

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES DE N-UREIA E DE ESTERCO BOVINO NA
QUALIDADE NUTRICIONAL DA ALFACE EM CONSÓRCIO
COM A RÚCULA**

**Danielle Freire Paoloni
Nutricionista**

2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES DE N-UREIA E DE ESTERCO BOVINO NA
QUALIDADE NUTRICIONAL DA ALFACE EM CONSÓRCIO
COM A RÚCULA**

Danielle Freire Paoloni

Orientador: Prof. Dr. Manoel Evaristo Ferreira

Coorientadora: Profa. Dra. Sueli Ciabotti

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

2012

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Danielle Freire Paoloni – nascida na cidade de São Paulo-SP, em 16 de setembro de 1977, filha de Aldo Paoloni e Dinorá Celeste Freire Paoloni, mãe de Cézar Paoloni Fahd, 12 anos. Graduiu-se em Nutrição e Dietética, em 1999, ainda em São Paulo. Mudou-se para Uberaba-MG, em 2001, onde cursou especialização em Nutrição Humana pela Universidade Federal de Lavras e a formação especial de professores pela Universidade Federal do Paraná, com término em 2002. Ingressou no então Centro Federal de Educação Tecnológica em 2003, como professora. Em fevereiro de 2003, ingressou no mestrado na Universidade Federal do Triângulo Mineiro, concluindo-o em outubro de 2008. Em março de 2009, iniciou o seu doutoramento no programa Dinter, na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus Jaboticabal, no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo).

*“Cada dia que amanhece assemelha-se a uma
página em branco, na qual gravamos os nossos
pensamentos, ações e atitudes. Na essência, cada
dia é a preparação de nosso próprio amanhã...”*

(Chico Xavier)

Aos meus pais, Aldo (in memorian) e Dinorá, e aos meus irmãos Ricardo e Caroline, por todo exemplo de vida que são para mim, por todo amor que nos une.

DEDICO

Ao meu filho César, por tornar o meu mundo muito colorido, por ser o meu melhor amigo. O meu amor por você é o maior do mundo!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me abençoar, guiar meus passos, me proteger, me iluminar e me cercar de pessoas do bem.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAV-UNESP) e ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro por me propiciar essa oportunidade, que ajudaram a aumentar meus conhecimentos e, sobretudo, a me tornar mais preparado para a vida.

Ao Prof. Dr. Manoel Evaristo Ferreira, pela confiança depositada, pelos ensinamentos valiosos, pela dedicação, sendo um exemplo de competência.

À Prof^a. Dr^a. Mara Cristina Pessoa da Cruz, pelas sugestões valiosas e importantes, pela disposição em sempre ajudar.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pela ajuda nas análises dos dados, pelas sugestões e por toda dedicação depositada.

A Prof^a Dr^a. Sueli Ciabotti pela coorientação desse trabalho precisa e competente, e pela coordenação do projeto DINTER.

A Elizabete Ferreira Borges pela participação efetiva e competente na elaboração do projeto DINTER, o que proporcionou a realização deste.

À Banca Examinadora, pelas excelentes sugestões de correção.

Ao Prof. Dr. João Antonio Galbiatti pela atenção à frente da coordenação do projeto DINTER.

Aos pesquisadores e professores do curso Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Dr. João Antonio Galbiatti, Dr. José Carlos Barbosa, Dr. José Eduardo Pitelli Turco, Dr. Manoel Evaristo Ferreira, Dr. Marcílio Vieira Martins Filho, pelos conhecimentos passados a nós durante as aulas.

A minha grande amiga Dione Chaves de Macedo por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, me apoiando, incentivando e dividindo todas as angústias.

Ao meu amigo Lucas Arantes Pereira pela amizade, pelo companheirismo, por me auxiliar com tanta competência, paciência e claro, com boas risadas.

Aos bolsistas Josianny, Mirian, José de Assis, Camila, Tamiris, aos alunos: Dona Marileide, Flavia, Daniel, Carol, Rafaela, Camila, Bárbara, Jussara, Creusa.

À Selma, técnica do laboratório de solos da UNESP, pelo seu apoio durante as análises.

Aos colegas da pós-graduação pelo agradável convívio e pelas importantes contribuições durante toda a nossa caminhada.

Aos demais professores e colegas do Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro, em especial, aos do Campus Uberaba, e a todos que direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 A cultura da alface	3
2.2 Policultivo ou cultivo consorciado de alface.....	3
2.3 Adubação orgânica e mineral na cultura da alface	5
2.4 Parâmetros de qualidade da alface	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	61
6. REFERÊNCIAS	62

DOSES DE N-UREIA E DE ESTERCO BOVINO NA QUALIDADE NUTRICIONAL DA ALFACE EM CONSÓRCIO COM A RÚCULA

RESUMO – O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade nutricional da alface, em cultivo consorciado e solteiro, adubada com diferentes doses de N-ureia e esterco bovino. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 18 tratamentos, distribuído em esquema fatorial 4x4+2, com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de quatro doses de N-ureia (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N) com quatro doses de esterco bovino (0, 10, 20 e 30 t ha⁻¹) para o plantio de alface consorciada com rúcula e dois tratamentos adicionais referentes aos cultivos de alface e rúcula em monocultura. Realizaram-se dois experimentos, um no verão e outro no inverno de 2010, utilizando-se a cultivar de alface Vera e a cultivar de rúcula Folha Larga. As plantas de alface foram avaliadas quanto: nitrato, fenólicos totais, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, valor energético total, fibras, lipídios, glicídios e proteínas, umidade, e teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn. Os maiores teores de nitrato encontrados foram 363,62 mg de NO₃⁻ kg⁻¹ no verão e 896,88 mg de NO₃⁻ kg⁻¹ no inverno, na dose de 225 kg ha⁻¹ de N. Para todas as doses de N-ureia e/ou esterco bovino estudadas os valores são considerados baixos, quando comparados ao limite tolerável que é de 2.500 mg de NO₃⁻ kg⁻¹ de massa fresca. Para as demais variáveis de qualidade observaram-se teores adequados para o consumo humano. Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que com a aplicação de até 225 kg ha⁻¹ de N combinada ou não com até 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, foi possível a produção de alface com qualidade nutricional adequada para o consumo humano.

Palavras-chave: antinutricionais, caracterização nutricional, cultivo consorciado, *Lactuca sativa*, nitrogênio

DOSES OF N-UREIA AND CATTLE MANURE IN NUTRITIONAL QUALITY OF THE LETTUCE WITH THE CONSORTIUM IN ROCKET

ABSTRACT – This study aimed to evaluate some nutritional quality characteristics of lettuce under intercropping and single cropping, fertilized with different doses of N-urea and cattle manure. The experiment was conducted in a randomized complete block design, with 18 treatments and four replications. Treatments being arranged in a $4 \times 4 + 2$ factorial design. The treatments were the result of a combination of four N rates (0, 75, 150 and 225 kg ha^{-1}) and four rates of cattle manure (0, 10, 20 and 30 t ha^{-1}), plus two additional treatment, which corresponded to the cultivation of lettuce and rocket under single cropping. There were conducted two experiments, one in summer and one in winter of 2010, using the “Vera” lettuce cultivar and “Folha Larga” rocket cultivar. After harvest, the lettuce plants were analyzed for the levels of nitrate, total phenolics, pH, titratable acidity, soluble solids, total energy, fibers, lipids, carbohydrates and proteins, moisture, and levels of P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn and Zn. The higher nitrate levels were $363.62 \text{ mg of NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ of fresh matter in the summer and $896.88 \text{ mg of NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ of fresh matter in the winter, with the application of 225 kg ha^{-1} of N. For all tested doses of N-urea or cattle manure the nitrate results obtained were considered low compared to the tolerable level that is $2,500 \text{ mg of NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$. For other quality variables were observed levels suitable for human consumption. Based on these results, it was concluded that for doses until 225 kg ha^{-1} of N combined or not with until 30 t ha^{-1} of cattle manure applied, lettuce leaves were obtained showed suitable nutritional quality.

Keywords: antinutrition, nutritional characterization, intercropping, *Lactuca sativa*, nitrogen

1 INTRODUÇÃO

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, apresenta características nutricionais importantes para uma boa alimentação, por ser fonte de vitaminas e minerais, apresentar baixo teor de calorias e ser de fácil digestão (MOTA et al., 2012).

O Estado de São Paulo é o maior produtor de alface do Brasil, sendo que entre os meses de janeiro a julho de 2011 foram comercializados na CEAGESP 28.815 toneladas de alface, com predomínio do tipo crespa, sendo este grupo de alface correspondente a aproximadamente 45% do total comercializado (AGRIANUAL, 2012). A principal região produtora de alface no estado de São Paulo é a região do cinturão verde da cidade de São Paulo, sendo o município de Mogi das Cruzes o que apresenta a maior área de produção, com 3.806 ha (IEA, 2012).

O número de áreas produtoras desta hortaliça tem aumentado nos últimos anos (CASTOLDI et al., 2012), sendo seu cultivo, tradicionalmente, realizado por pequenos produtores, muitas vezes em cultivo consorciado, em caráter de exploração familiar, o que lhe confere grande importância econômica e social (VILLAS BÔAS et al., 2004).

A alface, por ser uma hortaliça folhosa, responde bem às adubações nitrogenadas, sendo verificados frequentemente aumentos da produção e melhorias no aspecto comercial (LEDO et al., 2000). No entanto, uma boa produção também deve estar relacionada com outros fatores, como a qualidade nutricional do produto final, e não unicamente com sua aparência externa (PÔRTO, 2006). Por outro lado, o excesso de adubação nitrogenada pode levar as plantas a acumularem nitrato, o qual é o principal fator antinutricional das hortaliças, e quanto menor o seu teor nas folhas, melhor a qualidade destas.

Diversas são as variáveis para avaliar a qualidade da alface, sejam elas visuais, como o aspecto comercial; microbiológicos, como a isenção de contaminações por microorganismos; ou nutricional dado pela sua composição físico-química. Nutricionalmente, o acúmulo de nitrato nos tecidos foliares é um importante critério de avaliação de qualidade de hortaliças folhosas, sendo este, considerado um fator antinutricional, pois se ingerido pelo ser humano, em quantidade excessiva, contribui para a formação endógena de nitrosaminas que são

compostos carcinogênicos. Este composto também é capaz de transformar a hemoglobina do sangue em ferrimoglobina, levando ao impedimento do transporte do oxigênio dos alvéolos pulmonares para os tecidos.

As frutas e hortaliças são importantes fontes de compostos fenólicos, os quais apresentam ação antioxidante, e atuam na prevenção de doenças cardiovasculares, cancerígenas, neurológicas e envelhecimento celular. Outras substâncias também são importantes variáveis de qualidade das hortaliças, visto que são provenientes de vegetais e, por isso, de qualidade superior às provenientes de animais, como é o caso dos lipídeos, glicídeos, proteínas, fibras, teores de minerais, dentre outros. Os teores de glicídios em alface são baixos, o que torna esta hortaliça, um alimento muito importante e recomendado para indivíduos que estejam em dieta alimentar para redução de peso.

Vale ressaltar também, que as proteínas de origem vegetal são encontradas em alimentos com baixo teor de gorduras, sendo assim, se faz muito importante na alimentação em pessoas em dietas, e no controle da obesidade, embora, os produtos de origem animal ainda sejam as principais fontes de proteínas na alimentação humana. Portanto, além dos aspectos produtivos, a qualidade das hortaliças produzidas deve ser considerada, visando atender ao mercado consumidor cada vez mais exigente.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade nutricional da alface, em cultivo consorciado com rúcula ou em monocultivo, em função de doses de N-ureia e esterco bovino.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae, é considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação do brasileiro (YURI et al., 2002), sendo também uma espécie olerícola muito atrativa aos horticultores, porque possui ciclo curto e alta produtividade, o que assegura a essa cultura, expressiva importância econômica. Rica em vitaminas e sais minerais é uma das melhores fontes de cálcio, ferro e vitamina A, possuindo ainda as vitaminas B₁, B₂ e C, (OLIVEIRA, 1999).

A cultura da alface tem grande importância econômica e dentre as hortaliças folhosas, a alface se destaca como a de maior valor comercial no Brasil e volume comercializado. O Estado de São Paulo é o maior produtor (IEA, 2012), sendo comercializadas mensalmente, em média 4.116,42 toneladas de alface no CEAGESP-São Paulo (AGRIANUAL, 2012).

Para o crescimento vegetativo, a alface prefere temperaturas amenas, sendo as noturnas inferiores a 15°C e superiores a 7°C as adequadas (FILGUEIRA, 2000). Dependendo da cultivar, temperaturas elevadas (acima de 25°C) e fotoperíodo longo, induzem a planta a passar da fase vegetativa para a reprodutiva, sendo observado no campo formação de plantas menores e com início de pendoamento (VIGGIANO, 1990).

No cultivo de alface, para obter maior produtividade, e plantas com qualidade comercial, é necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo, promovendo assim, o adequado desenvolvimento da cultura (VIDIGAL et al., 1995).

2.2 Policultivo ou cultivo consorciado de alface

Nos últimos anos, a olericultura tem se tornado cada vez mais competitiva, fazendo com que os agricultores tenham que buscar e investir em novos sistemas de cultivo, que além de aumentar a produtividade, deve promover utilização mais eficiente dos insumos aplicados. Dentre os sistemas alternativos, os pequenos

agricultores estão optando pela utilização da prática consorciada entre culturas, em relação ao monocultivo (MAIA et al., 2010).

O cultivo consorciado é o cultivo de duas ou mais espécies, de ciclo e/ou arquitetura diferentes, simultaneamente na mesma área, mas não necessariamente os produtos são colhidos exatamente ao mesmo tempo, ou seja, elas coabitam pelo menos uma parte significativa do seu ciclo de cultivo (LIEBMAN, 2002).

Tem-se como vantagens da consorciação de culturas a otimização da área plantada, melhor aproveitamento dos recursos ambientais, aumento da biodiversidade da microbiota do solo, diminuição dos riscos de perdas totais, diminuição da incidência de plantas daninhas, melhor manejo de pragas e doenças, maior produtividade e estabilidade econômica das atividades na propriedade rural, diminuição da erosão dos solos, diversificação da dieta alimentar do trabalhador rural e possibilidade de obtenção de maiores fontes de renda (REIS et al., 1985; CAETANO et al., 1999; REZENDE et al., 2002a; REZENDE et al., 2002b; SOUZA; REZENDE, 2003; MAIA et al., 2010;).

Azevedo Júnior (1990) verificou que o consórcio de alface com beterraba, em diferentes arranjos de fileiras de plantas, em dois cultivos sucessivos, não afetou a produtividade de beterraba, porém diminuiu a produção de alface. Possivelmente, o consórcio proporcionou melhores condições para a beterraba devido ao menor aquecimento do solo e, conseqüentemente, manutenção de umidade por maior período, e a alface se constituiu numa fonte adicional de renda.

Saldanha (2001) avaliando o consórcio de cenoura e alface Tainá em faixas com três fileiras, em Mossoró-RN, verificou maior viabilidade agroeconômica, com índice de uso da terra em torno de 1,29 e taxa de retorno de R\$ 2,07. Andrade (2002) estudando o consórcio de alface e cenoura, em dois sistemas de cultivo em faixas, na cidade de Mossoró – RN verificou que os rendimentos médios das culturas consorciadas foram semelhantes quando comparadas aos seus respectivos monocultivos, sendo que a alface como cultura secundária representou fonte adicional de renda.

Negreiros et al. (2002) avaliando o consórcio de cultivares de alface com cenoura, verificaram que para a característica altura de plantas de alface, houve efeito significativo apenas de cultivares, e para diâmetro de plantas constataram-se

efeitos de sistemas de cultivo e cultivares. A cultivar Babá de Verão sobressaiu-se das demais em termos de altura (12,17 cm) e diâmetro (17,02 cm) de plantas. Com relação aos sistemas de cultivo, a alface consorciada apresentou menor diâmetro (11,67 cm) quando comparada à solteira (16,85 cm). Os referidos autores atribuíram estes resultados ao maior adensamento das plantas de alface dentro da linha de plantio no sistema consorciado, promovendo maior competição intraespecífica, além da competição entre as culturas, principalmente com relação à radiação solar, devido ao sombreamento exercido pela cenoura sobre a alface, pois a mesma foi transplantada quando a cenoura estava com sessenta dias. Os mesmos autores ainda verificaram menor produção de matéria seca e menor produtividade de alface em cultivo consorciado quando comparada àquela do sistema solteiro.

Em Jaboticabal (SP), no período de abril a agosto de 2002, Rezende et al. (2003), ao avaliarem economicamente o cultivo consorciado de tomate e alface, em casa de vegetação, diante dos resultados que obtiveram, não recomendam a consorciação destas culturas, em ambiente protegido, na época estudada.

Costa et al. (2007), avaliando a produtividade e a eficiência do uso da área dos consórcios de alface dos grupos crespa, lisa e americana com rúcula, em duas épocas de cultivo, verificaram que a produtividade da alface em cultivo solteiro não diferiu das obtidas em consórcio com rúcula, independentemente da época em que a rúcula foi semeada. Os mesmos autores verificaram que o cultivo consorciado promoveu melhor uso da área, obtendo quantidades de hortaliças até 102% maior ao do cultivo solteiro.

2.3 Adubação orgânica e mineral na cultura da alface

A alface é extremamente exigente em nutrientes, destacando-se principalmente quanto ao potássio, nitrogênio, cálcio e fósforo (YURI, 2004) e, entre os micronutrientes, em cobre e zinco (ADAMS et al., 1986).

Na planta, o N tem função estrutural, sendo componente de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas, clorofila e metabólitos secundários como alcalóides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos e aminoácidos não-protéicos que atuam na defesa da planta (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A alface apresenta grande resposta à adubação nitrogenada (SMITH & HADLEY, 1988). Garcia (1982) cita que, pelo fato da alface ser basicamente composta de folhas, a aplicação de nitrogênio promove maior incremento na produtividade e na massa da planta.

Os fertilizantes nitrogenados minerais, no geral, são de grande solubilidade, trazendo como vantagem sua rápida disponibilidade e absorção pelas plantas. A forma nítrica de N presente em fertilizantes como nitrato de cálcio, nitrato de potássio e nitrato de amônio, após sua aplicação no solo, é rapidamente absorvida pelas raízes das plantas. Como características negativas dos fertilizantes nitrogenados minerais podem ser citadas as perdas por lixiviação, quando adicionados no solo, causada pela água da chuva ou da irrigação, principalmente para aqueles que têm o N na forma nítrica, uma vez que esse íon não é adsorvido pela argila, acarretando a contaminação do lençol freático.

Embora o parcelamento das doses recomendadas diminua esse problema, há aumento nos custos de mão de obra para a aplicação. Os fertilizantes que têm o N na forma amídica são rapidamente transformados em N amoniacal no solo, o qual, independentemente de sua origem (inclui os fertilizantes amoniacais), é rapidamente nitrificado, ficando sujeito a perdas por lixiviação. Esses fertilizantes provocam a acidificação do solo, o que requer maiores gastos com a calagem, utilizada para correção da acidez do solo e reposição do cálcio e magnésio às plantas (MALAVOLTA et al., 1974; RAIJ, 1991).

Além dos adubos sintetizados pela indústria (N-ureia), o fornecimento de nutrientes às plantas pode também ser feito por meio da adubação do solo com adubo orgânico. Como fontes de nutrientes, os resíduos orgânicos podem apresentar quantidades expressivas de nitrogênio, de potássio e de fósforo, constituindo-se em alternativas para fornecer esses elementos para as hortaliças (CAVALLARO JÚNIOR, 2006).

A demanda por informações sobre a utilização de fertilizantes orgânicos vem aumentando como alternativa para minimizar os desequilíbrios ecológicos causados pela adubação intensiva de hortaliças com fertilizantes industriais altamente solúveis (CARVALLARO JÚNIOR, 2006).

Santos et al. (2001) citam que o emprego de adubos orgânicos no cultivo de hortaliças é grande, devido, principalmente, aos elevados custos dos adubos minerais e aos efeitos benéficos da matéria orgânica em solos intensamente cultivados com métodos convencionais.

Alvarenga (1999), ao avaliar nas condições de outono, o crescimento, teor e acúmulo de nutrientes na cultivar de alface americana 'Rayder', em função de doses de nitrogênio aplicado no solo, verificou que a maior produtividade foi obtida com a dose de 240 kg ha⁻¹ de N, nas formas de ureia e nitrato de potássio.

Rocio et al. (1999), com o objetivo de avaliar a resposta de alface cultivar Regina à adubação nitrogenada, determinar a dose mais adequada a produtividade e qualidade da cultura e o efeito das mesmas nas perdas de N para o ambiente, verificaram que a maior produtividade foi obtida com a dose de 200 kg ha⁻¹ de N-ureia e a melhor qualidade foi atingida com a dose de 50 kg ha⁻¹ de N-ureia.

Ferreira et al. (2001a), ao avaliarem a aplicação de doses de N em alface, em condições de clima mesotérmico úmido, no Estado do Rio Grande do Sul, relataram incrementos na produtividade de alface até a dose de 200 kg ha⁻¹ de N; sendo que a dose de 400 kg ha⁻¹ reduziu significativamente a produção. Os referidos autores atribuíram a diminuição da produtividade com altas doses de N à elevada fitotoxicidade pela liberação de amônia durante o processo de hidrólise da ureia elevando os níveis de amônio do meio.

Bueno (1998) cita que, em alface, o adequado é fornecer quatro doses iguais de N: a primeira, juntamente com os demais nutrientes no preparo dos canteiros; a segunda quando a planta estiver com 6 a 8 cm; a terceira quinze dias após; e, a quarta, no início da formação da "cabeça".

