

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

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

**Dione Chaves de Macedo
Nutricionista**

2012

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

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

Dione Chaves de Macedo

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).

M141d Macedo, Dione Chaves de
Doses de N-ureia e de esterco bovino na qualidade nutricional
da rúcula em consórcio com a alface
Dione Chaves de Macedo. -- Jaboticabal, 2012
iii, 91 f.; 28 cm

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientador: Manoel Evaristo Ferreira
Banca examinadora: Manoel Evaristo Ferreira, Tereza Cristina
Tarle Pissarra, Arthur Bernardes Cecílio Filho, Hamilton César de
Oliveira Charlo, José Ricardo Mantovani
Bibliografia

1. Nitrogênio-adubação. 2. Rúcula-nutrição.
3. Antinutricionais. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU: 582.683.2:635.5

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Dione Chaves de Macedo – Nascida em Campina Verde, no Estado de Minas Gerais, em 14 de fevereiro de 1960. Filha de Dion Chaves e de Maria Izabel Macedo Chaves. Irmã de Dalmo, Heloisa e Helenice. Casada com Márcio Macedo, tem dois filhos Daniel Chaves Macedo e Raquel Chaves Macedo. Iniciou os seus estudos na cidade de Campina Verde cursando o nível fundamental e o 2º grau no colégio Marista Diocesano em Uberaba concluído em 1977. Iniciou o curso de Nutrição, em março de 1980, na Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, obtendo o título de Nutricionista, em Dezembro de 1984. Ingressou no serviço público, por concurso, em janeiro de 1995, como Nutricionista da Escola Agrotécnica Federal de Uberaba, onde atuou até março de 1997. Fez aperfeiçoamento em formação de professor de disciplinas especializadas, na Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR concluindo, em fevereiro 1997. Passou no concurso para professora do curso técnico em nutrição e dietética da Escola Agrotécnica Federal de Uberaba, em março de 1997. Concluiu o curso de especialização em educação, em dezembro de 1997. Em junho de 2003, iniciou o mestrado em Educação Profissional Agrícola, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, concluindo-o em abril de 2005. 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).

“Deus nos dá pessoas e coisas,
para aprendermos a alegria...
Depois, retoma coisas e pessoas
para ver se já somos capazes da alegria
sozinhos...

Essa... a alegria que Ele quer”

(João Guimarães Rosa)

Aos meus pais, Dion Chaves e Maria Izabel Macedo Chaves (*in memoriam*), por todo apoio que deram aos meus estudos, pelos ensinamentos e pelo exemplo de vida, de carinho, de trabalho, de honestidade e de simplicidade.

DEDICO

Ao meu esposo Márcio, aos meus filhos Daniel e Raquel, meus irmãos, sobrinhos, aos meus sogros José Macedo e Maria de Lourdes e a Ninica pelo apoio incondicional e incentivo, sempre nas horas mais difíceis.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me conceder a vida, a saúde, a alegria, a família que tenho e por iluminar meus caminhos e conduzir a minha vida com infinita bondade e amor.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, e o Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberaba / no programa DINTER/CAPES, na oportunidade de realizar esse trabalho e obtenção do título de Doutora.

Ao Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro que disponibilizou condições para minha dedicação e desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Manoel Evaristo Ferreira, pelos ensinamentos, dedicação, incentivo e por toda orientação na execução do trabalho.

À Profa. Dra. Sueli Ciabotti, pela coorientação desse trabalho e valiosas sugestões.

À Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz e ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pelas valiosas sugestões.

À Elisabete Ferreira Borges pela participação efetiva e competente na elaboração do projeto do DINTER oportunizando assim a realização do mesmo.

Agradeço em especial à Danielle Freire Paoloni, minha amiga e confidente nas horas de angústia e também pelo apoio durante todo o curso.

Ao meu amigo Lucas Arantes Pereira, técnico de laboratório pela sua paciência e desprendimento para estar sempre pronto a nos atender, sem a sua ajuda seria impossível realizar este trabalho.

Aos bolsistas Josiane, Mirian, José de Assis, Camila, Tamiris, aos alunos: Dona Marileide, Flavia, Daniel, Carol, Rafaela, Camila, Bárbara, Jussara, Creusa e aos demais que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Celso Aparecido Mancin pelo plantio e oferecimento das rúculas para desenvolvimento deste trabalho.

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

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

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.

A todos os Professores da Pós-Graduação que trabalharam conosco e que foram muito importantes para nossa formação profissional.

À Banca Examinadora, pelas excelentes sugestões.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura da rúcula.....	3
2.2 O cultivo consorciado.....	4
2.3 Adubação nitrogenada mineral e orgânica na cultura da rúcula	6
2.4 Qualidade nutricional da rúcula	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Caracterização da área, delineamento experimental e cultivo da rúcula.....	12
3.2 Colheita e preparo das amostras.....	17
3.3 Características avaliadas.....	17
3.4 Análise dos dados	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO	71
6 REFERÊNCIAS	72

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

RESUMO – Diante do aumento do interesse dos consumidores por alimentos funcionais e/ou com componentes alimentares fisiologicamente ativos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade nutricional da rúcula, em sistema de cultivo consorciado com alface e adubada com ureia e esterco bovino. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 18 tratamentos e 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 os consórcios de alface e rúcula; e dois tratamentos adicionais relativos aos cultivos de rúcula e de alface em monocultura. Foram realizados dois experimentos, um no verão e outro no inverno de 2010, utilizando-se a cultivar de rúcula Folha Larga e a cultivar de alface Vera. Após a colheita, as plantas de rúcula foram avaliadas quanto aos principais fatores nutricionais e antinutricionais, bem como quanto aos teores de minerais. De maneira geral, os resultados do presente trabalho demonstram que a utilização de até 225 kg ha⁻¹ de N e de até 30 t ha⁻¹ de esterco bovino na cultura da rúcula, em cultivo consorciado com alface, não promoveu depreciação da qualidade nutricional do produto, visto que os fatores nutricionais e antinutricionais se mantiveram dentro das faixas adequadas. Assim sendo, do ponto de vista nutricional, vale ressaltar a viabilidade do emprego do cultivo consorciado, com aplicação de doses de até 225 kg ha⁻¹ de N e de até 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, visto que foi possível a produção comercial de rúcula, considerada adequada e de alta qualidade para o consumo humano.

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

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

ABSTRACT - Given the increasing consumer's interest in functional foods and foods with components physiologically active, the aim of this study was to evaluate the nutritional quality of rocket in intercropping cultivation with lettuce, fertilized with 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 x 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 N rates of cattle manure (0, 10, 20 and 30 t ha⁻¹), plus two additional treatments, which corresponded to the cultivation of rocket and lettuce under single cropping. There were conducted two experiments, one on summer and one on winter of 2010, using the "Folha Larga" rocket cultivar and Vera lettuce cultivar. After harvesting, the plants were evaluated for the major nutritional and antinutritional factors, as well as for the minerals concentrations. Overall, the results of this study show that the use of doses until 225 kg ha⁻¹ de N and until 30 t ha⁻¹ of cattle manure in the rocket cultivation in intercropping with lettuce, no promoted depreciation on the nutritional quality of the product, since the nutritional and antinutritional factors remained within adequate ranges. Thus, from a nutritional standpoint, it is worth mentioning the feasibility of the use of intercropping, combined with doses until 225 kg ha⁻¹ de N and until 30 t ha⁻¹ of cattle manure, since it was possible commercial production of rocket that may be deemed appropriate with high quality for human consumption.

Keywords: antinutritional, nutritional characterization, intercropping, *Eruca sativa*, nitrogen

1 INTRODUÇÃO

Comprar alimentos de melhor qualidade e utilizá-los de maneira adequada é prática indispensável para proporcionar alimentação saudável, melhorando a saúde e a qualidade de vida da população. Desta forma, o consumo de hortaliças tem aumentado no mundo, não só pelo crescente aumento da população, mas também pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor.

A ingestão de hortaliças é fundamental em qualquer cardápio nutricional adequado, devido aos teores de vitaminas, sais minerais, fibras, baixo valor calórico e por aumentar o volume de resíduo alimentar no trato gastrointestinal (NASCIMENTO et al., 2005). Dentre as hortaliças folhosas mais consumidas tem-se a rúcula, a qual apresenta sabor picante, propriedades nutritivas, sendo fonte de vitaminas A e C, fonte de cálcio, enxofre, ferro e potássio; e também propriedades fitoterapêuticas como digestiva, diurética, laxativa, antiinflamatória e estimulante de apetite (REGHIN et al., 2005).

A rúcula é, normalmente, produzida em cinturões verdes, próximos aos centros consumidores, dada à alta perecibilidade do produto no período de pós-colheita, resultado do alto teor de água e grande área foliar. Nos últimos anos, novos sistemas de cultivo de rúcula têm sido testados, visando aumentos de produtividade e lucratividade da cultura, como é o caso do cultivo consorciado. Porém, ainda são escassas informações sobre o correto manejo produtivo desta cultura, principalmente no tocante ao manejo da adubação, especialmente sob cultivo consorciado.

A adubação nitrogenada é um dos fatores de produção que mais influenciam a produtividade das culturas. No entanto, no Brasil, pouco se conhece sobre as exigências nutricionais da rúcula, sendo as recomendações de adubação, para seu cultivo, feitas com base nas recomendações para hortaliças folhosas como a alface. Este tipo de adaptação, nem sempre traz respostas satisfatórias seja na produtividade seja na qualidade do produto. Como para qualquer outra hortaliça folhosa a adubação nitrogenada e seu manejo são extremamente importantes para a obtenção de altas produtividades de rúcula, devendo-se ter informações específicas e claras sobre a melhor dose de nitrogênio a ser utilizada (STEINER et al., 2011),

para que não ocorram desequilíbrios entre a absorção e a assimilação de íons, principalmente do nitrato, o qual é prejudicial à saúde humana.

O nitrato ingerido pelo ser humano contribui para a formação endógena de nitrosaminas, que são compostos carcinogênicos, assim como é capaz de transformar a hemoglobina do sangue em metahemoglobina, levando ao impedimento do transporte do oxigênio dos alvéolos pulmonares para os tecidos. 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^- por kg de massa corpórea (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973).

Além do nitrato, outros compostos são importantes parâmetros de qualidade em hortaliças, porém, ao contrário do nitrato, quanto maior a concentração melhor é a qualidade nutricional da hortaliça, como é o caso dos fenólicos totais, betacaroteno, teores de fibras, proteínas, vitaminas e minerais, os quais têm influência direta na saúde humana.

Embora seja de suma importância, a qualidade nutricional das hortaliças tem sido muito pouco avaliadas, sendo necessária a prevenção e redução dos riscos de contaminações por substâncias perigosas à saúde (ABREU et al., 2010), desde o cultivo até a pós-colheita.

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

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da rúcula

A rúcula (*Eruca sativa*) pertence à família *Brassicaceae*, é uma hortaliça folhosa de porte baixo, altura de 15 a 20 cm, folhas relativamente espessas e subdivididas; o limbo tem cor verde-escuro e as nervuras verde-arroxeadas. Produz folhas ricas em vitamina C e sais minerais, principalmente cálcio e ferro. Também é considerada planta medicinal com muitas propriedades, tais como: digestiva, diurética, estimulante, laxativa e antiinflamatória (REGHIN et al., 2005).

No Brasil, a espécie mais cultivada é a *Eruca sativa*, representada principalmente pelas cultivares: Cultivada e Folha Larga. Também são encontrados cultivos em menor escala da espécie *Diplotaxis tenuifolia* (L.), conhecida como rúcula selvática (FILGUEIRA, 2003).

Em cultivos comerciais, a rúcula é colhida de uma só vez, de 30 a 40 dias após a sementeira, arrancando-se as plantas inteiras com folhas e raízes. Contudo, ela pode ser colhida em várias etapas, cortando-se as folhas sempre acima da gema apical, para que ocorra rebrota, possibilitando um novo corte (MINAMI; TESSARIOLI NETO, 1998).

De acordo com Trani et al. (1992), para o bom desenvolvimento da planta, com produção de folhas grandes e tenras, há necessidade de temperaturas entre 15 a 18°C, sendo que a melhor época de plantio ocorre de março a julho (outono/inverno). Apesar de ser recomendada para cultivo o ano todo, o seu desenvolvimento é favorecido por condições de temperaturas amenas. As temperaturas altas estimulam a planta a antecipar a fase reprodutiva, emitindo o pendão floral prematuramente, tornando suas folhas rígidas e mais picantes (FILGUEIRA, 2000). O mesmo autor cita que apesar da rúcula produzir melhor sob temperaturas amenas, ela tem sido cultivada ao longo do ano em quase todas as regiões brasileiras. Este resultado é comprovado por Gusmão et al. (2003), que cultivando rúcula nas condições do Trópico Úmido de Belém (PA), sob alta temperatura e umidade do ar, verificaram desenvolvimento normal da cultura, sendo este comparável ao de regiões de temperaturas amenas.

A sementeira da rúcula pode ser feita diretamente no canteiro definitivo, utilizando-se 0,2 grama de semente por metro linear ou em bandejas (poliestireno

expandido ou polietileno), com posterior transplante das mudas para o canteiro. Ressalta-se, que em sementeira direta, muitas vezes, é difícil obter um estande uniforme, principalmente pela dificuldade de sementeira devido às sementes da rúcula serem pequenas (REGHIN et al., 2004). O espaçamento utilizado nas entrelinhas é de 0,15 a 0,25cm (TRANI et al., 1992).

Com relação à necessidade hídrica, Trani et al. (1992) e Pimpini e Enzo (1997) citam que a cultura não suporta o excesso de água de chuva torrencial ou irrigação excessiva.

A rúcula é uma cultura ainda pouco estudada e o aumento do número de produtores tem gerado demanda por informações técnicas sobre a cultura.

2.2 O cultivo consorciado

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

Os policultivos podem envolver combinações de espécies anuais com outras anuais, anuais com perenes, ou perenes com perenes. Podem apresentar diversos arranjos espaciais, desde simples combinação de duas espécies em fileiras alternadas, até consórcios complexos de mais de uma dúzia de espécies misturadas (CECÍLIO FILHO, 2005).

Entre as possíveis vantagens do consórcio de culturas têm-se a maior eficiência de utilização da área, diminuição dos riscos de perdas totais, menor dano por pragas, melhor utilização dos recursos ambientais, redução parcial ou total da erosão e de plantas daninhas, diversificação da dieta alimentar do trabalhador rural e possibilidade de obtenção de maiores fontes de renda (REIS et al., 1985; CARDOSO; RIBEIRO, 1987; CAETANO et al., 1999), podendo contribuir também para a diminuição do uso de insumos feitos a partir de fontes não renováveis, tais como alguns fertilizantes e defensivos agrícolas ou, pelo menos, conforme Horwith (1985), permitir o aproveitamento mais eficaz dos mesmos.

Também, pode proporcionar aumento na renda líquida dos cultivos (DUBEY; KULVI, 1995). Entretanto, a vantagem efetiva de um consórcio será mais evidente quando as culturas envolvidas apresentarem diferenças qualitativas e quantitativas quanto às suas exigências nos recursos disponíveis (VANDERMEER, 1981).

Considerando-se que, em geral, as hortaliças apresentam crescimento inicial muito lento e que existem grandes diferenças entre elas quanto ao porte, arquitetura, taxa de crescimento, ocupação do terreno, ciclo, entre outras características, pode-se obter maior produção de alimentos por unidade de área com a associação de duas ou mais hortaliças numa mesma área, com menor impacto ao ambiente e aumento da rentabilidade da atividade olerícola (CECÍLIO FILHO, 2005).

Na olericultura, o consórcio tem potencial de utilização por pequenos produtores, sendo uma técnica de fácil aprendizagem e implementação (CECÍLIO FILHO, 2005). Segundo Camargo Filho e Mazzei (2001), mais de 75% da produção de hortaliças no Brasil é proveniente de agricultura familiar. No Sul e Sudeste brasileiro, principalmente em São Paulo, a produção de hortaliças é realizada pela parceria entre o proprietário e as famílias de trabalhadores.

Em geral, a rúcula vem sendo utilizada nos consórcios, como cultura intercalar à principal, por apresentar preço alto de mercado, ter ciclo curto e porte baixo. Alguns trabalhos mostraram a complementaridade entre as culturas de alface e rúcula em sistema consorciado (COSTA, 2006; BARROS JÚNIOR, 2007a,b; COSTA et al., 2007; BARROS JÚNIOR, 2008).

Costa et al. (2007) avaliando a produtividade e a eficiência do uso da área dos consórcios de alface dos grupos cresspa, 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 eficiente da área, obtendo-se quantidades de hortaliças até 102% superior ao do cultivo solteiro.

Avaliando o consórcio de almeirão e rúcula, Harder et al. (2005) verificaram que a produção de massa fresca do almeirão foi reduzida em cultivo consorciado, comparado ao cultivo em monocultura. A produção da cultura da rúcula aumentou

42%, tornando o consórcio eficiente, quando se calculou a razão de área equivalente.

