XX, o cultivo da alface no Brasil era restrito às regiões de clima ameno, próximas aos grandes centros urbanos, as quais possibilitavam o cultivo durante todo ano (BRANCO, 2001). O melhoramento genético da alface possibilitou a adaptação da espécie ao clima tropical, com plantas mais tolerantes à temperatura mais elevada, sem acarretar prejuízos ao crescimento e ao sabor. Outra tecnologia que proporcionou aumento da produção dessa folhosa foi o cultivo protegido, possibilitando a oferta do produto nos períodos de entressafra. Devido a essas duas grandes evoluções técnicas, que ocorreram na cultura da alface, aliadas ao aumento do consumo no país, o seu cultivo vêm se expandindo por todo o território nacional.

As diferentes cultivares de alfaces hoje disponíveis para comercialização originaram-se de sucessivas seleções artificiais, principalmente das espécies *Lactuca serriola* L., *L. saligna* L. e *L. virosa* L. (DAVIS, 1997). Podem ser agrupados considerando-se o aspecto das folhas (lisas ou crespas) e a formação ou não de “cabeça”. Atualmente, estes cultivares se agrupam em seis grupos ou tipos, considerando-se estes dois aspectos (FILGUEIRA, 2000), a seguir apresentados:

a) Repolhuda-manteiga: apresentam folhas lisas, muito delicadas, “amanteigadas”, formando uma típica cabeça repolhuda, bem compacta. A cultivar típica é a tradicional ‘White Boston’, que já foi considerada padrão de excelência em alface.

b) Solta-crespa: possui folhas lisas e soltas, mais ou menos delicadas, não formando uma cabeça compacta.

c) Solta-crespa: as folhas são bem consistentes, crespas e soltas, não formando cabeça. A cultivar típica é a tradicional Grand Rapids.

d) Repolhuda-crespa (Americana): as folhas são caracteristicamente crespas, bem consistentes, com nervuras destacadas, formando uma “cabeça” compacta. É uma alface altamente resistente ao transporte e adequada para o preparo de sanduíches. O grupo é também conhecido por alface americana.

e) Romana: as folhas são alongadas e consistentes, com nervuras protuberantes, formando “cabeças” fofas.

f) Mimosa: as folhas são delicadas e com aspecto “arrepinado”.

1.3 ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA PARA ALFACE

1.3.1 Adubação potássica

As culturas oleráceas são exigentes em K (FILGUEIRA, 2003). O potássio é absorvido pelas plantas da solução do solo, na forma iônica K^+ (RAIJ, 1991). A sua absorção depende, principalmente, da difusão do elemento, através da solução do solo e, em proporções menores, por fluxo de massa. Devido aos sais de potássio apresentarem alta solubilidade, seus teores na solução do solo podem atingir concentrações bastante elevadas. Isso confere ao potássio maior mobilidade, em relação ao fósforo, o que faz com que esse elemento seja absorvido mais facilmente pelas plantas (RAIJ, 1991). Em alface, FERREIRA et al. (1993), BENINNI et al. (2002) e GRANGEIRO et al. (2006) constataram que o potássio é o nutriente mais acumulado. No início do crescimento, o acúmulo é muito pequeno e acelera-se demasiadamente próximo à colheita (GRANGEIRO et al., 2006). Entretanto, a despeito de ser o nutriente mais abundante na planta, não é constituinte de qualquer composto orgânico (EPSTEIN & BLOOM, 2006), retornando rapidamente ao solo em forma prontamente disponível, quando da decomposição do material vegetal.

A influência do K na qualidade de uma cultura pode ser tanto direta quanto indireta e pode depender da finalidade a que se destina o produto agrícola. Por exemplo, o K pode influenciar diretamente a quantidade de proteína nas plantas ou pode ter um efeito indireto na qualidade ao reduzir a incidência de uma

determinada praga e, ou, doença (PRETTY, 1982). Segundo IMAS (1999), os efeitos específicos do K no incremento da qualidade são: aumento do teor de proteína, amido, vitamina C, sólidos solúveis e em hortaliças frutos, aumenta a espessura da casca; melhora de coloração e aroma dos frutos; redução de desordens fisiológicas, de incidência de pragas e doenças, bem como aumento do período pós-colheita dos produtos. De acordo com YAMADA (1995) e MALAVOLTA et al. (1997), o potássio também atua melhorando a eficiência do uso da água, em consequência do controle da abertura e fechamento dos estômatos; a translocação de carboidratos produzidos nas folhas para outras partes da planta; a eficiência enzimática, entre outras funções.

Apesar de tantas funções na planta, com efeitos na produção e na qualidade da hortaliça, e de ser requerido em maior quantidade que os outros nutrientes, o seu uso excessivo na agricultura, com doses acima da necessária para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, pode reduzir a produção, além de elevar os custos e causar impactos ambientais (REIS JÚNIOR & MONNERAT, 2001). O excesso de potássio pode desequilibrar a nutrição das hortaliças, dificultando a absorção de cálcio e magnésio (FAQUIN, 1994; MALAVOLTA et al., 1997 e FONTES, 1999), o que pode causar a desordem fisiológica necrose das bordas das folhas ("tip burn"), redução nos teores de clorofila e das atividades enzimáticas. Além disso, doses acima da necessária para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, podem reduzir a produção, além de elevar os custos e causar impactos ambientais (REIS JÚNIOR & MONNERAT, 2001). Quando o solo apresenta um elevado teor de potássio, sua absorção pela planta pode ser quatro vezes maior que a de nitrogênio, podendo caracterizar o consumo de luxo (PADILHA, 1998).

Segundo FILGUEIRA (2003), a adubação potássica não propicia resposta acentuada na produtividade das culturas. Segundo o mesmo autor, a razão é que os solos dispõem de K em forma utilizável pela planta, mesmo quando deficientes em P e em outros nutrientes.

A maioria das culturas não possui preferência por uma fonte ou outra de potássio, quando o fertilizante é aplicado em quantidade e método adequados. No

entanto, quando se utiliza quantidades elevadas de potássio continuamente, a aplicação de K_2SO_4 ou $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ implica em menor risco de alta concentração salina do solo em relação a outras fontes, uma vez que o índice salino do KCl é 116,3 e do K_2SO_4 e $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ são, respectivamente, 46,1 e 43,2. As altas concentrações salinas podem também aparecer na aplicação localizada do fertilizante, mesmo quando a dose for pequena (MALAVOLTA, 1996). Em geral, o fertilizante preferencialmente utilizado pelos produtores é o cloreto de potássio, em razão da maior disponibilidade no mercado e, principalmente, do menor preço. Outra característica a ser levada em consideração é o íon acompanhante (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), que são demandados em quantidades diferentes pela planta cultivada, com maior ou mais rápido efeito negativo sobre o metabolismo vegetal.

Para teores altos de potássio no solo, acima de $3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (RAIJ et al., 1997), TRANI et al. (1997) recomendam para a cultura da alface 50 kg ha^{-1} de K_2O , totalmente no plantio. Contudo, diante dos potenciais problemas para a planta, ambiente e produtor, e por não terem sido encontradas curvas de ajustes para produtividades de alface em função do aumento no fornecimento de potássio, considera-se importante a realização da pesquisa.

1.3.2 Adubação fosfatada

Manter a planta toda bem nutrida em P é um fator primordial para obtenção de altas produtividades, devido ao nutriente estar fortemente ligado aos processos metabólicos da planta (STAUFFER & SULEWSKI, 2004).

Além de afetar o crescimento, o fósforo pode interferir no equilíbrio nutricional da cultura. Em alface americana, segundo KATAYAMA (1993), a deficiência de fósforo provoca lentidão no crescimento, má formação das cabeças comerciais e as folhas externas apresentam tonalidade que pode variar de verde-opaca a vermelho-bronze. No entanto, em excesso pode comprometer a absorção e a utilização de micronutrientes, especialmente o zinco (MALAVOLTA et al., 1997). Contudo, mesmo em solos já adubados, em geral, a deficiência de fósforo poderá ocorrer, sendo possível obter curva de respostas para as diferentes

classes de teores desse nutriente no solo (RAIJ, 1991). A principal razão para que isto ocorra é atribuída à fixação do fósforo aos colóides do solo.

Os solos diferem quanto à capacidade de fixação do fósforo (RAIJ, 1991). De acordo com GATIBONI (2003), o P no solo é dividido em P inorgânico e P orgânico, dependendo da natureza do composto pelo qual ele está ligado. A quantidade dos compostos inorgânicos de fósforo com ferro, alumínio e cálcio são condicionados pelo pH e pelo tipo e quantidade de minerais existentes na fração argila. Nos solos ácidos, com predomínio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, são mais importantes as combinações de fósforo com estes óxidos, enquanto em solos neutros e calcários aparecem mais fosfatos de cálcio, principalmente as apatitas (RAIJ, 1991).

Assim, a produção sustentável das culturas necessita de um programa de adubação com fósforo que seja, pelo menos, capaz de repor as quantidades removidas por estas. Nas adubações, o P é considerado um nutriente de baixo aproveitamento pelas plantas (RAIJ, 2004). As quantidades aplicadas superam muito as extrações pelas culturas, diferindo neste aspecto, do nitrogênio e do potássio, que apresentam relações mais estreitas entre as adubações e extrações pelas culturas, principalmente em produtividades elevadas.

As formas predominantes de P na solução são H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , sendo preferencialmente absorvido como H_2PO_4^- (RAIJ, 1991). Alguns fatores da planta e do meio influenciam a absorção de P. Dentre eles, segundo MALAVOLTA (1996), destacam-se a genética da planta, pois existem genes responsáveis pelo carregamento do fosfato; níveis de fósforo no floema que indicam sinais de retroalimentação para regular a absorção; os níveis de fósforo e de carboidratos na raiz, e a presença ou não de micorrizas no solo, que aumenta a absorção e o transporte de P pelas hifas ramificadas. Entre os fatores do meio estão concentração externa, pH, temperatura e oxigênio.

Para a cultura da alface, embora existam trabalhos que envolvam o efeito do fósforo na produtividade e nas características de crescimento dessa planta, os trabalhos de pesquisas mostram que a quantidade de fósforo recomendada é bastante variada (KANO et al., 2004).