Resende (2004a), ao avaliar a influência de doses de nitrogênio nas características produtivas de alface do tipo americana, com aplicação parcelada das doses em 40%, 30% e 30% em cobertura aos 10, 20 e 30 dias após o transplante, respectivamente, observou que a maior massa fresca total e comercial foi obtida com as doses de 86,9 e 89,1 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Resende (2004b), trabalhando com alface do tipo americana, ao aplicar diferentes doses de nitrogênio e molibdênio, adicionais à que os produtores usavam, verificou que a aplicação de nitrogênio e molibdênio influenciaram positivamente no

aumento dos teores dos macro e micronutrientes, à exceção dos teores de potássio e cobre, que apresentaram resposta negativa com o aumento das doses.

De acordo com Vidigal et al. (1995), o adubo orgânico adicionado ao solo, de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição.

Santos et al. (2001) avaliaram o efeito residual do composto orgânico (0,0; 22,8; 45,6; 68,4 e 91,2 t/ha de matéria seca) sobre o crescimento e a produção da alface, na presença e na ausência de adubo mineral (643 kg ha⁻¹ de 4-14-8 e duas aplicações de 30 kg ha⁻¹ de N em cobertura), e verificaram que doses crescentes de composto orgânico aumentaram a produção da cultura até 27.367 kg ha⁻¹ de matéria fresca, obtida na dose mais elevada em plantas cultivadas entre 80 e 110 dias após a aplicação do composto. Os efeitos residuais do composto orgânico expressaram-se também pelo aumento linear dos teores de bases trocáveis, de P e da capacidade efetiva de troca de cátions (CTC) do solo, os quais aumentaram, respectivamente, em 10,77 cmol_c/dm³, 461 mg/dm³ e 11,08 cmol_c/dm³, na maior dose avaliada.

São escassos na literatura nacional e internacional, trabalhos referentes ao estudo da adubação nitrogenada para a cultura da alface em consórcio. BARROS JÚNIOR et al. (2007a,b) estudaram diferentes adubações para consórcios de alface americana e crespa com rúcula, e verificaram que a adubação de plantio com a dose recomendada para a alface e as adubações de cobertura para ambas as culturas foi o tratamento que proporcionou melhores resultados para alface americana e crespa consorciadas com rúcula.

2.4 Variáveis nutricionais de qualidade da alface

Dentre as hortaliças mais consumidas, tem-se a alface, a qual apresenta baixo teor de calorias, fácil digestão e na dieta alimentar a sua principal função é fornecer fibras, sais minerais e vitaminas para o homem (KATAYAMA, 1993; YURI et al., 2002). A utilização da alface na alimentação humana tem sido recomendada por especialistas devido, também, à presença de compostos fenólicos, além do fornecimento de fibras e vitamina C. Estudos comprovaram que a ingestão regular

de alface, diminuiu a peroxidação dos lipídios nos tecidos, devido à presença de compostos antioxidantes (OZGEN & SEKERCI, 2011).

A composição das folhas de alface pode apresentar variações de acordo com a cultivar, época do ano e manejo produtivo. Em média, 350 gramas de alface apresentam a seguinte composição: valor calórico = 56 kcal; teor de água = 95,8%; teores de hidratos de carbono = 2,3%, de proteínas = 1,2%, e de gorduras = 0,2%; teor de sais minerais = 0,5% (13,3 mg de potássio, 14,7 mg de fósforo, 133,0 mg de cálcio, além de sódio, magnésio e ferro). Contêm, ainda, 245 unidades internacionais (UI) de próvitamina A, vitaminas do complexo B (B₁: 0,3 mg e B₂: 0,6 mg) e 35,0 mg de vitamina C, sendo que as folhas de coloração verde-escura, principalmente as externas contêm 30 vezes mais vitamina A do que as internas (RYDER; FILGUEIRA; FRANCO, citados por GOTO, 1998).

Balbach (1995) cita que em 100 gramas de alface, com coloração de folha verde-escura, pode ter 4.500 UI de vitamina A e que quanto mais escuro o verde, maior a quantidade de próvitamina A.

Em determinados casos, as folhas de vegetais podem apresentar alguns fatores antinutricionais e/ou tóxicos que podem interferir na biodisponibilidade e digestibilidade de alguns nutrientes, como é o caso das folhas de amaranto, espinafre, taioba, dentre outras que acumulam altas concentrações de nitrato, oxalatos e saponinas (FENWICK; OAKENFULL, 1983).

De acordo com Griffiths et al. (1998) o termo fator antinutricional tem sido usado para descrever compostos ou classes de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de origem vegetal que, quando consumidos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos. Eles interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar em efeitos danosos à saúde.

Com relação às práticas de cultivo, em função das hortaliças folhosas ser responsivas à aplicação de nitrogênio, o seu uso é, na maioria das vezes, excessivo, possibilitando o consumo de luxo com efeitos negativos na qualidade química das hortaliças (FAQUIN, 1994).

O acréscimo do nitrato no organismo humano é provocado em 50% pelo nitrato oriundo das hortaliças (SCHRÖDER & BERO, 2001), porém, pode chegar a representar 90% do total ingerido (RATH et al., 1994).

A Organização Mundial para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceram como admissíveis as doses diárias de 3,65 mg do íon NO_3^- kg^{-1} de massa corpórea (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973).

Os teores de nitrato em alface considerados aceitáveis para o consumo humano variam com a época do ano e não são estipulados nas leis brasileiras, sendo adotados índices europeus no Brasil. A Comunidade Européia estabeleceu como limite máximo permitido para alface produzida em ambiente protegido teores de nitrato na matéria fresca (MF) de 3.500 mg de NO_3^- kg^{-1} no período de verão, 4.500 mg de NO_3^- kg^{-1} no período de inverno e 2.500 mg de NO_3^- kg^{-1} o limite máximo permitido para alface produzida em campo aberto (McCALL & WILLUMSEN, 1998).

De acordo com Mengel & Kirkby (1987), altas doses de fertilizantes nitrogenados favorecem o acúmulo de nitrato nas folhas das plantas, sendo que o excesso pode se transformar através de reações bioquímicas em substâncias carcinogênicas prejudiciais à saúde humana. Além da adubação nitrogenada e do caráter genético, a disponibilidade de Mo, o sistema de cultivo, a intensidade de luz, a temperatura e a umidade do solo, também podem afetar o acúmulo de nitrato nas plantas (MAYNARD et al., 1976; MONDIN, 1996). A intensidade luminosa é o fator que mais interfere na assimilação de nitrato pelas plantas, pois atua como agente redutor no processo de assimilação do nitrato, e, com baixa intensidade luminosa, há diminuição da taxa de assimilação do nitrato, e, com isso há acúmulo do íon nos vacúolos (MENGEL, KIRKBY, 1987).

Arbos et al. (2010) avaliaram o teor de fenólicos em hortaliças cultivadas em sistema convencional e orgânico e verificaram que os teores de compostos fenólicos em alface, almeirão e rúcula foram, em ordem decrescente: rúcula orgânica ($126,84 \pm 4,46$ mg EAG.100 g^{-1} – EAG – equivalente de ácido gálico), alface orgânica ($108,72 \pm 2,34$ mg EAG.100 g^{-1}), almeirão orgânico ($92,15 \pm 1,09$ mg EAG.100 g^{-1}), alface convencional ($91,22 \pm 0,91$ mg EAG.100 g^{-1}), rúcula convencional ($90,78 \pm$

2,23 mg EAG.100 g⁻¹) e almeirão convencional (81,04 ± 3,64 mg EAG.100 g⁻¹). Os autores concluíram que os teores de fenólicos totais das hortaliças provenientes de cultivo orgânico foram maiores do que os obtidos nas hortaliças provenientes de cultivos convencionais, demonstrando assim, a interferência do manejo produtivo na qualidade nutricional.

Gobbo-Neto e Lopes (2007) relatam que apesar da existência de controle genético no teor de fenólicos totais em plantas, a expressão gênica pode sofrer modificações resultantes da interação de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos. Segundo os autores as variações no conteúdo total de compostos fenólicos em diferentes épocas, e/ou diferentes órgãos da planta, muitas vezes, podem ser decorrentes também do desenvolvimento foliar e/ou surgimento de novos órgãos concomitantemente, alterações no índice pluviométrico, temperatura e altitude. No mesmo sentido, Liu et al. (2007) e Tsormpatsidis et al. (2008) relataram que o teor de fenólicos totais e a capacidade antioxidante de alface variam em função do genótipo, da data de plantio e das condições ambientais em que a planta cresce.

De acordo com Jacobson et al. (2005), existe uma relação direta entre a produção dos metabólitos e fatores relacionados, sobretudo, à deficiência hídrica. Em condições de suprimento regular de água, a produção de fenólicos totais associa-se principalmente a fatores ligados a restrições edáficas de natureza química (macro e micronutrientes, matéria orgânica, saturação por bases, saturação por alumínio e capacidade de troca de cátions). Estes mesmos autores concluíram que em época seca, a produção de fenólicos correlaciona-se positivamente com solos arenosos, com baixo teor de argila e pequeno teor de matéria orgânica. Em época chuvosa, correlaciona-se diretamente com a saturação por alumínio no solo e, inversamente, com pH, saturação por bases, Ca + Mg e CTC do solo; e que, em geral, solos de baixa fertilidade proporcionam maiores teores de fenólicos totais, devido às adaptações da planta ao ambiente desfavorável.

Mattos et al. (2000), estudando o consumo de fibras alimentares em população adulta, verificaram que a alface é a hortaliça preferida pelos entrevistados, sendo consumida no almoço por 66,7% dos entrevistados, e no jantar, por 52,6%. Ainda, segundo estes autores, o consumo de fibras pelo brasileiro se dá,

principalmente, através da ingestão de arroz e feijão, embora as hortaliças tenham importante papel na nutrição humana, inclusive no fornecimento de fibras. Ressaltam também, que a ingestão diária de fibras identificada no referido estudo foi de 24 g por adulto.

Dias-Tagliacozzo et al. (1999, 2004) relataram que as variações sazonais dos carboidratos sugerem que, além do papel de reserva, esses compostos podem estar relacionados aos mecanismos adaptativos em resposta ao estresse ambiental, oferecendo resistência à baixa temperatura e/ou por estresse hídrico, pois segundo Hendry e Wallace (1993), o acúmulo de carboidratos está relacionado à tolerância de algumas plantas ao déficit hídrico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos em campo, no Setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, localizado a 19°45'26" de latitude Sul e 47°55'27" de longitude Oeste, na cidade de Uberaba-MG. Utilizou-se área experimental com solo classificado como sendo Latossolo Vermelho Distrófico, textura franco-argilo-arenosa (EMBRAPA, 2006). Foram conduzidos dois experimentos, tendo o Experimento I sido conduzido no período de janeiro a março de 2010 (verão) e o Experimento II, nos meses de junho a agosto de 2010 (inverno).

Nos períodos de condução dos experimentos foram anotadas, diariamente, as temperaturas e umidades relativas do ar, usando-se um termohigrômetro digital instalado em um suporte a 50 cm do solo, no centro da área experimental. No Experimento I a temperatura do ar oscilou entre 26,01 e 33,78°C durante o dia e 13,05 e 21,08°C durante a noite, com média de 23,36°C (Figura 1). No Experimento II a temperatura do ar oscilou entre 26,40 e 33,20°C durante o dia e entre 3,00 e 14,70°C durante a noite, com média de 19,16°C, havendo 23 dias com temperatura inferior a 10,00°C (Figura 2).

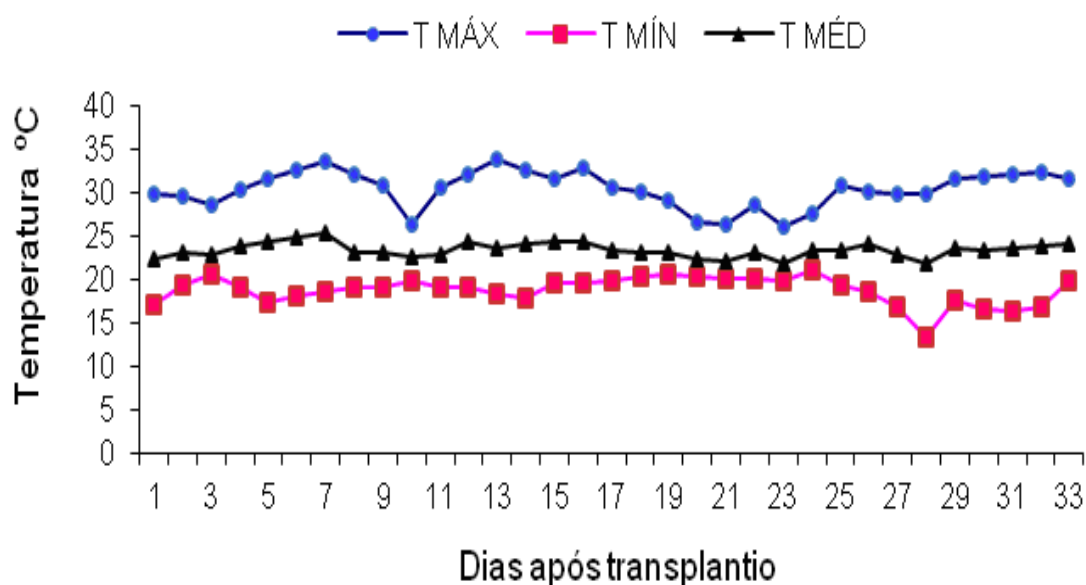


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias diárias na área do Experimento I.

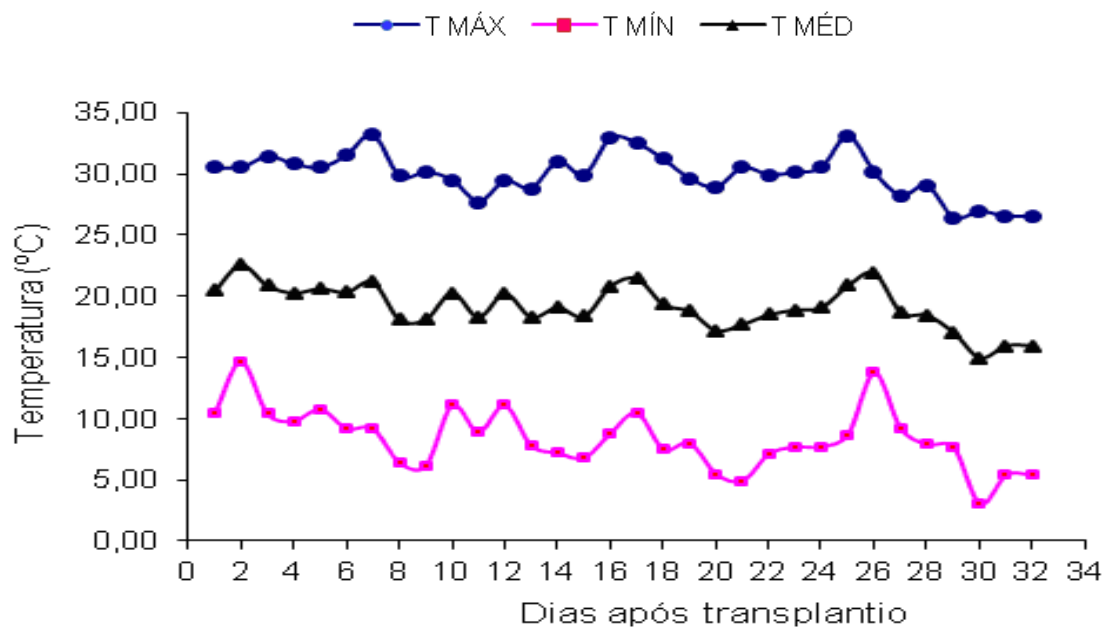


Figura 2. Temperaturas máximas, mínimas e médias diárias na área experimental do Experimento II.

Durante a realização do Experimento I ocorreram vários dias de chuva com precipitações que variaram de 0,5 a 77,5 mm, acumulando 400,89 mm em 33 dias (Figura 3).

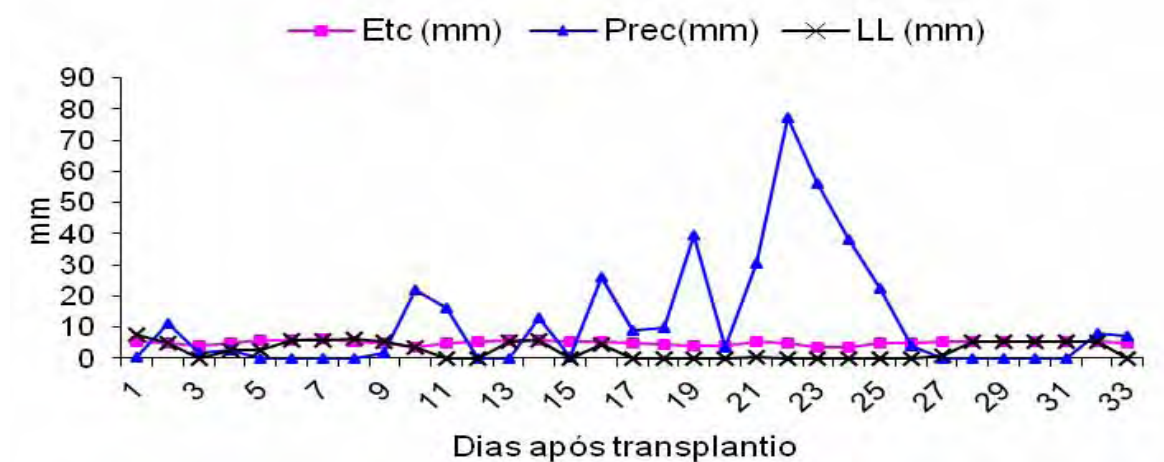


Figura 3. Precipitação (Prec), Evapotranspiração da cultura (Etc) e Lâmina líquida aplicada (LL), Experimento I.

Durante a realização do Experimento II não ocorreu precipitação pluvial. Tanto no Experimento I quanto no Experimento II as irrigações foram realizadas quando necessárias, de forma a suprir a evapotranspiração da cultura.

Previamente a instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais, que foram enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo, da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, e analisadas seguindo métodos descritos por Raij et al. (2001).

O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial $4 \times 4 + 2$. Os tratamentos resultaram da combinação de quatro doses de N-ureia (0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N) com quatro doses de esterco bovino (0, 10, 20 e 30 t ha⁻¹) aplicados no consórcio de alface e rúcula, além de dois tratamentos representados pelo plantio de alface e de rúcula em monocultura. As doses de N-ureia foram baseadas na recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999), que é de 150 kg ha⁻¹ de N e 50 t ha⁻¹. No presente trabalho, foram avaliados os efeitos dos tratamentos na alface. Deste modo, a análise estatística foi feita segundo esquema fatorial $4 \times 4 + 1$.

O solo da área do Experimento I (verão) apresentou 6 mg dm⁻³ de P (resina); 26 g dm⁻³ de MO; pH (CaCl₂) = 5,0; 2,0 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 12 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 4 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 34 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 18 mmol_c dm⁻³ de SB; 52 mmol_c dm⁻³ de CTC e V% = 35%.

A análise do solo da área do Experimento II (inverno) apresentou: 9 mg dm⁻³ de P (resina); 28 g dm⁻³ de MO; pH (CaCl₂) = 5,2; 1,9 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 19 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 6 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 28 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 27 mmol_c dm⁻³ de SB; 55 mmol_c dm⁻³ de CTC e V = 49%.

Uma amostra composta do esterco bovino utilizado em ambos os experimentos foi enviada para análise no Laboratório de Solos da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' – ESALQ-USP, apresentando na umidade natural: pH (CaCl₂) = 8,0; densidade = 0,40 g cm⁻³; umidade = 5,5%; matéria orgânica compostável = 33,28%; matéria orgânica resistente a compostagem = 1,81%; carbono = 19,49%; resíduo mineral = 59,36%; resíduo mineral insolúvel = 50,48%; resíduo mineral solúvel = 8,88%; nitrogênio = 1,63%; P₂O₅ = 1,10%; K₂O = 1,49%;

cálcio = 1,16%; magnésio = 0,28%; enxofre = 0,17%; relação carbono/nitrogênio = 12/1 e relação carbono orgânico/nitrogênio = 11/1.

O índice de saturação por bases foi elevado a 80%, por meio de calagem, seguindo as recomendações de Trani et al. (1997), 45 dias antes do transplante das mudas. Para a adubação de plantio, considerando-se a cultura principal (alface) e recomendações de Trani et al. (1997), foram aplicados em todas as parcelas 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ de K₂O e 1 kg ha⁻¹ de B, utilizando-se como fontes, respectivamente, superfosfato simples, cloreto de potássio e ácido bórico. A adubação orgânica, segundo os tratamentos, nas doses 0, 10, 20 e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, foi realizada de uma só vez, a lanco e incorporado com rastelo, 10 dias antes do transplante da alface.

Tanto em consórcio quanto em monocultura, as doses de N-ureia foram parceladas, em quantidades iguais, aos 0, 7, 14 e 21 dias após o transplante da alface. O fertilizante foi distribuindo em sulcos feitos ao longo das linhas, distantes de 3 a 5 cm das plantas, com 1 cm de profundidade e incorporado manualmente

Em ambos os experimentos, alface e rúcula foram cultivadas em consórcio e monocultura e, quando em consórcio, a alface foi considerada a cultura principal. As cultivares plantadas foram 'Vera' (alface) e 'Folha Larga' (rúcula).

As parcelas experimentais apresentavam área total de 3,24 m² (1,20 x 2,70 m), sendo constituídas por 36 plantas de alface, em monocultura, cultivadas no espaçamento de 0,30 x 0,30 m e 216 plantas de rúcula, em monocultura, cultivadas no espaçamento de 0,30 x 0,05 m. A monocultura teve quatro linhas de alface ou quatro linhas de rúcula. No consórcio foram associadas quatro linhas de alface e três linhas de rúcula. Em ambos os sistemas de cultivo, a rúcula foi desbastada aos 10 dias após a semeadura para a adequação do espaçamento entre plantas (0,05m).