Mello (2000) avaliando o desempenho produtivo da cenoura e rúcula em associação obteve um índice de uso eficiente da terra de 2,21 e constatou que o consórcio não afetou a produtividade da cenoura.

2.3 Adubação nitrogenada mineral e orgânica na cultura da rúcula

Na planta, o N tem função estrutural, sendo componente de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucléicos, 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).

Nas hortaliças folhosas, o efeito do nitrogênio reflete diretamente na produtividade, pois o fornecimento de doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2003).

Os resíduos orgânicos, como fontes de nutrientes, podem apresentar quantidades expressivas de nitrogênio, de potássio e de fósforo, constituindo-se em alternativas para fornecer esses elementos para as hortaliças, dentre elas a rúcula (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 minerais altamente solúveis. O potencial de uso de materiais orgânicos em hortaliças é grande, pelo fato delas ocuparem uma porcentagem significativa da área total de produção agrícola (CAVALLARO JÚNIOR, 2006).

Apesar de serem escassas as informações sobre a nutrição mineral da rúcula (PURQUERIO, 2005) alguns trabalhos apresentam respostas positivas da rúcula à adubação nitrogenada (AHMED et al., 2000; CEYLAN et al., 2002; PURQUERIO, 2005).

Avaliando doses de N (0 a 60 kg ha⁻¹) na cultura da rúcula, Rana et al. (2001) verificaram aumento na altura das plantas, no número de folhas por planta e na quantidade de sementes produzidas por planta com o aumento das doses de

nitrogênio, sendo que as maiores médias para todas as características foram observadas com a dose de 60 kg ha⁻¹ de N.

Purquerio (2005) avaliando o crescimento, produção e qualidade de rúcula em função de doses de N (0 a 240 kg ha⁻¹) e da densidade de plantio, em duas épocas experimentais (outono/inverno e verão), verificou que no outono/inverno, a dose de N que possibilitou a maior produtividade no campo foi a de 240 kg ha⁻¹ e no ambiente protegido a de 178,6 kg ha⁻¹. No verão, em ambiente protegido, as doses estimadas de N que possibilitaram maiores produtividades nos espaçamentos de 0,05; 0,07 e 0,10 m foram 240; 167,3 e 231 kg ha⁻¹, respectivamente.

Silva e Castellane (1985) avaliando a adubação nitrogenada em solos de alta fertilidade (alto teor de matéria orgânica), não observaram resposta da rúcula cultivada em duas épocas (outubro e fevereiro) com a utilização de 60 kg ha⁻¹ de N.

Camargo (1984) recomenda a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na adubação de plantio e 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura, para o cultivo da rúcula. De maneira semelhante, Trani et al. (1997) recomendam 40 kg ha⁻¹ de N no plantio e 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura para a cultura da rúcula.

Barros Júnior et al. (2011) estudaram diferentes adubações para consórcios de alface com rúcula e verificaram que as adubações de cobertura para ambas as culturas (195 kg ha⁻¹ para alface + 180 kg ha⁻¹ para rúcula) proporcionou maior produtividade de rúcula. Contudo, assim como a falta de N pode afetar negativamente a produção de folhas, o excesso também pode acarretar queda na qualidade das hortaliças folhosas, tanto morfológica, quanto nutricionalmente.

2.4 Qualidade nutricional da rúcula

Nos últimos anos, a preocupação do homem com a qualidade e a segurança dos alimentos vem crescendo. Por essa razão, na escolha dos alimentos, os consumidores cada vez mais levam em consideração os riscos alimentares que os produtos podem oferecer como as práticas higiênicas, os riscos microbiológicos, os métodos de produção, as aplicações de pesticidas, o uso da biotecnologia e várias outras inovações tecnológicas (FREWER et al., 1994; SABA et al., 2000; CHINNICI et al., 2002).

As hortaliças são as principais fontes de vitaminas e sais minerais na alimentação humana, além de outros compostos bioativos funcionais. Contudo, na exploração das folhas de vegetais como fonte de nutrientes, segundo Fenwick e Oakenfull (1983), há alguns fatores antinutricionais e/ou tóxicos que podem interferir na biodisponibilidade e digestibilidade de alguns nutrientes. Folhas de vegetais, como amarantos, espinafre, taioba e outros acumulam altas concentrações de nitrato, oxalatos e saponinas, causando prejuízos à saúde humana.

Além de servir como alimento, a rúcula possui propriedades nutracêuticas, como depurativa, fonte de vitamina C e de ferro (PIGNONE, 1997). Em cada 100 g de matéria fresca, tem em média 91,7 g de água; 2,58 g de proteína; 1,6 g de fibra; 160 mg de cálcio; 1,40 mg de ferro; 47 mg de magnésio; 52 mg de fósforo; 369 mg de potássio; 27 mg de sódio; 0,47 mg de zinco; 15 mg de vitamina C; 0,044 mg de tiamina (B₁); 0,086 mg de riboflavina (B₂); 0,305 mg de niacina (B₃); 0,437 mg de ácido pantotênico (B₅) e 0,073 mg de piridoxina (B₆) (USDA, 2004).

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 efeitos danosos à saúde (GRIFFITHS et al., 1998).

Sendo assim, os alimentos devem ser produzidos seguindo práticas que resultem em produtos seguros para serem consumidos. Essa premissa é verdadeira tanto para o sistema orgânico de cultivo, como para o convencional (ARBOS et al., 2010a). Desta forma, o manejo do cultivo tem grande interferência na qualidade das hortaliças produzidas.

Em razão das hortaliças folhosas serem bastante 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 et al., 1994).

O nitrato é considerado, nas hortaliças folhosas, como o principal fator antinutricional, sendo que o acúmulo de nitrato no organismo humano é causado em 50% pelo nitrato oriundo das hortaliças (SCHRÖDER; BERO, 2001). No entanto,

segundo Rath et al. (1994), este valor pode chegar a representar 90% do total ingerido. Os limites de tolerância a nitrato ainda não estão bem definidos e são muito divergentes entre os diversos autores. Foram considerados como admissíveis pela 'Food Agriculture Organization' (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) dose diária de 3,65 mg do íon nitrato e 0,133 mg do íon nitrito por kg de massa corpórea humana (COELHO, 2002).

A ingestão excessiva de nitrato pelo ser humano contribui para a formação endógena de nitrosaminas, que são compostos carcinogênicos, além de transformar a hemoglobina do sangue em metahemoglobina, levando ao impedimento do transporte do oxigênio dos alvéolos pulmonares para os tecidos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973).

O acúmulo de nitrato em plantas ocorre quando há desequilíbrio entre a absorção e a assimilação do íon, sendo que as quantidades excedentes são armazenadas nos vacúolos. Dentre as olerícolas, as hortaliças folhosas, como a alface e o espinafre, apresentam maior capacidade de acúmulo de nitrato do que as demais (MAYNARD et al., 1976; BLOM-ZANDSTRA; EENINK, 1986).

As doses altas de fertilizantes nitrogenados favorecem o acúmulo de nitrato nas folhas das plantas, sendo que o excesso pode ser transformado através de reações bioquímicas em substâncias carcinogênicas prejudiciais à saúde humana (MENGEL; KIRKBY, 1987). 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). Dos fatores ambientais, a intensidade luminosa é o que mais afeta a assimilação de nitrato pelas plantas. Em condições de baixa intensidade luminosa, a atividade da nitrato redutase diminui, ocorrendo acúmulo de nitrato (MAYNARD et al., 1976; RICHARDSON; HARDGRAVE, 1992). Dessa maneira, o teor do íon na planta varia em função do horário de colheita, da época do ano e das condições climáticas.

Segundo Mengel e Kirkby (1987), em baixa intensidade luminosa a fotossíntese diminui, afetando a produção de ferredoxina que atua como agente redutor na assimilação do nitrato, e com isso há acúmulo do íon nos vacúolos.

Pôrto et al. (2011) avaliando a produção e teores de nitrato em alface hidropônica concluíram que os níveis de N estudados não influenciaram o desempenho produtivo da alface, fato que pode estar relacionado com as altas temperaturas observadas no interior da estufa de produção durante o período de cultivo. Relataram também que o aumento da disponibilidade de N na solução nutritiva resultou em incremento linear dos teores de nitrato nas diferentes partes da alface, entretanto, os máximos teores foliares de nitrato obtidos se encontraram abaixo do limite de risco para saúde humana.

Trani et al. (1994) encontraram teores excessivos de nitrato (1,09 g de N-NO_3^- em 100 g de matéria seca) em folhas de alface quando foram aplicados 278 kg ha^{-1} de N. As comparações entre fontes orgânicas e fontes minerais solúveis de N para rúcula praticamente inexitem na literatura. Outras substâncias também são características de qualidades importantes em hortaliças, como é o caso do betacaroteno e dos compostos fenólicos.

Os carotenóides são pigmentos naturais benéficos à saúde. Estão entre as substâncias mais estudadas como agentes quimiopreventivos, funcionando como antioxidantes do sistema biológico. Os carotenóides são convertidos em vitamina A, à medida que o organismo necessita, com graus variáveis de eficiência. As formas de caroteno provitamina A são encontradas nas hortaliças folhosas verde-escuras e nas amarelo-alaranjadas. Cores mais escuras estão associadas a maiores teores de provitamina (Mahan; Escott-Stump, 1998). O betacaroteno é o carotenóide provitamina A mais ativo, o qual é um pigmento laranja termolábil, sensível à luz e ao oxigênio, e que está associado à proteção contra doenças cardíacas e câncer (CARPER, 1995).

Além dos carotenóides, as frutas e hortaliças são importantes fontes de compostos fenólicos que, segundo pesquisas recentes, têm ação antioxidante e níveis plasmáticos elevados destes compostos estão relacionados com a diminuição de doenças cardiovasculares (Silva; Naves, 2001; LIMA et al., 2002; MÁRQUEZ et al., 2002; SOARES, 2002;), cancerígenas e neurológicas (SÁNCHEZ-MORENO, 2002). Ainda são escassos na literatura, dados referentes às quantidades adequadas de ingestão diária de compostos fenólicos. Carvalho et al. (2006) citam que a ingestão diária recomendada de folato é de 3 mg por kg de massa corpórea, e

que as hortaliças de folhas de coloração verde-escura são importantes fontes desta substância.

Embora a ausência de substâncias nocivas à saúde seja de suma importância, a qualidade nutricional das hortaliças têm sido muito pouco avaliada (ABREU *et al.*, 2010), sendo necessária a prevenção e redução dos riscos de contaminações por nitrato, nos cultivos de hortaliças.

Arbos *et al.* (2010b), avaliando a atividade antioxidante e fenólicos em hortaliças cultivadas sob sistema convencional e orgânico, 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. $100g^{-1}$, em que EAG = equivalente de ácido gálico), alface orgânica ($108,72 \pm 2,34$ mg EAG. $100g^{-1}$), almeirão orgânico ($92,15 \pm 1,09$ mg EAG. $100g^{-1}$), alface convencional ($91,22 \pm 0,91$ mg EAG. $100g^{-1}$), rúcula convencional ($90,78 \pm 2,23$ mg EAG. $100g^{-1}$) e almeirão convencional ($81,04 \pm 3,64$ mg EAG. $100g^{-1}$). Estes 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 de cultivo na qualidade nutricional. Desta forma, segundo Gupta *et al.* (1989), é essencial a realização de estudos dos nutrientes e dos fatores antinutricionais dos vegetais de uso convencional e não convencional, a fim de se determinar compostos essenciais e prejudiciais que possam afetar o seu valor nutritivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área, delineamento experimental e cultivo da rúcula

O presente trabalho foi realizado em campo, no Setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro, localizado a 19°45'26" de latitude Sul e 47°55'27" de longitude Oeste, na cidade de Uberaba-MG. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura franco-argilo-arenosa (EMBRAPA, 2006).

Anteriormente à instalação dos experimentos, foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais, as quais foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo, da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, seguindo métodos descritos por Raij et al. (2001).

O solo da área experimental do Experimento I (verão), após analisado apresentou 6 mg dm⁻³ de P (resina); 26 g dm⁻³ de MO; 5,0 de pH (CaCl₂); 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 35% de V.

No Experimento II (inverno) a análise do solo da área apresentou como resultados: 9 mg dm⁻³ de P (resina); 28 g dm⁻³ de MO; 5,2 de pH (CaCl₂); 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 49% de V.

Para a instalação dos experimentos, foi realizado o preparo do solo usando-se roçadeira hidráulica seguida de catador de raízes para a retirada do material orgânico (gramíneas). Logo após, fez-se uma aração e duas gradagens e, em seguida, foi realizado o levantamento dos canteiros com auxílio de rotoencanteirador.

A calagem foi feita para elevar o índice de saturação por bases a 80% (Trani et al., 1997), utilizando-se calcário calcinado, com PRNT = 120%, 45 dias antes do transplante das mudas.

Foram realizados dois experimentos: o Experimento I foi 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).

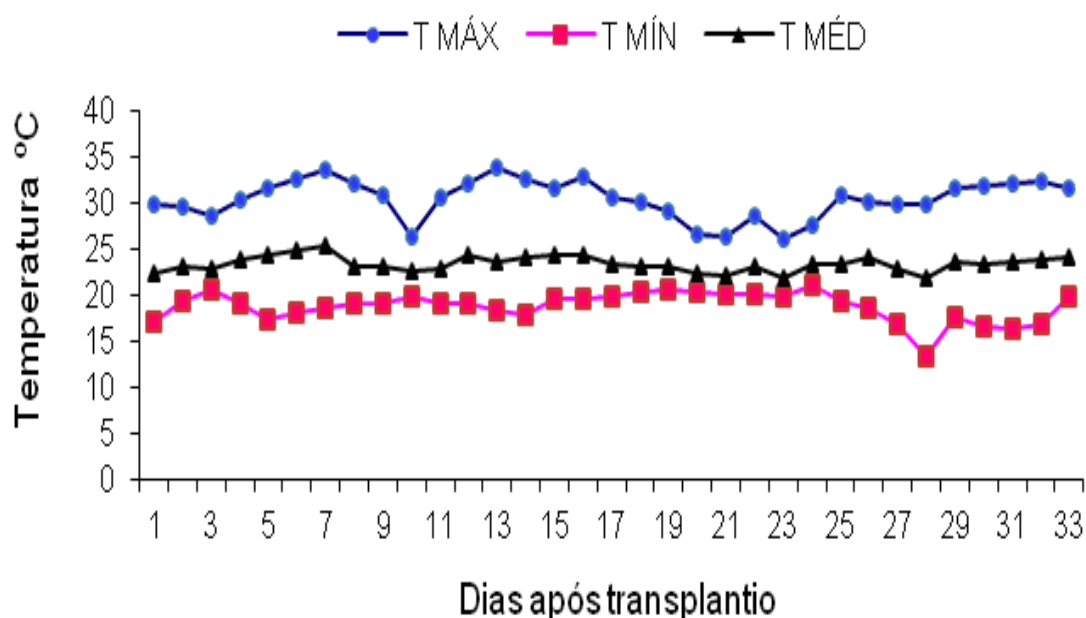


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias diárias na área do Experimento I.

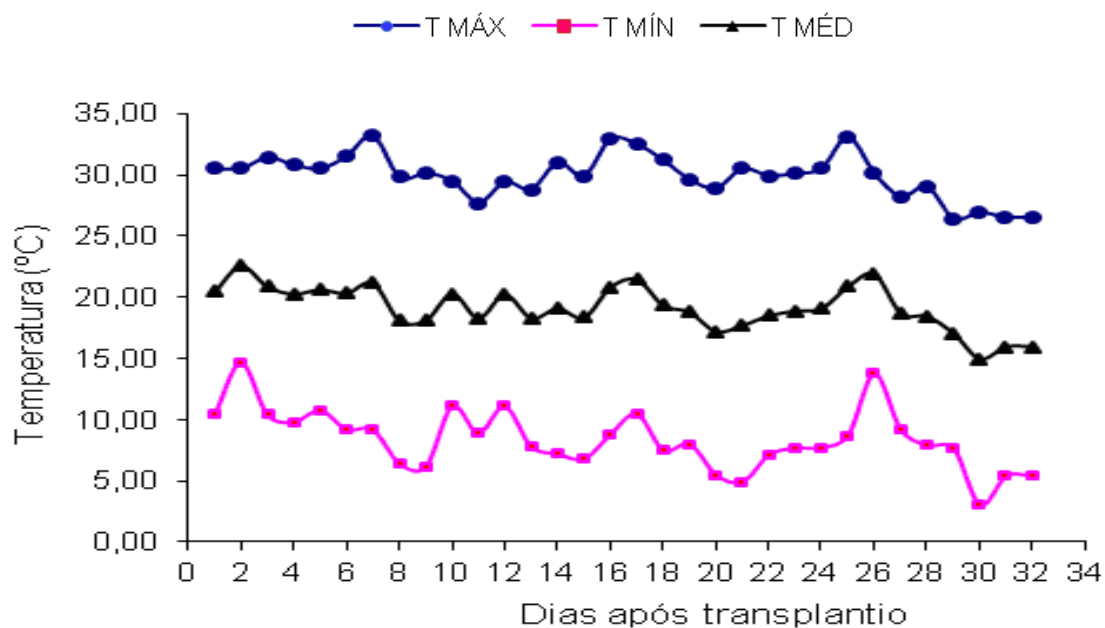


Figura 2. Temperaturas máximas, mínimas e médias diárias na área experimental do Experimento II.