Experimentalmente, tem sido verificados maiores incrementos na produtividade em função da adubação fosfatada e nitrogenada do que da potássica (FILGUEIRA, 2003).

TRANI et al. (1997) recomendam para o cultivo da alface, no Estado de São Paulo, 200 a 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ de acordo com o tipo de solo e a disponibilidade desse nutriente no solo.

Algumas pesquisas relatam o efeito da aplicação de fósforo para alface, porém na grande maioria delas, utilizando solos com teores disponível muito baixo desse nutriente. Avaliando doses de 0 a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, NICOULAUD et al. (1990) obtiveram resposta linear quanto ao rendimento de massa seca da alface tipo repolhuda lisa, em solo com teor inicial de 5,5 mg dm⁻³ de P_{Mehlich}, indicando que essas doses não foram suficientes para se obter a máxima produtividade. NAGATA et al. (1992) conduziram experimentos no período de 1988 a 1990, nos Estados Unidos, para avaliarem a resposta de seis cultivares de alface americana à adubação fosfatada (0 a 917 kg ha⁻¹ de P₂O₅), em solo com 7,5 mg dm⁻³ de P_{em água}. Obtiveram resposta linear para a maioria das cultivares quanto à produção total e comercial. Em estudo sobre o efeito de fontes e doses de fósforo (0; 300; 600 e 900 kg ha⁻¹ de P₂O₅) na produção de alface americana, MOTA et al. (2003) obtiveram maior produtividade total (planta inteira) e comercial (“cabeça”) na dose de 672 e 617 kg ha⁻¹ de P₂O₅ respectivamente, em um solo com teor inicial de 12 mg dm⁻³ de P_{resina}. KANO et al. (2004), em solo com 2 mg dm⁻³ de P, testando o efeito de diferentes doses de fósforo (0; 200; 400; 600 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅) na produção de sementes de alface, obtiveram aumento na produção com o aumento das doses. BEBÉ et al. (2004) obtiveram, para a cultivar Grand Rapids cultivada no campo, na Bahia, a maior massa fresca da planta inteira, folha, caule, raiz e área foliar na dose de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, ao avaliarem doses de 0; 150; 300 e 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no solo com teor inicial de 16 mg dm⁻³ de P. ARRUDA JÚNIOR et al. (2005), em Pernambuco, ao avaliarem a resposta de doses de fósforo (0; 3; 6; 9; 20; 30 e 40 mg dm⁻³) aplicadas no solo, com teor de 2 mg dm⁻³ de P_{resina}, na produtividade e no teor de fósforo na planta de alface crespa

‘Cacheada’, obtiveram a maior produção de massa seca ($4,35 \text{ g planta}^{-1}$) e o maior teor desse nutriente ($4,6 \text{ g kg}^{-1}$) na dose mais alta.

Dos trabalhos citados nenhum teve a preocupação de avaliar o comportamento da alface, diferentemente do grupo ou cultivar, em solos com altos teores deste nutriente disponível, podendo-se esperar respostas a diferentes doses de fósforo em solos com altos teores deste nutriente.

Aplicações constantes de adubos fosfatados com o intuito de aumentar a produção, além de tornar os solos altamente férteis, podem provocar sérios problemas ambientais, devido ao efeito residual da adubação, causando ausência de resposta das plantas (GARGANTINI, 2001).

O excesso de fósforo no solo pode ser perdido por erosão, já que o nutriente, diferentemente do nitrogênio, não apresenta um ciclo na natureza. O nutriente erodido pode ser carregado para os rios e mares. Anualmente, estima-se que 3,5 milhões de toneladas de fósforo vão para o mar, onde o elemento se precipita como fosfato de cálcio pouco solúvel, diminuindo constantemente a disponibilidade de fósforo para o crescimento das plantas (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Também pelo processo erosivo, o fósforo pode atingir os rios e/ou lagos, causando eutrofização, ou seja, o acúmulo progressivo de nutrientes nas águas. A eutrofização é um processo progressivo de fertilização das águas, causando desequilíbrio no meio aquático, favorecendo a proliferação de algas microscópicas, as quais dificultarão a passagem de luz, delimitando o processo fotossintético à camada superficial, facilitando a perda de oxigênio para o ar, transformando o lago em um ambiente desagradável e impróprio à vida aquática (TOMAZ, 2006).

Em avaliação realizada pela Cetesb, em 2008, verificou-se que 80% dos pontos de monitoramento encontram-se com fósforo acima da quantidade ideal (MELO & DIAS, 2008). Cerca de 43% dos rios do Estado de São Paulo estão com seu uso comprometido devido à destruição causada pelo fósforo, sendo este proveniente de afluentes domésticos, industriais, tendo a agricultura, como um dos contribuintes para essa contaminação (MELO & DIAS, 2008).

Deve-se considerar também que os fertilizantes fosfatados comerciais contêm pequenas quantidades de metais pesados, os quais são adicionados ao solo nas adubações, pois fazem parte da rocha fosfática. Segundo FERREIRA et al. (2001), a utilização contínua de nutrientes fosfatados pode causar, ao longo do tempo, acúmulo de metais pesados no solo, como cádmio, arsênio, crômio, chumbo, mercúrio, níquel e vanádio. As quantidades acumuladas podem variar de 0,01 a 25 g ha⁻¹ ano⁻¹ para mercúrio e crômio, respectivamente, dependendo do depósito de rocha fosfática, quando é aplicada uma quantidade de 20 kg ha⁻¹ de P. A quantidade de metais pesados é relativamente menor se a fonte de fósforo for superfosfato triplo ou fosfato de diamônio (FERREIRA et al., 2001). O uso continuado de fertilizantes fosfatados em um período de 63 anos acarretou em elevação do nível de P₂O₅ de 0,44 a 2,80 % e de flúor de 0,032 a 0,250 %, na forma de fluorofosfatos de cálcio (JORGE, 1969). Apesar do pequeno acréscimo anual de metais pesados ao solo e do longo período para que esses elementos estejam em limites intoleráveis, deve-se considerar que ainda existem poucas informações a respeito, dificultando uma avaliação mais completa.

Com isso, pode-se dizer que mesmo a planta não apresentando sintomas de fitotoxicidade, faz-se necessário o uso racional da adubação fosfatada em termos quantitativos, principalmente em solo freqüentemente adubado, visando à obtenção de rendimentos satisfatórios para a cultura, maior economia do adubo e menor impacto ambiental.

2.0 REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

ARRUDA JÚNIOR, S.J.; MELO, E.E.C. de; SILVA, M.O.; SOUSA, C.E.S.; FREIRE, M.B.G.S. Produtividade e teor de P de plantas de alface em função de diferentes doses de fósforo no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, 2005. CD-ROM.

BEBÉ, F.V.; MATSUMOTO, S.N.; FONTES, P.C.R.; MOREIRA, M.A.; PIMENTEL, C. A. S.; RIBEIRO, M. S.; CRUZ, D. S.; FERRA, R. C. N. Crescimento e produtividade de alface influenciados pela aplicação de fósforo no solo e de zinco via foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004.

BENINNI, E.R.Y. **Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônicos e convencional**. 2002. 33 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2002.

BRANCO, R.B.F. **Avaliação de cultivares e épocas de cultivo de alface nas condições de solo e hidroponia, em ambiente protegido**. 2001. 80f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CEAGESP - COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **Programa paulista para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros.** classificação de alface. São Paulo, 2006. Programa de adesão voluntária.

DAVIS, R. M. **Compendium of lettuce diseases.** Saint Paul: APS Press, 1997, p.49-50.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas:** princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. **Produção de alface em hidroponia.** Lavras: UFLA, 1996. 50p.

FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças.** Piracicaba: Potafós, 1993, 480p.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 245-247.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. Asteráceas – alface e outras hortaliças herbáceas. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2003. p. 289-295.

FONTES, P.C.R. Alface. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.; V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa: CFSEMG, 1999. p.177.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.

GARGANTINI, L. F. M. **Adubação nitrogenada via foliar na cultura da rúcula (*Eruca sativa* L)**. 2001. 26f. Monografia (Trabalho de graduação em agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

GATIBONI, L.C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 231f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

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

GRANGEIRO, L.C.; KAMARGO, R.C.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do semi-árido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.190-194, 2006.

IMAS, P. **Quality aspects of K nutrition in horticultural crops**. In: WORKSHOP ON RECENT TRENDS IN NUTRITION MANAGEMENT IN HORTICULTURAL CROPS, 1999, Dapoli. Disponível em: <<http://www.ipipotash.org>>. Acesso em: 22 maio, 2009.

JORGE, J. A. **Solo: manejo e adubação**. São Paulo: Agronômica Melhoramentos, 1969. p. 35-47.

KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Doses de fósforo na produção de sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22: p.410. 2004. CD-ROM.

MALAVOLTA, E. Potássio é uma realidade – o potássio é essencial para todas as plantas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 73, p. 5-6, 1996.

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

MELO, A. C.; DIAS, V. Fósforo o vilão dos rios. *Jornal da USP*. Disponível em: (www.ambientebrasil.com.br) Acesso em: 15/abr./2008.

MOTA, J.H.; YURI, J.E.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C.; RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.234-237, 2003.

NAGATA, R.T.; SANCHEZ, C.A.; COALE, F.J. Crisphead lettuce cultivar response to fertilizer phosphorus. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n.5, p. 717-720, 1992.

NICOULAUD, B.A.L.; MEURER, E.J.; ANGHINONI, I. Rendimento e absorção de nutrientes por alface em função de calagem e adubação mineral e orgânica em solo “Areia Quartzosa Hidromórfica”. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.8, n.2, p.6-9, 1990.

PADILHA, W.A. **Curso internacional de fertirrigación en cultivos protegidos**. Quito: Ecuador, 1998. 120p.

PONTES, A. Mercado de sementes de hortaliças no Brasil. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 6., 2006, Brasília. **Palestras...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. CD-ROM.

PRETTY, K.M. O potássio e a qualidade da produção agrícola. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 1982. p. 177-194.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafós, 1991. 343p.

RAIJ, B. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, Potafós, 2004, p.107-115.

RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C.A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. p.8-13.

REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 360-364, 2001.

SALA, F. C.; COSTA C. P. 'PIRAROXIA': Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p.158-159, 2005.