No experimento I, a alface foi semeada no dia 04-01-2010, em bandejas de poliestireno expandido, de 288 células, preenchidas com substrato comercial, e mantidas em ambiente protegido, até atingirem ponto de transplante, o qual ocorreu no dia 10-02-2010, aos 37 dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam 4 ou 5 folhas definitivas. A rúcula foi semeada no dia 11-02-2010, diretamente nos canteiros, realizando-se o desbaste em 22-02-2010, para adequação do

espaçamento entre as plantas nas linhas. A colheita da alface foi feita no dia 12-03-2010, aos 30 dias após o transplante.

No experimento II a semeadura da alface foi feita de forma semelhante ao experimento I, no dia 27-05-2010, sendo o transplante realizado no dia 09-07-2010, quando as mudas apresentavam 4 ou 5 folhas definitivas. A rúcula foi semeada no dia 10-07-2010, diretamente nos canteiros, fazendo-se o desbaste em 20-07-2010, e a colheita em 09-08-2010, ou seja, 30 dias após o transplante..

Para a avaliação das características da alface, em consórcio ou monocultura, foi considerada como área útil as 2 linhas centrais, com 2,10 m cada uma, já excluídas as bordaduras.

As plantas de alface da área útil foram colhidas entre 5 e 6 horas da manhã, cortando-se as plantas com faca rente ao solo. As plantas foram embaladas em sacos de plástico e encaminhadas ao Laboratório de Alimentação e Nutrição do Instituto Federal do Triângulo Mineiro Câmpus Uberaba, sendo mantidas em geladeira a 4°C, até serem lavadas.

As plantas foram lavadas conforme recomendações de Carmo et al. (2000), divididas em três porções: a primeira, para as análises em material fresco (pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável); a segunda fração do material foi congelada e liofilizada para análises dos teores de fenólicos totais; e a terceira parte foi embalada em sacos de papel (25 x 35 cm), identificada e colocada para secar em estufa com circulação forçada de ar a cerca de 65°C, até atingir massa constante. A matéria seca foi triturada em micro moinho e armazenada em frasco opacos para, posteriormente, determinação de umidade, teor de nitrato, composição centesimal e teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn.

Para obtenção da matéria seca da parte aérea, quatorze plantas da área útil foram separadas e secas até peso constante em estufa sendo os resultados expressos em g planta⁻¹.

A extração do nitrato foi feita com água deionizada e a quantificação foi feita por destilação por arraste de vapores, seguida de titulação segundo descrito em Mantovani et al. (2005). Os dados obtidos em N-NO₃⁻, na massa seca foram transformados e expressos em mg NO₃⁻ kg⁻¹ de matéria fresca de alface.

O teor de fenólicos totais foi determinado de acordo com o método descrito por Waterhouse (2001), utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu e a curva padrão com ácido gálico. Os dados foram expressos em mg de fenólicos totais em equivalente de ácido gálico por 100g de matéria fresca de alface ($\text{mg EAG } 100\text{g}^{-1}$).

O teor de proteína bruta foi obtido pelo método de Kjeldahl, por meio da determinação do nitrogênio da amostra em destilador, multiplicando-se o teor de N pelo fator 6,25, conforme descrito pela Association of Official Analytical Chemistry (1990).

Para a determinação do teor de lipídios foi utilizado o método de "Soxhlet" (gravimétrico) baseado na perda de peso da amostra e na quantidade do material solubilizado pelo solvente. Neste método o solvente é recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída é determinada por diferença de pesos de acordo com o método proposto pela Association of Official Analytical Chemistry (1990).

Para determinação da umidade, amostras de 300 g foram mantidas em estufa de circulação de ar forçada, a cerca de 65°C , até a obtenção de massa constante, fazendo-se, posteriormente, o cálculo da porcentagem de umidade, a partir das massas fresca e seca da amostra.

A fração fibra foi determinada segundo o método gravimétrico, após digestão da amostra em meio ácido, conforme Van de Kamer & Van Ginkel (1952). A fração glicídica foi obtida por diferença de 100% da soma da umidade, lipídios, proteínas, fibras e cinzas, sendo que as cinzas foram determinadas por calcinação de amostra seca em mufla a 550°C , até obtenção de cinzas claras, seguindo-se o método da Association of Official Analytical Chemistry (1990).

Para determinação dos macronutrientes P, K, Ca, Mg e S e dos micronutrientes Zn, Cu e Mn as amostras de matéria seca foram submetidas à digestão nítrico-perclórica, de acordo com o método descrito em Carmo et al. (2000). Os dados obtidos foram expressos em g kg^{-1} de matéria fresca para os macronutrientes e em mg kg^{-1} de matéria fresca para os micronutrientes.

Para as avaliações físico-químicas, após a higienização, foram coletadas quatro folhas de alface frescas de cada parcela, ao acaso, maceradas em almofariz, onde foram adicionados 10 mL de água destilada, para completa homogeneização.

Na sequência o homogenato foi filtrado em papel de filtro qualitativo e no filtrado foram determinados o teor de sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez total titulável (ATT). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado com a adição de três gotas do filtrado no refratômetro digital automático, com compensação automática de temperatura, conforme método da Association of Official Analytical Chemistry (1990). Os conteúdos de SST foram expressos em °Brix com precisão de 0,1 °Brix. Em cada amostra foram feitas três leituras, sendo o resultado de cada amostra, a média das três leituras.

A determinação do pH foi feita introduzindo o eletrodo no filtrado de alface. Foi utilizado medidor de pH digital de bancada, com eletrodo de vidro combinado e sonda de temperatura, que permite a correção automática do pH em relação a temperatura. Previamente, o equipamento foi calibrado com tampões de pH 7,0 e 4,0.

A determinação da ATT foi realizada em 10 mL do homogenato que foi titulado com solução de NaOH 0,1N na presença do indicador fenolftaleína, de acordo com o método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Para cada época de cultivo, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, segundo o delineamento proposto, utilizando-se o programa estatístico AgroEstat – Versão 1.0 (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2012). Para todas as características, considerou-se o esquema fatorial 4x4+1, cujo tratamento adicional refere-se à monocultura da alface. Quando foi constatado efeito significativo do(s) fator(es), pelo teste F, foi realizado estudo de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias da massa seca da parte aérea (MSPA) e dos teores de nitrato e fenólicos totais em folhas de alface, em função de doses de N-ureia e de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula. Não houve interação entre os fatores, para nenhuma das características avaliadas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para massa seca da parte aérea (MSPA), teor de nitrato e teor de fenólicos totais em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de Variação	MSPA		Teor de nitrato		Fenólicos totais	
	---- g planta ⁻¹ ----		----- mg kg ⁻¹ -----		--- mg EAG 100g ⁻¹ ---	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)						
0	2,704	1,932	153,036	252,560	28,184	46,480
75	3,052	2,798	110,286	317,830	21,564	42,733
150	3,165	2,756	201,385	532,616	15,876	40,696
225	3,117	2,693	432,350	1003,671	13,755	38,913
Teste F	2,02 ^{NS}	10,01 ^{**}	14,67 ^{**}	10,72 ^{**}	10,96 ^{**}	1,78 ^{NS}
Esterco (E, t ha ⁻¹)						
0	2,968	1,041	242,380	710,598	16,186	41,668
10	2,836	2,536	220,881	421,596	20,622	43,026
20	2,996	2,997	282,816	487,129	23,566	45,789
30	3,232	3,599	150,979	487,353	19,005	38,353
Teste F	1,29 ^{NS}	70,61 ^{**}	2,17 ^{NS}	1,49 ^{NS}	3,49 ^{**}	1,60 ^{NS}
Int.NxE	1,08 ^{NS}	1,48 ^{NS}	0,75 ^{NS}	1,59 ^{NS}	1,55 ^{NS}	1,82 ^{NS}
Monocultura	3,214	5,365	123,482	361,015	16,004	40,087
Consórcio	3,007	2,542	224,264	526,069	19,843	42,201
Teste F	0,43 ^{NS}	110,72 ^{**}	1,70 ^{NS}	0,60 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,18 ^{NS}
CV (%)	19,65	19,21	69,69	80,28	39,83	23,18

** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

No cultivo de verão, tanto as doses de N-ureia quanto as de esterco bovino não promoveram efeitos significativos na produção de massa seca de folhas de alface. Porém, no cultivo de inverno, as doses de N-ureia e esterco bovino influenciaram na produção de matéria seca, sendo que as maiores produções foram

estimadas com a dose de 153 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 4) e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 5), com respectivamente, 2,905 g planta⁻¹ e 3,568 g planta⁻¹.

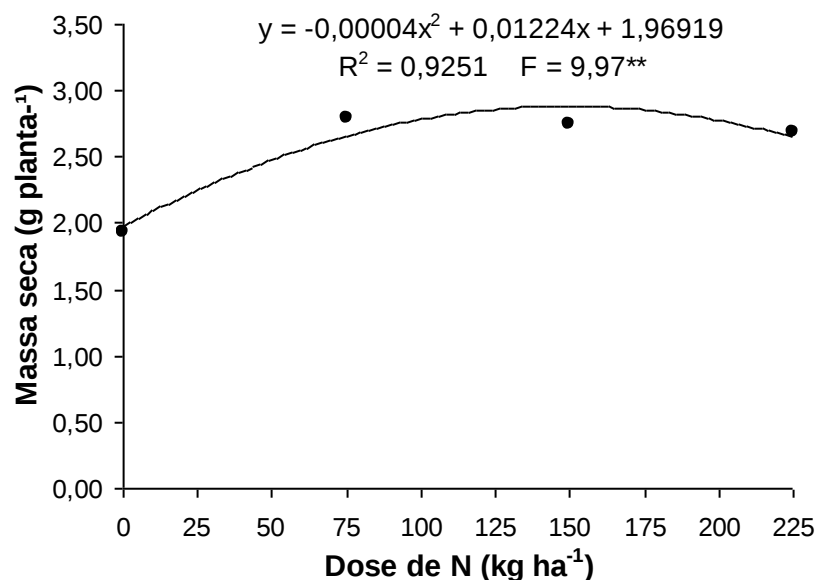


Figura 4. Massa seca da parte aérea de folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

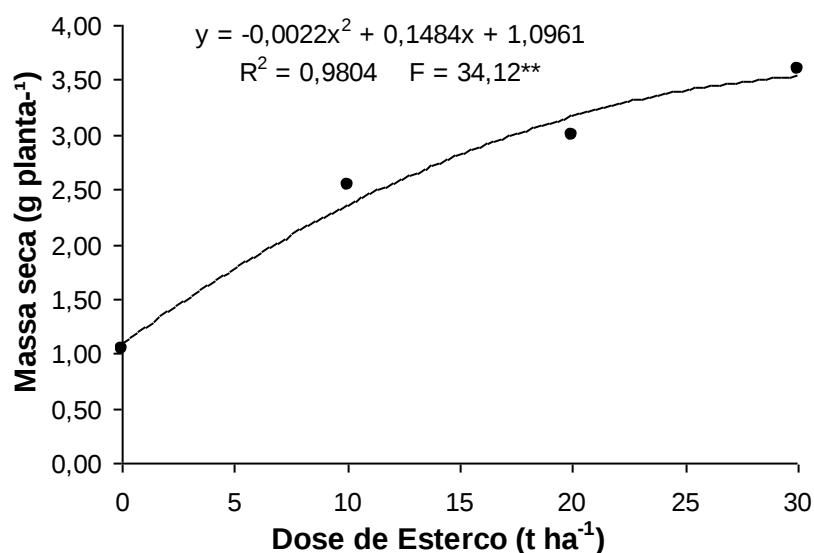


Figura 5. Massa seca da parte aérea de folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na Figura 6, observa-se o efeito das doses de N-ureia no teor de nitrato em folhas de alface, cultivadas no verão. À medida que aumentaram as quantidades de

N aplicadas, aumentaram os teores de N-nitrato acumulado nas folhas, sendo que o maior teor foi de 363,62 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de matéria fresca de alface, com a aplicação de 225 kg ha^{-1} de N-ureia.

No cultivo de inverno, o maior teor de nitrato acumulado (896,88 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de matéria fresca de alface) também foi obtido com 225 kg ha^{-1} de N-ureia (Figura 7), em função da maior disponibilidade de nitrogênio às plantas, fazendo com que estas absorvam este nitrogênio, podendo promover o acúmulo de nitrato. Estes resultados foram semelhantes aos de Fernandes et al. (2002), que relatam que o acúmulo de nitrato por plantas de alface ocorre quando há desequilíbrio entre a absorção e a assimilação do íon, acarretado por diversos motivos, e, dentre eles, um dos principais é a dose elevada de adubo nitrogenado, que aumenta a disponibilidade e, conseqüentemente, a absorção de nitrogênio.

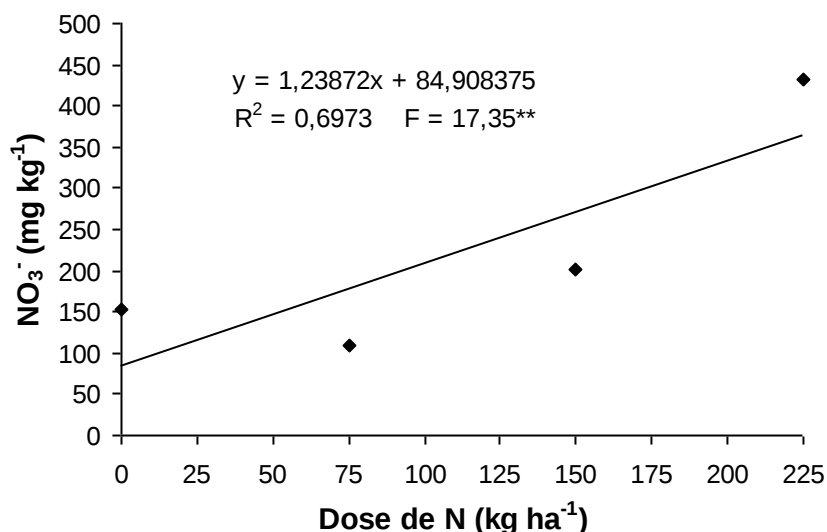


Figura 6. Teor de nitrato em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

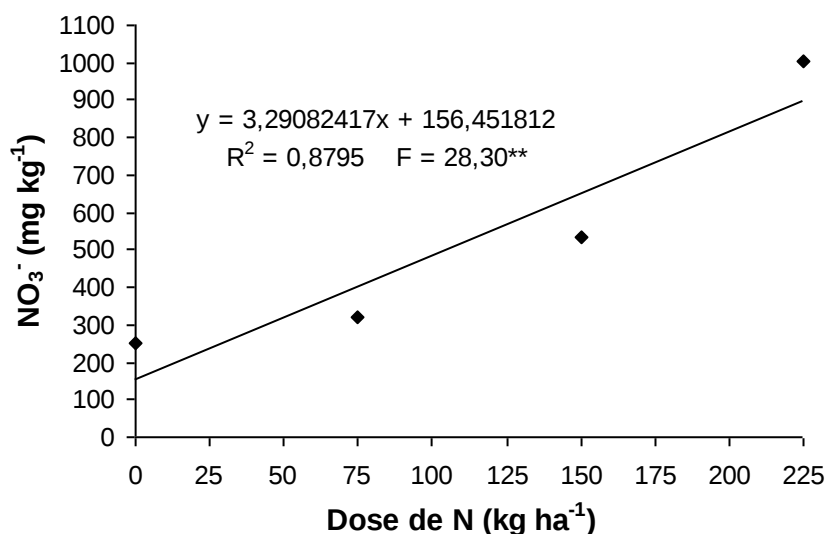


Figura 7. Teor de nitrato em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Não houve efeito das doses de esterco bovino nos teores de nitrato, nas duas épocas de cultivo da alface (Tabela 1), sendo observadas médias para o fator esterco de 224,26 e 526,66 mg de NO₃⁻ kg⁻¹, respectivamente, nos cultivos de verão e inverno. Provavelmente, o esterco não aumentou o teor foliar de nitrato, devido a liberação lenta de nitrogênio pelo esterco, visto que o esterco precisa passar pelo processo de mineralização para fornecer nitrogênio às plantas, sendo um processo influenciado por diversos fatores como temperatura, umidade e acidez ou alcalinidade (ZECH et al., 1997; GONÇALVES et al., 2001)

O acúmulo de nitrato nas plantas de alface, no inverno, foi 234,84% maior do que no verão. Esta diferença, provavelmente, está relacionada à menor intensidade luminosa no período de inverno, a qual tem papel fundamental na redução assimilatória do nitrato, pois a ferredoxina tem capacidade de agente doador de elétrons apenas na presença de luz, durante o processo de redução do nitrito. Segundo Faquin e Andrade (2004), a intensidade luminosa parece ser, dentre os fatores ambientais, o de influência mais marcante no acúmulo de nitrato em plantas. A explicação para esse acúmulo, que ocorre em baixa intensidade luminosa, é que nessas condições, não haveria nos cloroplastos, um fluxo de elétrons via ferredoxina suficiente para a redução assimilatória do nitrato, devido a baixa atividade da enzima nitrato redutase.

Apesar de se ter observado aumento no teor de nitrato nas folhas de alface com aumento das doses de N-ureia aplicadas (Figuras 6 e 7), os teores de nitrato foram menores do que 363,62 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ no verão e menores que 896,88 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ no inverno, sendo considerados toleráveis, conforme limites (2.500 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de matéria fresca de alface em campo aberto) estabelecidos pela Comunidade Europeia (MCCALL; WILLUMSEN, 1998).

Os resultados obtidos no presente trabalho são relativamente maiores do que os observados por Lima et al. (2008), que em estudos com alface em diferentes sistemas de cultivo, relataram teores de N-nitrato de 243,2 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de massa fresca (MF), provavelmente devido a diferença de cultivares avaliadas e das técnicas de cultivo empregadas, além das condições edafoclimáticas. Pavlou et al. (2007) obtiveram teores de nitrato em folhas de alface de 253 a 435 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de massa fresca, quando cultivadas com fertilizantes orgânicos, e teores de 572 a 664 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de massa fresca, quando cultivadas com fertilizantes inorgânicos.

Os teores de nitrato observados nesta pesquisa (Figuras 6 e 7) são menores do que os relatados por Mantovani et al. (2005), que avaliando o efeito da adubação nitrogenada (0 a 240 kg ha^{-1} de N) no acúmulo de nitrato em diferentes cultivares de alface (Lucy Brown, Tainá, Vera, Verônica e Elisa), relataram aumento linear, em todas as cultivares, em função da elevação das doses de N, com teores máximos da ordem de 1.600, 1.910, 1.370, 1.540 e 1.290 mg $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de massa fresca (MF), para as cultivares Lucy Brown, Tainá, Vera, Verônica e Elisa, respectivamente. Os referidos autores citaram ainda que os teores estavam abaixo do limite máximo tolerável para a alface produzida em ambiente protegido (3.500 mg kg^{-1} de MF).

De maneira geral, verifica-se, no presente trabalho, que os teores de nitrato observados em folhas da alface, para a maioria das doses de N-ureia testadas (Tabela 1, Figuras 6 e 7) são menores do que os observados por diversos autores para alface produzida com adubação mineral e orgânica (BENINNI et al., 2002; KROHN et al., 2003; COMETTI et al., 2004; MANTOVANI et al., 2005), o que pode ser atribuído às diferenças de condições em que os trabalhos foram conduzidos, como por exemplo, elevada intensidade luminosa (FAQUIN; ANDRADE, 2004; TAIZ;

ZEIGER, 2004), temperatura e horário de coleta (MARSCHNER, 1995; KROHN et al., 2003).

Diante dos resultados do presente trabalho, e da dose diária considerada admissível pela Organização Mundial para Agricultura e Alimentação (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de 3,65 mg do íon NO_3^- por kg de massa corpórea (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973), numa situação hipotética, um adulto com massa corpórea de 80 kg poderia ingerir, diariamente, até 803,03 g de alface produzida com a maior dose de N-ureia (225 kg ha^{-1}) no verão, e até 325,57 g de alface produzida com a maior dose de N-ureia no inverno, que não teria prejuízo à sua saúde.

Os teores de fenólicos totais (Tabela 1) foram influenciados pelos fatores N-ureia e esterco bovino no cultivo de verão. Houve efeito linear decrescente no teor de fenólicos totais, com aumento das doses de N-ureia (Figura 8), sendo que na dose de 0 kg ha^{-1} de N observou-se teor de 27,19 mg EAG 100g^{-1} de matéria fresca de alface, enquanto na dose de 225 kg ha^{-1} de N-ureia observou-se 12,46 mg EAG 100g^{-1} . Com as doses de esterco, verifica-se que o maior teor de fenólicos totais (22,79 mg EAG 100g^{-1}) foi observado com a aplicação equivalente a 18 t ha^{-1} (Figura 9), sendo esta dose a que produziu folhas de alface com maior capacidade antioxidante, a principal função dos fenólicos no organismo. Os teores observados no presente trabalho são menores do que os observados por Arbos et al. (2010) em alface orgânica ($108,72 \pm 2,34 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$) e em alface convencional ($91,22 \pm 0,91 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$), provavelmente, devido a diferenças de cultivares, visto que Liu et al. (2007) e Tsormpatsidis et al. (2008) relatam o genótipo é um dos principais fatores de variação no conteúdo de fenólicos totais.