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).

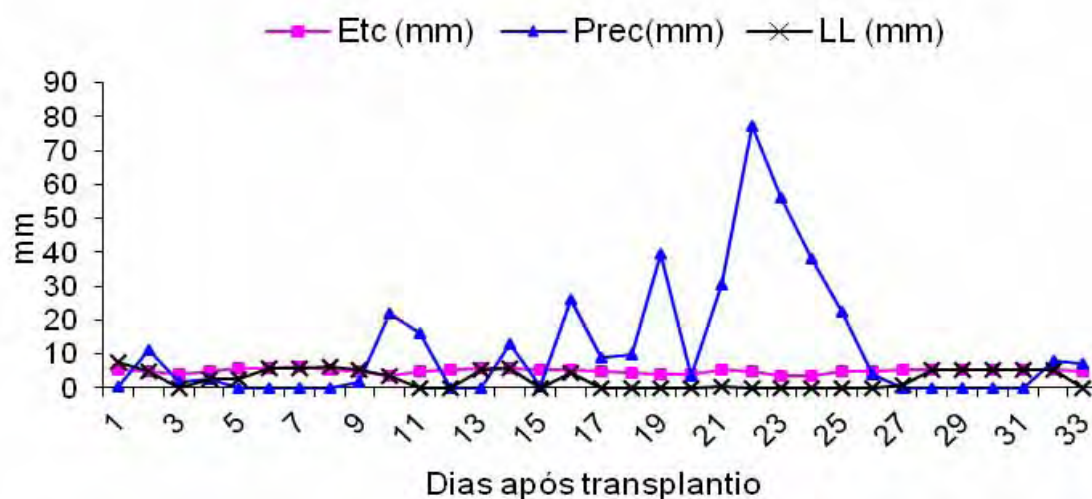


Figura 3. Precipitação (Prec), Evapotranspiração da cultura (Etc) e Lâmina líquida aplicada (LL), Experimento I.

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.

Nos experimentos, alface 'Vera' e rúcula 'Folha Larga' foram cultivadas em consórcio e em monocultivo. 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 adicionais representados pelo plantio de rúcula e alface em monocultura. As doses propostas para avaliação 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 de esterco bovino, para alface, considerada como a cultura principal.

A adubação química de plantio foi realizada com base na análise de solo, considerando 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, usando-se como fontes, respectivamente, superfosfato simples, cloreto de potássio e ácido bórico. A adubação orgânica foi realizada segundo os tratamentos, nas doses de 0, 10, 20 e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido e seco, aplicadas de uma só vez, a lanço e incorporadas com rastelo, 10 dias antes do transplante da alface.

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 como resultados em umidade natural: 8,0 de pH (CaCl₂); 0,40 g cm⁻³ de densidade; 5,5% de umidade; 33,28% de matéria orgânica compostável; 1,81% de matéria orgânica resistente a compostagem; 19,49% de carbono; 18,49% de carbono orgânico; 59,36% de resíduo mineral; 50,48% de resíduo mineral insolúvel; 8,88% de resíduo mineral solúvel; 1,63% de nitrogênio; 1,10% de P₂O₅; 1,49% de K₂O; 1,16% de cálcio; 0,28% de magnésio; 0,17% de enxofre; 12/1 de relação Carbono/Nitrogênio e 11/1 de relação Carbono orgânico/Nitrogênio.

A adubação nitrogenada foi realizada de acordo com os tratamentos propostos, com as doses de 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ N, tendo como fonte de N a ureia (N-ureia). A aplicação do fertilizante foi parcelada em quatro vezes (transplante; 7, 14 e 21 dias após o transplante), em quantidades iguais. O fertilizante foi distribuído em sulcos feitos ao longo das entrelinhas, distantes de 3 a 5 cm das plantas, com 1 cm de profundidade e incorporado manualmente. No consórcio, o fertilizante foi distribuído na metade da entrelinha alface-rúcula.

Nos tratamentos referentes às monoculturas a adubação com P₂O₅, K₂O e B seguiu o mesmo procedimento adotado no consórcio, fixando-se nesse caso as doses de 150 kg ha⁻¹ de N-ureia e 20 t ha⁻¹ de esterco bovino.

A semeadura da rúcula foi feita um dia após o transplante da alface, a qual no Experimento I foi em 11-02-2010 e, no Experimento II em 10-07-2010.

As parcelas experimentais apresentavam área total de 3,24 m² (1,20 x 2,70 m), sendo constituídas por 216 plantas de rúcula, em monocultura, cultivadas no espaçamento de 0,30 x 0,05 m e 36 plantas de alface, em monocultura, cultivadas no espaçamento de 0,30 x 0,30 m. A monocultura teve quatro linhas de alface ou quatro linhas de rúcula. No consórcio, a alface foi considerada como cultura principal e a rúcula, secundária. 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 de 0,05m.

Para a avaliação das características da rúcula, em consórcio, foi considerada como área útil as três linhas de rúcula, excluindo-se 0,30 m do início e final de cada linha. Já em monocultura, considerou-se como área útil as duas linhas centrais, excluindo-se 0,30 m do início e final de cada linha.

Para a manutenção da umidade do solo, o fornecimento de água foi feito por irrigação com microaspersores Naan Haddar 7110, espaçados de 3 x 3 m, elevando-se a umidade até a capacidade de campo diariamente.

Durante a condução do experimento, fez o controle de pragas e doenças com defensivos específicos e a eliminação de plantas daninhas por capina manual, quando se fez necessário.

3.2 Colheita e preparo das amostras

A colheita da rúcula foi realizada 30 dias após a semeadura (DAS) no verão e no inverno, tanto em consórcio quanto em monocultura, sendo estas realizadas em 13-03-2010 e 10-08-2010, respectivamente, para os experimentos I e II.

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

O material colhido foi lavado conforme recomendações de Carmo et al. (2000), sendo estas, divididas em três subamostras: a primeira foi utilizada para as análises em material fresco (pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável); a segunda subamostra foi congelada e liofilizada para análises dos teores de betacaroteno e fenólicos totais; e, por fim, a terceira foi embalada em sacos de papel (25 x 35 cm), identificada e colocada para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir massa constante, sendo posteriormente, trituradas em micro moinho, e armazenadas em frasco opacos para realização das análises de teor de nitrato, umidade, composição centesimal e macronutrientes e micronutrientes.

3.3 Características avaliadas

A matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de rúcula foi obtida, após a secagem de todas as plantas da área útil da parcela, as quais foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, sendo os resultados expressos em g planta⁻¹.

Para a determinação do teor de nitrato, o procedimento foi baseado na extração da forma inorgânica de nitrogênio com água desionizada, seguida de destilação por arraste de vapores e quantificação por meio de titulação (MANTOVANI et al., 2005). O procedimento consistiu na utilização de frascos de plástico com tampa e capacidade para 100 mL, para os quais foram transferidas amostras de 0,2 g de matéria seca. Em seguida, foram adicionados 20 mL de água desionizada e submetidas, por 1 h, a períodos de agitação de 5 min, seguidos de 15 min de repouso, em banho-maria com temperatura 60±2°C. Após o banho-maria,

deixou-se quinze minutos em repouso e filtrou-se através de papel de filtro qualitativo.

Alíquotas de 5 mL dos filtrados foram transferidas para tubos de destilação. Após o acoplamento do tubo de destilação ao microdestilador Kjeldahl, adicionou-se 0,2 g de MgO p.a. por meio de medida calibrada, e na saída do condensador do aparelho de destilação, acoplou-se erlenmeyer com capacidade para 125 mL, contendo 10 mL de solução de H_3BO_3 20 g L^{-1} com mistura de indicadores (verde de bromocresol e vermelho de metila). Em seguida, iniciou-se a destilação, coletando-se 50 mL do destilado em aproximadamente 7 minutos. Encerrada a destilação, retirou-se o erlenmeyer com o destilado, e em seu lugar, colocou-se outro erlenmeyer com capacidade para 125 mL contendo 10 mL de solução de H_3BO_3 20 g L^{-1} com mistura de indicadores, para em seguida, adicionar ao tubo de destilação 0,4 g de liga de Devarda, com auxílio de medida calibrada, para a redução do N-NO_3^- a N-NH_3 .

Para a determinação do N-NO_3^- , considerou-se insignificante a quantidade de N-NO_2^- da amostra. Na nova destilação, coletaram-se 50 mL de destilado em aproximadamente 7 minutos. Uma prova em branco e uma solução padrão contendo 50 mg L^{-1} de N-NH_4^+ e 50 mg L^{-1} de N-NO_3^- foram destiladas a cada sete amostras, para avaliar a contaminação e a eficiência da destilação. A quantificação do nitrogênio nas amostras foi por meio de titulação com solução de H_2SO_4 0,002 mol L^{-1} padronizado. Os dados obtidos foram transformados e expressos em mg de NO_3^- kg^{-1} de matéria fresca de rúcula.

Para a determinação dos teores de betacaroteno e fenólicos totais, as amostras foram colocadas em sacos de plástico, retirando-se o ar, e levadas ao freezer, com temperatura de -25°C , para congelamento e armazenagem. Depois de congeladas, foram submetidas ao processo de secagem por liofilização em liofilizador de bancada, marca LIOTOP, Modelo L101, utilizando-se pressão de 10^{-1} mbar e temperatura para desidratação a -60°C . Depois de secas, elas foram trituradas em micro moinho para grãos/folhas secas e armazenadas em frascos escuros.

Na determinação de betacaroteno, 0,5 g de rúcula liofilizada e triturada foi colocada em béquer, com 15 mL de mistura de acetona+hexano (4:6), e

homogeneizadas, por um minuto. Foi feita a leitura da absorbância do extrato sobrenadante, em espectrofotômetro UV - 190, em quatro comprimentos de onda: 453, 505, 645 e 663 nm. Posteriormente, os resultados obtidos foram utilizados para o cálculo do teor de betacaroteno, segundo metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992), com a seguinte fórmula:

$$\text{betacaroteno (mg/100mL)} = 0,216.A663 - 1,22.A645 - 0,304.A505 + 0,452.A453$$

Em seguida, os resultados foram transformados em $\mu\text{g/g}$ de matéria fresca de rúcula.

O teor de fenólicos totais foi determinado de acordo com o método descrito por Waterhouse (2002), utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu e a curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de fenólicos totais em equivalente de ácido gálico por 100g de matéria fresca de rúcula.

Nas determinações físico-químicas em folhas frescas, após a higienização, foram coletadas quatro folhas de rúculas frescas ao acaso, de cada parcela, as quais foram trituradas, em triturador, com água destilada até 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, acidez total titulável (ATT).

A determinação do pH foi feita introduzindo o eletrodo no filtrado de rúcula. Foi utilizado pHmetro digital de bancada Marca Hanna Instruments, Modelo: HI 221, com eletrodo de vidro combinado e sonda de temperatura, que permite a correção automática do pH em relação a temperatura. O equipamento foi calibrado com tampões de pH 7,0 e 4,0.

A mensuração da ATT foi feita pipetando-se 10 mL do homogenato e realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína, até viragem, que se reconhece pela alteração da cor da solução, de acordo com o método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado com a adição de três gotas do filtrado no refratômetro digital automático: Marca REICHERT, Modelo: AR200 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. De cada amostra foram feitas três

determinações, sendo o resultado de cada amostra, a média das três determinações.

Para determinação da porcentagem de fibras e proteínas, as subamostras foram acondicionadas em sacos de papel perfurados, e, colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, até atingirem massa constante. Após seco, o material foi triturado em micro moinho refrigerado, e armazenado em frasco opaco para posteriores análises.

A porcentagem de fibra foi determinada segundo o método gravimétrico, após digestão da amostra em meio ácido, conforme Van de Kamer e Van Ginkel (1952).

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado por calcinação de amostra seca em mufla a 550°C, até obtenção de cinzas claras, de acordo com o método proposto pela Association Of Official Analytical Chemistry (1990).

O teor de proteína bruta da amostra seca foi obtido pelo método de Kjeldahl utilizando destilador Marca Tecnal, modelo Te 036/1, através da determinação do nitrogênio da amostra, multiplicando-se pelo fator 6,25, seguindo o método descrito pela Association Of Official Analytical Chemistry (1990).

A determinação dos glicídios (carboidratos) foi obtida por diferença de 100% da soma da umidade, lipídios, proteínas, fibras e cinzas.

Para determinação da umidade, 300 gramas de rúcula foram submetidos à estufa de circulação de ar forçada, a cerca de 65°C, até a obtenção de massa constante, realizando-se, posteriormente, o cálculo do teor de umidade, pela diferença entre a massa fresca e a massa seca da amostra.

Para o cálculo do valor energético foram utilizados os coeficientes de Atwater (WATT; MERRILL, 1963), ou seja, 4 kcal/100g para proteínas e carboidratos e 9 kcal/100g para lipídios.

Para a determinação dos macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Zn, Cu, e Mn), as amostras foram submetidas à digestão nítrico-perclórica, de acordo com os métodos descritos em Carmo et al. (2000). Com base na porcentagem de umidade das parte aérea das plantas de rúcula, os dados obtidos foram convertidos para serem expressos em g kg⁻¹ de matéria fresca para os macronutrientes e mg kg⁻¹ de matéria fresca para os micronutrientes.

3.4 Análise dos dados

Para cada época de cultivo, os dados obtidos 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 $4 \times 4 + 1$ (tratamento adicional referente à monocultura da rúcula). Quando os resultados se mostraram significativos pelo teste F, os estudos das médias foram feitos por análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias da massa seca da parte aérea (MSPA), do teor de nitrato e de betacaroteno em folhas de rúcula adubada com N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface e em monocultura. Houve interação entre os fatores, apenas para a característica betacaroteno, tanto para o cultivo de verão, quanto para o cultivo de inverno. Para a massa seca da parte aérea (MSPA) observou-se efeito das doses de N-ureia tanto no cultivo de verão quanto no cultivo de inverno. Já para o teor de nitrato houve efeito da dose de N-ureia apenas no cultivo de inverno. Ainda, na Tabela 1, observa-se diferença significativa entre o cultivo consorciado e solteiro, na produção de massa seca da parte aérea e no teor de betacaroteno, no cultivo de verão.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a massa seca da parte aérea, teor de nitrato (NO_3^-) e betacaroteno em folhas de rúcula, em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface.

Fonte de Variação	MSPA		Teor de nitrato		Betacaroteno	
	g planta ⁻¹		mg/kg		µg g ⁻¹	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)						
0	0,414	1,323	565,020	286,004	34,111	32,456
75	0,887	2,595	791,306	1128,937	29,977	28,895
150	1,053	3,058	464,573	1908,007	28,986	26,723
225	1,221	3,382	679,992	3160,130	26,052	24,270
Teste F	41,11**	39,43**	1,66 ^{NS}	84,06**	31,04**	17,71**
Esterco (E, t ha⁻¹)						
0	0,845	2,380	831,515	1699,967	32,728	29,405
10	0,929	2,662	450,179	1540,070	28,725	27,711
20	0,863	2,661	614,807	1772,801	27,782	26,314
30	0,931	2,636	604,394	1470,246	29,892	28,914
Teste F	0,68 ^{NS}	0,87 ^{NS}	2,04 ^{NS}	1,10 ^{NS}	12,86**	2,97 ^{NS}
Int.NxE	0,36 ^{NS}	0,90 ^{NS}	0,58 ^{NS}	1,03 ^{NS}	11,57**	7,28**
Rúcula - monocultura	1,252	2,706	215,840	1902,747	26,502	26,680
Fatorial – (consórcio)	0,894	2,595	625,224	1620,770	29,781	28,086
Teste F	10,54**	0,16 ^{NS}	3,27 ^{NS}	1,05 ^{NS}	7,07*	0,06 ^{NS}
CV (%)	23,73	22,21	73,01	32,54	8,087	11,76

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

Na Figura 4 observa-se que com o aumento das doses de N-ureia houve aumento na produção de matéria seca da parte aérea da planta, sendo que o maior valor estimado foi na dose correspondente a 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, com 1,36 g planta⁻¹, enquanto que no cultivo de inverno, a maior massa seca da parte aérea (3,44 g planta⁻¹) foi obtida na dose de 224 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 5).