STAUFFER, M.D.; SULEWSKI, G. Fósforo essencial para a vida In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2004. p. 1-12.

TOMAZ, P. **Poluição difusa: gestão ambiental**. Sorocaba: Editora Navegar, 2006. p. 5.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; AZEVEDO FILHO, J.A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d água. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC. 1997. p.168. (Boletim Técnico, 100).

YAMADA, T. **Potássio: Funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubações potássica**. Uberlândia:UFU, 1995. Notas de Aula.

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

CAPÍTULO 2 – ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA ALFACE EM LATOSSOLO COM ALTO TEOR DO NUTRIENTE DISPONÍVEL.

RESUMO - Solos intensivamente cultivados com hortaliças podem apresentar acúmulo de potássio, o que, por sua vez, pode acarretar em prejuízo ao ambiente e a planta. Objetivando avaliar a resposta de três cultivares de alface, cv. Amanda (grupo Crespa), cv. Karla (grupo Lisa) e cv. Lucy Brown (grupo Americana) a cinco doses de potássio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de K₂O), em um Latossolo com alto teor desse nutriente (3,4 mmol_c dm⁻³), realizou-se um experimento na UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Avaliaram-se o teor de K nas folhas (KF), o número de folhas (NF), a área foliar (AF), a massa fresca da parte aérea (MFPA), a massa seca da parte aérea (MSPA), teor de K no solo (KS). A cv. Karla (grupo Lisa) apresentou maior número de folhas e área foliar, enquanto a cv. Lucy Brown teve maiores MFPA e MSPA. Exceto para teor de K no solo que aumentou com a dose de K aplicado, a adubação potássica não influenciou significativamente as características da alface.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, potássio, cultivares

POTASSIUM FERTILIZATION OF LETTUCE PLANTS IN A POTASSIUM RICH OXISOL.

SUMMARY – Soil intensively cultivated with vegetables may show high levels of potassium and this may be harmful to both the plants and environment. With the objective of evaluating the response of three lettuce cultivars ('Amanda', of the crisp group, 'Karla', of the leaf group, and 'Lucy Brown', of the crisphead group) an experiment was conducted with five doses of potassium (0, 25, 50, 75, and 100 kg ha⁻¹ of K₂O) applied in a soil with showed a high level of potassium – 3,4 mmol_c dm⁻³. The experiment was set according to a randomized complete block design with four replications. K content in the leaves (KF), number of leaves (NF), leaf area (AF), the fresh weight of the plant aerial part (MFPA), the dry weight of the plant aerial part (MSPA) and the K content in the soil (KS) were determined. 'Karla' cultivar was the one with the highest number of leaves and leaf area. 'Lucy Brown' was the one with the highest values for MFPA and MSPA. K content in the soil was the only characteristic which increased with the dose of potassium fertilizer.

Keywords: *Lactuca sativa*, potassium, cultivars

2.1 INTRODUÇÃO

A adubação mineral é uma das práticas que mais estimula a produção de hortaliças, tanto sob o aspecto tecnológico quanto econômico (FILGUEIRA, 2000).

A adubação potássica para a alface, tem importante função e contribuição para o crescimento e desenvolvimento da planta e qualidade da hortaliça.

Com o intuito de aumentar a produtividade, muitas vezes, os produtores utilizam-se de fórmulas NPK contendo altas concentrações destes nutrientes, inclusive de K, que mesmo sendo extraído em grande quantidade, e lixiviado pelas águas da chuva, pode acumular-se nos solos apresentando teor alto ou muito alto. As doses de fertilizantes aplicadas no solo não devem ser limitantes ao crescimento e à produtividade das culturas, no entanto, se em excesso, poderão interferir na absorção de outros nutrientes (COUTINHO et al., 1993) e acarretar sérios problemas ambientais e desordens fisiológicas na planta.

Em solos onde são cultivadas hortaliças, as análises químicas para aplicação de corretivos e fertilizantes não são realizadas previamente a cada cultivo. Este fato, aliado às altas doses de fertilizantes aplicadas e ao ciclo curto da maioria das hortaliças, contribui para elevar os teores dos nutrientes no solo.

Diante do exposto e por não terem sido encontrados resultados de pesquisa que descrevam a produtividade da alface em solo com alto teor de K, o objetivo do trabalho foi avaliar doses de potássio no crescimento, nutrição e produção de cultivares de alface, em Latossolo com alto teor do nutriente.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no período de 05/05 a 31/07/2008, no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Unesp, Câmpus de Jaboticabal, localizada no município de Jaboticabal, no Estado de São Paulo, a 21°15'22" Sul, 48°18'58" Oeste, e altitude de 575 metros. Os valores de temperaturas mínimas e máximas e de precipitação pluvial referentes ao período de condução do experimento, foram obtidos junto à estação meteorológica da FCAV (Tabela 1) ((RESENHA..., 2009).

O solo da área, segundo a classificação de ANDRIOLI & CENTURION (1999), é um Latossolo Vermelho Eutroférico típico de textura muito argilosa, A moderado caulínítico-oxídico, com relevo suave ondulado a ondulado, cujas características químicas da camada de 0 a 20 cm, em pré instalação do experimento, foram: pH (CaCl₂) = 5,8; MO = 24 g dm⁻³; P_(resina) = 136 mg dm⁻³; K = 3,4 mmol_c dm⁻³; Ca = 43 mmol_c dm⁻³; Mg = 8 mmol_c dm⁻³; CTC = 106 mmol_c dm⁻³ e V = 79%.

TABELA 1 - Dados meteorológicos do período experimental.

Mês	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Tmed. (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)	ND
Maio	26,1	14,2	19,1	74,7	73,1	4
Junho	27,0	14,0	19,4	74,3	11,3	4
Julho	28,2	12,3	19,1	57,7	0,0	0
Média	27,1	13,5	19,2	68,9	—	—

Tmax: temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima; Tmed: temperatura média; UR: umidade relativa do ar; ND: número de dias com chuva.

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Foram avaliados os fatores *Cultivares*: Amanda (grupo Crespa); Karla (grupo Lisa) e Lucy Brown (grupo Americana) e *Doses de potássio* (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹), usando como fonte o cloreto de potássio.

A cultivar comercial Karla tem ciclo de 55 a 60 dias. As plantas são grandes e uniformes adaptadas para cultivo o ano todo em campo aberto e também em hidroponia. As folhas são grandes com ótimo volume e boa base possibilitando melhor rendimento no encaixamento. Apresentam ainda boa tolerância ao pendoamento precoce, queima das bordas das folhas (“tip burn”) e vírus do mosaico da alface (LMV-parotipo II) (HORTEC, 2009).

A cultivar Amanda apresenta ciclo de 55 a 60 dias com plantas grandes e volumosas, baixo percentual de quebra de folhas, com folhas crespas e firmes, que quase não se encostam ao solo, apresentando ótima aparência quando embaladas (SEMINIS, 2009).

A cultivar Lucy Brown apresenta ciclo de 75 dias. As plantas são grandes com folhas grossas dando ótima proteção à cabeça, que possui tamanho grande com o coração muito pequeno. A coloração é verde clara, com excelente compacidade de peso e alta tolerância a pendoamento (SEMINIS, 2009).

As doses de potássio foram definidas com base na dose de 50 kg ha⁻¹ de K₂O, recomendada por TRANI et al. (1997) para a cultura da alface, quando o teor de K no solo está alto acima de 3 mmol_c dm⁻³ de K. A partir dessa referência, foram propostas duas doses acima e duas doses abaixo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial de 3 x 5, com quatro repetições. A área da unidade experimental foi de 1,00 x 1,75 m, e continha 4 linhas com 7 plantas por linha. As plantas localizadas no início e no fim de cada linha e as linhas laterais foram consideradas como bordadura.

2.2.3 Instalação e condução do experimento

As mudas foram produzidas no viveiro do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, da FCAV, em bandejas de polipropileno com 288 células. O substrato utilizado foi o substrato comercial Plantmax HA[®] da Eucatex. A semeadura foi realizada no dia 5 de maio de 2008, colocando-se duas sementes peletizadas por célula. Após a semeadura, as bandejas foram cobertas com uma fina camada do próprio substrato. Foram irrigadas e levadas para o viveiro. Aproximadamente dez dias após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por célula. O suprimento de água no período de viveiro foi efetuado três vezes ao dia, com um regador de crivo fino. Nesta fase foi realizada adubação com fosfato monoamônio, irrigando as bandejas em solução com 1g/L, aplicando-se 1 litro por bandeja. Foram realizadas também duas aplicações de fungicida a base de Iprodiona (75 g do i.a/100 L de água) e inseticida a base de Imidacloprido (14 g do i.a/100 L de água) como tratamento preventivo para o controle de doenças e pragas respectivamente.

O preparo do solo consistiu em aração, gradagem e preparo de canteiros com rotoencanteirador. A adubação de plantio foi realizada levando-se em consideração a análise de solo, de acordo com a recomendação sugerida por TRANI et al. (1997). Nesta ocasião foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, usando como fonte o superfosfato simples e a pulverização de boro no solo (ácido bórico) na dose de 1 kg ha⁻¹. A calagem não foi realizada, visto que a saturação por bases do solo na análise inicial estava em 79%. Também não foi realizada a adubação orgânica. O transplante foi realizado no dia 6 de junho, quando as mudas atingiram quatro folhas. Adotou-se o espaçamento de 0,25 m entre linhas e 0,25 m entre plantas. Logo após o transplante as mudas foram irrigadas por sistema de aspersão convencional, iniciando-se com uma lâmina de água de aproximadamente 2mm/dia, que foi aumentando de acordo com a necessidade das plantas até atingir, aproximadamente, 5mm/dia.

As adubações de cobertura foram feitas com uréia, aplicando-se 90 kg ha^{-1} de N parcelado aos 10, 20 e 30 dias após o transplante (DAT), para as cultivares do grupo lisa e do grupo crespada, seguindo as recomendações de TRANI et al. (1997). Para a cultivar do grupo Americana, foi acrescida uma parcela de 30 kg ha^{-1} de N, aos 40 DAT.

Foram realizadas pulverizações preventivas para tripes e pulgões com inseticida a base de Imidacloprido ($14 \text{ g do i.a./100 L de água}$) e fungicida para controle de doenças foliares como podridão de esclerotinia e outras a base de Iprodiona ($75 \text{ g do i.a./100 L de água}$) recomendados para a cultura.