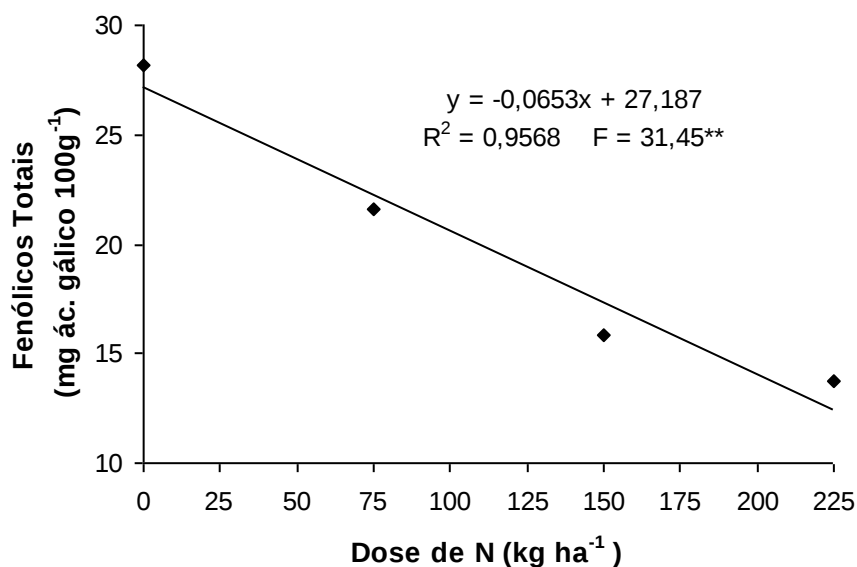


Figura 8. Teor de fenólicos totais em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

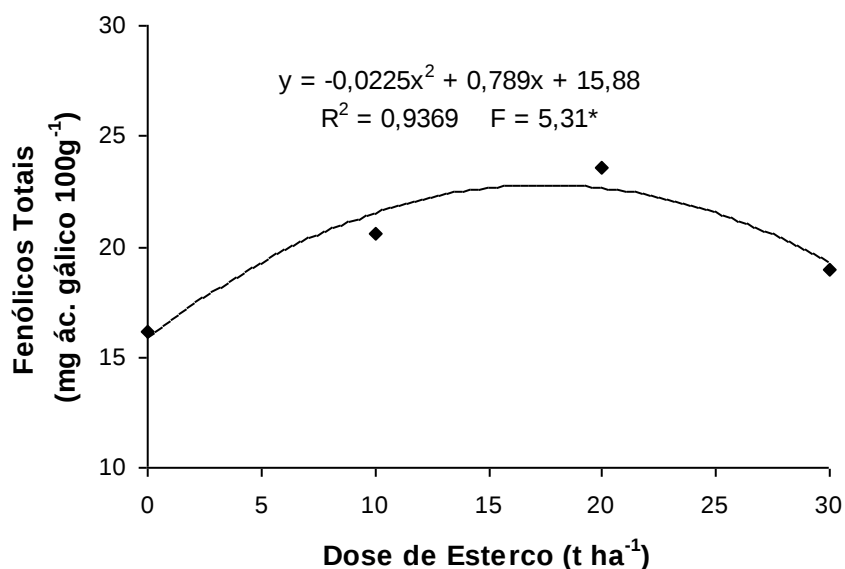


Figura 9. Teor de fenólicos totais em folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias da porcentagem de fibras e de lipídios em folhas de alface, em função de doses de N-ureia e de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula. Não houve interação entre os fatores nestas características. No teor de lipídios, observa-se na Tabela 2 que houve diferença entre o cultivo em monocultura e consorciado.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras e de lipídios em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Fibras		Lipídios	
	----- % -----			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	0,9675	1,4433	0,3281	0,3936
75	0,8543	1,4803	0,2643	0,3845
150	0,8006	1,6211	0,2562	0,3943
225	0,8487	1,4955	0,2456	0,3845
Teste F	7,89**	2,76 ^{NS}	25,28**	0,29 ^{NS}
Esterco (E, t ha ⁻¹)				
0	0,9056	1,4744	0,2931	0,3978
10	0,9431	1,5112	0,2825	0,3814
20	0,8075	1,5505	0,2668	0,3934
30	0,8150	1,5042	0,2518	0,3866
Teste F	7,11**	0,45 ^{NS}	5,97**	0,63 ^{NS}
Int.NxE	0,92 ^{NS}	1,63 ^{NS}	0,71 ^{NS}	0,62 ^{NS}
Monocultura	0,7725	1,4108	0,2275	0,3461
Consórcio	0,8678	1,5101	0,2735	0,3898
Teste F	3,37 ^{NS}	1,07 ^{NS}	9,15**	5,45*
CV (%)	11,68	12,35	10,91	9,39

* significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

Efeitos das doses de N-ureia e de esterco bovino na porcentagem de fibras em folhas de alface foram verificados no cultivo de verão (Tabela 2). Na Figura 10 verifica-se que com a dose 0 kg ha⁻¹ de N-ureia a porcentagem de fibras foi de 0,9696%, a qual diminuiu com o aumento das doses de N, até a dose 151 kg ha⁻¹ de N-ureia (0,8070%), havendo, posteriormente, estabilização da porcentagem de fibras, mesmo com aumento das doses de N-ureia, variando de 0,8070% a 0,8467% de fibras, respectivamente, com as doses de 151 e 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, o que corresponde a um aumento de apenas 4,9% na porcentagem de fibras da folha de alface.

Para as doses de esterco bovino, não houve ajuste linear ou quadrático para o teor de fibras, no cultivo de verão, sendo obtidas médias de 0,77% e 0,86% de

fibras nas folhas de alface produzidas em monocultura e em consórcio, respectivamente.

Os teores de fibra em folhas de alface (Figura 10) estão próximos aos relatados na literatura. Ohse et al. (2001), avaliando a qualidade de cultivares de alface em soluções nutritivas, relatam 0,7 a 0,9% de fibras em folhas de alface em 3 das soluções nutritivas testadas, e de até 3,34% em uma das soluções. Por outro lado, os resultados do presente trabalho são relativamente maiores aos relatados por Sgarbieri (1987), que cita 0,6 e 0,7 g 100g⁻¹ como teores médios para alface produzida em solo, diferença esta, provavelmente, relacionada às cultivares avaliadas e/ou manejo de cultivo e condições climáticas.

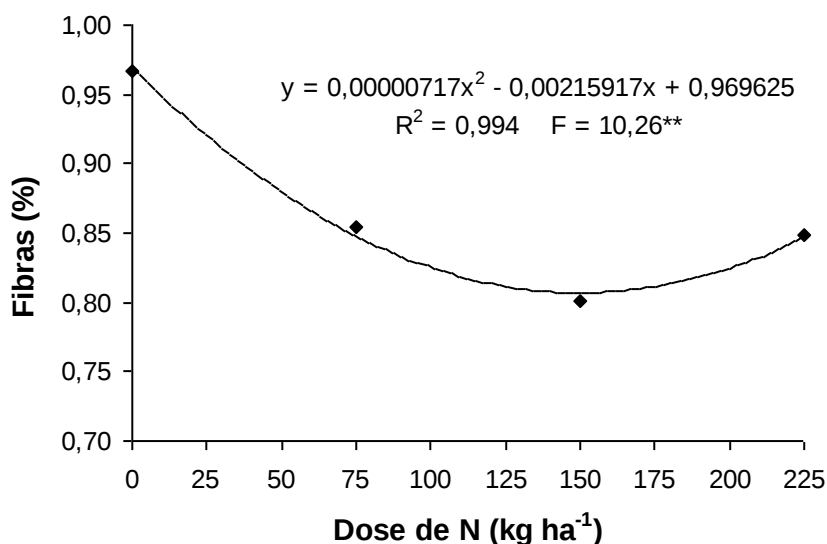


Figura 10. Teor de fibras em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

Os teores de lipídios foram influenciados pelas doses de N-ureia e de esterco, no cultivo de verão (Tabela 2). Na medida em que aumentaram as doses de N-ureia houve diminuição dos teores de lipídios, 0,32% com 0 kg ha⁻¹ de N para 0,24% com a dose de 185 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 11).

De forma semelhante, na medida em que aumentaram as doses de esterco bovino, houve diminuição dos teores de lipídios, que variaram de 0,29 para 0,25%, respectivamente, com as doses 0 e 30 t ha⁻¹ de esterco (Figura 12). Teores semelhantes aos obtidos no presente trabalho são relatados por Oshe et al. (2009),

que obtiveram teores de lipídios em alface de $0,26 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca; e por Sgarbieri (1987) que observou teor de lipídios de $0,30 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Martins e Riella (1993) relataram teores de 0,2% de lipídios na matéria fresca de alface, os quais são relativamente menores aos obtidos na presente pesquisa, o que pode ser atribuído à diferença entre cultivares testadas e/ou manejo de cultivo e condições climáticas.

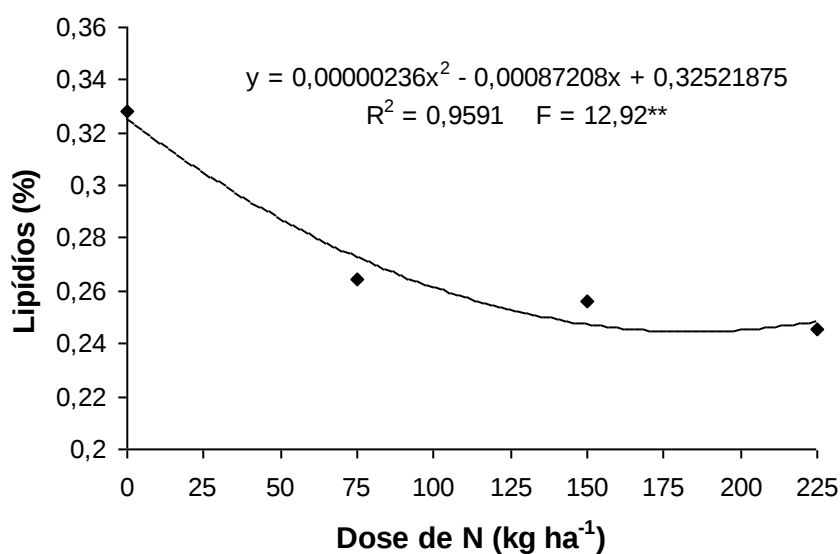


Figura 11. Teor de lipídios em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

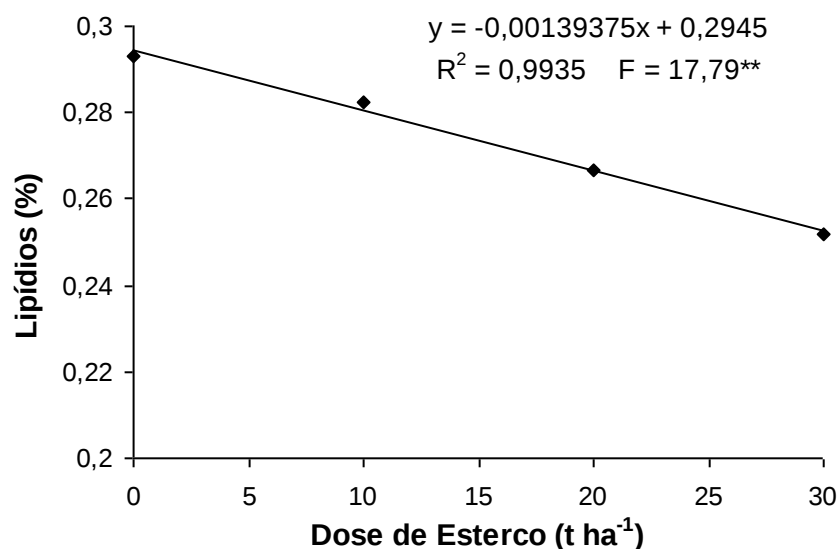


Figura 12. Teor de lipídios em folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

A fração glicídica nas folhas de alface foi influenciada pelos fatores doses de N-ureia e de esterco, nas duas épocas de cultivo (Tabela 3). No verão, com o aumento da dose de N-ureia, houve diminuição dos teores de glicídios nas folhas de alface, sendo que com a dose de 0 kg ha⁻¹ de N, o teor de glicídios foi de 2,15%, diminuindo para 1,65% com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 13). No verão, com o aumento das doses de esterco de 0 para 30 t ha⁻¹, houve diminuição nos teores de glicídios de 2,09 para 1,71%, respectivamente (Figura 14).

No cultivo de inverno, à medida que se aumentaram as doses de N-ureia e de esterco aplicados, houve aumento nos teores de glicídios, sendo que para o fator doses de N-ureia, os teores observados com as doses 0 e 225 kg ha⁻¹ de N-ureia foram, respectivamente, 3,79 e 4,40% (Figura 15). Com as doses de esterco, observaram-se aumentos dos teores de glicídios nas folhas de alface de 3,96 para 4,40%, com as aplicações de 0 e 30 t ha⁻¹ de esterco, respectivamente (Figura 16).

Os teores de glicídios observados na presente pesquisa estão próximos aos descritos na literatura, em folhas de alface: 2,7% (OLIVEIRA; MARCHINI, 1998); 2,27% em folhas de alface da cultivar Vera (OHSE, et al., 2009); 1,78% (OHSE et al., 2001); 3,5% (SGARBIERI, 1987) e 2,3% (MARTINS; RIELLA, 1993).

A semelhança dos teores do presente trabalho, para a maioria das doses de N-ureia e esterco bovino testadas, com os relatos da literatura pode ser atribuída ao fato de que, praticamente, em todos os cultivos de alface foram feitas irrigações diárias, com vistas a manter o solo próximo à capacidade de campo, e desta forma, não são observadas variações no teor de carboidratos, visto que variações no teor de carboidratos são respostas da planta, principalmente ao estresse hídrico (HENDRY; WALLACE, 1993).

O teor de proteínas foi afetado pelas doses de N-ureia tanto no verão quanto no inverno e o efeito das doses de esterco foi detectado apenas no inverno (Tabela 3). No verão, inicialmente, houve diminuição dos teores de proteínas com o aumento das doses de N-ureia. Observou-se que na dose de 0 kg ha⁻¹ de N-ureia, o teor de proteínas foi de 1,0323%, diminuindo para 0,9076% com a dose de 119 kg ha⁻¹ de N, com posterior aumento, em função da maior disponibilidade de N para as plantas, até a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, em que se verificou 1% de proteínas na massa fresca de folhas de alface (Figura 17).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para porcentagem de fração glicídica e da porcentagem de proteínas em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Fração glicídica		Proteínas	
	----- % -----			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	2,2106	3,8153	1,0306	1,3531
75	1,9050	4,1158	0,9306	1,4644
150	1,8206	4,4284	0,9100	1,5792
225	1,6887	4,3876	1,003	1,7071
Teste F	17,88**	19,20**	3,46*	14,55**
Esterco ((E, t ha ⁻¹)				
0	2,0825	3,9196	1,0081	1,3680
10	1,9987	4,1510	0,9856	1,5321
20	1,8275	4,3196	0,9318	1,5444
30	1,7162	4,3567	0,9487	1,6594
Teste F	9,94**	9,46**	1,25 ^{NS}	9,06**
Int.NxE	1,56 ^{NS}	1,56 ^{NS}	1,73 ^{NS}	1,65 ^{NS}
Monocultura	1,4525	4,1076	1,0250	1,6544
Consórcio	1,9062	4,1867	0,9685	1,5259
Teste F	17,64**	0,35 ^{NS}	0,78 ^{NS}	2,44 ^{NS}
CV (%)	11,15	6,19	12,72	10,39

* significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

No cultivo de inverno, tanto com as doses de N-ureia, quanto com as de esterco, observou-se que, com o aumento da quantidade aplicada, houve incrementos nos teores de proteínas nas folhas de alface (Figuras 18 e 19). Com o N-ureia, o maior teor de proteína (1,70%) foi observado com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 18). Com as doses de esterco, o maior teor de proteína (1,60%) foi encontrado com a aplicação de 30 t ha⁻¹ (Figura 19). Ohse et al. (2009), avaliando cinco cultivares de alface, observaram teores de proteínas variando de 0,83 a 1,15%, destacando que na cultivar de alface Vera, o teor foi de 0,98%, teor semelhante aos observados no presente trabalho (Figuras 18 e 19). Outros autores (SGARBIERI, 1987; MARTINS; RIELLA, 1993; OLIVEIRA; MARCHINI, 1998; OHSE et al., 2001; OHSE, et al., 2009) relataram teores de proteínas em alface entre 1,0 e 1,5%, os quais são menores aos observados no presente trabalho, na maioria das doses avaliadas. O aumento nos teores de proteína observados no presente

trabalho, provavelmente, se deu em função da maior disponibilidade de nitrogênio na solução do solo, em virtude do aumento das doses aplicadas (PEOPLES et al. 1995), podendo ocorrer maior absorção de N pelas plantas e, conseqüentemente, maior síntese de proteínas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

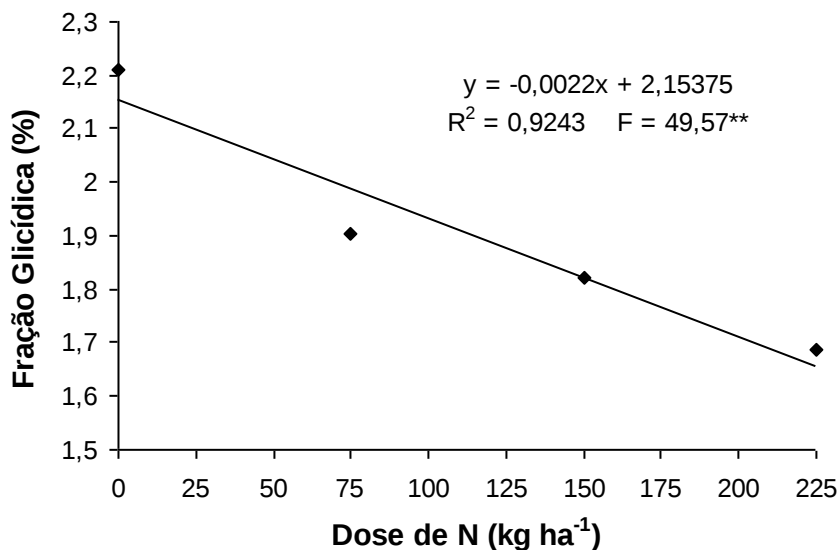


Figura 13. Fração glicídica em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

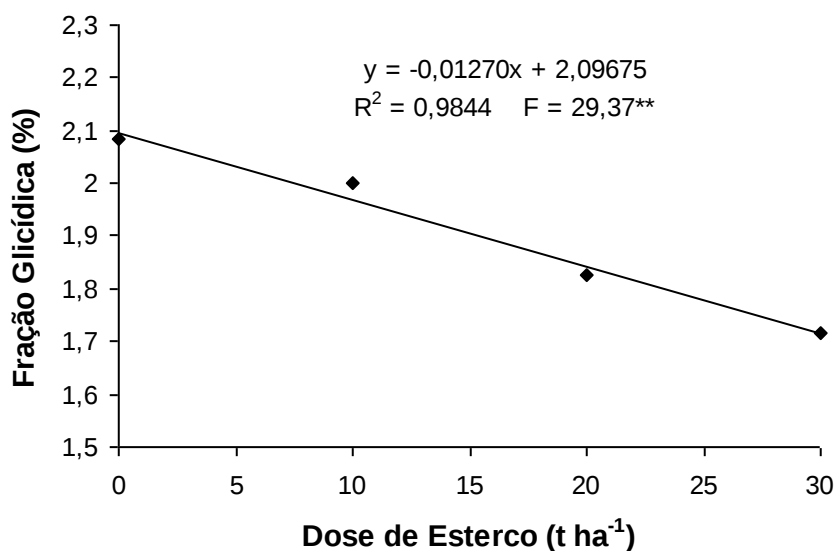


Figura 14. Fração glicídica em folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

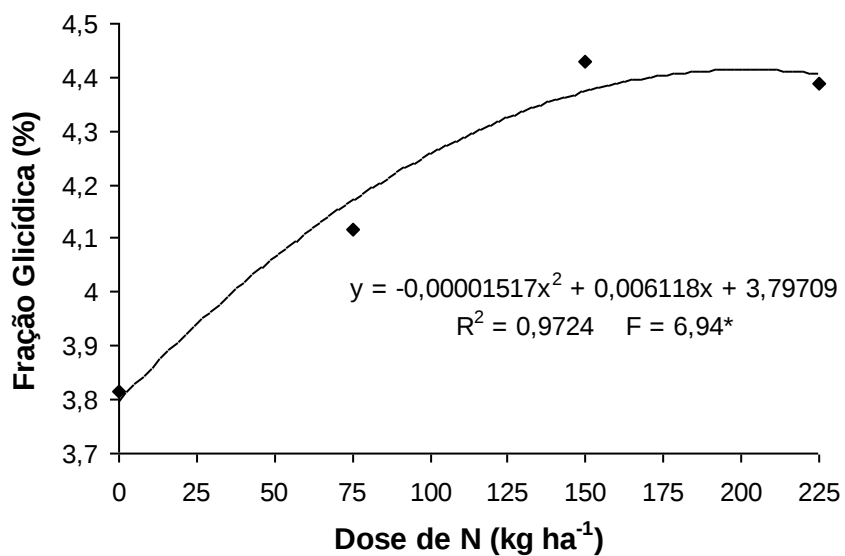


Figura 15. Fração glicídica em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

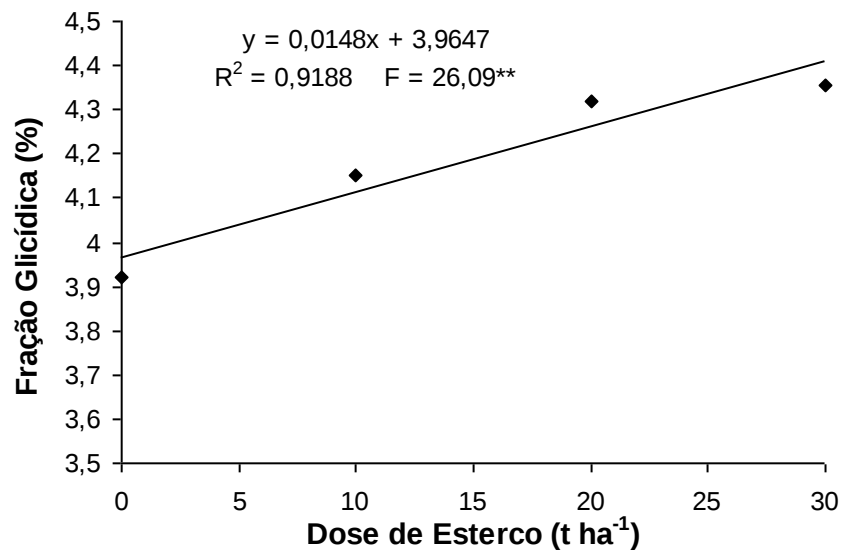


Figura 16. Fração glicídica em folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