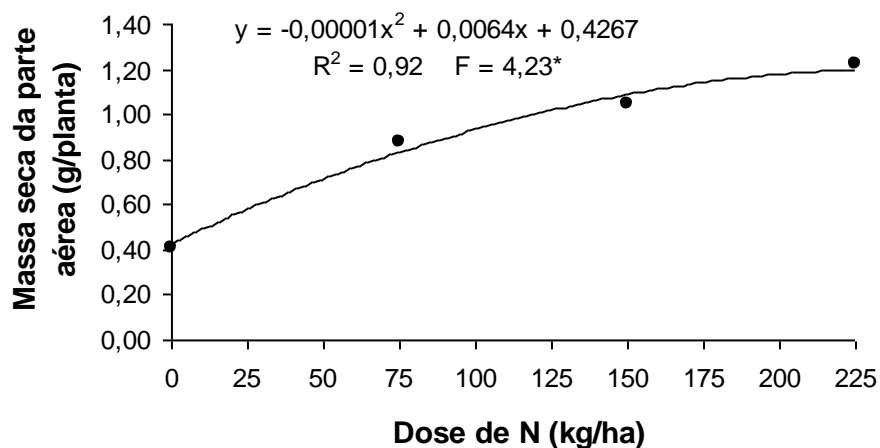


Figura 4. Massa seca da parte aérea de folhas de rúcula em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

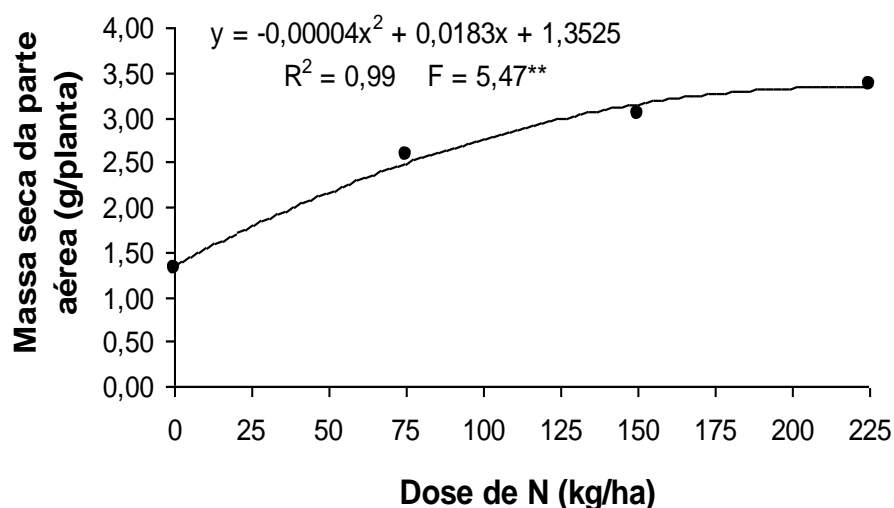


Figura 5. Massa seca da parte aérea de folhas de rúcula em função de doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Não houve efeito do esterco bovino nos teores de nitrato nas folhas, nas duas épocas de cultivo. As médias observadas foram 625,22 e 1620,76 mg de NO_3^- kg^{-1} de matéria fresca de rúcula, respectivamente, nos cultivos de verão e inverno (Tabela 1). No inverno, a média dos teores de nitrato foi 259% maior à do verão, provavelmente, devido à menor intensidade luminosa incidente 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, no processo de redução assimilatória do nitrato (TAIZ; ZEIGER, 2004).

No cultivo de inverno, os teores de N-NO_3^- aumentaram linearmente com a aplicação das doses de N-ureia (Figura 6). No tratamento sem a aplicação de ureia, a média do teor de N-NO_3^- foi de 210,55 mg de NO_3^- kg^{-1} de matéria fresca de rúcula, enquanto com a aplicação de 225 kg ha^{-1} de N foi de 3.030,98 mg de NO_3^- kg^{-1} de matéria fresca. Purquerio et al. (2007) avaliando diferentes doses de N-ureia na cultura da rúcula (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha^{-1} de N) também verificaram que aumento na dose de N proporcionou incremento linear no teor de nitrato em plantas de rúcula, dentro e fora de casa de vegetação. Estes autores relatam valores de 1.360 e 1.290 mg kg^{-1} de N-NO_3^- nas plantas cultivadas no campo e no ambiente protegido, respectivamente. Estes valores estão dentro da faixa de valores encontrados no presente experimento.

Até o momento, no mundo todo, ainda não existem padrões oficiais de teores de nitrato em rúcula que permitam interpretar os resultados apresentados na Tabela 1. 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, no Brasil, índices europeus. A Comunidade Europeia estabeleceu como limite máximo permitido para alface produzida em casa de vegetação teores de nitrato na matéria fresca (MF) de 3.500 mg kg^{-1} para o período de verão e 4.500 mg kg^{-1} para o período de inverno. Para alface cultivada a campo aberto, o limite máximo permitido é de 2.500 mg kg^{-1} (MCCALL; WILLUMSEN, 1998). No presente trabalho, foi observado aumento no teor de nitrato com aumento das doses do fertilizante nitrogenado (Figura 6), os teores são toleráveis apenas até a dose de 182 kg ha^{-1} de N, visto que estão o limite máximo estabelecido pela comunidade

Europeia, que é de 2.500 mg de $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de matéria fresca de alface em campo aberto no período de inverno (MCCALL; WILLUMSEN, 1998).

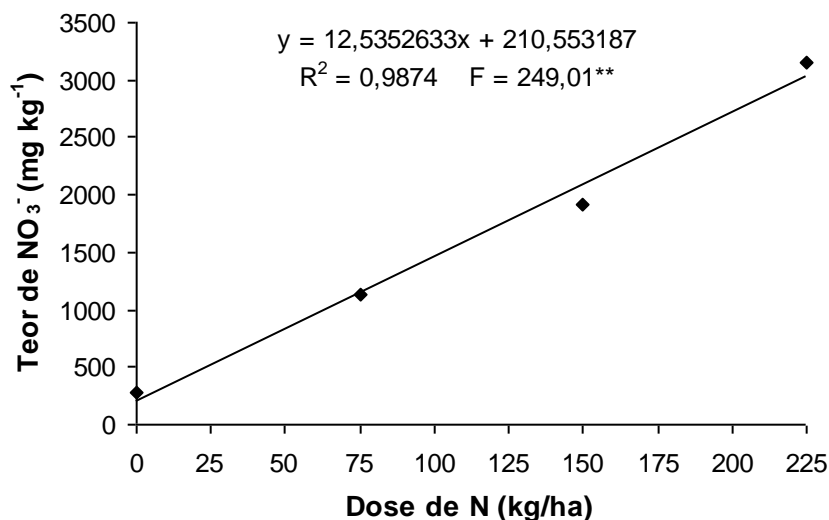


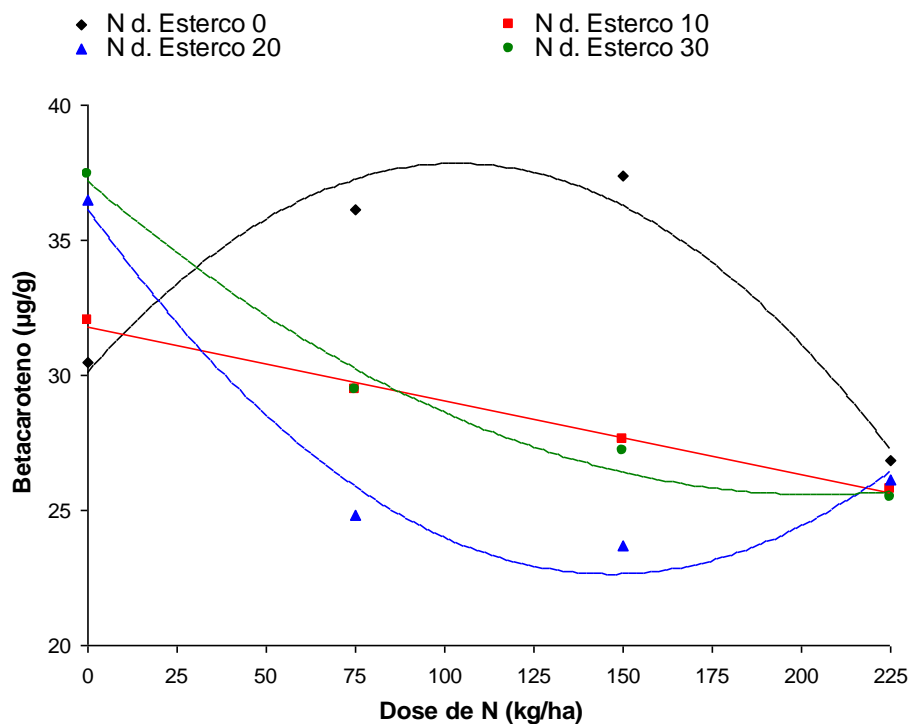
Figura 6. Teor de nitrato em folhas de rúcula em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Numa situação hipotética, um adulto de 75 kg de massa corpórea poderia ingerir até 90,35 g de rúcula produzida com a maior dose de nitrogênio (225 kg ha^{-1}) e maior teor de nitrato, que, mesmo assim, não teria prejuízo à sua saúde, pois estaria ingerindo uma dose diária considerada admissível pela Organização Mundial para Agricultura e Alimentação (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), ou seja, 3,65 mg do íon NO_3^- por kg de massa corpórea (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973).

Também não foram verificadas diferenças significativas para os teores de nitrato em folhas de rúcula entre os cultivos consorciado e em monocultura, nas duas épocas de cultivo (Tabela 1), o que sugere que não houve interferência na absorção e/ou utilização de nitrogênio entre as culturas.

Para a característica betacaroteno verificou-se interação entre os fatores estudados, tanto no verão quanto no inverno. Com o desdobramento da interação, observa-se na Figura 7 que no verão, quando não se aplicou esterco, o maior teor de betacaroteno observado foi de $38,00 \mu\text{g g}^{-1}$, com a dose estimada de 105 kg ha^{-1} de N. Com a aplicação de 10 t ha^{-1} de esterco bovino curtido, detectou-se efeito

linear decrescente no teor de betacaroteno, na medida em que se aumentaram as doses de nitrogênio aplicadas. No plantio feito com a aplicação de 20 t ha⁻¹ de esterco, observou-se que com aumento da dose de nitrogênio de 0 até 144 kg ha⁻¹ de N, houve diminuição dos teores de betacaroteno, sendo observado o teor mínimo de 23,63 µg g⁻¹ com a aplicação de 144 kg ha⁻¹. Da mesma forma, no plantio de rúcula com aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino à medida em que se aumentou a dose de N houve diminuição nos teores de betacaroteno, atingindo valor mínimo de 25,56 µg g⁻¹, na dose de 206 kg ha⁻¹ de N. Tanto com a aplicação de 20 como com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, após os pontos de mínimo citados, verificou-se aumento nos teores de betacaroteno, com as doses mais elevadas de N-ureia. Na literatura não são relatados efeitos de doses de nitrogênio e esterco sobre teores de betacaroteno em hortaliças. Porém, a diminuição nos teores de betacaroteno na medida em que se aumentaram as doses de nitrogênio aplicadas se deve a efeitos de diluição, ou seja, com o aumento das doses de N-ureia aplicadas, houve maior crescimento da planta, e com isso, diluição das moléculas de betacaroteno nos tecidos da planta, fazendo com que, houvesse diminuição nos teores observados.



N d. Esterco 0	–	$Y = 30,12575 + 0,14906x - 0,00071x^2$	$R^2 = 0,96$	$F = 44,77^{**}$
N d. Esterco 10	–	$Y = 31,809 - 0,02741x$	$R^2 = 0,99$	$F = 14,76^{**}$
N d. Esterco 20	–	$Y = 36,12950 - 0,18370x + 0,000625x^2$	$R^2 = 0,97$	$F = 34,62^{**}$
N d. Esterco 30	–	$Y = 37,19450 - 0,11332x + 0,000276x^2$	$R^2 = 0,98$	$F = 51,24^{**}$

Figura 7. Desdobramento da interação de doses de N-ureia em função de doses de esterco bovino no teor de betacaroteno em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no verão.

Na Figura 8, tem-se o desdobramento da interação entre doses de esterco bovino e N-ureia, aplicados na cultura da rúcula, em cultivo consorciado, no verão. Verifica-se que quando não se aplicou nitrogênio (dose 0 kg ha⁻¹ de N-ureia) houve efeito linear das doses de esterco bovino, sendo que o maior teor de betacaroteno (37,91 µg g⁻¹) foi observado com 30 t ha⁻¹ de esterco. Com aplicação de 75 kg ha⁻¹ de N-ureia os teores de betacaroteno diminuíram à medida que a dose de esterco aumentou até 19 t ha⁻¹, na qual se verificou o menor valor (25,89 µg g⁻¹). No tratamento 150 kg ha⁻¹ de N-ureia, o menor teor de betacaroteno (23,94 µg g⁻¹) foi obtido com a aplicação de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido. Quando se aplicaram 225 kg ha⁻¹ de N-ureia não houve efeito do esterco. Estes resultados estão associados ao desenvolvimento da planta e ao efeito de diluição das moléculas de betacaroteno, sendo que com o aumento das doses de N-ureia e esterco bovino

houve, de maneira geral, diminuição dos teores de betacaroteno, em função do maior crescimento da planta (Figura 4).

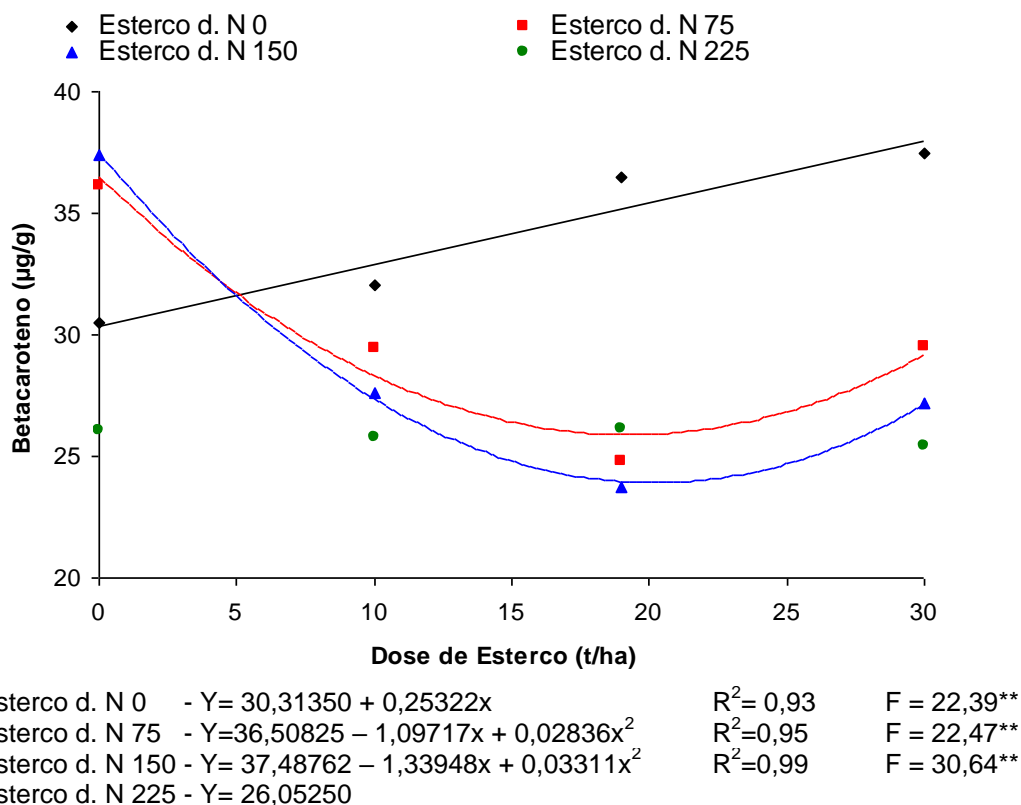


Figura 8. Desdobramento da interação de doses de esterco bovino em função de doses de N-ureia, no teor de betacaroteno em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no verão.

Nas Figuras 9 e 10, tem-se o desdobramento da interação entre doses de esterco bovino e N-ureia, aplicados na cultura da rúcula, em cultivo consorciado, no inverno. Observa-se que quando não se aplicou esterco (dose 0 t ha⁻¹), o maior teor de betacaroteno observado foi de 34,58 µg g⁻¹, na dose de 106 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 9).