As colheitas foram realizadas no dia 23 de julho de 2008 para as cultivares Amanda e Karla e no dia 31 de julho para a cultivar Lucy Brown, perfazendo-se assim, um total de 47 dias do transplante até a colheita para as cultivares Amanda e Karla e 55 dias para a cultivar Lucy Brown. A colheita foi estabelecida quando 80% das plantas da área útil de cada parcela encontravam-se em ponto de colheita.

2.2.4 Características avaliadas no experimento

2.2.4.1 Teor foliar de K

Quando as plantas atingiram dois terços de seus ciclos, realizou-se a amostragem da folha recém desenvolvida, segundo a recomendação de TRANI & RAIJ (1997), para avaliação do estado nutricional. A coleta foi realizada logo no início do dia entre as 6 e 7 horas da manhã. Assim que coletadas, as folhas foram levadas ao Laboratório e lavadas com água corrente e em seguida mergulhadas rapidamente em solução com água deionizada, ácido clorídrico e novamente em água deionizada. Após a remoção do excesso de água com papel toalha, as amostras foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C , até atingirem massa constante. Em seguida, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley.

O preparo do extrato para leitura do teor de K em absorção atômica foi realizado conforme BATAGLIA et al. (1983).

2.2.4.2 Massa fresca da parte aérea (MFPA)

Para a avaliação da MFPA, foram pesadas as plantas logo após a colheita, realizada no início da manhã, entre 6 e 7 horas. Foram colhidas três plantas centrais de cada parcela, dentro da área útil, cortando-se o caule rente ao solo. As folhas mortas e senescentes foram descartadas e a massa determinada com o auxílio de uma balança com sensibilidade de 0,01 g. Para a cultivar Lucy Brown do grupo Americana, a MFPA corresponde à “cabeça” e as folhas externas à esta.

2.2.4.3 Número de folhas por planta (NF)

Nas mesmas plantas coletadas para a determinação da massa fresca da parte aérea, foram contadas as folhas.

2.2.4.4 Área foliar (AF)

A área foliar foi avaliada por meio de um medidor eletrônico de área foliar marca LI-COR, modelo 3100, nas mesmas plantas avaliadas no item anterior.

2.2.4.5 Massa seca da parte aérea (MSPA)

Para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA), as folhas e o caule foram lavados e colocados para secar em estufa com circulação forçada, a 65°C. Para a cultivar Lucy Brown, do grupo Americana, a “cabeça” foi pesada e dividida em quatro partes, onde apenas um quarto desse total foi colocado para secar.

Após a secagem e pesagem em balança eletrônica de precisão com duas casas decimais (0,01g), realizou-se por meio de regra de três simples o cálculo da MSPA da cabeça.

2.2.4.6 Teor de K no solo

Após o término do experimento foram coletadas amostras de solo de cada parcela para determinação dos teores de K disponível. Como a área de cada unidade experimental apresentava-se com um tamanho relativamente pequeno, para a retirada das amostras de solos foi realizada a homogeneização do leito da parcela e em seguida coletadas cinco amostras simples para compor uma amostra composta por parcelas. As amostras foram peneiradas e colocadas para secar à sombra. Em seguida foram levadas para o laboratório de Fertilidade do Solo, da FCAV, para determinação do teor de K segundo a metodologia descrita por RAIJ (2001).

2.2.5 Análise estatística

Foi realizada análise de variância pelo teste F, segundo o delineamento proposto. Quando houve efeito significativo de doses, realizou-se análise de regressão e efeito significativo do fator cultivar a discriminação das médias se fez pelo teste de Tukey.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 encontram-se os valores de F, coeficientes de variação e significâncias dos fatores cultivar e doses de potássio sobre as características teor de potássio na folha (KF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de potássio no solo (KS).

O teor foliar de potássio (KF) foi influenciado significativamente apenas pelo fator cultivar, não diferindo em função da dose de K (Tabela 2).

TABELA 2 - Valores de F, coeficientes de variação e significância dos fatores cultivar e doses de K, sobre as características teor foliar de K (KF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de potássio no solo (KS).- UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

Causas de Variação	KF	MFPA	NF	AF	MSPA	KS
Cultivar (C)	14,26 **	56,01 **	167,22 **	45,20 **	18,16 **	2,40 ns
Dose K (K)	0,88 ns	0,88 ns	0,41 ns	0,29 ns	0,58 ns	3,13 *
C X K	0,40 ns	0,50 ns	0,20 ns	0,39 ns	1,12 ns	0,65 ns
CV (%)	15,2	23,1	16,5	19,7	23,9	17,0

(ns) não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (**) significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A cultivar Lucy Brown, do grupo crespa repolhuda (americana), foi a que apresentou maior teor de potássio nas folhas, com média de $79,6 \text{ g kg}^{-1}$, diferindo das cultivares Karla, do grupo lisa, e Amanda, do grupo crespa, com médias de $64,9$ e $63,2 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. As duas últimas cultivares, por sua vez, não diferiram entre si (Tabela 3). A ausência de efeito da adubação potássica no teor foliar de K também foi constatado por YURI (2000), quando o Latossolo Vermelho Distroférrico, com 73 mg dm^{-3} de K, teor considerado alto de acordo com ALVAREZ et al. (1999), foi adubado com até 150 kg ha^{-1} de K_2O .

Os teores foliares de K observados para as três cultivares estão dentro da faixa de 50 a 80 g kg⁻¹, que é considerada por TRANI & RAIJ (1997) adequada para alface. Mesmo com alto teor de K no solo e adubado com até 100 kg ha⁻¹ de K₂O, o que contribuiu para teores altos dentro da faixa adequada, não foram observados sintomas visuais de deficiência de quaisquer outros nutrientes, especialmente de cálcio, nas plantas de alface, haja vista que, segundo MALAVOLTA et al. (1997), o potássio tem com o cálcio uma relação de inibição competitiva quando em alta concentração no meio. Provavelmente, a ausência do distúrbio “tip burn” nestas condições foi devido à época de cultivo, com temperaturas entre 13 e 27°C, considerada adequada para um bom desenvolvimento da alface, de acordo com FILGUEIRA (2003).

TABELA 3 - Médias de teor foliar de K (KF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de potássio no solo (KS) de cultivares de alface em função das doses de potássio aplicadas no solo. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

Cultivar	KF (g/kg)	MFPA (g/planta)	NF (Folhas/planta)	AF (cm ² /planta)	MSPA (g/planta)	KS (g/kg)
Amanda	63,27 B	312,26 B	26,6 B	3227,4 B	15,95 B	1,80 A
Karla	64,93 B	359,15 B	44,9 A	5660,8 A	14,63 B	1,99 A
Lucy Brown	79,46 A	622,33 A	17,0 C	3860,0 B	22,14 A	2,01 A

*Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa fresca da parte aérea (MFPA) foi influenciada significativamente somente pela cultivar. A cultivar Lucy Brown diferiu estatisticamente das demais cultivares (Tabela 3), tendo maior MFPA, 622,33 g por planta, massa que foi aproximadamente 50% maior do que a das outras duas cultivares. COSTA et al. (2007), em Jaboticabal, SP, avaliaram cultivares de alface de três grupos, em consórcio com rúcula, e obtiveram MFPA de 623, 302 e 301 g por planta para as cultivares Tainá (americana), Elisa (grupo lisa) e Vera (grupo crespa), respectivamente. Portanto, as massas das alfaces Lucy Brown (622 g), Karla (359 g) e Amanda (312 g) obtidas no presente trabalho foram próximas às obtidas por COSTA et al. (2007).

De acordo com COSTA et al. (2007), a ausência de correlação entre número de folhas e massa se deve às características morfológicas das cultivares,

uma vez que as folhas da alface americana são mais espessas. Ainda, em estudo realizado por FIGUEIREDO et al. (2004), avaliando a interação genótipo x ambiente, em um Latossolo com teor alto de potássio disponível, em dois períodos de cultivo (outono/inverno e primavera/verão) e dez ambientes, verificaram que apesar das cultivares do grupo americana terem NF e AF inferiores às cultivares do grupo lisa e crespa, apresentaram maiores MFPA, independente do ambiente de cultivo.

O número de folhas (NF) foi influenciado somente pelo fator cultivar. A cultivar Karla (grupo lisa) apresentou maior número (44,9), diferindo estatisticamente das cultivares Amanda (26,6) e Lucy Brown (17,0) (Tabela 3). SILVA et al. (2000), avaliando cultivares dos grupos lisa e americana, em seis espaçamentos, verificaram que em todos a cv. Elisa (grupo Lisa) apresentou maior número de folhas. Esse mesmo desempenho das cultivares do grupo lisa também foi observado por PORTO (1999), QUEIROGA et al. (2001), FIGUEIREDO et al. (2004) e RADIN et al. (2004) sob as mais diversas condições de cultivo.

A área foliar (AF), assim como o número de folhas por planta, foi influenciada somente pelo fator cultivar. O maior número de folhas apresentado pela cultivar Karla foi, muito provavelmente, a razão para que esta cultivar também apresentasse maior AF em relação às cultivares Amanda e Lucy Brown. Estas não diferiram entre si (Tabela 3), sendo que apresentaram 57 e 68% da área foliar da cultivar Karla. BRANCO (2001) obteve AF de 6.638, 4.117 e 4.849 cm² por planta, respectivamente para as cultivares Regina (grupo lisa), Verônica (grupo crespa) e Lucy Brown (grupo americana).

A massa seca da parte aérea (MSPA) somente foi influenciada significativamente pelo fator cultivar e, de modo semelhante ao observado para a MFPA, a maior MSPA foi apresentada pela cultivar Lucy Brown. Assim como também verificado para MFPA, as cultivares Amanda e Karla não diferiram entre si (Tabela 3). Também em Jaboticabal, SP, FIGUEIREDO et al. (2004), no inverno-primavera (11/08 a 01/11/01) e outono (02/04 a 27/06/02) verificaram maior massa seca de plantas do grupo americana (cultivares Laidy, Tainá, Lucy Brown e Raider), comparadas às do grupo lisa (cultivares Babá de Verão, Karla, Nacional e

Elisa) e às do grupo crespa (cultivares Simpson, Hortência, Verônica e Grand Rapids), sendo que as do grupo lisa apresentaram a menor MSPA. FELTRIM et al. (2005) verificaram, para cultivares do grupo americana, média de 21,43 g por planta de MSPA, em cultivo no solo com teor alto de K ($3,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) resultado este bem próximo do encontrado para a cultivar Lucy Brown neste experimento (22,14 g, Tabela 3).