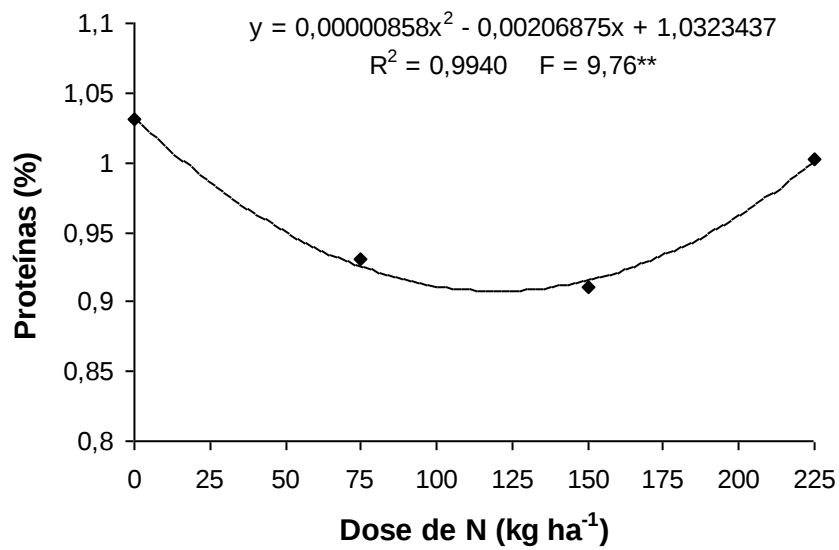


Figura 17. Porcentagem de proteína em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

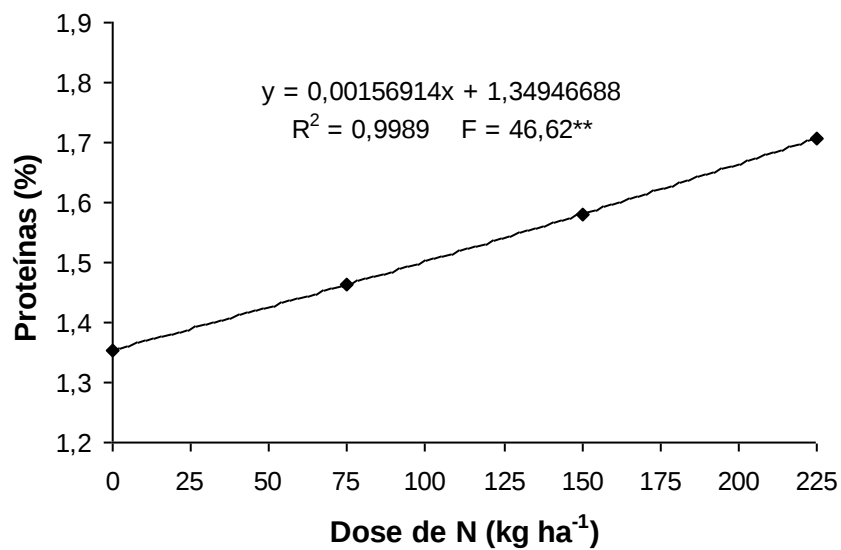


Figura 18. Porcentagem de proteína em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

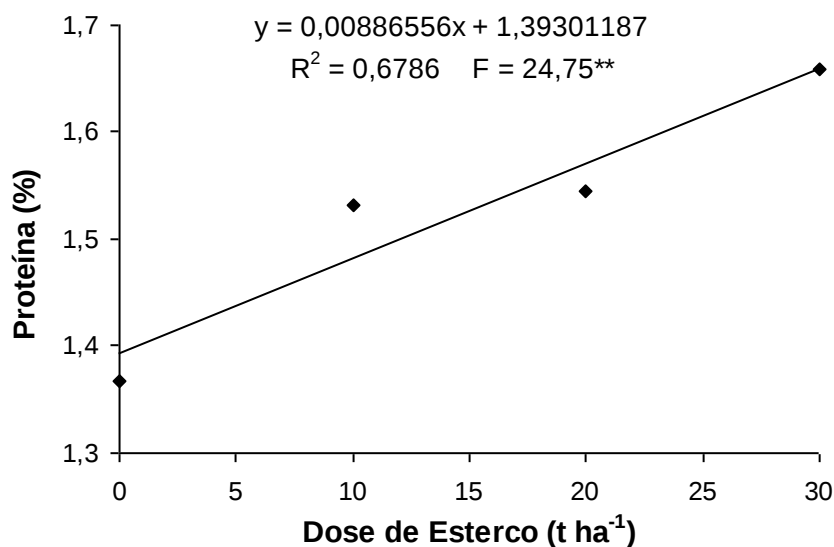


Figura 19. Porcentagem de proteína em folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias de valores de pH e de sólidos solúveis totais em folhas de alface, cultivada em consórcio com rúcula, com diferentes doses de N-ureia e de esterco bovino. Observa-se que não houve interação entre os fatores estudados para nenhuma das características. Para os valores de pH nas folhas foram detectados efeitos significativos das doses de N-ureia nos cultivos de verão e de inverno, e das doses de esterco no cultivo de inverno.

Na Figura 20, verifica-se que, no cultivo de verão, com o aumento das doses de N-ureia, inicialmente, houve diminuição nos valores de pH, sendo observado o menor valor (5,98) com a dose de 125 kg ha⁻¹ de N-ureia. Posteriormente, observou-se aumento nos valores de pH, atingindo o valor de 6,01 com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia. Todos os valores de pH obtidos no presente trabalho estão dentro da faixa relatada para tecidos vegetais por Jay (1992), o qual descreve como sendo de 5-7.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para valores de pH e sólidos solúveis totais em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	pH		Sólidos Solúveis Totais	
			----- °Brix -----	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	6,0375	5,5725	1,1000	0,5250
75	5,9837	5,6131	0,9625	0,4312
150	5,9906	5,6706	0,9875	0,3625
225	6,0143	5,6400	1,0000	0,3562
Teste F	3,11*	3,81*	2,69 ^{NS}	6,69*
Esterco (E, t ha ⁻¹)				
0	6,0062	5,5468	1,0375	0,4125
10	5,9925	5,6143	0,9875	0,4000
20	6,0025	5,6362	1,1000	0,4125
30	6,0250	5,6987	0,9250	0,4500
Teste F	0,96 ^{NS}	8,62**	4,07*	0,51 ^{NS}
Int.NxE	1,18 ^{NS}	2,28 ^{NS}	0,77 ^{NS}	0,44 ^{NS}
Monocultura	6,0400	5,5175	1,0000	0,4000
Consórcio	6,0065	5,6240	1,0125	0,4187
Teste F	1,37 ^{NS}	5,87*	0,03 ^{NS}	0,09 ^{NS}
CV (%)	0,92	1,51	14,56	29,08

*significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

No cultivo de inverno, as doses de N-ureia e de esterco bovino aumentaram os valores de pH de forma linear, observando-se os valores máximos de 5,66 (Figura 21) e 5,69 (Figura 22), respectivamente, com as doses de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino.

Vale ressaltar, que devido aos valores muito baixos de coeficiente de variação para esta característica, foi possível detectar efeitos estatísticos das doses de N-ureia, porém, nutricionalmente, folhas de alface com pH de 5,98 são tão apropriadas para o consumo quanto as de pH 6,01, visto que a diferença percentual de pH 0,50%, sendo esta diferença imperceptível ao paladar humano. No entanto, estes valores são relativamente menores aos obtidos por Arbos et al. 2010, que verificaram valores de pH variando de 6,04 a 6,22 em folhas de alface orgânica da região metropolitana de Curitiba.

Para sólidos solúveis totais, observaram-se efeitos significativos das doses de esterco, no cultivo de verão, e das doses de N-ureia, no cultivo de inverno. Porém, no cultivo de verão, não houve ajuste linear ou quadrático para esta característica, sendo obtidas médias de 1,00° Brix e 1,01° Brix, respectivamente, no cultivo em monocultura e consorciado.

No cultivo de inverno, observou-se efeito linear decrescente nos valores de sólidos solúveis totais, na medida em que se aumentaram as doses de N-ureia aplicadas, sendo verificados valores de 0,50 e 0,33 °Brix, respectivamente, para as doses correspondentes a 0 e 225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 23). Esta diminuição dos valores de sólidos solúveis totais, provavelmente, está relacionada a efeitos de diluição, visto que com o aumento das doses de N-ureia, houve maior crescimento das plantas (Figura 4), e com isso, os açúcares ficaram menos concentrados nos tecidos foliares da alface.

Os valores de sólidos solúveis totais do presente trabalho são menores do que os relatados por Alcântara (2009), que encontrou teores de sólidos solúveis em folhas de alface de 2,95 °Brix, diferença que pode estar relacionada às cultivares e/ou condições edafoclimáticas de cultivo.

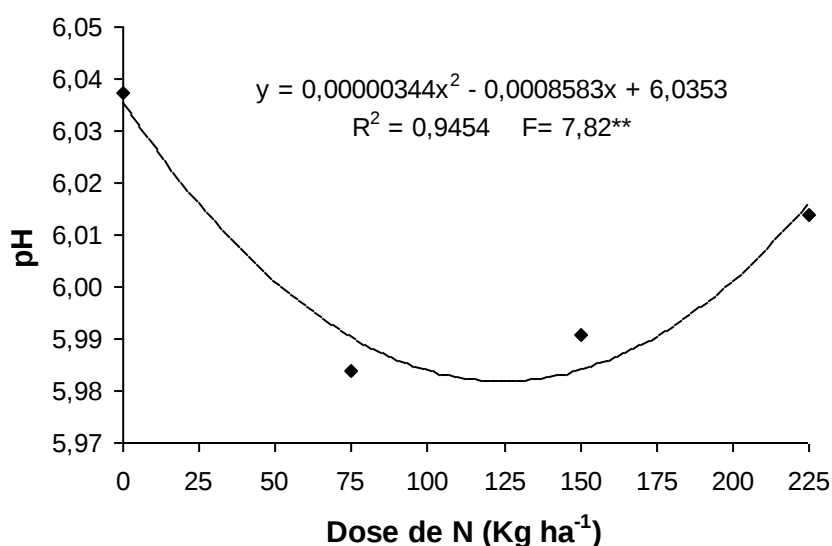


Figura 20. Valores de pH em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

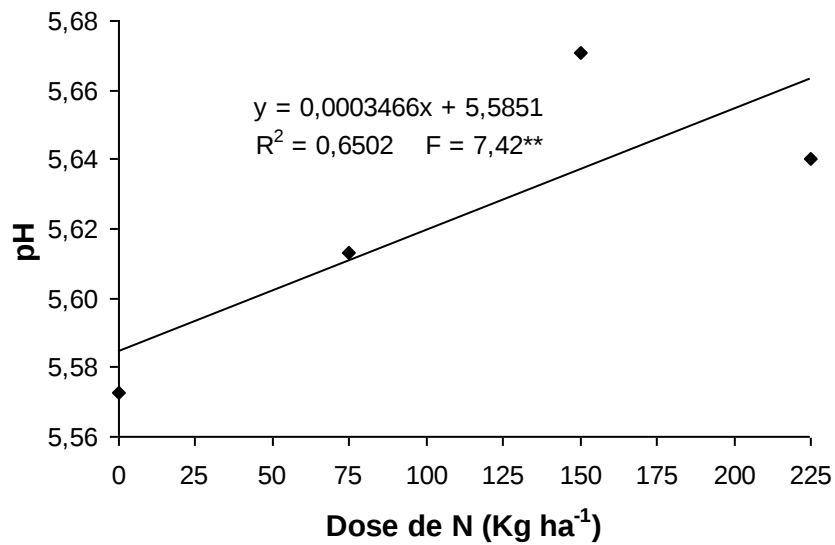


Figura 21. Valores de pH em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

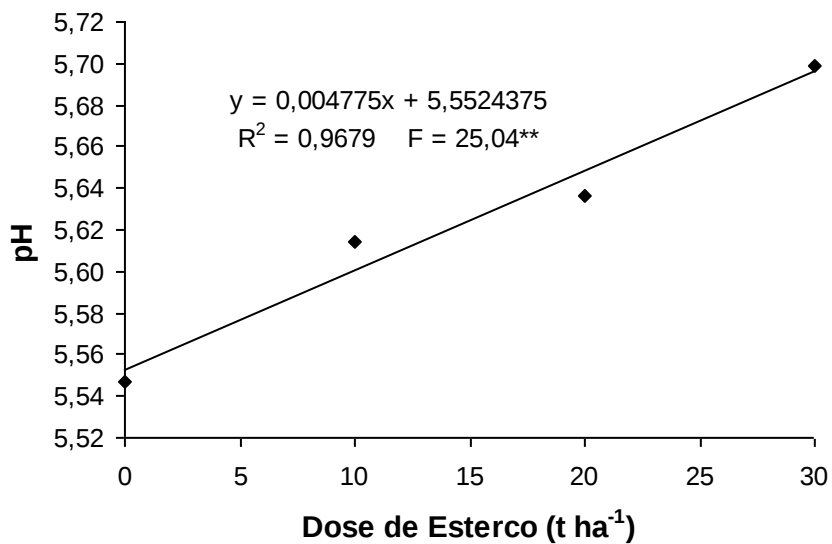


Figura 22. Valores de pH em folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

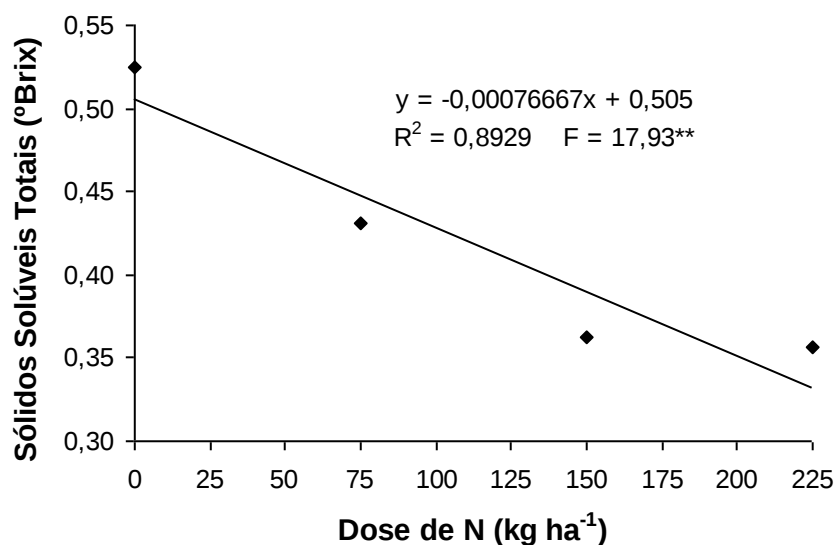


Figura 23. Teor de sólidos solúveis totais em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na Tabela 5 são apresentadas as médias de acidez total titulável e da porcentagem de cinzas em folhas de alface, cultivada em consórcio com rúcula, com combinação de doses de N-ureia e de esterco bovino. Detectou-se efeito significativo do N-ureia na acidez total titulável, tanto no cultivo de verão, quanto no de inverno (Tabela 5).

Para a porcentagem de cinzas, observou-se interação entre os fatores no cultivo de verão, e efeito das doses de N-ureia e esterco bovino, separadamente, no cultivo de inverno (Tabela 5).

No cultivo de verão, para a acidez total titulável, não houve ajuste linear ou quadrático, sendo obtidas médias de 2,57 mg de ác. cítrico 100g⁻¹ e 2,54 mg de ác. cítrico 100g⁻¹, respectivamente, no cultivo solteiro e consorciado (Tabela 5).

No cultivo de inverno observou-se diminuição da acidez total titulável a medida que se aumentaram as doses de N-ureia, até a dose correspondente a 130 kg ha⁻¹ de N-ureia, com valor mínimo de acidez total titulável de 1,66 mg de ác. cítrico 100g⁻¹ (Figura 24).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para acidez total titulável e porcentagem de cinzas em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Acidez total titulável		Cinzas	
	--- mg de ác. cítrico 100g ⁻¹ ---		----- % -----	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	2,5712	1,9206	0,9912	1,1478
75	2,3706	1,6826	0,7793	1,2101
150	2,6600	1,6839	0,7125	1,2282
225	2,5925	1,7695	0,6231	1,1919
Teste F	6,07**	3,39*	54,26**	4,90**
Esterco (E, t ha ⁻¹)				
0	2,5262	1,7966	0,7625	1,1488
10	2,5268	1,7027	0,8000	1,1672
20	2,5712	1,8100	0,7825	1,2449
30	2,5700	1,7472	0,7612	1,2171
Teste F	0,25 ^{NS}	0,65 ^{NS}	0,75 ^{NS}	8,08**
Int.NxE	0,73 ^{NS}	1,56 ^{NS}	3,40**	1,49 ^{NS}
Monocultura	2,5700	2,0425	0,7875	1,1881
Consórcio	2,5485	1,7641	0,7765	1,1945
Teste F	0,04 ^{NS}	4,94*	0,06 ^{NS}	0,04 ^{NS}
CV (%)	7,92	13,65	10,95	5,21

*significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

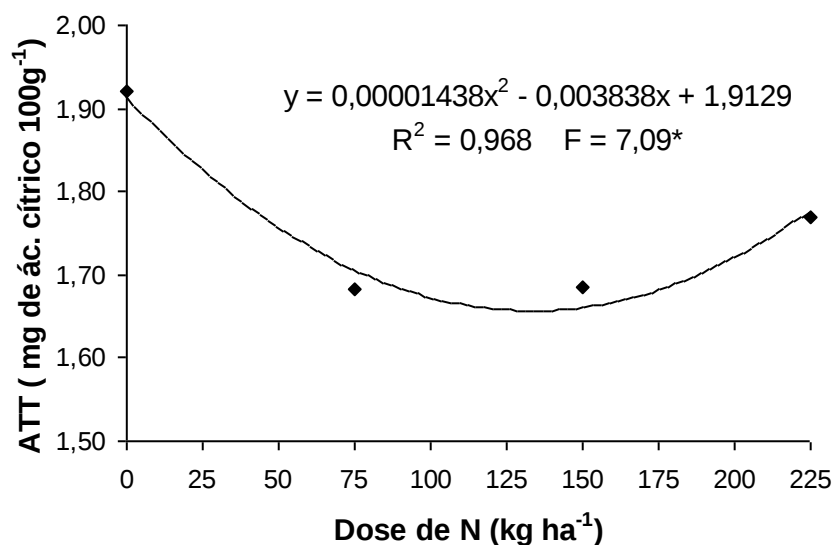


Figura 24. Acidez total titulável em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Para a porcentagem de cinzas, no cultivo de verão, verificou-se interação entre os fatores (Tabela 5), e que à medida que se aumentaram as doses de N-ureia, houve diminuição na porcentagem de cinzas das folhas de alface (Figura 25). Nos tratamentos em que não houve aplicação de esterco (dose 0), o menor valor de porcentagem de cinzas (0,5623 %) foi observado com a dose correspondente a 200 kg ha⁻¹ de N-ureia. Nos plantios com a aplicação de 10, 20 e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, os menores teores de cinzas foram observados com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, sendo, respectivamente, 0,62%, 0,60% e 0,67% de cinzas (Figura 25). Estes teores são próximos aos relatados por Oshe et al. (2009) que, ao avaliarem a composição centesimal de diferentes grupos de alface, obtiveram para a cultivar Vera do grupo Crespa, teor de cinzas de 0,61%.

Ainda, no cultivo de verão, observa-se, na Figura 26, efeito das doses de esterco, quando não foi adicionado N-ureia no solo, ou seja, nos tratamentos correspondentes a dose 0 kg ha⁻¹ de N-ureia. À medida que aumentaram as doses de N-ureia, houve diminuição do teor de cinzas, sendo o menor valor (0,86%) obtido com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia. Estes resultados são semelhantes aos relatados por Oshe et al. (2001b), que encontraram na alface 'Regina', teores de cinzas de 0,87%.

No cultivo de inverno, o teor de cinzas foi influenciado pelas doses de N-ureia e esterco bovino, sendo que com o N-ureia o maior teor (1,2276) foi obtido com 134 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 27). Com o fator esterco bovino, o maior teor de cinzas (1,23) foi observado com a aplicação de 30 t ha⁻¹ (Figura 28).

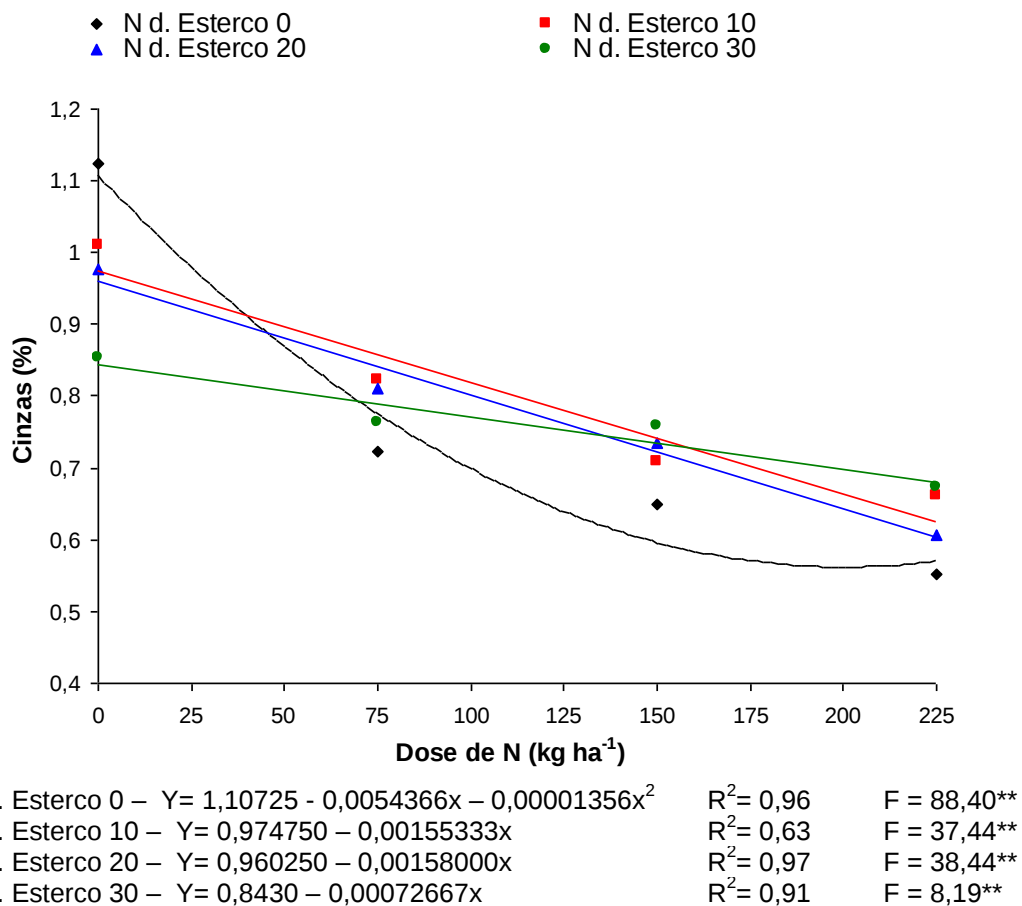


Figura 25. Desdobramento da interação da porcentagem de cinzas em folhas de alface, em consórcio com rúcula, no verão, em função de doses de N-ureia em cada dose de esterco bovino.