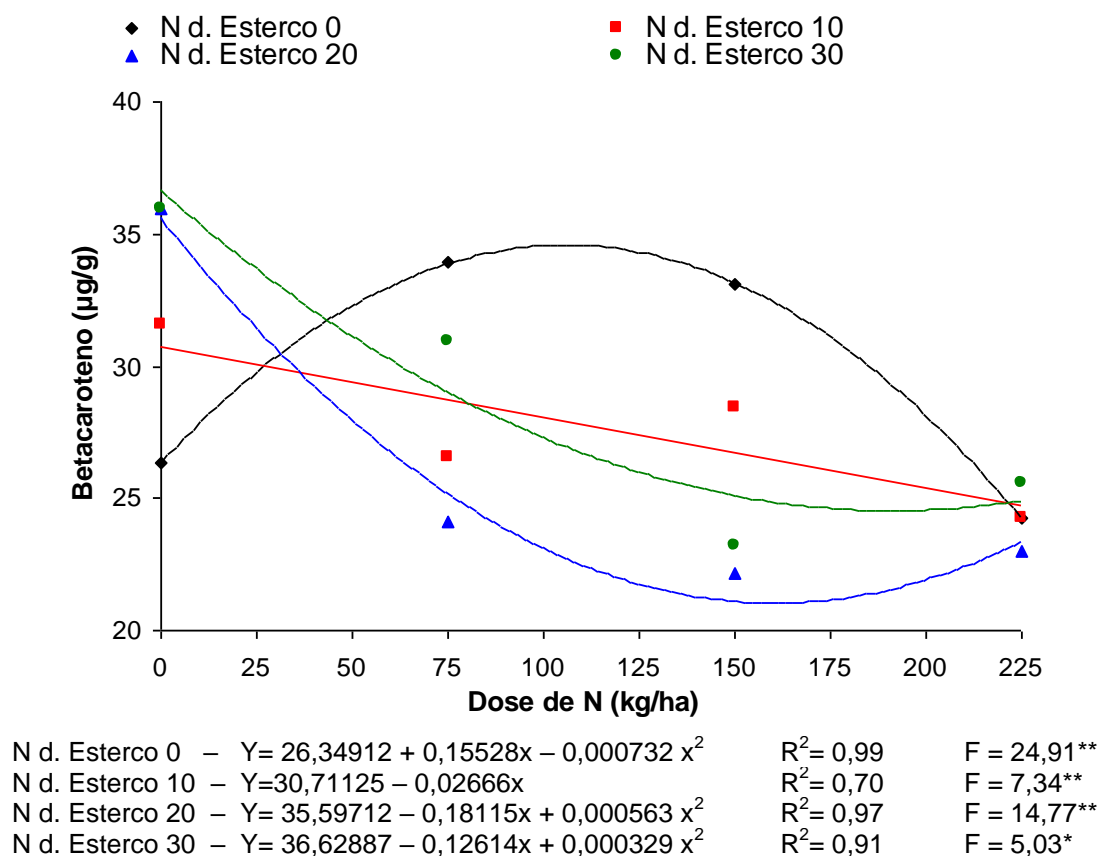


Figura 9. Desdobramento da interação de doses de N-ureia em função de doses de esterco bovino no teor de betacaroteno em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no inverno.

No plantio com aplicação de 10 t ha⁻¹ de esterco (Figura 9), detectou-se efeito linear decrescente no teor de betacaroteno a medida que se aumentaram as doses de nitrogênio aplicadas, sendo que o menor teor observado (24,71 µg g⁻¹) foi com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia. No plantio realizado com a aplicação de 20 t ha⁻¹ de esterco, observou-se que com aumento da dose de nitrogênio de 0 até 161 kg ha⁻¹ de N-ureia, houve diminuição dos teores de betacaroteno, sendo observado o menor valor de 21,02 µg g⁻¹ com a aplicação de 161 kg ha⁻¹ de N-ureia. Da mesma forma, no plantio de rúcula com aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco, à medida que aumentou a dose de uréia, houve diminuição dos teores de betacaroteno, atingindo teor mínimo de 24,53 µg g⁻¹, na dose de 192 kg ha⁻¹ de N. Tanto com a aplicação de 20 como com a de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, após os pontos de mínimo citados, verificaram-se pequenos aumentos dos teores de betacaroteno, com as doses mais elevadas de nitrogênio testadas (Figura 9). Como citado, a diminuição dos teores de

betacaroteno, à medida que aumentaram as doses de N-ureia aplicadas, é devida a efeitos de diluição, visto que a planta desenvolveu mais com aplicação de doses maiores (Figura 4), ocorrendo tendência de estabilização dos teores de betacaroteno, com a dose de 150 kg ha^{-1} de N-ureia, quando o desenvolvimento da planta e acúmulo de massa seca não foi mais influenciado pelas doses de nitrogênio.

De forma semelhante aos resultados obtidos no verão, no plantio de inverno, observou-se que quando não foi aplicado nitrogênio (dose 0 kg ha^{-1}), houve efeito linear das doses de esterco bovino, sendo que o maior teor de betacaroteno ($37,91 \mu\text{g g}^{-1}$) foi observado com a maior dose de esterco (Figura 10). No plantio com aplicação de 75 kg ha^{-1} de N-ureia, verificou-se diminuição dos teores de betacaroteno, à medida que aumentou, até certo ponto, as doses de esterco, sendo que o teor mínimo ($24,36 \mu\text{g g}^{-1}$) foi observado com a dose de 17 t ha^{-1} de esterco. Na aplicação de 150 kg ha^{-1} de N-ureia, verificou-se efeito linear decrescente do teor de betacaroteno com o aumento das doses de esterco, sendo que o menor teor de betacaroteno foi obtido com a dose de 30 t ha^{-1} de esterco (Figura 10). Quando se aplicaram 225 kg ha^{-1} de N-ureia, não houve efeito da aplicação de esterco. Os teores de betacaroteno em folhas de rúcula obtidos (Figuras 7, 8, 9 e 10) são menores do que os relatados por Moreira et al. (2005) para rúcula ($48,65 \mu\text{g g}^{-1}$), e maiores aos relatados por Godoy e Rodriguez-Amaya (1998) para couve e espinafre, respectivamente, $25,8$ e $25 \mu\text{g g}^{-1}$.

No presente trabalho, de maneira geral, com a aplicação de doses de N-ureia acima de 75 kg ha^{-1} , houve diminuição do teor de betacaroteno à medida que aumentaram as doses de esterco (Figura 9). Os teores de betacaroteno podem variar com o estágio de desenvolvimento da planta (HEINONEN, 1990), com o genótipo (SIMON et al., 1989) e com as condições climáticas (HARDH, 1975). Além disso, a sua composição é afetada por fatores como cultivar, estágio de maturação, clima e local de produção (GROSS, 1991), fatores que, provavelmente, não interferiram nos resultados obtidos, visto que as plantas foram colhidas no mesmo estágio, utilizou-se da mesma cultivar em ambos os cultivos e épocas, e o solo onde foi feito o plantio foi o mesmo.

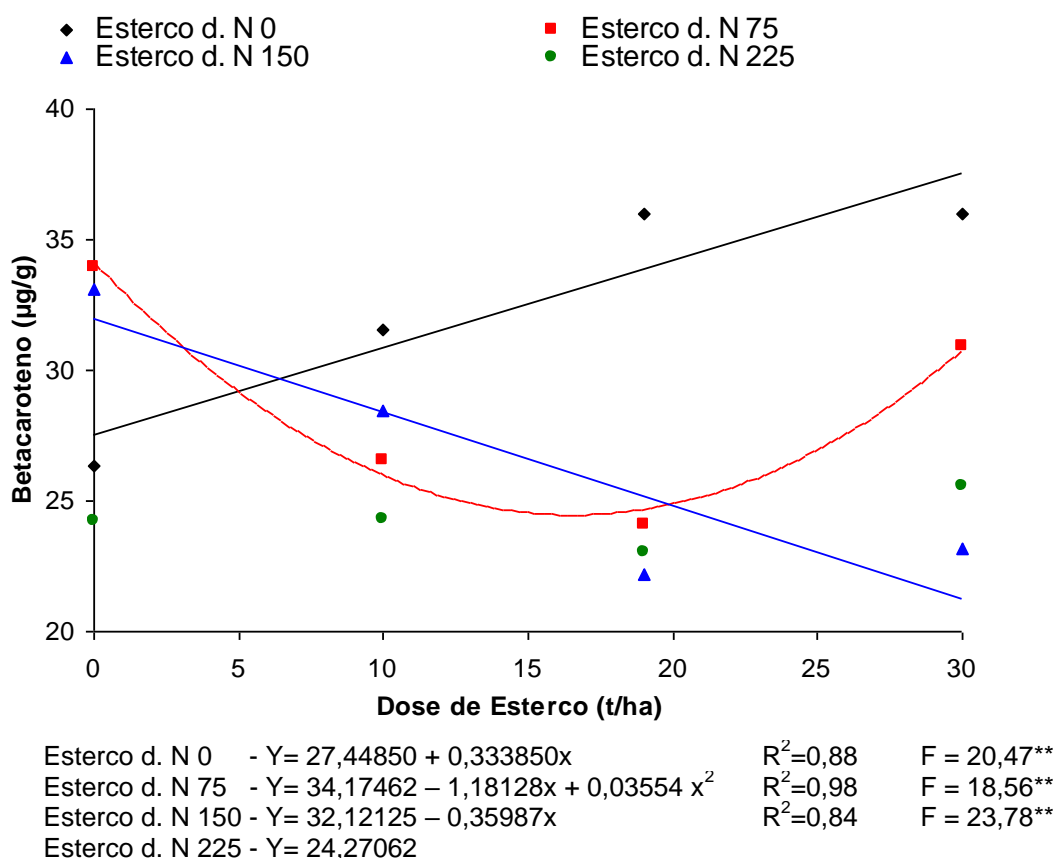


Figura 10. Desdobramento da interação de doses de esterco bovino em função de doses de N-ureia, no teor de betacaroteno em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no inverno.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias dos teores de fenólicos totais e do pH em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, sendo que não foi detectado interação entre os fatores para nenhuma destas características. Para teores de fenólicos totais houve efeito das doses de N-ureia no cultivo de verão. Para o pH, verificou-se efeito das doses de N-ureia nas duas épocas de cultivo, e das doses de esterco no cultivo de verão. Ainda, na Tabela 2, observa-se diferença significativa entre o cultivo consorciado e solteiro, para o teor de fenólicos totais no cultivo de verão, sendo que se observaram valores de 34,17 mg ácido gálico $100g^{-1}$ no cultivo consorciado e 21,21 mg ác. gálico $100g^{-1}$ no cultivo solteiro.

Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que no consórcio pode ter havido maior competição das plantas por nutrientes e água, maior extração de nutrientes e com isso, diminuição da fertilidade do solo, fazendo com que as plantas

em cultivo consorciado apresentassem maiores teores de fenólicos totais, visto que aumentos na produção de fenólicos totais também estão associados à adaptações a algum tipo de estresse edafo-climático. 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. Estes mesmos autores concluíram que em época seca, a produção de fenólicos correlaciona-se positivamente com solos arenosos, de baixo teor de argila e com pequena porcentagem de matéria orgânica. Em época chuvosa, os teores de fenólicos totais se correlacionam diretamente com a saturação por alumínio no solo e, inversamente, com pH, saturação por bases, Ca + Mg e CTC do solo. Em geral, solos de baixa fertilidade proporcionam maiores teores de fenólicos totais (JACOBSON et al., 2005).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para teor de fenólicos totais e pH em folhas de rúcula, em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface.

Fonte de variação	Fenólicos totais		pH	
	mg ác. gálico/100g			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	48,003	39,587	5,702	6,272
75	31,421	39,562	5,838	6,170
150	32,561	35,467	5,870	6,378
225	24,535	34,034	5,879	6,514
Teste F	53,78**	2,25 ^{NS}	15,48**	7,84**
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	35,643	36,802	5,784	6,299
10	33,678	37,563	5,837	6,309
20	33,329	37,196	5,870	6,340
30	33,928	37,082	5,798	6,385
Teste F	0,58 ^{NS}	0,02 ^{NS}	3,45*	0,54 ^{NS}
Int.NxE	0,54 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0,54 ^{NS}	2,07 ^{NS}
Rúcula - monocultura	21,218	40,723	5,895	6,217
Fatorial – (consórcio)	34,173	37,146	5,822	6,333
Teste F	21,28**	0,84 ^{NS}	2,84 ^{NS}	1,15 ^{NS}
CV (%)	16,21	20,41	1,43	3,32

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

Houve efeito significativo das doses de N-ureia nos teores de fenólicos totais (Tabela 2) no cultivo de verão. Na Figura 11, observa-se que na medida em que aumentaram as doses de N-ureia houve diminuição dos teores de fenólicos totais, sendo que o menor teor (25,90 mg ácido gálico 100g⁻¹ de rúcula) foi observado com a maior dose de N-ureia (225 kg ha⁻¹ de N).

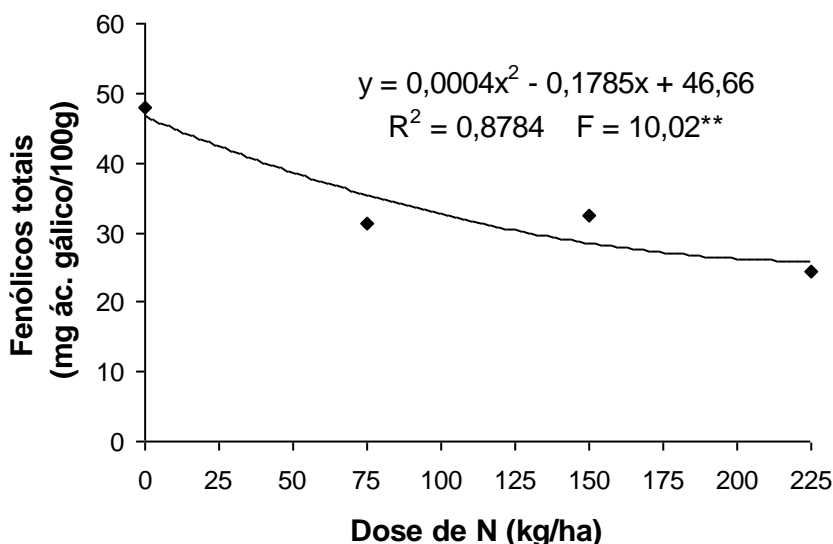


Figura 11. Teor de fenólicos totais em folhas de rúcula, em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

Os teores de fenólicos totais encontrados na presente pesquisa são menores do que os relatados por Arbos et al. (2010b), que obtiveram $126,84 \pm 4,46$ mg ác. gálico 100g⁻¹ de rúcula em cultivo orgânico, e $90,78 \pm 2,23$ mg ác. gálico 100g⁻¹ de rúcula em cultivo convencional. Marinova et al. (2005) encontraram 160 mg ác. gálico 100g⁻¹ em extratos de rúcula, teor maior do que o observado na presente pesquisa, o que, provavelmente, pode estar relacionado a diferença de cultivares avaliadas, a condução da cultura, condições ambientais (temperatura, luminosidade, pluviosidade etc.), dentre outros fatores, visto que o teor dos compostos fenólicos e demais fitoquímicos presentes nas frutas e hortaliças é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais, tipo de cultivo, além do grau de maturação e variedade da planta, entre outros (KAUR; KAPOOR, 2001; KOLEVA et al., 2002; MELO et al., 2006).

Como citado anteriormente, são escassas na literatura informações sobre determinados compostos bioativos em folhas de rúcula, como é o caso dos fenólicos

totais e betacaroteno. No entanto, com o crescimento da importância da cultura da rúcula, estudos mais detalhados deverão ser realizados para definição dos padrões adequados destes compostos nas folhas desta hortaliça.

Os valores de pH observados no presente trabalho variaram a nível de centésimo de pH. No verão, foi verificado que os valores de pH nas folhas de rúcula foram influenciados pelas doses de N-ureia e esterco bovino. Os valores de pH aumentaram, até certo ponto, com o aumento das doses de N-ureia e de esterco bovino, atingindo os valores máximos de 5,88 e 5,86 com a aplicação de 179 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 12) e 16 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 13), respectivamente. No cultivo de inverno, o pH das folhas de rúcula foram influenciados apenas pela aplicação de N-ureia, observando-se o valor máximo de 6,53, com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 14). Estes valores estão próximos dos observados por Gonzales et al. (2006), que relataram valores de pH em extrato de plantas de rúcula variando de 5,93 a 6,70. Sigrist (2002), avaliando diferentes tipos de embalagens de armazenamento de rúcula minimamente processada, relata valores de pH entre 6,13 a 7,02, os quais são maiores que os observados no presente trabalho. A diferença entre os valores observados no presente trabalho e os relatados por Sigrist (2002), provavelmente, está relacionada ao aumento na atividade microbiana após o processamento vegetal, pois, de acordo com Izumi et al. (1996), após o processamento vegetal há um aumento na atividade microbiana e consequente aumento nos valores de pH dos vegetais processados.