O teor de K no solo após o término do experimento foi influenciado significativamente pelas doses de potássio. Os teores de K no solo ajustaram-se à equação linear com incrementos proporcionais à medida que se aumentou o fornecimento do nutriente (Figura 1).

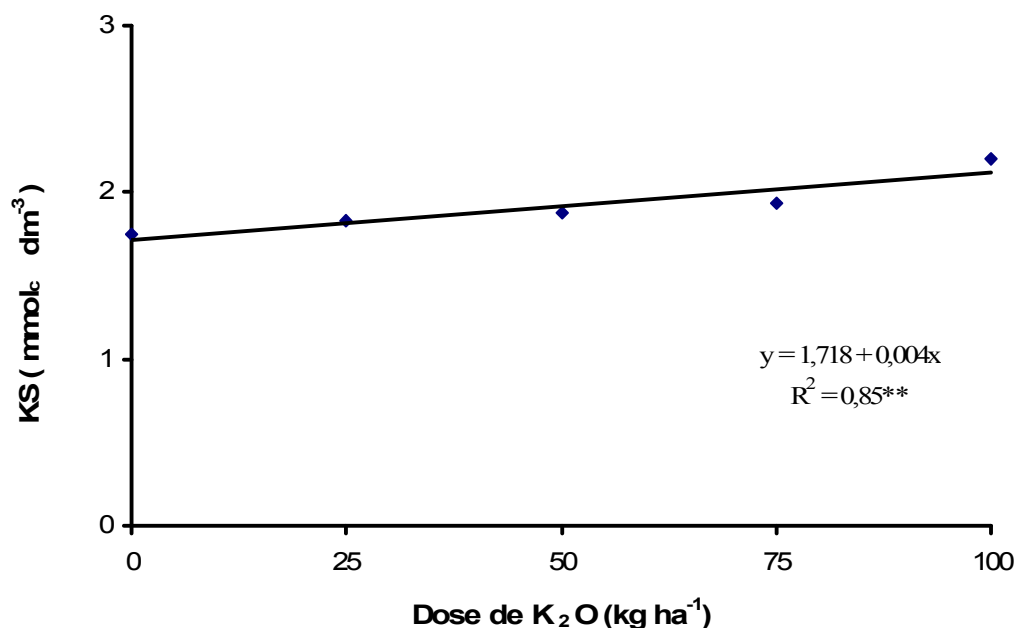


FIGURA 1. - Teor de potássio no solo em função das doses de potássio aplicadas. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

De modo geral, independente dos tratamentos, os teores no solo após a colheita da alface foram significativamente menores do que o teor inicial de $3,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, os quais passaram então para a classe de teores médios segundo classificação de RAIJ et al. (1997).

A redução no teor de K no solo apesar da adubação pode ser explicada pela alta demanda do nutriente pela alface, sendo este o elemento acumulado em maior quantidade na planta, conforme observaram AGAPITO et al. (1997), BENINNI (2002) e GRANGEIRO et al. (2006). SOUSA & GRASSI FILHO (1999), em solo com $4,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K disponível, verificaram que a aplicação de até 120 kg ha^{-1} de K_2O não influenciou a produção da alface americana, cv. Tainá. Resultados positivos da adubação potássica em alface foram constatados por MADEIRA et al. (2000), MOTA et al. (2003) e KOETZ et al. (2006), quando nos solos o teor de K era baixo ou médio.

Segundo MOTA (1999), todos os nutrientes são importantes para o bom desenvolvimento das plantas, porém alguns são mais exigidos. A alface absorve em maior quantidade os nutrientes como potássio, o nitrogênio, o cálcio e o fósforo, não se podendo desprezar, no entanto, a importância dos demais. Quando o solo apresenta elevado teor de potássio disponível, as plantas têm tendência de absorver o nutriente em quantidade excessiva, ou seja, além de suas necessidades, o que é definido como consumo de luxo. No entanto, isto não ocorreu, visto que os teores de K foliar situavam-se dentro da faixa considerada adequada por TRANI & RAIJ (1997).

Diante da ausência de resposta positiva da alface à adubação potássica, os resultados sugerem que em solo com alto teor de K este é capaz de suprir a demanda da planta e, portanto, dispensando-se a adubação potássica. Quando o teor de potássio no solo é alto ou muito alto, GOMES et al. (1999) e VILELA et al. (2004) não recomendam adubação com este nutriente para a alface. TRANI et al. (1997) recomendam a aplicação de 50 kg ha^{-1} de K_2O . Contudo, devido a forte redução do teor de K no solo, de $3,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para $1,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (média obtida na Figura 1), e que a maioria dos produtores não fazem nova análise de solo para cultivo imediatamente sucessor à alface, deve-se ao menos, realizar uma adubação de manutenção para manter a fertilidade do solo. Nesta adubação de manutenção, a quantidade de K a ser aplicada ao solo pode ser correspondente à exportada pela alface na MSPA. No presente experimento foram constatados exportações de 170, 150 e 300 kg ha^{-1} de K_2O para 'Amanda', 'Karla'

e 'Lucy Brown', respectivamente. Nota-se grande diferença nas quantidades exportadas dos grupos crespada e lisa para a americana, o que foi devido à maior massa e teor de K nesta última cultivar, o que sugere a necessidade de se levar em consideração a que grupo de alface a cultivar pertence para realizar uma adubação de manutenção mais adequada às exigências do cultivo sucessor.

2.4 CONCLUSÕES

As cultivares Amanda, Karla e Lucy Brown pertencentes aos grupos crespa, lisa e americana respectivamente, comportam-se semelhantemente à aplicação de até 100 kg ha^{-1} de K_2O em Latossolo com teor alto de potássio ($3,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) disponível.

Em Latossolo com teor alto de potássio disponível, a adubação com este nutriente não influencia o crescimento e a produção da alface dos grupos lisa-solta, crespa-solta e crespa-repolhuda.

2.6 REFERÊNCIAS

AGAPITO, P.J.A.; CONTRERAS, N.U.; PINZON, H.; LAVERDE, P.H. Nutrient absorption in four lettuce, *Lactuca sativa* L., source materials. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v.14, n.1, p.28-36, 1997.

ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. DE; BARROS, N. F. DE; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1999. 1 CD-ROM.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, Campinas, 1983.41p. (Boletim Técnico, 78).

BENINNI, E.R.Y. **Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônicos e convencional**. 2002. 33f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2002.

BRANCO, R.B.F. **Avaliação de cultivares e épocas de cultivo de alface, nas condições de solo e hidroponia em ambiente protegido**. 200. 80f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARBOSA, J.C.; GRANJEIRO, L.C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 34-40, 2007.

COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Eds). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p.85-140.

FELTRIM, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BRANCO, R. B. F.; BARBOSA, J. C.; SALATIEL, L. T. Produção de alface americana em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 505-509, 2005.

FIGUEIREDO, E.B.; MALHEIROS, E.B.; BRAZ, L.T. Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22 n. 1, p. 66-71, 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Asteráceas** – alface e outras hortaliças herbáceas. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003. p. 289-295.

GOMES, L.A.A.; SILVA, E.C.; FAQUIN, V. Cultura da alface. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1999. p. 108-110.

HORTEC. Produtos Hortec, Cultivar de alface lisa Karla. Disponível em: (www.hortec.com.br/alface-karla1.htm). Acesso em: 16 mar. 2009.

GRANGEIRO, L.C.; KAMARGO, R.C.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do semi-árido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.190-194, 2006.

KOETZ, M.; COELHO, G.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, R. J.; SILVA, R. A. Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface americana em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v.26, n. 3, p.730-737, 2006.

MADEIRA, N.R.; YURI, J.E.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. Fornecimento de nitrogênio, potássio e cálcio para alface americana na via fertirrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000. São Pedro. **Anais...** São Pedro: SOB/FCAV-UNESP, 2000. p.841-842.

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

MOTA, J.H. **Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido**. 1999. 46 f. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MOTA, J.H.; YURI, J.E.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C.; RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.234-237, 2003.

PORTO, V.C.N. **Cultivares de alface em sistema solteiro e consorciado com cenoura sob temperatura e luminosidade elevadas**. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura, Mossoró, 1999.

QUEIROGA, R.C.F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z.; OLIVEIRA, A.P.; AZEVEDO, C.M.S.B. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p. 324-328, 2001.

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

RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C.A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. p.8-13.

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p

RESENHA meteorológica do período 1971-2000. Disponível em: (http://www.fcav.unesp.br/departamentos/cienciasexatas/caract/estacao/resenha71_00.htm) Acesso em: 15 mar. 2009.

SEMINIS, produtos seminis: alface. Disponível em: (<http://www.seminis.com.br/products/alface.asp>) Acesso em: 16 mar. 2009.

SILVA, V.F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z.; PEDROSA, J.F. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 18, n.3, p.183 – 187, 2000.

SOUSA, L.M.A.; GRASSI FILHO, H. Avaliação da fertirrigação potássica na produção e qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) Americana em estufa. **Irriga, Botucatu**, v.54, n.2, p.141-145, 1999.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; AZEVEDO FILHO, J.A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d água. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC. 1997. p.168. (Boletim Técnico, 100).

TRANI, P.E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC. 1997. p.157-163 (Boletim Técnico, 100).

VILELA, L.; SOUSA, D.M.G.; SILVA, J.E. Adubação potássica. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado**. correção do solo e adubação. Planaltina, GO: Embrapa Cerrados, 2004. p.169-183.

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

CAPITULO 3 – ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA ALFACE EM LATOSSOLO COM ALTO TEOR DO NUTRIENTE DISPONÍVEL.