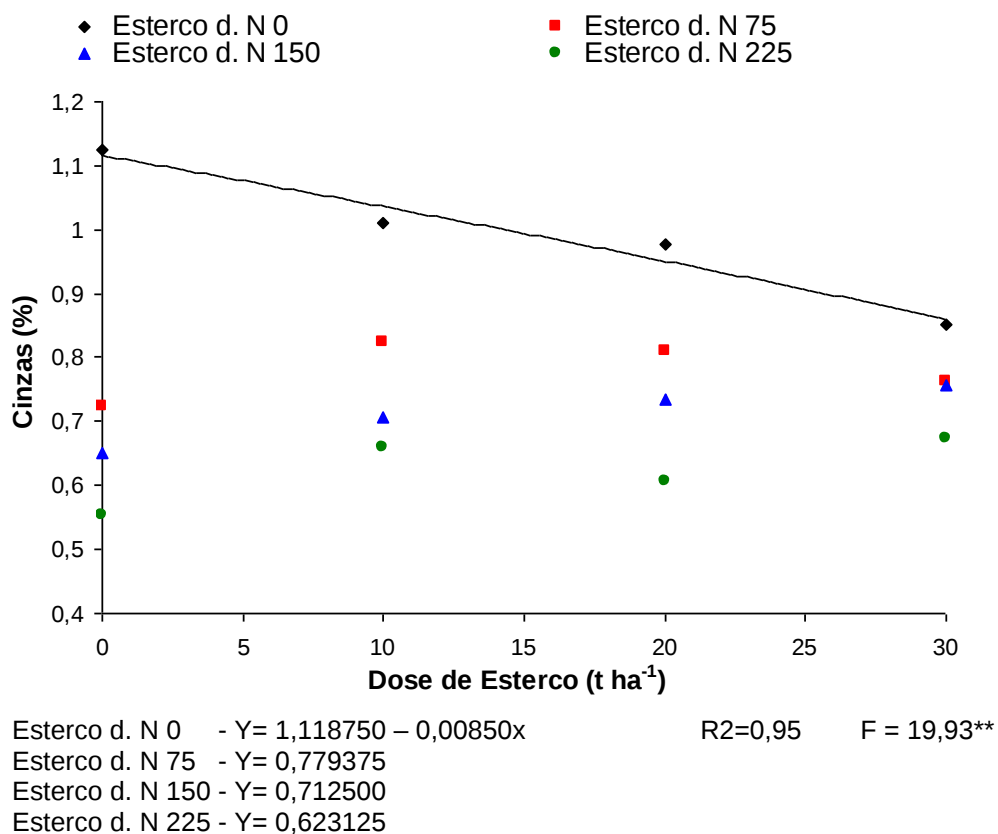


Figura 26. Desdobramento da interação da porcentagem de cinzas em folhas de alface, em consórcio com rúcula, no verão, em função de doses de esterco bovino, em cada dose de N-ureia.

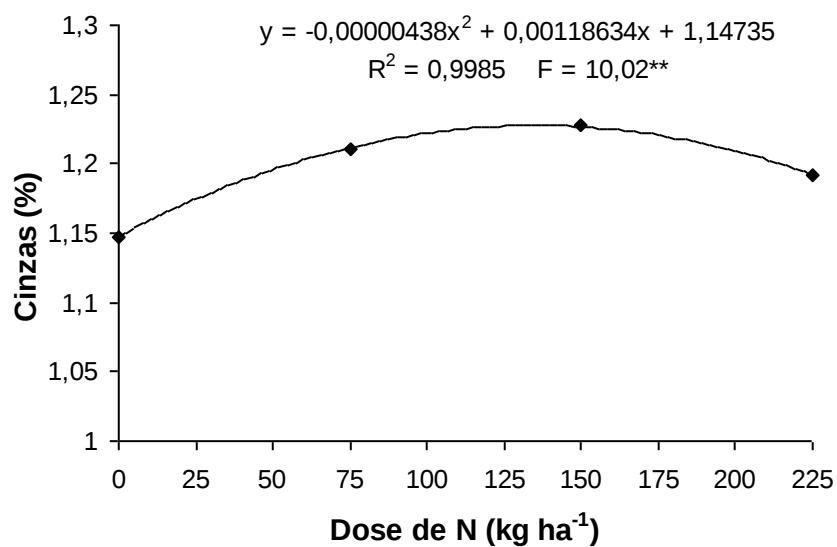


Figura 27. Porcentagem de cinzas em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

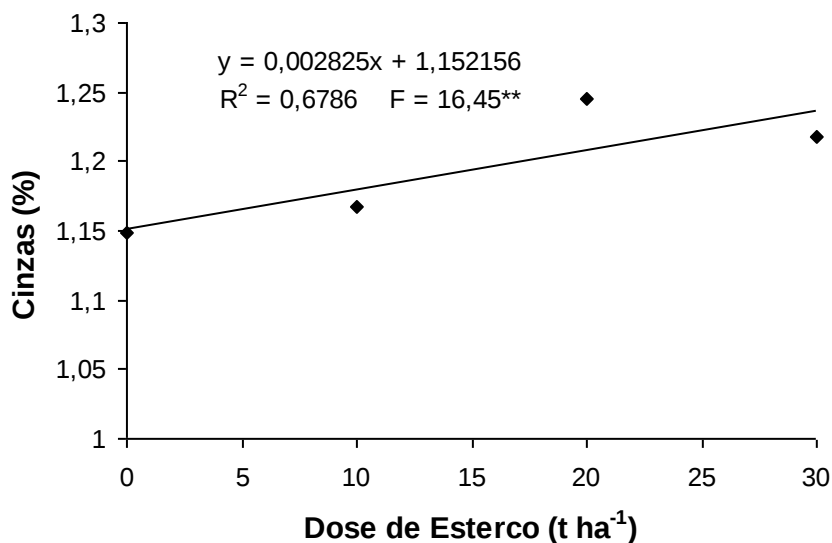


Figura 28. Porcentagem de cinzas em folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias da umidade (teor de água) e do valor energético total em folhas de alface, cultivada em consórcio com rúcula, com diferentes doses N-ureia e de esterco bovino. Observaram-se efeitos das doses de N-ureia e esterco bovino no teor de água e no valor energético da alface, nos cultivos de verão e de inverno (Tabela 6). Com as doses de N-ureia, observaram-se os teores máximos de água de 95,72% (Figura 29) e 94,89% (Figura 31), respectivamente, nos cultivos de verão e inverno, com a aplicação de 176 kg ha⁻¹ de N-ureia. Com relação às doses de esterco, observou-se efeito significativo linear com as doses de esterco bovino, sendo que os maiores teores de água nos tecidos foliares de alface foram obtidos com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, com teores de 95,67% (Figura 30) e 94,65% (32), respectivamente, nos cultivos de verão e inverno. Com todas as doses de N-ureia e esterco bovino foram obtidas folhas de alface com umidade semelhante à descrita na literatura que é de 95% (TACO, 2006), 95,58% na cultivar Vera e 94,46% na cultivar Verônica (STERTZ, 2004), dentre outros.

Embora tenha sido verificado efeito das doses de N-ureia e esterco bovino no teor de água das folhas de alface, devido aos baixos valores de coeficiente de variação, vale destacar, que, os teores de umidade obtidos no presente trabalho são

adequados para a cultura da alface, e que, mesmo ocorrendo diferenças estatísticas entre as doses de N-ureia e esterco bovino, estas diferenças seriam imperceptíveis ao paladar do consumidor. Desta forma, todas as doses de N-ureia e esterco bovino testadas proporcionaram plantas de alface com umidade adequada.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para umidade e de valor energético em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Umidade		Valor Energético	
	----- % -----		----- kcal 100g ⁻¹ -----	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	94,7056	93,0754	15,5587	24,2168
75	95,5043	94,3873	13,5381	25,7817
150	95,6043	94,7719	13,1643	27,5799
225	95,6881	94,7827	12,8762	27,8603
Teste F	16,15**	59,00**	11,63**	18,51**
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	95,1062	93,7805	14,6031	24,7309
10	95,2256	94,1586	14,4487	26,1657
20	95,4962	94,5198	13,4043	26,9977
30	95,6743	94,5585	12,6812	27,5445
Teste F	5,22**	11,97**	6,51**	9,61**
Int.NxE	0,58 ^{NS}	1,77 ^{NS}	0,63 ^{NS}	1,37 ^{NS}
Monocultura	95,7150	93,4843	12,2900	26,1628
Consórcio	95,3756	94,2543	13,7843	26,3597
Teste F	2,13 ^{NS}	12,64**	4,15**	0,06 ^{NS}
CV (%)	0,47	0,4461	10,39	5,99

** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

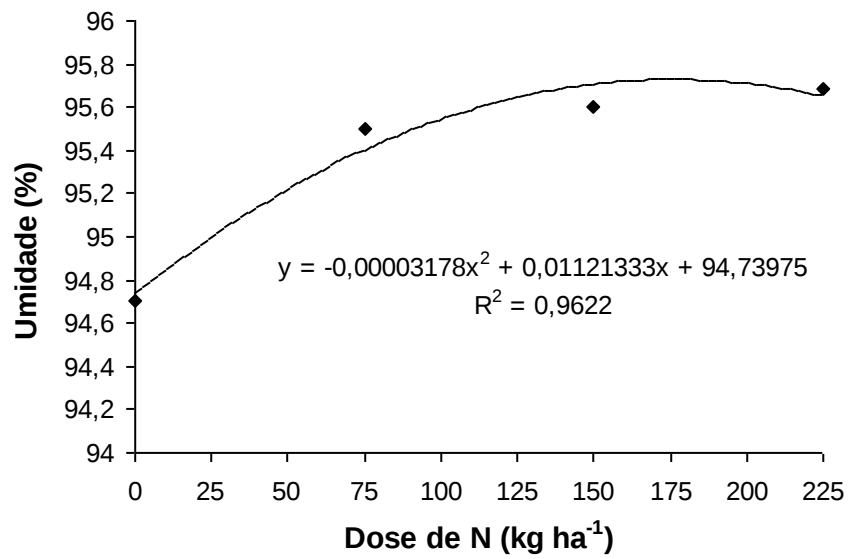


Figura 29. Porcentagem de água (umidade) de folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

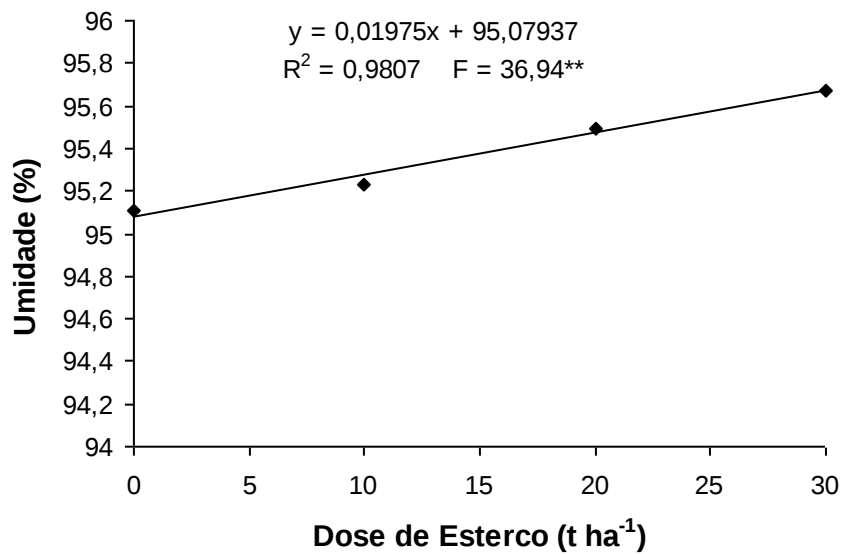


Figura 30. Porcentagem de água (umidade) de folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

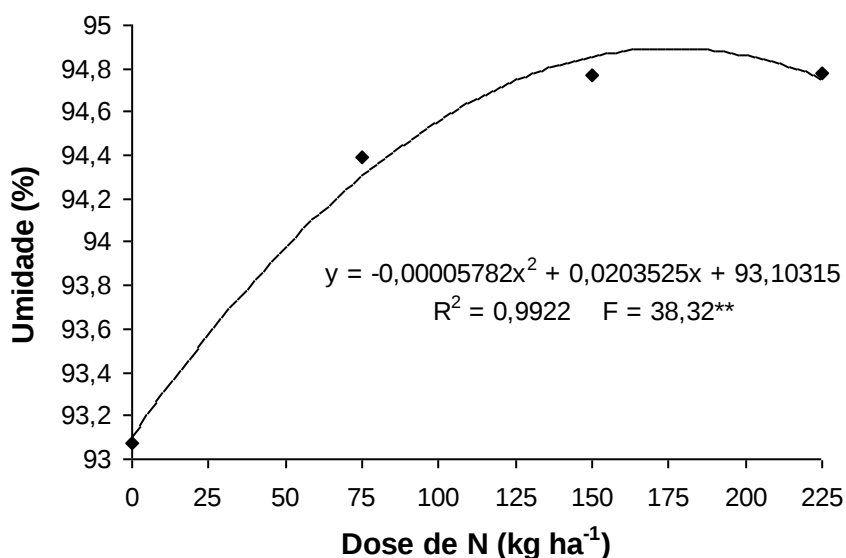


Figura 31. Porcentagem de água (umidade) de folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

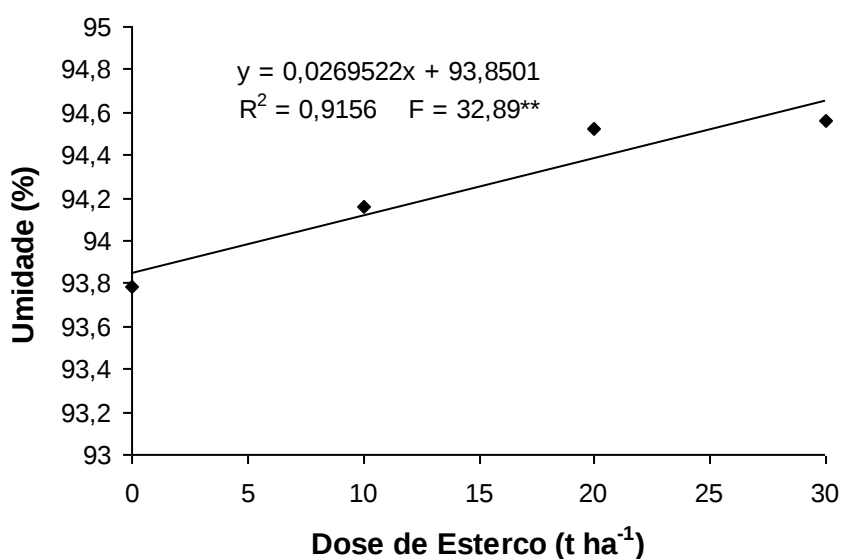


Figura 32. Porcentagem de água (umidade) de folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Para o valor energético (valor calórico), observou-se que, no cultivo de verão, à medida que se aumentaram as doses de N-ureia e esterco bovino, houve diminuição no valor energético total, sendo que os menores valores foram 12,83 kcal 100 g⁻¹ e 12,76 kcal 100 g⁻¹, respectivamente, com as doses de 185 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 33) e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 34). Valores calóricos em

folhas de alface semelhantes aos observados no presente trabalho (Figura 33) foram encontrados por Oshe et al. (2009) e variaram de 12,90 a 18,12 kcal 100 g⁻¹.

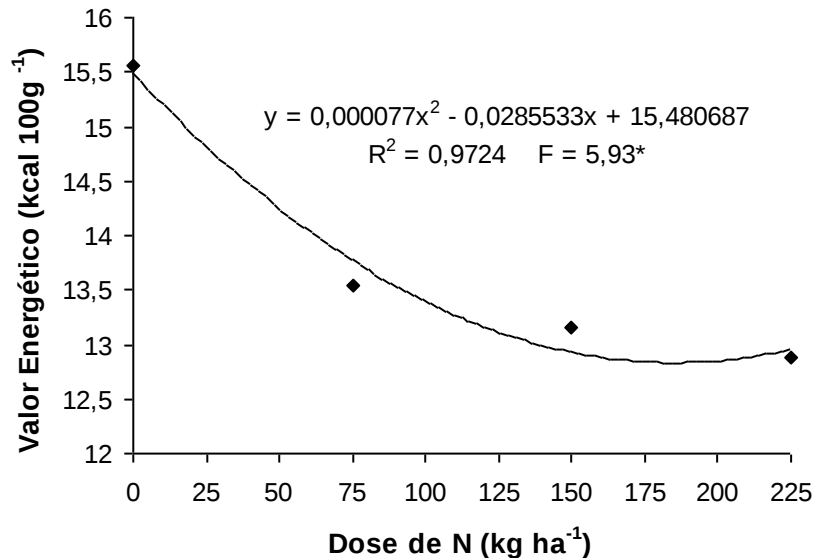


Figura 33. Valor energético total em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

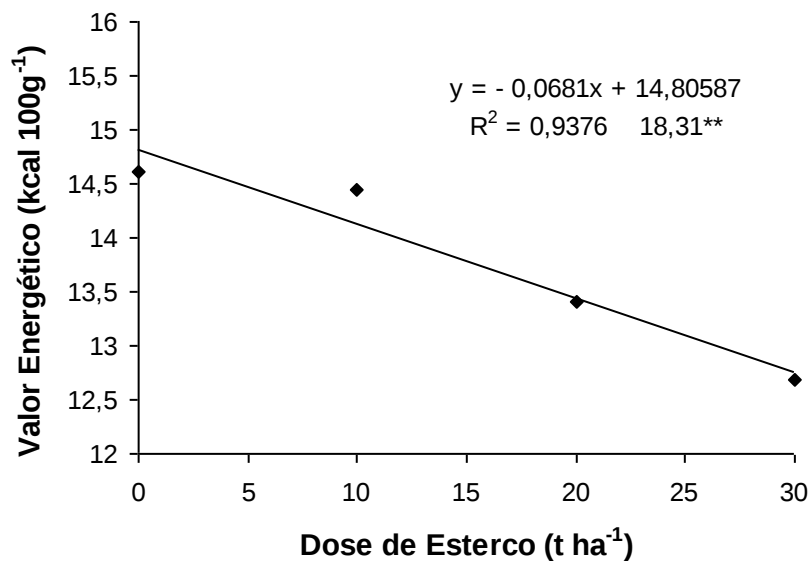


Figura 34. Valor energético total em de folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

No cultivo de inverno detectou-se efeito significativo linear das doses de N-ureia e esterco bovino no valor energético total de folhas de alface, com os maiores

valores iguais a 28,26 kcal 100g⁻¹ e 27,75 kcal 100g⁻¹, respectivamente, com as doses de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 35) e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino (36).