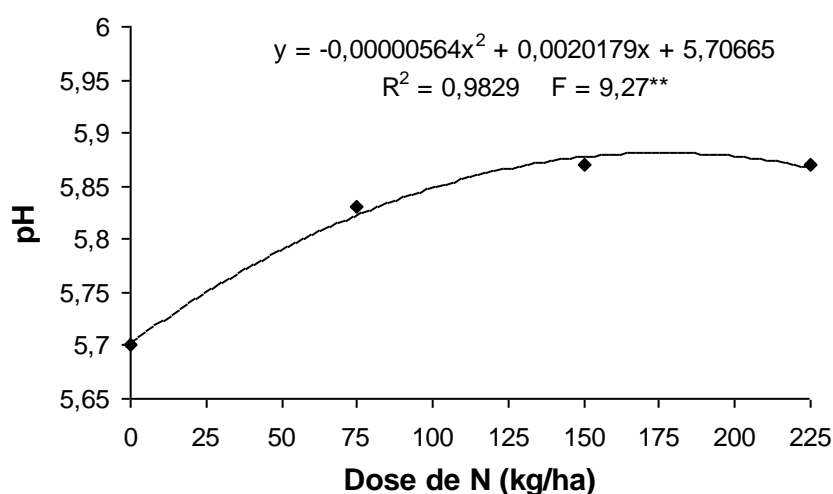


Figura 12. Valores de pH em folhas de rúcula, em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

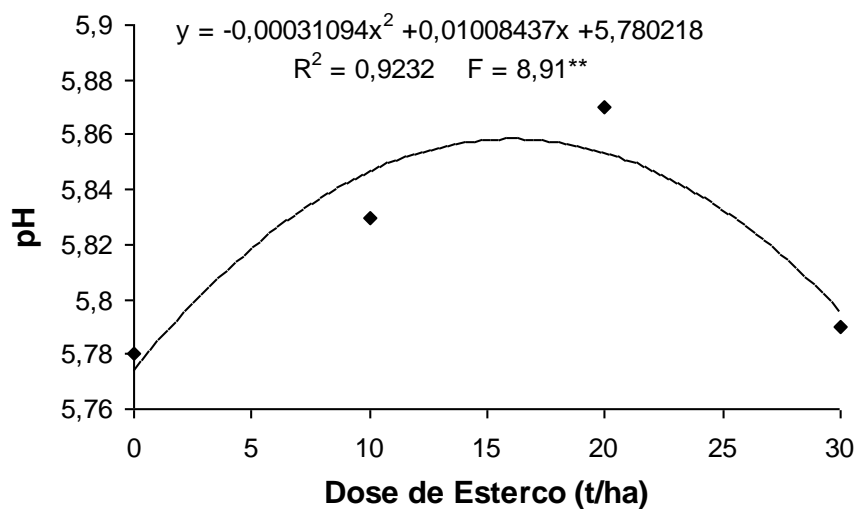


Figura 13. Valores de pH em folhas de rúcula, em função de doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

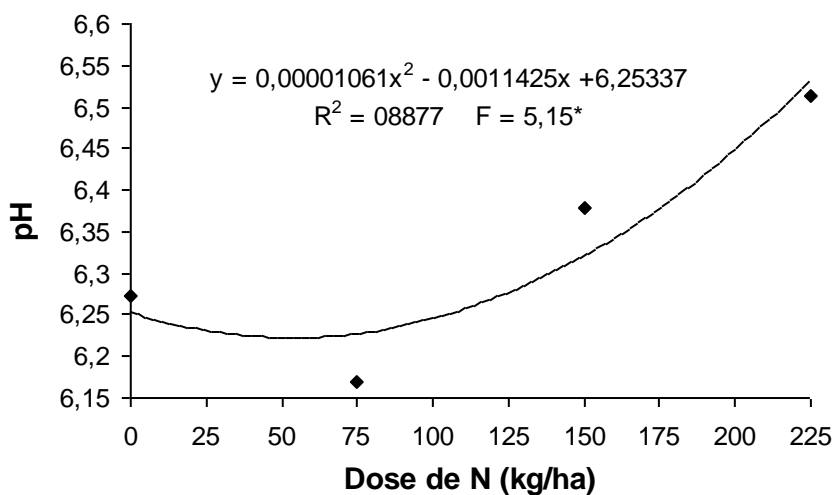


Figura 14. Valores de pH em folhas de rúcula, em função de doses N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Não houve interação entre os fatores avaliados para os teores de acidez total titulável (ATT) (Tabela 3). Houve efeito da aplicação de N-ureia no teor de acidez

total titulável no cultivo de verão, porém, não houve ajuste linear ou quadrático, para os efeitos da aplicação de N-ureia para esta característica, no verão. No cultivo de inverno, a média geral dos teores de acidez total titulável foi de 0,68 mg ác. cítrico/100g. Vasconcelos et al. (2011), avaliando características físico-químicas de rúcula produzida em cultivo convencional e *baby leaf*, relataram teores de 0,37 e 0,40 mg de ácido málico/100g. Fabri et al. (2004) observaram acidez total titulável de 0,9 mg de ácido málico por 100 gramas. Apesar dos teores encontrados no presente trabalho estarem dentro da faixa relatada na literatura para acidez total titulável, não é pertinente a comparação, em função das diferenças de metodologia utilizadas e unidades de expressão dos resultados.

Observaram-se interação significativa (Tabela 3) entre os fatores avaliados no cultivo de verão nos teores de sólidos solúveis totais (SST). No cultivo de verão, nos plantios realizados com as doses de 0, 10 e 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, verificaram-se médias de, respectivamente, 3,06 °Brix, 3,03 °Brix e 3,06 °Brix (Figura 15), independentemente das doses de N-ureia aplicadas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para teor de acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) em folhas de rúcula, em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface.

Fonte de variação	ATT		SST	
	mg ác. cítrico/100g		°Brix	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	0,756	0,712	3,528	3,296
75	0,762	0,731	3,141	3,243
150	0,862	0,631	3,119	3,085
225	0,787	0,662	2,889	2,946
Teste F	3,65*	1,94 ^{NS}	7,51**	2,45 ^{NS}
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	0,812	0,675	3,064	3,188
10	0,750	0,687	3,038	3,034
20	0,781	0,656	3,060	3,165
30	0,825	0,718	3,516	3,083
Teste F	1,73 ^{NS}	0,64 ^{NS}	5,71**	0,31 ^{NS}
Int.NxE	1,12 ^{NS}	0,94 ^{NS}	3,44**	0,96 ^{NS}
Rúcula - monocultura	0,750	0,650	2,867	3,537
Fatorial – (consórcio)	0,792	0,684	3,169	3,117
Teste F	0,64 ^{NS}	0,26 ^{NS}	2,30 ^{NS}	2,48 ^{NS}
CV (%)	12,93	19,27	12,27	16,43

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

Com aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino verificou-se que, com o aumento das doses de N-ureia, houve diminuição dos teores de sólidos solúveis totais, sendo que o menor teor (2,93 °Brix) foi observado com a dose de 182 kg ha⁻¹ de N-ureia. Ainda, para sólidos solúveis totais, observou-se que houve efeito das doses de esterco bovino apenas quando não foi aplicado N-ureia (Figura 16), sendo que com o aumento das doses de esterco, houve aumento nos teores de sólidos solúveis totais, observando-se o teor máximo de 4,57 °Brix, com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino. Nos plantios em que foram aplicados 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, não houve efeito das doses de esterco, observando-se médias de 3,14 °Brix, 3,11 °Brix e 2,88 °Brix, respectivamente (Figura 16). No cultivo de inverno, não foi detectado efeito das doses de N-ureia e esterco bovino, sendo que a média para o fator N-ureia foi de 3,142 °Brix e para o fator esterco bovino foi de 3,117 °Brix. Os teores de sólidos solúveis totais observados no presente trabalho estão próximos,

e/ou relativamente menores que os citados por Sigrist (2002) e Gonzales et al. (2006) que relataram teores de, respectivamente, 3,3 a 3,7 °Brix e 3,25 a 5,75 °Brix. A diferença entre estes teores, provavelmente, está relacionada ao fato de que os autores citados avaliaram o armazenamento de folhas de rúcula minimamente processada, em diferentes embalagens, o que pode ter levado a um aumento na produção de etileno e, conseqüentemente, aumentos dos teores de sólidos solúveis totais.

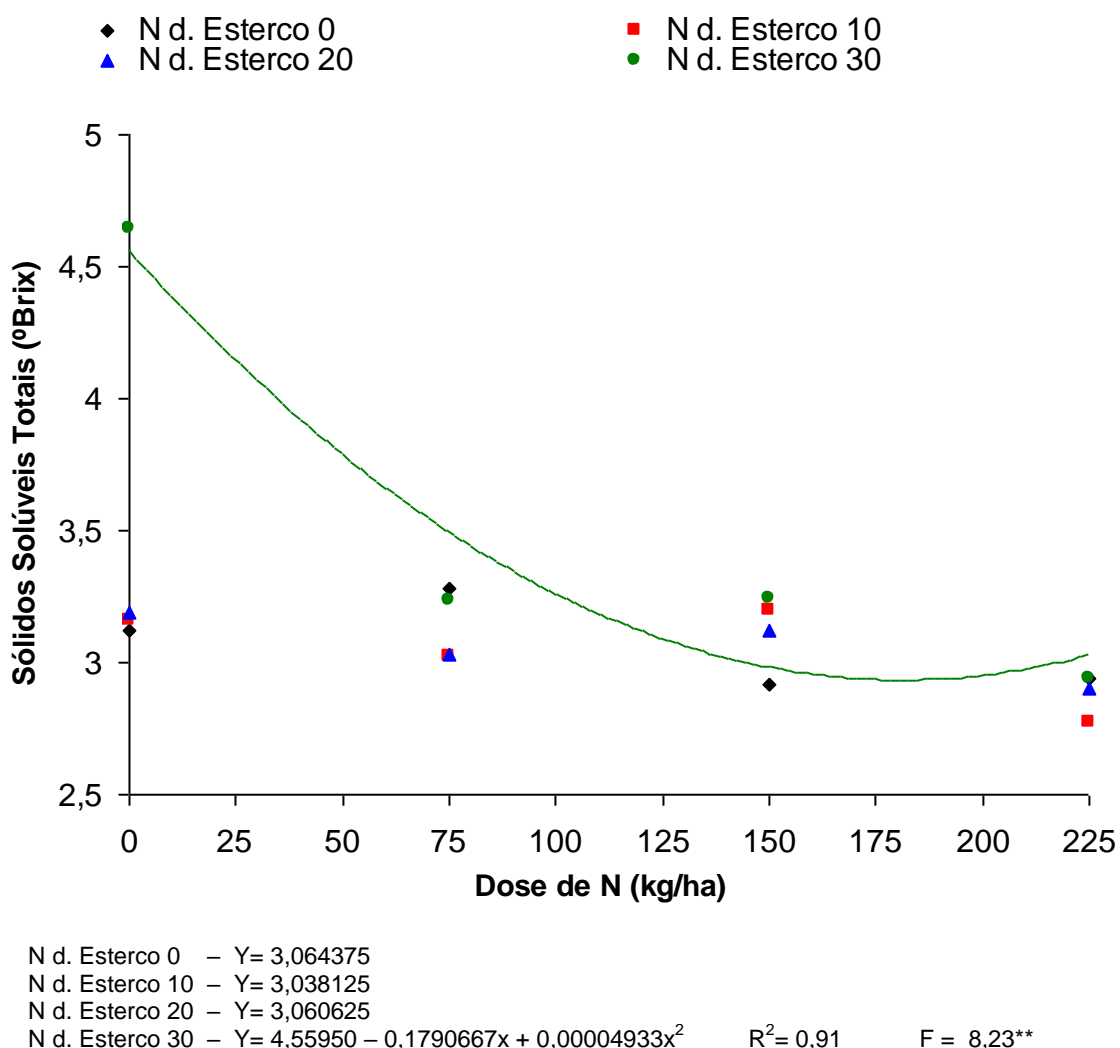


Figura 15. Desdobramento da interação de doses de N-ureia, em função de doses de esterco bovino, no teor de sólidos solúveis totais em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no verão.

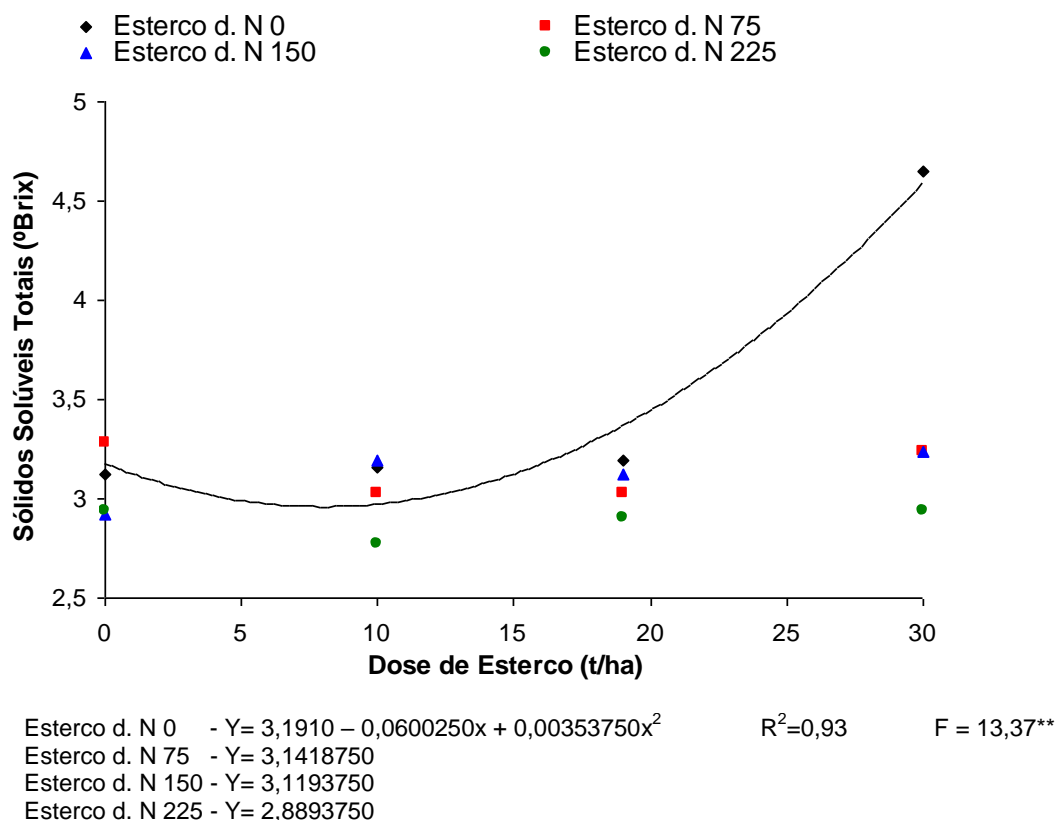


Figura 16. Desdobramento da interação de doses de esterco bovino em função de doses de N-ureia, no teor de sólidos solúveis totais em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no verão.

Na Tabela 4, observa-se que houve interação entre os fatores avaliados, nas duas épocas de plantio, no teor de fibras em folhas de rúcula produzida em consórcio com a alface. No cultivo de verão, nos plantios com aplicação de 0, 10 e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, verificou-se que com o aumento das doses de N-ureia, houve diminuição dos teores de fibras, observando-se os teores de 1,10%, 1,04% e 1,11% de fibra, respectivamente (Figura 17) nos tratamentos em que foram aplicados 225 kg ha⁻¹ de N.. No plantio em que se aplicou 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, não houve efeito das doses de N-ureia aplicadas, observando-se valor médio de 1,23% de fibra (Figura 17). Nos plantios em que foi feita a aplicação de N-ureia não houve efeito do esterco bovino, ou seja, somente foi detectado efeito do esterco quando não foi aplicado N-ureia (Figura 18). Com o aumento das doses de

esterco bovino houve diminuição dos teores de fibras nas folhas de rúcula (Figura 18), com o menor valor de fibras (1,27%) sendo observado com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino.

Da mesma forma que no cultivo de verão, no cultivo de inverno, houve interação entre N-ureia e esterco bovino aplicados na característica teor de fibras (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a porcentagem de fibras e de cinzas em folhas de rúcula, em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface.

Fonte de variação	Fibras		Cinzas	
	%		Verão	Inverno
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	1,384	1,755	1,500	1,628
75	1,218	1,721	1,233	1,404
150	1,208	1,528	1,263	1,268
225	1,146	1,578	1,152	1,291
Teste F	17,02**	4,92*	7,76**	18,68**
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	1,279	1,656	1,296	1,359
10	1,228	1,618	1,288	1,419
20	1,236	1,716	1,285	1,389
30	1,212	1,593	1,285	1,424
Teste F	1,34 ^{NS}	1,18 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,62 ^{NS}
Int.NxE	3,27**	2,62*	0,74 ^{NS}	0,20 ^{NS}
Rúcula - monocultura	1,182	1,580	1,322	1,475
Fatorial – (consórcio)	1,239	1,645	1,287	1,398
Teste F	1,24 ^{NS}	0,42 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,96 ^{NS}
CV (%)	7,99	12,00	16,63	10,87

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

Nos plantios em que foram aplicados 0 e 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, os menores valores estimados de porcentagem de fibras foram obtidos com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, com 1,43% e 1,51%, respectivamente (Figura 19). No plantio correspondente a aplicação de 10 t ha⁻¹ de esterco bovino observou-se, inicialmente, com o aumento das doses de N-ureia, que houve diminuição dos teores de fibra, atingindo o valor mínimo de 1,41% de fibras, com a aplicação de 128 kg ha⁻¹

¹ de N-ureia; e posterior aumento, atingindo o teor de 1,68%, com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 19).