RESUMO – O cultivo intensivo de alface na mesma área pode provocar aumento no teor de fósforo no solo, desequilibrando a absorção de outros nutrientes, o que pode acarretar prejuízo ao ambiente e à planta. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta de três cultivares de alface, Amanda (grupo Crespa), Karla (grupo Lisa) e Lucy Brown (grupo Americana) a cinco doses de fósforo (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅), em um Latossolo com alto teor desse nutriente (136 mg dm⁻³), em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial com quatro repetições. As variáveis avaliadas foram: teor de P nas folhas (PF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de P no solo após a colheita (PS). Na análise estatística ocorreu interação significativa dos fatores sobre o PF, para a cv. Amanda e linear para as cvs. Karla e Lucy Brown. Os maiores MFPA e MSPA ocorreram na cv. Lucy Brown. A MFPA, MSPA e o PS ajustaram-se a equação linear com aumento proporcional à aplicação de fósforo. O NF e a AF não foram influenciados pela interação e ajustaram-se à equação quadrática onde a dose de 161 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi a que proporcionou maior NF e a dose de 203 kg ha⁻¹ maior AF. A adubação fosfatada promoveu incrementos significativos para todas as características da alface até a dose de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, fósforo, cultivares

PHOSPHATE FERTILIZATION FOR LETTUCE IN OXISOL WITH HIGH CONTENT OF NUTRIENT AVAILABLE

SUMMARY – The intensive cultivation of lettuce in the same area may cause an increase in phosphorus in the soil, tipping the absorption of other nutrients, which can cause damage to the environment and plants. The objective of this study was to evaluate the response of three cultivars of lettuce, ‘Amanda’ (crisp group), ‘Karla’ (leaf group) and ‘Lucy Brown’ (crisphead group) and five doses of phosphorus (0, 50, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ of P₂O₅) in an Oxisol with high levels of this nutrient (136 mg dm⁻³) in a randomized block design in factorial with four replications. The variables were: P concentration in leaves (PF), fresh shoot (MFPA), leaf number (NF), leaf area (AF), dry mass of shoot (MSPA) and P concentration in soil after harvest (PS). Statistical analysis was significant interaction of factors on the PF, for the cv. Amanda and linear for cvs. Karla and Lucy Brown. Major MFPA and MSPA occurred in cv. Lucy Brown. The MFPA, MSPA and PS set to linear equation with proportional increase in the application of phosphorus. NF and AF were not influenced by the interaction and set up the quadratic equation where a dose of 161 kg ha⁻¹ P₂O₅ was to be the best NF and the dose of 203 kg ha⁻¹ higher AF. Phosphorus fertilization promoted significant increases for all the characteristics of lettuce to a dose of 300 kg ha⁻¹ P₂O₅.

Keywords: *Lactuca sativa*, phosphorus, cultivars

3.1 INTRODUÇÃO

O fósforo é o macronutriente primário extraído em menor quantidade, quando comparado ao nitrogênio e potássio. Contudo, segundo FILGUEIRA (2003), é o nutriente que mais favorece a produção nos solos brasileiros, elevando a produtividade.

Resultados positivos a adubação fosfatada para alface foram obtidos por CLAASSENS (1994), SANCHEZ & EL-HOUT (1995), RODRIGUES & CASALI (1999), MOTA et al. (2003), KANO et al. (2004) e ARRUDA JÚNIOR et al. (2005), porém em solos com teores baixos desse nutriente. Sendo assim, muitos olericultores utilizam altas doses de fósforo, mesmo em solos com cultivos sucessivos de hortaliças, que sob tais condições possivelmente apresentam altos teores deste nutriente. RAIJ (1991) afirma que a deficiência de P poderá ocorrer mesmo em solos já adubados, sendo possível desta forma obter curvas de resposta para diferentes classes deste nutriente no solo. Por outro lado, CASTELLANE et al. (1988) relatam que dificilmente haverá incremento na produtividade quando o solo apresentar teor de fósforo maior que 70 mg dm^{-3} .

Diante da controvérsia de opiniões e da ausência de resultados científicos que tenham analisado a resposta da alface em solos com alto teor de fósforo, objetivou-se avaliar doses de fósforo no crescimento, nutrição e produção de cultivares de alface, em Latossolo com alto teor do nutriente.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado em área adjacente ao experimento de potássio, no mesmo dia e, portanto, de mesmas condições edafoclimáticas.

A análise química do solo em que foi instalado o experimento apresentou inicialmente 136 mg dm^{-3} de P, o que corresponde um valor muito alto, superior ao limite de classe de teor muito alto do nutriente no solo, que segundo TRANI et al. (1997), é de 60 mg dm^{-3} de P. O solo apresentou ainda pH de 5,8, 24 g dm^{-3} de matéria orgânica e 3,4, 43, 37, 83 e $106 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente de K, Ca, Mg, soma de bases e CTC, e 79% de saturação por bases.

3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Foram avaliados os fatores *Cultivares*: Amanda (grupo Crespa); Karla (grupo Lisa) e Lucy Brown (grupo Americana) e *Doses de P_2O_5* (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha^{-1}), usando como fonte o superfosfato triplo.

As doses de fósforo propostas foram baseadas na dose de 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , recomendada por TRANI et al. (1997), para a cultura da alface, quando, o teor de P no solo está muito alto, ou seja, acima de 60 mg dm^{-3} de P.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial de 3×5 , com quatro repetições. A área da unidade experimental foi de $1,00 \times 1,75 \text{ m}$, e continha quatro linhas com sete plantas por linha. As plantas localizadas no início e no fim de cada linha, assim como as linhas laterais, foram consideradas como bordadura.

As características das cultivares foram descritas no item correspondente do Capítulo 2.

3.2.3 Instalação e condução do experimento

Os preparativos para a instalação do experimento, bem como a condução deste, foram os mesmos realizados para o experimento de K, descritos no item Material e Métodos do Capítulo 2 desta dissertação.

A adubação de plantio foi realizada levando-se em consideração a análise de solo, de acordo com a recomendação sugerida por TRANI et al. (1997). Nesta ocasião foram utilizados 40 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, 50 kg ha⁻¹ de K₂O, na fonte cloreto de potássio e 1 kg ha⁻¹ de B, como ácido bórico, via pulverização no solo. A calagem não foi realizada, visto que a saturação por bases do solo era de 79%, valor este muito próximo do valor considerado ideal por TRANI et al. (1997) que é de 80%. As adubações de cobertura foram feitas com uréia, aplicando-se 90 kg ha⁻¹ de N parcelado aos 10, 20 e 30 dias após o transplante (DAT), para as cultivares do grupo Lisa e do grupo Crespa, seguindo as recomendações de TRANI et al. (1997). Para a cultivar do grupo Americana, foi acrescida uma parcela de 30 kg ha⁻¹ de N, aos 40 DAT.

3.2.4 Características avaliadas no experimento

As características avaliadas, assim como os procedimentos realizados, foram os mesmos descritos no item Material e Métodos do Capítulo 2.

3.2.5 Análise estatística

Foi realizada análise de variância pelo teste F, segundo o delineamento proposto. Quando houve efeito significativo de doses, realizou-se análise de

regressão e efeito significativo do fator cultivar a discriminação das médias se fez pelo teste de Tukey.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4 encontram-se os valores de F, coeficientes de variação e significâncias dos fatores cultivar e doses de P, sobre as características teor foliar de fósforo (PF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de fósforo no solo (PS).

TABELA 4 - Valores de F, coeficientes de variação e significância dos fatores cultivar e doses de P, sobre as características, teor foliar de fósforo (PF), massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de fósforo no solo (PS), após a colheita de alface UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

Causas de Variação	PF	MFPA	NF	AF	MSPA	PS
Cultivar (C)	73,94 **	118,23 **	97,50 *	20,1 **	3,36 *	5,71 **
Dose P (P)	6,47 *	3,24 **	2,38 ns	4,75 *	5,52 **	3,08 *
C X P	2,47 **	0,93 ns	1,15 ns	0,56 ns	0,53 ns	0,68 ns
CV (%)	23,3	29,6	15,3	30,9	23,5	24,1

(ns) não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; (*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; (**) significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Houve interação significativa entre os fatores cultivar e dose de fósforo para o teor foliar de P (PF) (Tabela 4). Os teores de fósforo nas folhas das cultivares Lucy Brown e Karla em função das doses de P, ajustaram-se a equação linear e aplicação de doses crescentes de P promoveu incrementos proporcionais no teor de P foliar (PF) (Figura 2). Os teores de P na folha diagnóstica da alface “Karla” e “Lucy Brown”, mesmo com a dose máxima aplicada (300 kg ha^{-1} de P_2O_5) ficaram aquém da faixa de teores considerados adequados por TRANI & RAIJ (1997), que é de 4 a 7 g kg^{-1} . O teor foliar de P da cultivar Karla foi maior do que o observado para a cultivar Lucy Brown. Para a cultivar Amanda, houve ajuste quadrático à aplicação de fósforo (Figura 2). Doses maiores que 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 proporcionaram teores foliares de P dentro da faixa adequada, atingindo na dose

de 164 kg ha^{-1} de P_2O_5 , $4,8 \text{ g kg}^{-1}$ de P foliar, o qual foi diminuindo até a dose de 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Nesta dose, o teor observado em plantas foi semelhante sem aplicação de fósforo.