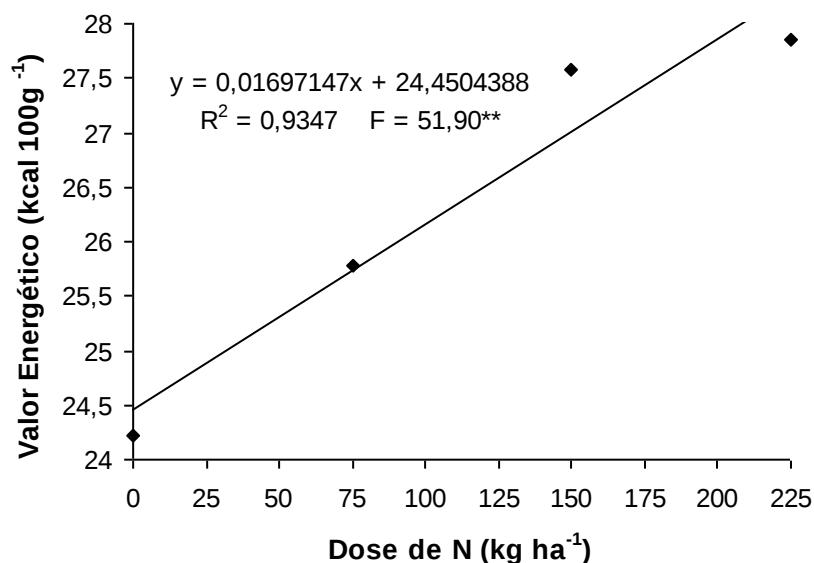


Figura 35. Valor energético total em folhas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

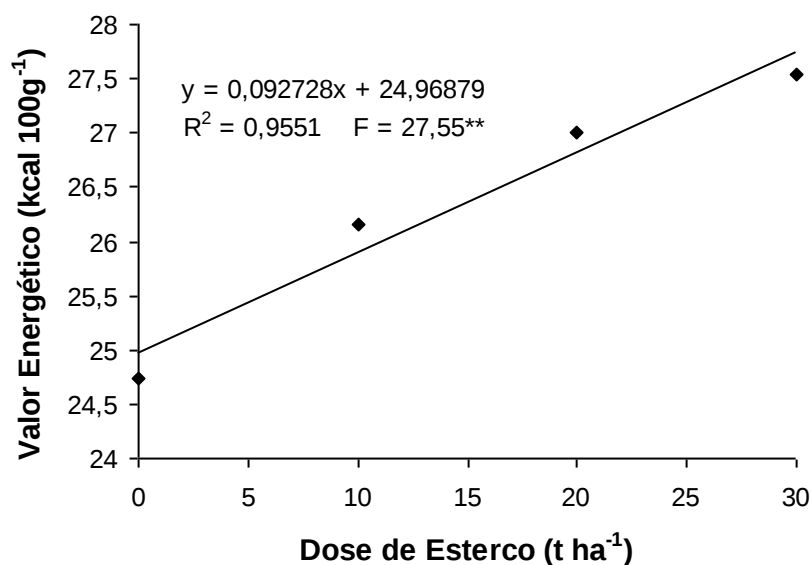


Figura 36. Valor energético total em de folhas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na Tabela 7 são apresentadas as médias do teor de fósforo e de potássio em folhas de alface, cultivada em consórcio com rúcula, em função de doses N-ureia e de esterco bovino. Para os teores de fósforo, observou-se efeito da aplicação de N-ureia nos cultivos de verão e inverno, bem como das doses de esterco bovino no

cultivo de inverno (Tabela 7). Já para os teores de potássio, observou-se efeito das doses de N-ureia no cultivo de verão, e das doses de esterco bovino, nos cultivos de verão e inverno (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para teores de fósforo e potássio em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Fósforo		Potássio	
	----- g kg ⁻¹ -----			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	0,2150	0,3038	3,1312	6,0906
75	0,1737	0,3580	2,5218	6,2312
150	0,1643	0,4330	2,2275	6,8171
225	0,1775	0,4269	2,1975	6,5812
Teste F	5,44**	8,92**	15,74**	1,64 ^{NS}
Esterco (E, t ha ⁻¹)				
0	0,1862	0,3009	2,1093	5,5622
10	0,1861	0,3698	2,7050	6,0896
20	0,1787	0,4312	2,5487	7,1473
30	0,1793	0,4198	2,7150	6,9209
Teste F	0,19 ^{NS}	8,33**	6,75 **	8,13**
Int.NxE	0,84 ^{NS}	0,65 ^{NS}	0,58 ^{NS}	1,26 ^{NS}
Monocultura	0,2100	0,4680	2,6375	6,0198
Consórcio	0,1826	0,3804	2,5195	6,4300
Teste F	1,93 ^{NS}	4,27*	0,27 ^{NS}	0,59 ^{NS}
CV (%)	20,71	21,31	17,29	16,11

*significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

Na Figura 37 verifica-se que com o aumento das doses de N-ureia, inicialmente, houve diminuição dos teores foliares de fósforo, sendo que o menor valor (0,163 g kg⁻¹) foi observado com a dose de 146 kg ha⁻¹ de N-ureia. Esta diminuição dos teores de fósforo com doses maiores de N-ureia está associada a efeito de diluição do fósforo nos tecidos foliares, devido ao maior desenvolvimento das plantas nas maiores doses de N-ureia (SOUZA et al., 2010)

Por outro lado, no cultivo de inverno, com doses maiores de N-ureia e esterco bovino, houve aumento no teor de fósforo nos tecidos foliares de alface, sendo que os maiores teores foram 0,44 g kg⁻¹ e 0,44 g kg⁻¹, respectivamente, com as doses de

225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 38) e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 39). Os teores de fósforo encontrados nas folhas de alface, no cultivo de inverno (Figuras 38 e 39), em função do N-ureia (0,31 a 0,45 g kg⁻¹) e do esterco bovino (0,32 a 0,44 g kg⁻¹) são semelhantes aos relatados por Turazi et al. (2006) que, estudando compostos orgânicos na adubação da alface, relataram teores de P de 0,33 a 0,49 g kg⁻¹, g kg⁻¹; e também aos relatados por Ryder; Filgueira; Franco (1992), citados por Goto (1998) que é de 0,41 g kg⁻¹.

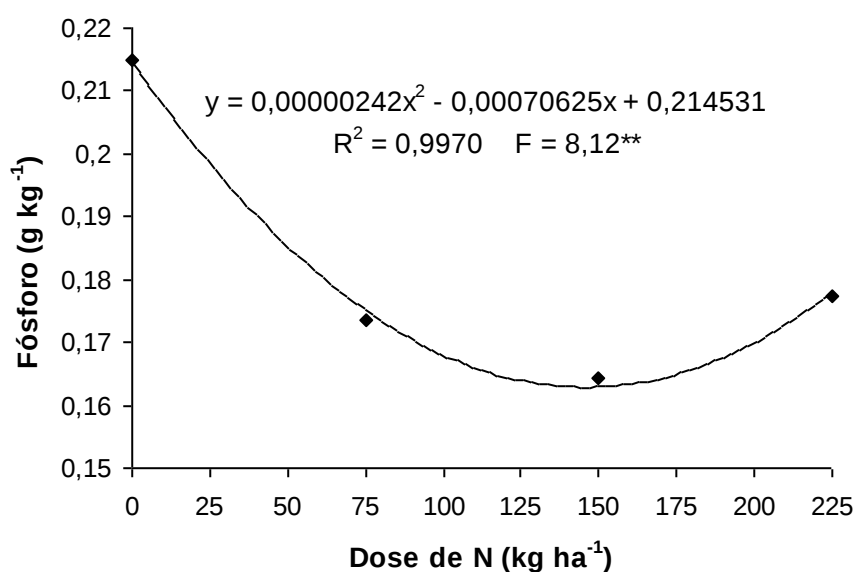


Figura 37. Teor de fósforo em folhas frescas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

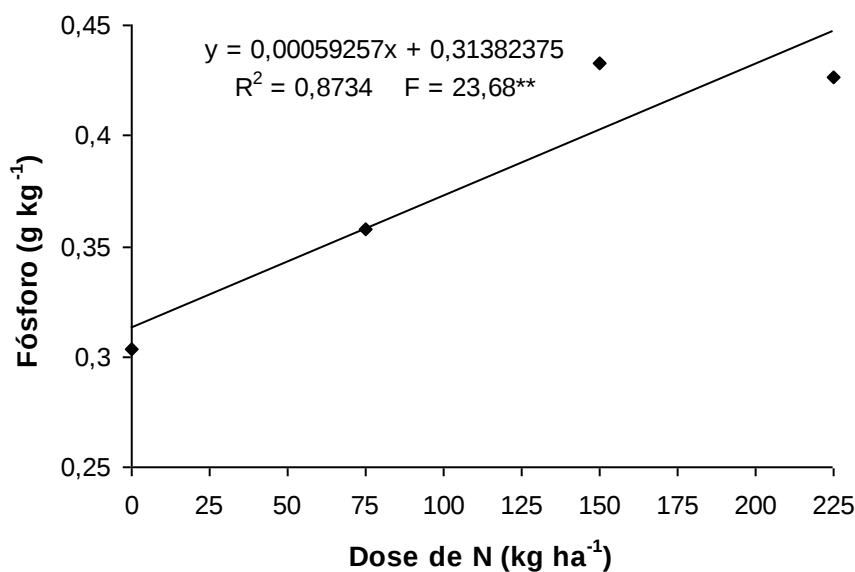


Figura 38. Teor de fósforo em folhas frescas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

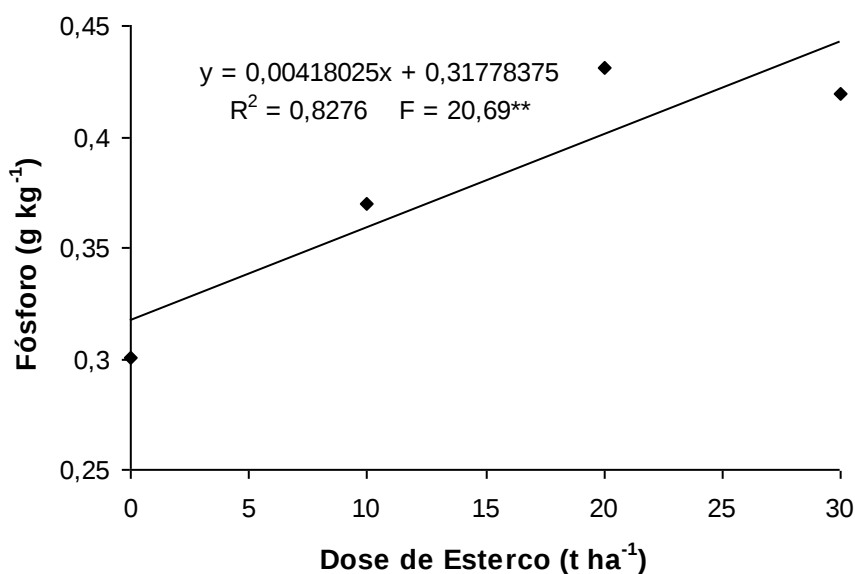


Figura 39. Teor de fósforo em folhas frescas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na medida em que aumentaram as doses de N-ureia houve diminuição dos teores foliares de potássio, sendo o menor teor (2,17 g kg⁻¹) observado com a aplicação de 193 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 40). Por outro lado, tanto no cultivo de verão quanto no de inverno, na medida em que aumentaram as doses de esterco bovino houve aumento dos teores foliares de potássio, sendo observados os teores

máximos de 2,76 g kg⁻¹ (Figura 41) e 7,20 g kg⁻¹ (Figura 42), respectivamente, no cultivo de verão e de inverno.

A diminuição dos teores de potássio com a aplicação de N-ureia pode ser explicada pelo maior desenvolvimento da planta e consequentemente diluição deste nutriente nos tecidos foliares. Por outro lado, com relação à aplicação de esterco, com a sua mineralização, ocorre a incorporação de íons potássio ao solo, possibilitando as plantas absorverem mais potássio e, consequentemente, com aumento do teor foliar de potássio. Reduções dos teores foliares de K são descritas na literatura por Ribeiro et al. (1999), que correlacionam o aumento da produção de massa seca em resposta às doses de N como um efeito de diluição dos nutrientes nos tecidos foliares.

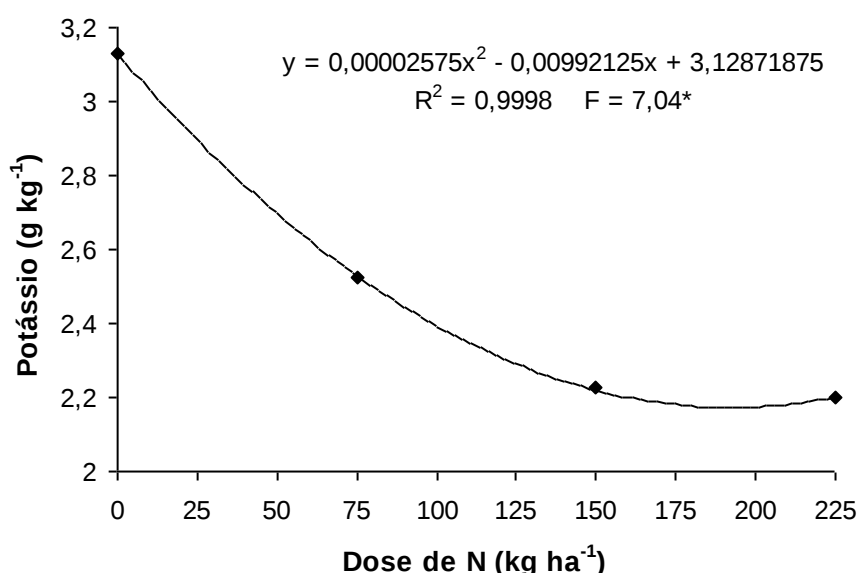


Figura 40. Teor de potássio em folhas frescas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

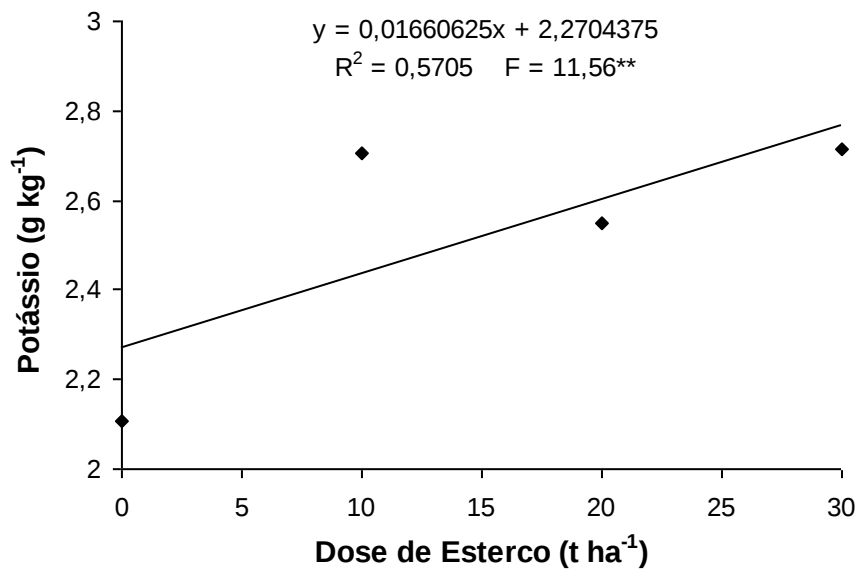


Figura 41. Teor de potássio em folhas frescas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

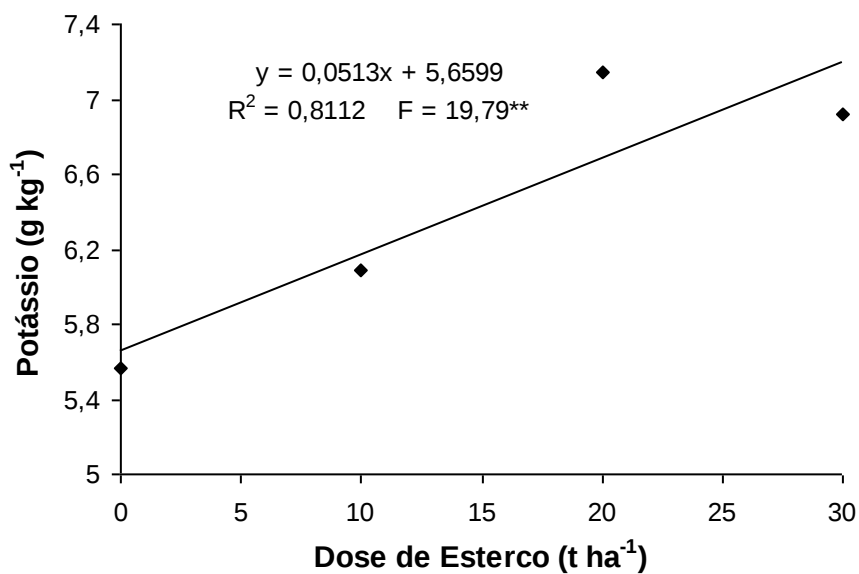


Figura 42. Teor de potássio em folhas frescas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na Tabela 8 são apresentadas as médias dos teores de cálcio e de magnésio em folhas de alface, cultivada em consórcio com rúcula, em função de doses N-ureia e de esterco bovino. Houve efeito do esterco bovino nos teores de Ca

e de Mg no cultivo de verão. As doses de N-ureia não influenciaram os teores foliares de cálcio e de magnésio (Tabela 8).

Nas Figuras 43 e 44, observa-se que na medida em que aumentaram as doses de esterco bovino, houve diminuição dos teores de cálcio e de magnésio, sendo que os menores teores de Ca ($0,35 \text{ g kg}^{-1}$) e de Mg ($0,15 \text{ g kg}^{-1}$) foram observados com a aplicação de 30 t ha^{-1} , e isto foi devido a efeitos de diluição pelo maior desenvolvimento da planta, efeito que é descrito por Andrade et al. (2000). Provavelmente, as doses de N-ureia não promoveram aumentos dos teores de Ca e Mg, pois, com a calagem há a incorporação e disponibilização de grandes quantidades de cálcio e magnésio (CORRÊA et al, 2007). Desta forma, possivelmente, mesmo com o maior desenvolvimento da planta nas maiores doses de N-ureia, as plantas de alface absorveram íons de cálcio e magnésio em quantidade semelhante em todos os tratamentos (LIMA et al., 2001).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para teores de cálcio e magnésio em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Cálcio		Magnésio	
	----- g kg ⁻¹ -----			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	0,4568	0,8539	0,1687	0,2401
75	0,4087	0,9294	0,1562	0,2434
150	0,4300	0,9152	0,1731	0,2443
225	0,4256	0,8303	0,1812	0,2349
Teste F	0,30 ^{NS}	0,91 ^{NS}	1,27 ^{NS}	0,34 ^{NS}
Esterco (E, t ha ⁻¹)				
0	0,5037	0,8586	0,1937	0,2552
10	0,4643	0,9058	0,1737	0,2321
20	0,3837	0,9341	0,1550	0,2391
30	0,3693	0,8330	0,1568	0,2363
Teste F	3,14*	0,87 ^{NS}	3,78*	1,90 ^{NS}
Int.NxE	0,28 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,73 ^{NS}
Monocultura	0,7325	0,9435	0,2150	0,2321
Consórcio	0,4303	0,8822	0,1698	0,2407
Teste F	16,29**	0,35 ^{NS}	5,58*	0,32 ^{NS}
CV (%)	32,41	22,56	21,50	12,20

*significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

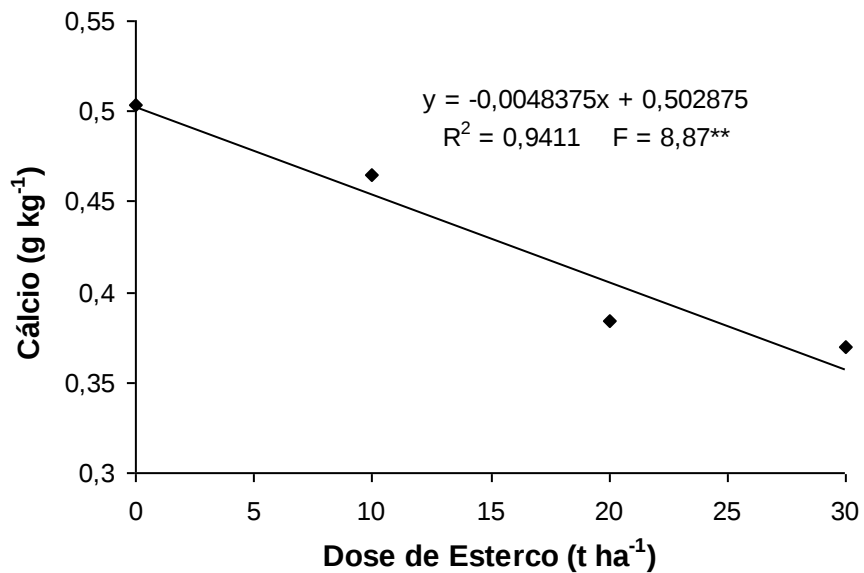


Figura 43. Teor de cálcio em folhas frescas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

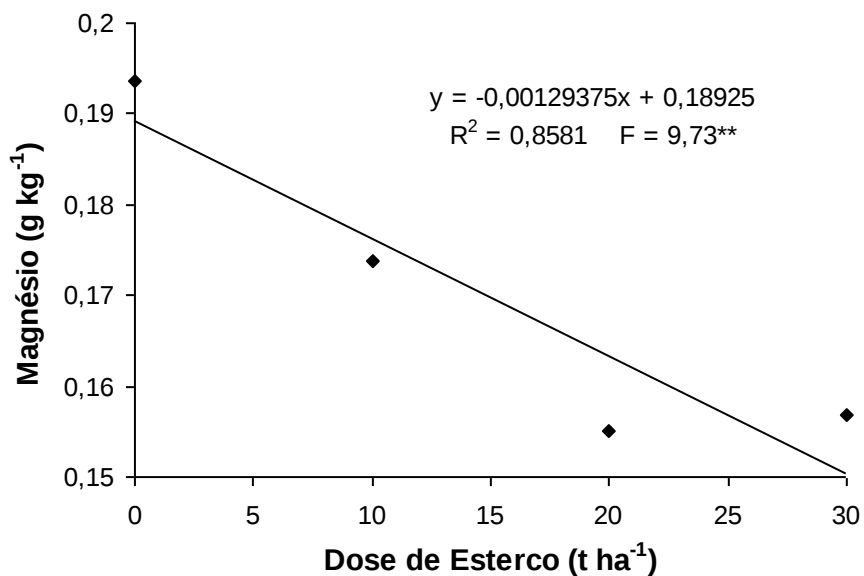


Figura 44. Teor de magnésio em folhas frescas de alface, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com rúcula, no verão.

As médias dos teores de enxofre e de cobre em folhas de alface cultivada em consórcio com rúcula, em função de doses N-ureia e de esterco bovino, são

apresentadas na Tabela 9. Não foram detectados efeitos das doses de N-ureia e esterco bovino nos teores de enxofre e cobre, em nenhum dos cultivos realizados (Tabela 9). No cultivo de verão, encontrou-se média do teor de enxofre de 0,11 g kg⁻¹ e do teor de cobre de 0,59 mg kg⁻¹ (Tabela 9). No cultivo de inverno, verificou-se teores de 0,18 g kg⁻¹ e 0,46 mg kg⁻¹, respectivamente, para teores foliares de enxofre e cobre.