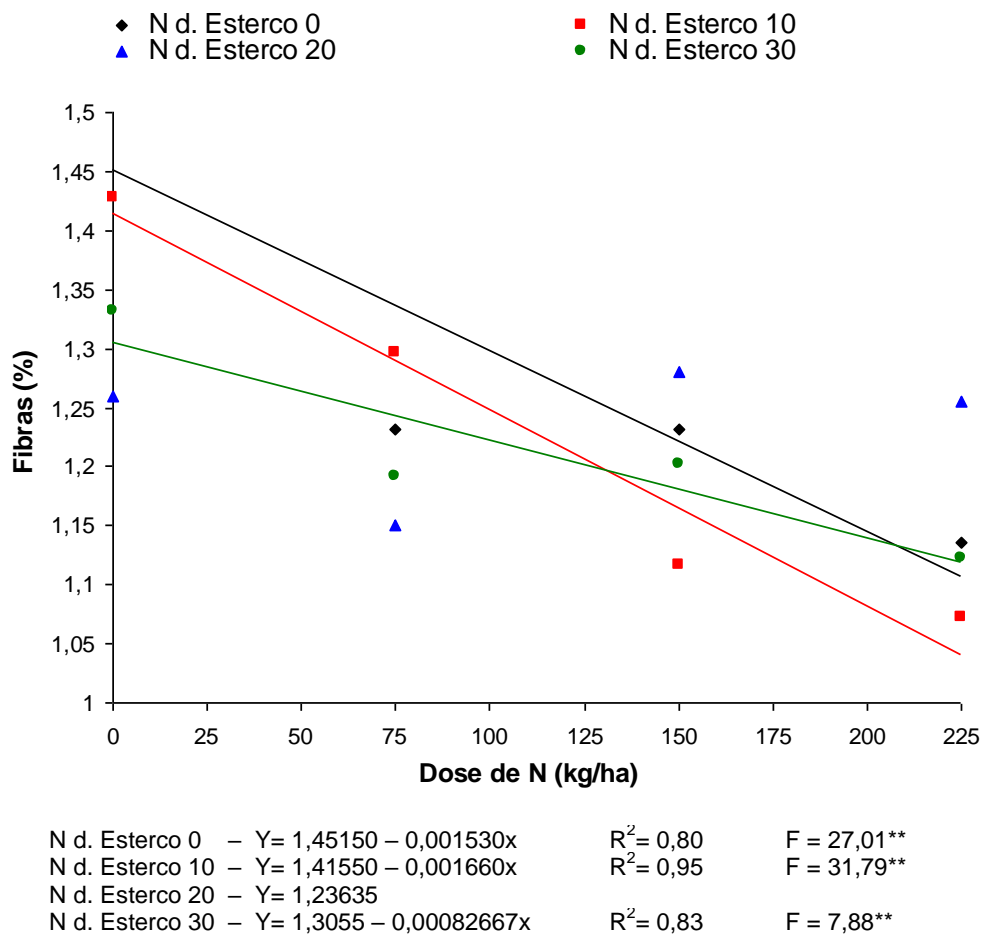


Figura 17. Desdobramento de doses de N-ureia, em função de doses de esterco bovino, na porcentagem de fibras em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no verão.

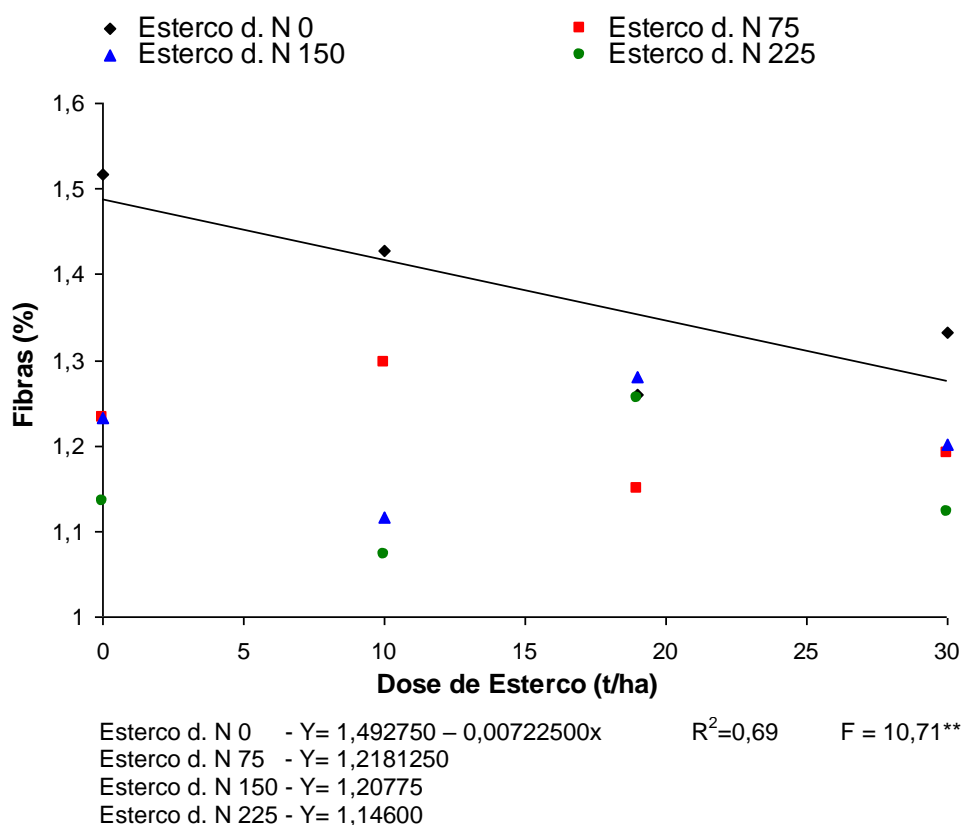


Figura 18. Desdobramento da interação de doses de esterco bovino, em função de doses de N-ureia na porcentagem de fibras em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no verão.

Semelhante ao ocorrido no cultivo de verão, no cultivo de inverno, nos plantios em que foi feita aplicação de N-ureia, não houve efeito do esterco bovino, ou seja, somente detectou-se efeito do esterco, quando não houve aplicação de N-ureia (Figura 20), sendo que com o aumento das doses de esterco, houve diminuição do teor de fibras das folhas de rúcula (Figura 20), e o menor teor de fibras (1,65%) foi observado com a aplicação de 30 t ha^{-1} de esterco bovino. De maneira geral, os teores de fibra decrescem com o aumento das doses de N-ureia, ou esterco bovino, provavelmente, em função do maior desenvolvimento da planta, e da formação de tecidos tenros, com as maiores adubações. Os teores de fibras observados no presente trabalho (Figuras 17, 18, 19 e 20), estão próximos dos relatados por Machado et al. (2011) para rúcula (1,66%). Ainda sim, os teores são semelhantes aos descritos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

em que a quantidade de fibra total na rúcula a cada 100 g é de 1,6 g (USDA, 2012), isto é, 1,6%.

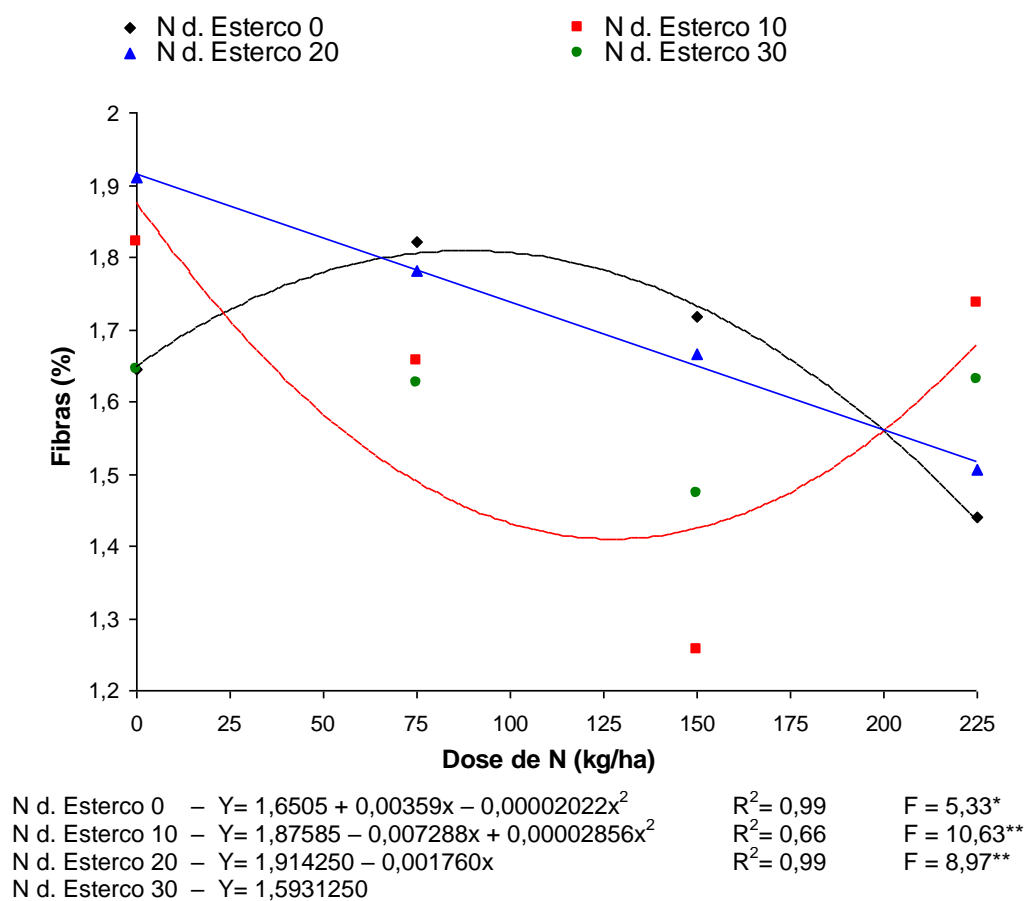


Figura 19. Desdobramento da interação de doses de N-ureia, em função de doses de esterco bovino, na porcentagem de fibras em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no inverno.

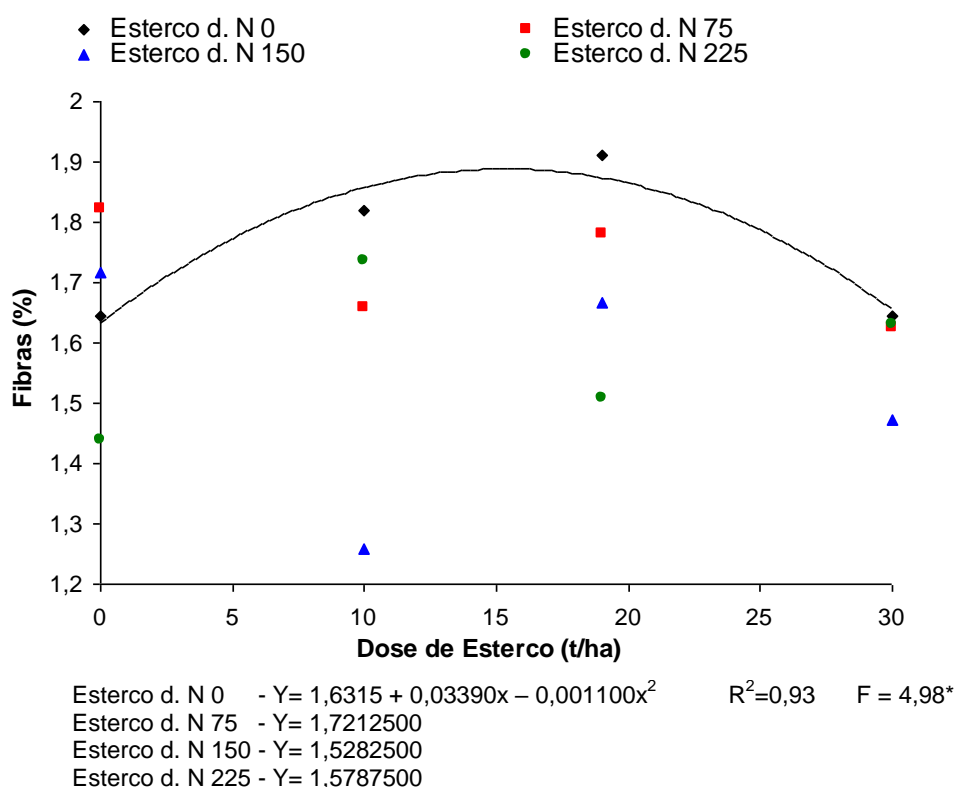


Figura 20. Desdobramento da interação de doses de esterco bovino, em função de doses de N-ureia na porcentagem de fibras em folhas de rúcula, cultivada em consórcio com alface, no inverno.

Houve efeito significativo apenas do N-ureia no teor de cinzas (resíduo mineral), nas duas épocas de cultivo (Tabela 4). De acordo com a (Figura 21), no cultivo de verão, a medida que aumentaram as doses de N-ureia, houve diminuição no teor de cinzas, sendo que o menor valor (1,13%) foi observado com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia. De maneira semelhante, no cultivo de inverno, com o aumento das doses de N-ureia houve diminuição dos teores de cinzas, sendo o valor mínimo de 1,26% observado com a aplicação de 181 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 22), ocorrendo, posteriormente, tendência de estabilização dos teores de cinzas. Com aumento das doses de N-ureia as plantas se desenvolveram mais (Figuras 4 e 5), promovendo efeito de diluição no teor de cinzas, corroborando com Barros Júnior (2008), que ao avaliar a adubação nitrogenada em consórcio de alface e rúcula, verificou diminuição nos teores de minerais sob doses mais elevadas, atribuindo este fato como um efeito de diluição.

Os teores de cinzas obtidos com as maiores doses de N-ureia (Figura 21), no verão, são próximos aos observados por Oshe et al. (2012), que avaliando a produção e composição química de hortaliças, verificaram teores de cinzas de 1,14%. Já no cultivo de inverno, a porcentagem de cinzas do presente trabalho, foi 10,52% maior que valores relatado por Oshe et al. (2012).

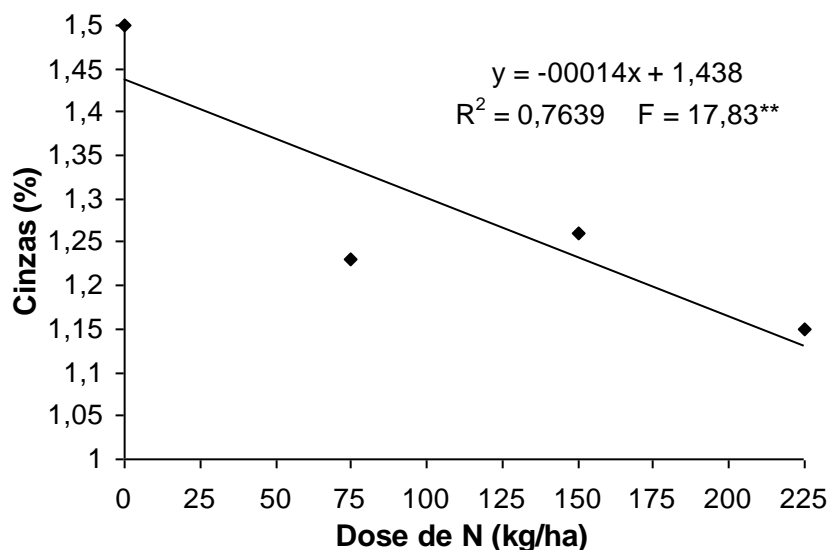


Figura 21. Porcentagem de cinzas em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

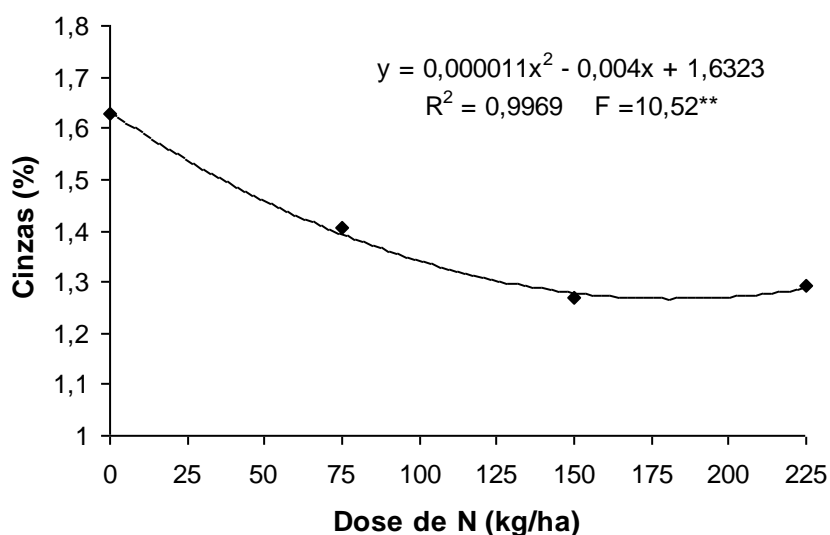


Figura 22. Porcentagem de cinzas em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

O teor de proteína bruta em folhas de rúcula foi influenciado, pelas doses de esterco no verão, e de N-ureia no inverno, não sendo observadas interações entre estes fatores, nas duas épocas de cultivo (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para a porcentagem de proteínas e de glicídios em folhas de rúcula, em função de doses de N-ureia e esterco bovino, em cultivo consorciado com alface.