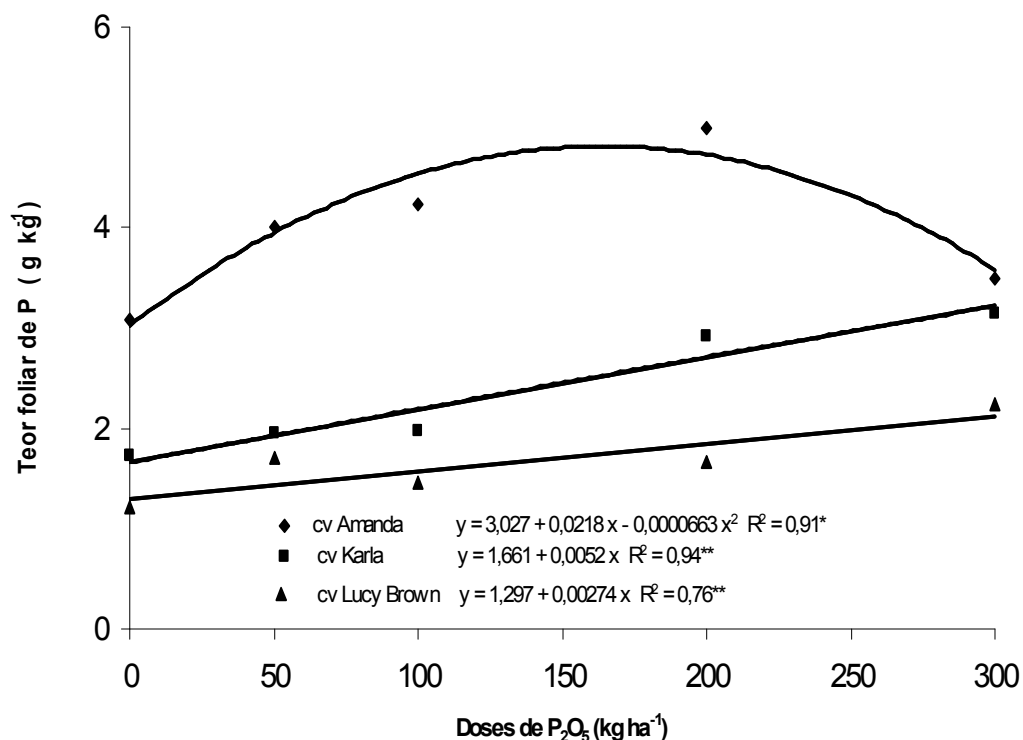


FIGURA 2. - Teor de fósforo em folhas de alface em função da cultivar e dose de fósforo. UNESP – Jaboticabal – SP, 2008.

Verificou-se efeito significativo dos fatores cultivar e dose de P, isoladamente, sobre a massa fresca da parte aérea (MFPA) (Tabela 4). A maior MFPA foi obtida pela cultivar Lucy Brown, a qual apresentou média de $560,2 \text{ g/planta}$ (Tabela 5), sendo esse valor cerca de três vezes maior do que os valores obtidos pelas cultivares Amanda e Karla.

TABELA 5 - Médias de massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e teor de fósforo no solo (PS), de cultivares de alface. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

Cultivar	MFPA (g/planta)	NF (folhas/planta)	AF (cm ²)	MSPA (g/planta)	PS (g/kg)
Amanda	208,58 B	24,3 B	2235,6 C	21,53 AB	100,65 B
Karla	152,44 B	38,0 A	3430,2 B	20,24 B	100,15 B
Lucy Brown	560,20 A	20,2 C	4281,2 A	24,40 A	124,60 A

*Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A MFPA aumentou proporcionalmente à medida que maiores doses de fósforo foram aplicadas (Figura 3).

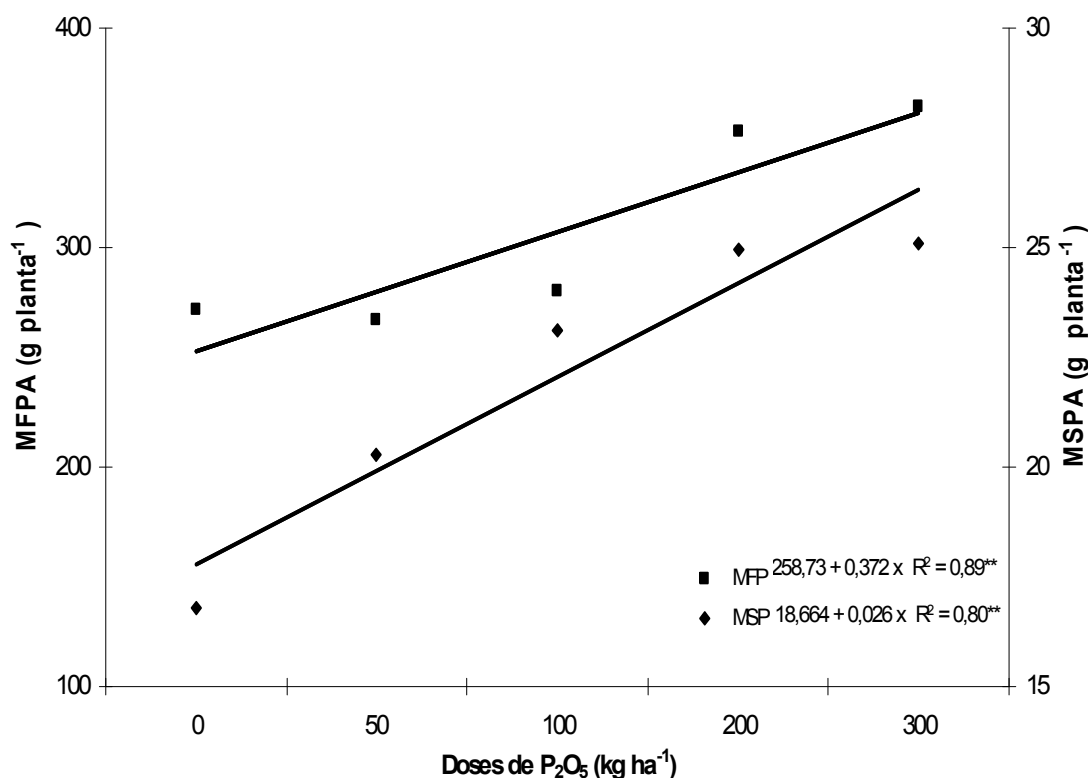


FIGURA 3. - Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de cultivares de alface em função das doses de P aplicadas. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

Em estudo realizado por FIGUEIREDO et al. (2004), para avaliar em alface a interação genótipo x ambiente, observaram, que em todos os ambientes avaliados que cultivares do grupo americana apresentaram maiores MFPA

comparado aos demais grupos e que as cultivares do grupo lisa apresentaram os menores valores. De acordo com MOTA et al. (2003), as doses de P recomendadas para alface não podem ser iguais para todos os grupos de alface, uma vez que o grupo Americana apresentam ciclo e massa maiores e, conseqüentemente, extração de fósforo maior do que as dos grupos lisas e crespas. SANCHEZ & EL-HOUT (1995), ao avaliarem a resposta de alface à adubação fosfatada (0, 115, 230, 460 e 690 kg ha⁻¹ de P₂O₅), no período de 1990 a 1992, na Flórida, verificaram que as condições ambientais afetaram o potencial de produção e que este variou entre as cultivares de alface estudada, mas que a necessidade de fósforo foi de até 690 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para a máxima produção. Segundo RAIJ (1991), respostas variáveis a aplicação de fósforo podem ser notadas de cultura para cultura, ou mesmo entre cultivares da mesma espécie, sendo umas mais eficientes do que outras na absorção do nutriente do solo.

Para o número de folhas (NF), houve efeito significativo apenas do fator cultivar (Tabela 4). A cultivar Karla do grupo Lisa foi a que obteve maior NF com média de 38 folhas por planta, superando as cultivares Amanda e Lucy Brown, com médias de 24,3 e 20,2 folhas por planta respectivamente (Tabela 5). O NF da cultivar Karla foi maior em relação as cultivares Amanda e Lucy Brown, 56 e 88% respectivamente. Houve ajuste quadrático para NF em função das doses de P aplicadas (Figura 4).

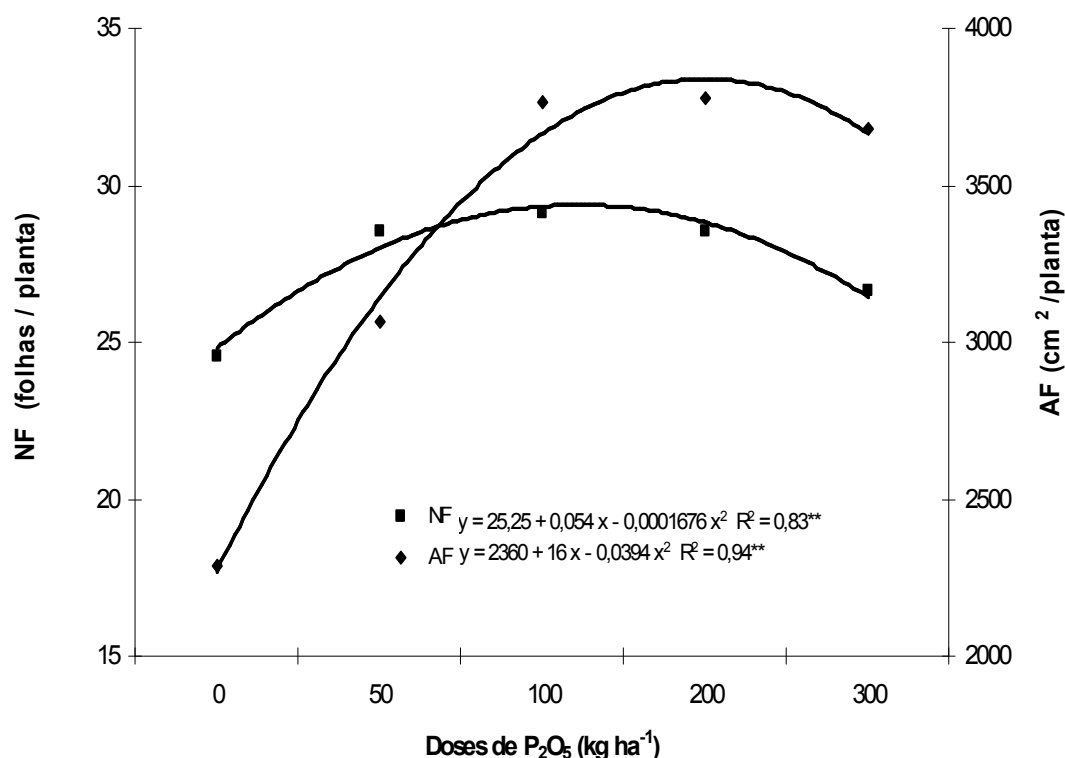


FIGURA 4. - Número de folhas (NF) e área foliar (AF) de cultivares de alface em função das doses de fósforo aplicadas. UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

A dose de $161\ kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 foi a que proporcionou maior NF. De acordo com RAIJ (1991), o fósforo em quantidades adequadas estimula o desenvolvimento radicular incrementando a produção. Segundo os mesmos autores esse elemento apresenta alta mobilidade na planta, transferindo-se rapidamente de tecidos velhos para regiões de meristemas ativos, proporcionando maior atividade celular e, conseqüentemente, aumento da área foliar e do número de folhas. O NF observado na cultivar Amanda, do grupo crespa, encontra-se muito próximo aos valores verificados por KANO et al. (2004), que foi de 24 folhas por planta e CARDOSO (2005), que foi de 22 folhas por planta, sendo estes superiores ao valor obtido por SANTOS et al. (2005) que foi de 15 folhas por planta, também para a cultivar Verônica do mesmo grupo. Este resultado pode estar associado a diferenças existente entre uma cultivar e outra, mesmo elas sendo pertencentes ao mesmo grupo e às diferenças existentes entre as

condições edafoclimáticas de regiões distintas onde foram realizados os respectivos experimentos.