Tabela 9. Resumo da análise de variância para teores de enxofre e cobre em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Enxofre		Cobre	
	----- g kg ⁻¹ -----		----- mg kg ⁻¹ -----	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	0,1212	0,1467	0,6200	0,4764
75	0,1056	0,1604	0,5737	0,4717
150	0,1037	0,1986	0,5925	0,4623
225	0,1106	0,2146	0,5912	0,4576
Teste F	0,25 ^{NS}	1,90 ^{NS}	0,31 ^{NS}	0,13 ^{NS}
Esterco (E, t ha ⁻¹)				
0	0,1168	0,1736	0,5618	0,4340
10	0,1112	0,1807	0,5956	0,4906
20	0,1043	0,1896	0,5987	0,4670
30	0,1087	0,1764	0,6212	0,4764
Teste F	0,11 ^{NS}	0,90 ^{NS}	0,52 ^{NS}	1,00 ^{NS}
Int.NxE	0,05 ^{NS}	0,56 ^{NS}	1,38 ^{NS}	0,43 ^{NS}
Monocultura	0,2500	0,3415	0,6350	0,4906
Consórcio	0,1103	0,1801	0,5943	0,4670
Teste F	18,28**	11,49**	0,33 ^{NS}	0,23 ^{NS}
CV (%)	53,48	48,75	22,82	20,54

** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

Na Tabela 10 são apresentadas as médias dos teores de manganês e zinco em folhas de alface, cultivada em consórcio com rúcula, em função de doses N-ureia e de esterco bovino. Não foram detectadas interações entre os fatores, sendo somente, observados efeitos das doses de N-ureia sobre os teores foliares de Mn e Zn, nos cultivos de inverno (Tabela 10). Na Figura 45, observa-se que o teor de manganês aumentou linearmente com o aumento das doses de N-ureia no cultivo de inverno, atingindo o valor máximo de 6,61 mg kg⁻¹, com a aplicação de 225 kg ha⁻¹

de N-ureia. Este aumento no teor foliar de manganês, provavelmente, está relacionado com o fato de que com o aumento das doses de N-ureia houve acidificação do solo, e com isso, aumento da disponibilidade de manganês, fazendo com que fosse aumentada a quantidade deste nutriente absorvida pelas plantas (MORAGHAN; MASCAGNI JUNIOR., 1991).

Tabela 10. Resumo da análise de variância para teores de manganês e zinco em folhas de alface, cultivada em cultivo consorciado com rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino.

Fontes de variação	Manganês		Zinco	
	----- mg kg ⁻¹ -----			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha ⁻¹)				
0	6,7981	5,0810	2,3543	2,0673
75	6,0162	4,8970	2,0256	2,8919
150	6,9843	5,9349	2,0250	3,1278
225	7,6931	6,8076	2,2037	3,2689
Teste F	1,87 ^{NS}	7,42**	2,42 ^{NS}	10,39**
Esterco (E, t ha ⁻¹)				
0	6,9343	6,0622	2,3306	2,7362
10	7,5018	5,8735	2,2600	3,0901
20	6,4868	5,1234	2,0068	2,7688
30	6,5687	5,6612	2,0112	2,7608
Teste F	1,29 ^{NS}	1,59 ^{NS}	2,70 ^{NS}	1,02 ^{NS}
Int.NxE	0,41 ^{NS}	0,47 ^{NS}	1,13 ^{NS}	0,56 ^{NS}
Monocultura	4,1900	6,6048	2,4150	3,6421
Consórcio	6,8729	5,6801	2,1521	2,8390
Teste F	10,25**	1,94 ^{NS}	1,56 ^{NS}	5,46**
CV (%)	24,21	22,45	18,83	23,10

** significativo a 1% de probabilidade e ^{NS} = não significativo pelo teste F.

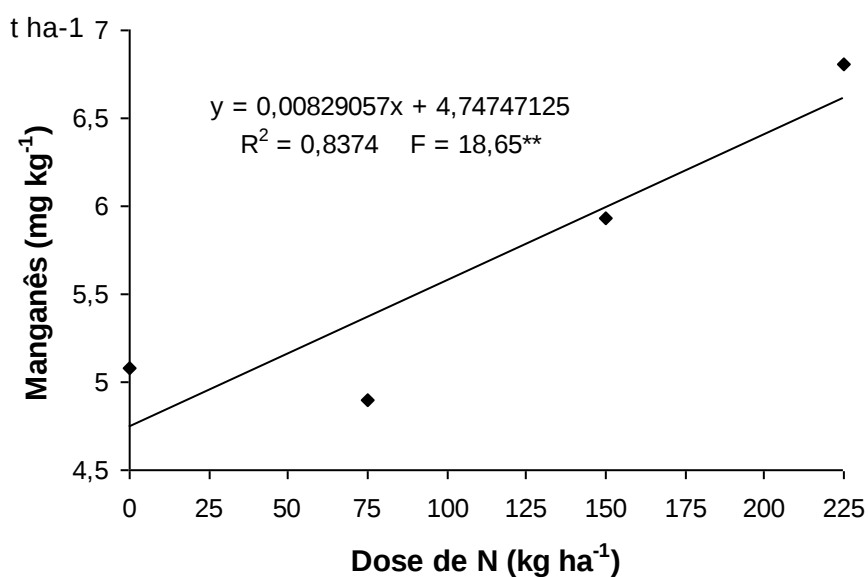


Figura 45. Teor de manganês em folhas frescas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

Na Figura 46, verifica-se que com o aumento das doses de N-ureia houve aumento do teor foliar de zinco, atingindo o valor máximo de 3,26 mg kg⁻¹, com a dose correspondente a 197 kg ha⁻¹ de N-ureia, de maneira semelhante ao relatado por Ferreira et al. (2001b). Este fato pode estar relacionado à maior absorção de zinco, devido à adubação nitrogenada, a qual pode causar acidificação da rizosfera, provocada pela nitrificação ou absorção do íon amônio, e, como consequência desta acidificação um aumento na disponibilidade de Zn (MORAGHAN; MASCAGNI JUNIOR, 1991).

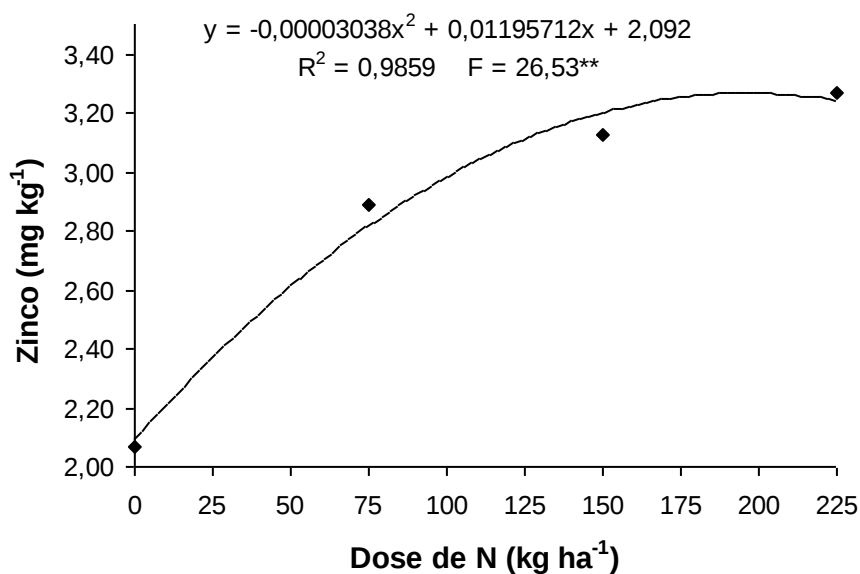


Figura 46. Teor de zinco em folhas frescas de alface, em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com rúcula, no inverno.

De maneira geral, os resultados das variáveis de qualidade avaliadas nas folhas da alface cultivada em consórcio com a rúcula no presente trabalho são adequados. Embora se tenha verificado efeito dos fatores N-ureia e esterco de bovino nas variáveis de qualidade avaliadas, principalmente do fator N-ureia no teor de nitrato, o qual é um fator antinutricional, estes não interferiram de forma a diminuir a qualidade do produto, visto que os teores de nitrato obtidos foram menores do que 363,62 mg de NO₃⁻ kg⁻¹ no verão e menores que 896,88 mg de NO₃⁻ kg⁻¹ no inverno, teores considerados baixos, quando comparados ao limite tolerável que é de 2.500 mg de NO₃⁻ kg⁻¹. Para as demais variáveis de qualidade, observaram-se resultados que permitiram classificar a alface produzida como sendo de boa qualidade nutricional e adequada para o consumo humano.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que para doses de até 225 kg ha⁻¹ de N-ureia e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, combinadas ou não, a alface produzida apresentou boa qualidade nutricional para o consumo humano.

6 REFERÊNCIAS

ADAMS, P.; GRAVES, C. J.; WINSOR, G. W. Some effects of micronutrients and liming on the yield, quality and micronutrient status of lettuce grown in beds of peat. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 61, p. 515-521, 1986.

AGRIANUAL 2012: ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Alface**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2012. p.137.

ALCÂNTARA, E. M. **Caracterização física, química e microbiológica de morango, alface e cenoura orgânicos**. 2009. Dissertação de Mestrado (Ciência dos Alimentos), Lavras, 107 p. 2009.

ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutriente em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicadas via foliar**. 1999. 117f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ANDRADE, F. V. **Valor agroeconômico do consórcio alface e cenoura em dois sistemas de cultivo em faixas**. 2002. 81f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró-RN, 2002.

ANDRADE, C. S.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V., V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29 p.1589-1595, 2000.

ARBOS, K. A.; FREITAS, K. S.; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 501-506, 2010.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington:AOAC International, 1990. 1117p.

AZEVEDO JÚNIOR, M. S. **Influência da configuração de plantio e cultivo no consórcio de beterraba (*Beta vulgaris* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1990. 43f. Monografia (Especialização em Agronomia: Olericultura) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró-RN, 1990.

BALBACH, A. **As hortaliças na medicina doméstica**. 26.Ed. São Paulo: Vida Plena, 1995. 407p.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat – **Sistema de Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**, Versão 1.0, 2012.

BARROS JÚNIOR, A. P.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; PORTO, D. R. de Q.; FELTRIM, A. L.; SILVA, G. S. da. Avaliação de diferentes adubações para consórcios de alface americana e rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, 2007a. 1 CD-ROM. Suplemento.

BARROS JÚNIOR, A. P.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; PORTO, D. R. de Q.; FELTRIM, A. L.; SILVA, G. S. Diferentes adubações em cultivos consorciados de alface crespa e rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, 2007b. 1 CDROM. Suplemento.

BENINNI, E. R. Y; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 183-186. 2002.

BUENO, C. R. **Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido**. 1998. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CAETANO, L. C. S.; FERREIRA, J. M.; ARAÚJO, M. L. de. Produtividade de cenoura e alface em sistema de consorciação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n.2, p. 143-146, 1999.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C. ; SALDANHA, M.F.C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. p.41. (Circular técnica, 6)

CASTOLDI, R., CHARLO, H. C. O, DALPIAN, T., MELO, D. M, BOTELHO, A. P.; BRAZ, L. T. Identification of new *Bremia lactucae* races in lettuce in São Paulo state. **Horticultura Brasileira**, vol.30, n.2, pp. 209-213, 2012.

CAVALLARO JÚNIOR, M.L. **Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N para produção de rúcula e de tomate**. Campinas, SP: IAC, 2006. 47p. Dissertação de mestrado.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 748-753. 2004.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 87-92, 1999.

CORRÊA, J.C.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; MARCELINO, R. & MAUAD, M. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.1307-1317, 2007.

COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; GRANGEIRO, 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.

DIAS-TAGLIACCOZZO, G. M.; FIGUEIREDO, R. T. L. R.; CARVALHO, M. A. M.; DIETRICH, S. M. C. Fructan variation in the rhizophores of *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby, as influenced by temperature. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 267-273. 1999.

DIAS-TAGLIACCOZZO, G. M.; ITAYA, N. M.; CARVALHO, M. A. M.; FIGUEIREDO, R. T. L. R.; DIETRICH, S. M. C. Fructans and water suppression on intact and fragmented rhizophores of *Vernonia herbacea*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, p. 363-373. 2004.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 306p. 2006.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88 p.

FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE. 1994, 227 p.

FENWICK, D. E.; OAKENFULL, D. Saponin content of food plants some prepared foods. **Journal Science Food Agriculture**, Chichester, v.34, n.2, p. 186-191, 1983.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M. C. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, p.131-138, 2001b.

FERREIRA, V. P.; ROCIO, A. C.; ROSSONI, G.; NICOLAUD, B. A. L. Resposta da alface à fertilização nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n.2, p. 253, 2001a. (Resumo 264).

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

FONTES, P. C. R. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação** – Viçosa, MG, p. 177. 1999.

GARCIA, L. L. C. **Absorção de macro e micronutrientes e sintomas de carência de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia.** 1982. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, p. 374-381. 2007.

GONÇALVES, J. L. M.; MENDES, K. C. F. S.; SASAKI, C. M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais e implantados do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25, p.601-616, 2001.

GOTO, R. A cultura da alface. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido:** condições subtropicais. São Paulo: UNESP, 1998. p.137-159.

GRIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E.; HILLMAN, J. R. Antinutritional compounds in the *Brassicaceae*: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Invergowrie, v. 73, n. 1, p. 1-18, 1998.

HENDRY, G. A.; WALLACE, R. K. The Origin, Distribution and Evolutionary Significance of Fructans. In: SUZUKI, M.; CHATTERTON, N. J. (eds.). **Science and Technology of Fructans**. CRC Press, Boca Raton, pp.119-139. 1993.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Área e produção dos principais produtos da Agropecuária.** Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em 18 de novembro de 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, v.1, 375p. 1985.

JACOBSON, T. K. B.; GARCIA, J.; SANTOS, S. C.; DUARTE, J. B.; FARIAS, J. G.; KLIEMANN, H. J. Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p.163-169, 2005.

JAY, J. **Modern Food Microbiology.** 4a. Edição. Van Nostrand Reinhold: New York, 1992.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. cap. 4, p.141- 148.

KROHN, N. G.; MISSIO, R. F.; ORTOLAN, M. L.; STEINMACHER, D. A.; LOPES, M. C. Teores de nitrato em folhas de alface em função do horário de coleta e do tipo de folha amostrada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 216-219. 2003.

LEDO, F. J. S.; CASALI, V. W. D.; MOURA, W. M.; PEREIRA, P. R. G.; CRUZ, C. D. Eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de alface. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 271, p. 273-285, 2000.

LIEBMAN, M. Sistemas de policultivos. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 347-368.

LIMA, E. V.; ARAGÃO, C. A.; MORAIS, O. M.; TANAKA, R.; GRASSI FILHO, H. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agricola**, v.58, p.125-129, 2001.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; SILVA, S. H. M. G.; IBRAHIM, F. N.; SILVA JÚNIOR, A. C. Acúmulo de compostos nitrogenados e atividade da redutase do nitrato em alface produzida sob diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, p. 180-187. 2008.

LIU, X.; SHANE, A.; BUNNING, M.; PARRY, J.; ZHOU, K.; STUSHNOFF, C.; STONIKER, F.; YU, L.; KENDALL, P. Total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in Colorado. **Swiss Society Food Science. Technology**, v. 40, p. 552-557. 2007.

MAIA J. T. L. S.; GUILHERME, D.O.; PAULINO, M.A.O.; BARBOSA, F.S.; MARTINS, E.R.; COSTA, C.A. Uma leitura sobre a perspectiva do cultivo consorciado. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v.12, n1/2 - jan./dez, 2010.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F. ; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas**. São Paulo. Livraria Pioneira Editora, 752 p. 1974.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Produção da alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 758-762, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 889 p. 1995.

MARTINS, C.; RIELLA, M. C. Composição e valor nutritivo dos alimentos. In: RIELLA, M. C. **Suporte Nutricional Parenteral e Enteral**. 2ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 416-431. 1993.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista Saúde Pública**, v. 34, p. 50-55. 2000.

MAYNARD, D. N.; BARKER, A. V.; MINOTTI, P. L.; PECK, N. H. Nitrate accumulation in vegetables. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.28, n.1, p.71-118, 1976.

McCALL D, WILLUMSEN F. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Kent, v. 73, p. 698-703. 1998.

MONDIN, M. **Efeito de sistemas de cultivo na produtividade e acúmulo de nitrato em cultivares de alface**. 1996. 88 f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1987. 849p.

MORAGHAN, J. T.; MASCAGNI JUNIOR., H. J. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.) **Micronutrients in agriculture**. 2.ed. Madison: SSSA, 1991. p.371-425.

MOTA, W. F.; PEREIRA, R. D.; SANTOS, G. S.; VIEIRA, J. C. B. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**. vol. 30, n.2, pp. 349-354 . 2012.

NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; SANTOS, R. H. S. Cultivares de alface em sistemas solteiro e consorciado com cenoura em Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 162-166, junho 2002.

OLIVEIRA, F. A. **Identificação e caracterização de um isolado do vírus do mosaico da alface (*Lettuce mosaic virus* – LMV)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 64 p.

OLIVEIRA, J. E. D; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 403p. 1998.

OHSE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, p. 181-185. 2001a.

OHSE, O.; DOURADO-NETO, D.; MARODIN, V. S.; MANFRON, P. A.; AITA, A. Composição centésima e teores de vitamina C, cálcio e fósforo de seis cultivares de alface produzidos sob dois sistemas de cultivo. **Revista Insula**, Florianópolis, n.30, p. 47-62, 2001b.

OHSE, S; RAMOS, D. M. R.; CARVALHO, S. M.; FETT, R.; OLIVEIRA, J. L. B. Composição centesimal e teor de nitrato em cinco cultivares de alface produzidas sob cultivo hidropônico. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 407-414. 2009.

OZGEN, S; SEKERCI, S. Effect of leaf position on the distribution of phytochemicals and antioxidant capacity among green and red lettuce cultivars. **Spanish Journal of Agricultural Research**, n. 9, v. 3, p. 801-809, 2011.

PAVLOU, G. C; EHALIOTIS, C. D.; KAWADIAS, V. A. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 111, p. 319-325. 2007.

PEOPLES, M. B.; HERRIDGE, D. F.; LADHA, J. K. Biological nitrogen fixation: An efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? **Plant Soil**, 174:3-28, 1995.

PÔRTO, M. L. **Produção, estado nutricional e acúmulo de nitrato em plantas de alface submetidas à adubação nitrogenada e orgânica**. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da ParaíbaAreia, 2006.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343 p.

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

RATH, S.; XIMENES, M. I. N.; REYES, F. G. R. Teor de nitrato e nitrito em vegetais cultivados no Distrito Federal: um estudo preliminar. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 126-130, 1994.

REIS, W. P.; RAMALHO, M. A. P.; CRUZ, J. C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.5, p.575- 584, 1985.

RESENDE, G. M. **Características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno**. 2004. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004b.

REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D.; CECÍLIO FILHO, A. B. Consorciação de alface e rabanete em diferentes espaçamentos e épocas de estabelecimento do consórcio, no inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002a. Suplemento 2.

REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividades das culturas de tomate e alface em função da época de estabelecimento do consórcio, em relação a seus monocultivos, no cultivo de inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002b. Suplemento 2.

REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D.; CECÍLIO FILHO, A. B. Análise econômica de cultivos consorciados de alface x tomate, em cultivo protegido, Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, julho, 2003 – Suplemento CD.

RIBEIRO, K.G.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Adubação nitrogenada co capim-elefante cv. Mott. 2. Valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1194-1202, 1999.

ROCIO, A. C.; FERREIRA, V. P.; LAUER, C.; ROSONE, E. E.; SILVA, E. L.; NICOULAUD, B. A. L. Resposta de alface à fertilização nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39, 1999, Tubarão. **Resumos...** Tubarão: SOB/UNISUI, 1999. p. 316.

SALDANHA, T. R. F. C. **Cultivares de alface crespa em sistemas solteiro e consorciado com cenoura**. 2001. 41f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró-RN, 2001.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1395-1398, 2001.

SCHRÖDER, F. G.; BERO, H. Nitrate uptake of *Lactuca sativa* L. depending on varieties and nutrient solution in hidroponic system P. P. H. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 584, p. 551-553, 2001.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. 1ed. Campinas: UNICAMP, 387p. 1987.

SMITH, S. O. R.; HADLEY, P. O. Acomparison of the effects of organic and inorganic nitrogen fertilizers on the growth response of summer cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. Hispe F1). **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 63, n. 4, p. 615-620, 1988.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 564p.

SOUSA, R. S.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; MAGALHÃES, A. F.; VELOSO, C. M. Composição química de capim-tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, 2010 .

STERTZ, S.C.; ROSA, M.I.S.; FREITAS, R.J.S. Qualidade nutricional e contaminantes da batata (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae) convencional e orgânica na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná. **Boletim do CEPPA**, v.23, n.2, p.383-396, 2005.

TACO. **Tabela de Composição de alimentos**. Campinas: NEPA-Unicamp. 105 p. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. 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, p.157-164. 1997.

TSORMPATSIDIS, E.; HENBEST, R. G. C.; DAVIS, F. J.; BATTEY, N. H.; HADLEY, P.; WAGSTAFFE, A. UV irradiance as a major influence on growth, development and secondary products of commercial importance in Lollo Rosso lettuce 'Revolution' grown under polyethylene films. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, p. 232–239. 2008.

TURAZI, C. M. V.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, S. A.; BORGIO, L. A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 24, p. 65-70. 2006.

VAN DE KAMER, J. H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.29, n.4, p.239-251, 1952.

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

VIGGIANO, J. **Produção de sementes de alface**. In: CASTELLANE, P. D. (org.) Produção de sementes de Hortaliças. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p. 1-19.

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

YURI, J. E.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C. RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H. Comportamento de cultivares de alface tipo americana em Boa Esperança. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 229-232, 2002.

YURI, J. E. **Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no verão e no inverno, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura**. 2004. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

WATERHOUSE, A. L. Determination of total phenolics. In wrolstad, R.E. (Ed). **Current Protocols in food.Analytical chemistry**, John Willy et Sons. New York, v. 247, p. 237-241. 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications. Seventeenth report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **FAO Nutrition Report Series**, Geneva n. 539, p.42. 1973.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGEMBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T. M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v. 79, p. 117-161, 1997.