Para a área foliar (AF), verificou-se efeito significativo dos fatores cultivar e doses de P (Tabela 4). A cultivar Lucy Brown foi a que apresentou maior área foliar, com média de 4.281 cm^2 , superando as cultivares Karla do grupo Lisa e Amanda do grupo Crespa que apresentaram médias de 3.430 e 2.235 cm^2 respectivamente (Tabela 5). Os valores observados para a cultivar Amanda foi menor do que o observado por KANO et al. (2004), que aos 34 DAT verificaram 2.743 cm^2 com a dose de 600 kg ha^{-1} de P_2O_5 para a cultivar Verônica, também do grupo crespa. A AF da alface ajustou-se a equação polinomial quadrática (Figura 4) com incrementos positivos até a dose de 203 kg ha^{-1} de P_2O_5 . KANO et al. (2004) verificaram respostas para alface crespa às doses de fósforo, constatando incremento de 1.054 cm^2 quando não foi aplicado fósforo até 2.743 cm^2 na dose de 600 kg ha^{-1} e que a partir desta até a dose de 800 kg ha^{-1} não houve diferenças significativas. Segundo RAIJ (1991), o aumento da adubação fosfatada, principalmente com fontes de P solúveis, pode influenciar no aumento da produção de carboidratos e, conseqüentemente, da área foliar, pois quanto maior a área foliar da planta maior será a captação de luz aumentando assim a atividade fotossintética.

A MSPA foi influenciada, assim como a MFPA, pelos dois fatores isoladamente (Tabela 4). A cultivar Lucy Brown apresentou maior MSPA com média de $24,4 \text{ g/planta}$, porém não diferenciou da cultivar Amanda que obteve média de $21,5 \text{ g/planta}$ (Tabela 5). Da mesma forma que ocorreu para a MFPA, para a MSPA também houve incrementos com aumento das doses de fósforo aplicadas ajustando-se os dados a equação linear (Figura 3). A MSPA variou de 16 g/planta na dose 0 até 25 g/planta na dose de 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 . KANO et al. (2004), no ponto comercial da alface (34 DAT), constataram que a MSPA total das plantas variou de $5,70 \text{ g/planta}$ sem aplicação de fósforo a $11,42 \text{ g/planta}$ com 600 kg ha^{-1} . ARRUDA JÚNIOR et al. (2005), obtiveram a máxima MSPA ($4,35 \text{ g/planta}$) na maior dose (40 mg kg^{-1}), no entanto, para a cultivar crespa 'Cacheada'.

Para a cultivar Verônica, CARDOSO (2005), CÉZAR (2005) e GRANGEIRO et al. (2006), e obtiveram massa seca de 6,4; 8,15 e 10 g/planta respectivamente.

Os resultados confirmam que a alface é responsiva ao fornecimento de P, mesmo em solo com teor muito alto do nutriente. A alface respondeu positivamente até 300 kg ha^{-1} , dose maior do que a proposta por TRANI et al. (1997).

Para o teor de P no solo (PS), observou-se efeito significativo para os fatores cultivar e dose (Tabela 4). Maior PS foi observado em áreas cultivadas com a cv. Lucy Brown (Tabela 5). Houve ajuste significativo de equação linear para o aumento da dose de P no PS (Figura 5).

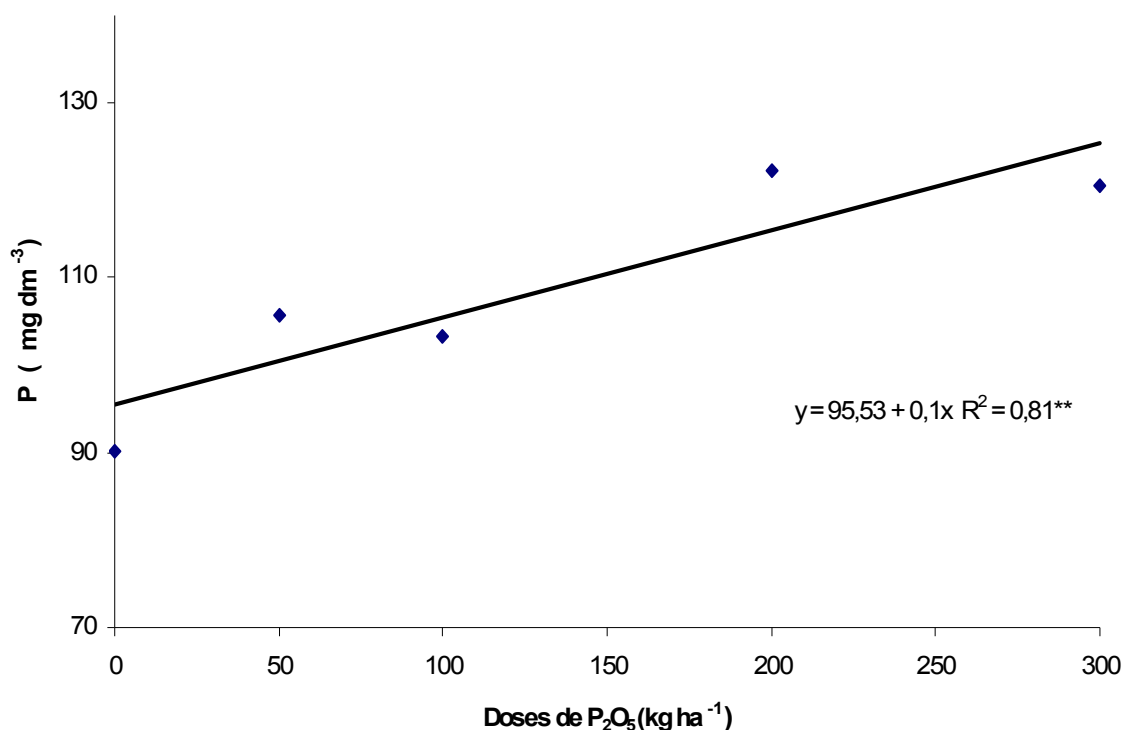


FIGURA 5. - Teor de fósforo no solo em função das doses do nutriente aplicadas. FCAV - UNESP, Jaboticabal – SP, 2008.

Os teores de fósforo no solo após o experimento variaram de 95,5 a 125,5 mg dm^{-3} (Figura 5), condição condizente com o descrito por FOLTRAN et al. (1987) e CASTELLANE et al. (1988), de que áreas utilizadas constantemente

apresentam, freqüentemente, teor de fósforo no solo maior que 100 mg dm^{-3} . Certamente, estes teores alto e muito alto no solo conforme classificação de RAIJ et al. (1997), podem trazer consequências negativas ao meio ambiente se cuidados não forem tomados para a conservação do solo evitando erosão e eutrofização de rios, lagos e afins.

3.4 CONCLUSÕES

Em Latossolo com teor muito alto de fósforo (136 mg dm^{-3}) as cultivares dos três grupos de alface responderam semelhante e positivamente à aplicação de até 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

3.5 REFERÊNCIAS

ARRUDA JÚNIOR, S.J.; MELO, E.E.C.; SILVA, M.O.; SOUSA, C.E.S.; FREIRE, M.B.G.S. Produtividade e teor de P de plantas de alface em função de diferentes doses de fósforo no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2. Suplemento, Resumos, 2005.

CARDOSO, A.I.I. **Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface** (*Lactuca sativa* L.). 2005. 25 f. Relatório científico (FAPESP) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade; Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

CASTELLANE, P. D.; FERREIRA, M. E.; MAEDA, A. H. Diagnose da fertilidade dos solos cultivados com olerícolas em Atibaia (SP). **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 6, n. 2, p. 50, 1988. Resumo.

CÉZAR, V.R.S. **Efeito do processo de compostagem sobre a solubilização e a eficiência agrônômica de diferentes fontes de fósforo**. 2005. 66f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

CLAASSENS, A.S. Influence of varying phosphorus supply on the growth and phosphorus composition of lettuce. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.9-10, p. 1209-1221, 1994.

FIGUEIREDO, E.B.; MALHEIROS, E.B.; BRAZ, L.T. Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n1. p. 66 – 71, 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. Asteráceas – alface e outras hortaliças herbáceas. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2003. p. 289-295.

FOLTRAN, D.E., CASTELLANE, P.D., FERREIRA, M.E. Diagnose da fertilidade do solo e do estado nutricional da cultura do morangueiro em Cabreúva (SP). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 56, 1987. Resumo.

GRANGEIRO, L.C.; KAMARGO, R.C.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do semi-árido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.190-194, 2006.

KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Doses de fósforo na produção de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22: p.410. 2004. CD-ROM.

MOTA, J.H.; YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; OLIVEIRA, C.M.; SOUZA, R.J.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. Produção de alface americana em função da aplicação de doses e fontes de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.4, p.620-622, 2003.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafós, 1991. 343p.

RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C.A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. p.8-13.

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.

SANCHEZ, C.A.; EL-HOUT, N.M. Response of diverse lettuce types to fertilizer phosphorus. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.3, p. 528-531, 1995.

SANTOS, F.N.; ARAUJO, J.R.G.; COSTA, E.M.R.; COSTA, E.P.B.; SILVA, J.C.B.; SILVA, J.R.; FREITAS, L.M.; VELOSO, T.R.G. Avaliação de cultivares de alface sob as condições de cultivos a ambiente protegido e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, Suplemento, Resumos, agosto 2005. CD-ROM.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; AZEVEDO FILHO, J.A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d água. In: RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC. 1997. p.168. (Boletim Técnico, 100).

TRANI, P.E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC. 1997. p.157-163 (Boletim Técnico, 100).