Fonte de variação	Proteína bruta		Glicídios	
	%		Verão	Inverno
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	2,20	2,437	4,68	5,230
75	2,21	2,165	4,38	4,751
150	2,31	2,110	4,53	4,493
225	2,29	2,375	4,44	4,932
Teste F	1,48 ^{NS}	3,63*	2,65 ^{NS}	9,04**
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	2,40	2,215	4,67	4,781
10	2,19	2,226	4,43	4,756
20	2,20	2,321	4,47	4,981
30	2,21	2,329	4,47	4,890
Teste F	4,63**	0,54 ^{NS}	1,77 ^{NS}	1,01 ^{NS}
Int.NxE	0,61 ^{NS}	0,93 ^{NS}	0,70 ^{NS}	1,80 ^{NS}
Rúcula - monocultura	2,30	2,567	4,65	5,105
Fatorial – (consórcio)	2,25	2,273	4,51	4,852
Teste F	0,24 ^{NS}	2,99 ^{NS}	0,71 ^{NS}	1,40 ^{NS}
CV (%)	8,25	14,40	7,20	8,50

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

No cultivo de verão, a medida que aumentaram as quantidades de esterco bovino aplicadas, houve diminuição do teor de proteínas (Figura 23), sendo que, quando não se aplicou esterco, o teor de proteína bruta foi de 2,39%, o qual diminuiu para 2,17%, com a aplicação de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, com posterior estabilização (Figura 23). No cultivo de verão, as doses de N aplicadas não foram suficientes para promover aumentos nos teores de proteína bruta (Tabela 5), provavelmente, devido as perdas de N por lixiviação. Contudo, os resultados para

proteína bruta obtidos no presente trabalho se assemelham aos obtidos por Costa et al. (2005) que verificaram diminuição nos teores de proteína bruta em *Paspalum atratum*, em função do maior acúmulo de matéria seca com doses mais elevadas de fertilizante, os quais atribuíram a diminuição no teor de proteína bruta ao efeito de diluição dos nutrientes na matéria seca da planta.

No cultivo de inverno houve diminuição, até certo ponto, dos teores de proteína bruta, com aumento das doses de N-ureia (Figura 24). Com a dose correspondente a 0 kg ha⁻¹ de N-ureia, observou-se teor de 2,44%, diminuindo para 2,10% com a aplicação de 119 kg ha⁻¹ de N-ureia, havendo, posteriormente, um aumento do teor de proteína com o aumento da quantidade aplicada, sendo que com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia observou-se 2,37%. Provavelmente, inicialmente, houve diminuição dos teores de proteínas, em função do aumento na produção de matéria seca (Figura 5).

Com doses maiores que 120 kg ha⁻¹ de N-ureia houve aumento dos teores de proteína (Figura 24), visto que, o nitrogênio está intimamente ligado à formação de proteínas (TAIZ, ZEIGER, 2004). Quanto maior for o teor de proteína de um vegetal maior será seu valor nutricional, e os resultados obtidos no presente trabalho (Figuras 23 e 24), independentemente das doses de esterco e de N-ureia podem ser considerados adequados e a rúcula de alto valor nutricional.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos relata teores semelhantes de proteína bruta (2,58%) em folhas de rúcula (USDA, 2004). Teores de proteína muito menores (1,58%) foram encontrados por Oshe et al. (2012) em hortaliças cultivadas em hidroponia. Esta variação de teores em proteína bruta, pode estar relacionada a diferença entre cultivares avaliadas nos trabalhos, visto que Oshe et al. (2012) avaliou a cultivar Cultivada e no presente trabalho foi usada a Folha Larga. Além disso, o sistema de cultivo pode ter influência, visto que o trabalho de Oshe et al. (2012) foi conduzido em hidroponia, enquanto a presente pesquisa foi desenvolvida em cultivo de solo.

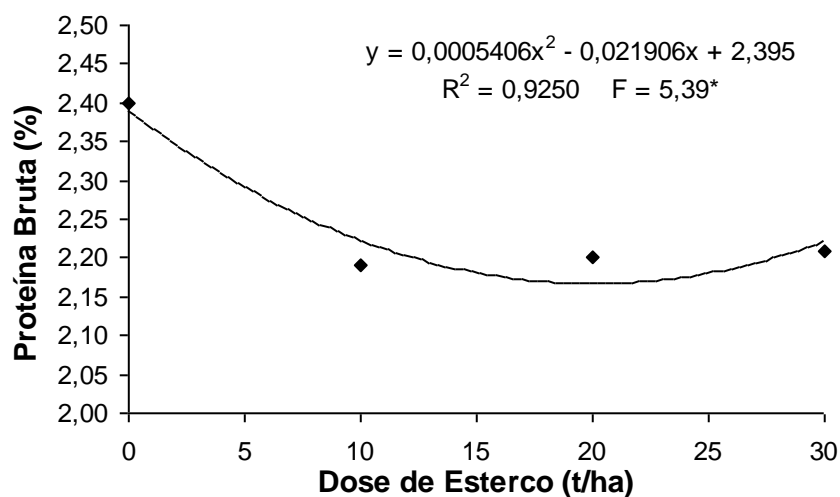


Figura 23. Porcentagem de proteínas em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

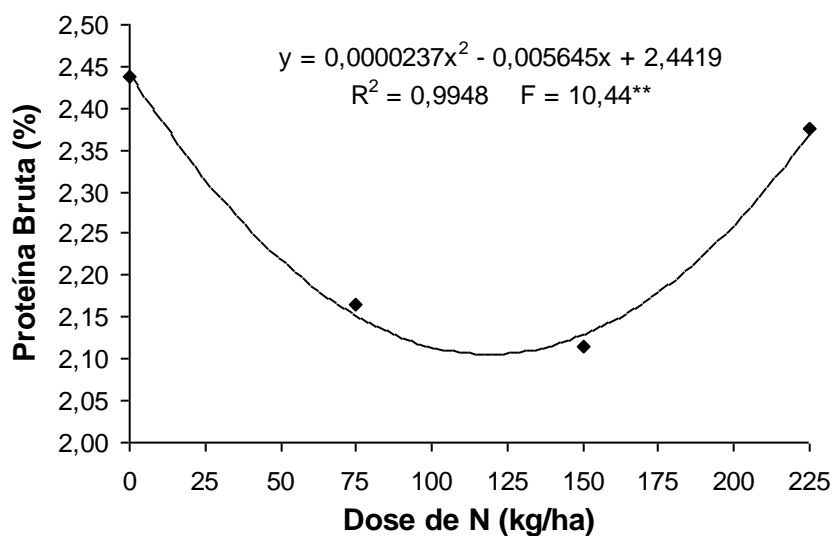


Figura 24. Porcentagem de proteínas em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

O teor de glicídios em folhas de rúcula foi influenciado apenas pelas doses de N-ureia, no cultivo de inverno (Tabela 5). De acordo com a Figura 25, o teor de glicídios, inicialmente, diminuiu com o aumento das doses de N-ureia, chegando ao menor teor (4,55%) com a dose correspondente a 131 kg ha^{-1} de N-ureia (Figura 25),

ocorrendo, posteriormente, pequeno aumento na porcentagem de glicídios, com as doses maiores, sendo que na dose correspondente a 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, o teor de glicídios foi de 4,90%, teores maiores do que os descritos por Oshe et al. (2012), que observaram 2,34%. Esta variação, provavelmente, está relacionada à diferença de cultivares e/ou condições climáticas das diferentes pesquisas. Dentre as condições climáticas que podem ter influenciado o teor de glicídios está a insolação, visto que, segundo Magro et al. (2006) a insolação é o fator climático que mais influencia na produção de glicídios. Sendo assim, os maiores teores de glicídios obtidos no presente trabalho, em comparação aos obtidos por Oshe et al. (2012) pode ser devido à maior insolação ocorrida em Minas Gerais quando comparada à do Rio Grande do Sul.

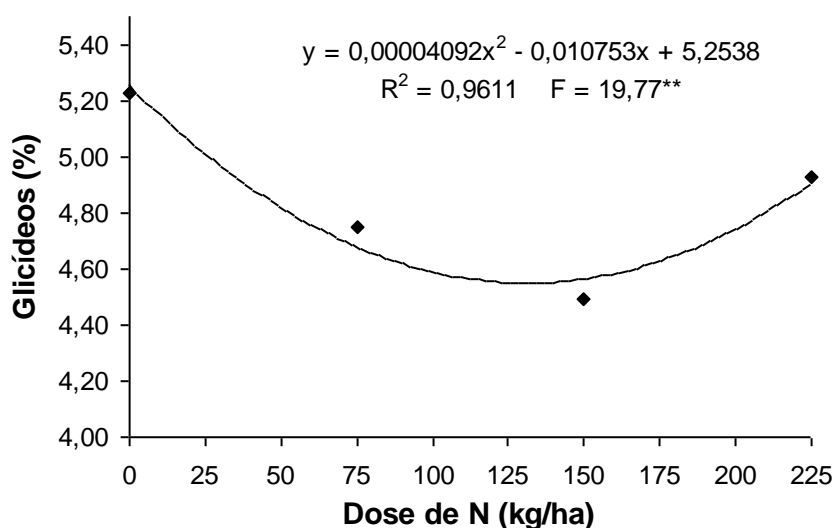


Figura 25. Porcentagem de glicídios em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Na Tabela 6, observa-se que o teor de umidade em folhas de rúcula foi influenciado pelo fator N-ureia, nas duas épocas de cultivo, e pelo esterco bovino, no cultivo de verão. De acordo com a Figura 26, no cultivo de verão, à medida que aumentaram as doses de N-ureia houve aumento no teor de água das folhas da rúcula, atingindo o teor máximo de 92,34% de umidade, com a dose correspondente a 225 kg ha⁻¹ de N-ureia. Da mesma forma, no cultivo de inverno, a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia foi a que apresentou o maior teor de água na folhas de rúcula, com

teor de 91,25% (Figura 27), teores próximos aos observados por Oshe et al. (2012) em folhas de rúcula (93,58%).

Houve efeito das doses de esterco no teor de umidade das folhas de rúcula, no cultivo de verão (Tabela 6), e os teores variaram de 91,20%, quando não foi aplicado esterco bovino, a 91,72% com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 28). Os teores de umidade nas folhas de rúcula da presente pesquisa são considerados adequados para alimentação humana, independente das doses de N-ureia e de esterco bovino utilizadas, visto que, todos os valores observados são adequados (Figuras 26, 27 e 28) e semelhantes aos relatados na literatura internacional, que é de 91,7 % de umidade (USDA, 2004).

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

Fonte de variação	Umidade		Valor energético	
	%		kcal/100g	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	90,82	89,322	31,59	35,774
75	91,53	89,950	30,34	32,000
150	91,71	90,576	31,41	30,773
225	92,38	91,274	30,80	33,318
Teste F	35,27**	12,52 **	1,36 ^{NS}	7,86**
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	91,16	90,246	32,63	32,663
10	91,79	90,257	30,15	32,033
20	91,73	90,390	30,60	33,625
30	91,76	90,228	30,76	33,504
Teste F	7,88**	0,10 ^{NS}	4,90**	0,95 ^{NS}
Int.NxE	1,64 ^{NS}	0,77 ^{NS}	0,88 ^{NS}	1,25 ^{NS}
Rúcula - monocultura	92,28	90,107	31,84	34,918
Fatorial – (consórcio)	91,61	90,280	31,03	32,956
Teste F	9,12**	0,13 ^{NS}	0,62 ^{NS}	1,54 ^{NS}
CV (%)	0,47	1,048	6,35	9,291

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

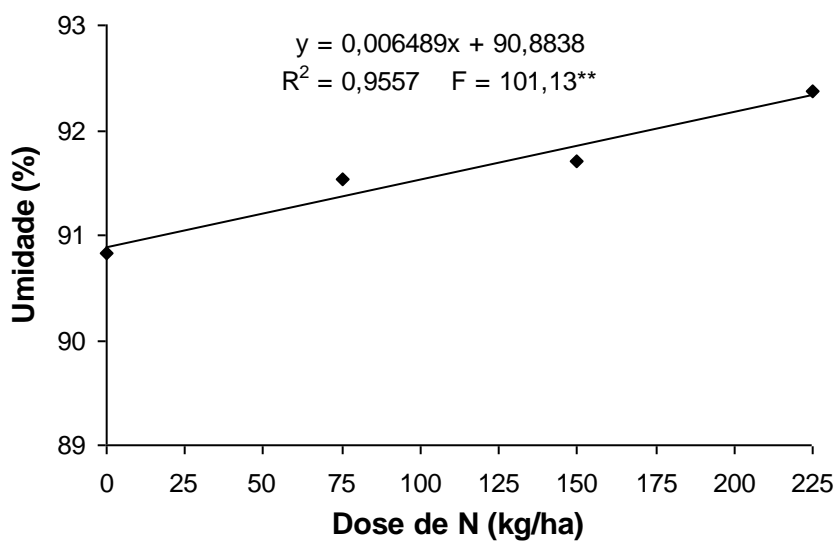


Figura 26. Porcentagem de umidade em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

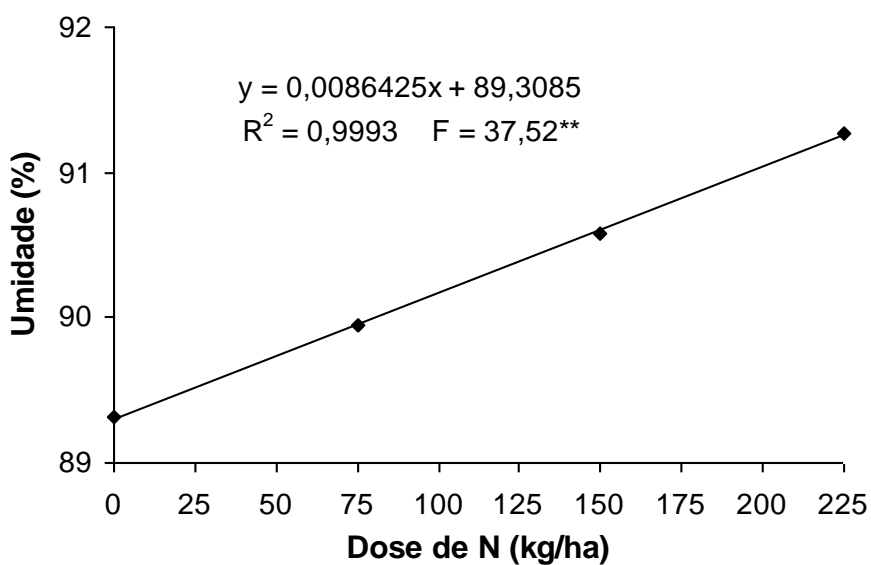


Figura 27. Porcentagem de umidade em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

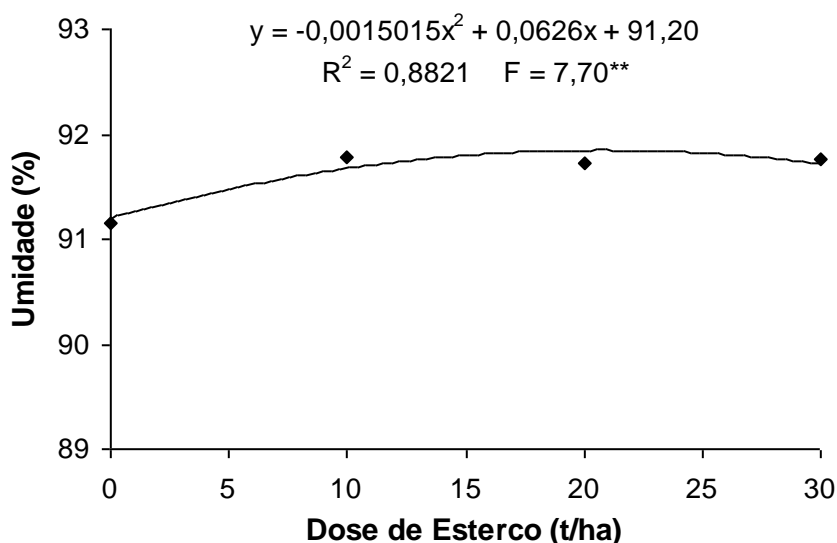


Figura 28. Porcentagem de umidade em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

Para a característica valor calórico, observou-se efeito das doses de N-ureia no cultivo de inverno, e das doses de esterco bovino no verão (Tabela 6). Para ambos os fatores, inicialmente, houve diminuição no valor calórico das folhas de rúcula com o aumento das doses de N-ureia e esterco bovino, sendo que os menores teores foram observados com as doses de 19 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 29) e de 133 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 30), com, respectivamente, 30,11 kcal/100g e 30,85 kcal/100g. Posteriormente, houve aumento do valor calórico das folhas de rúcula, provavelmente, em função da maior atividade fotossintética das folhas, atingindo 30,92 kcal/100g e 33,25 kcal/100g, respectivamente, com as doses de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino (Figura 29) e 225 kg ha⁻¹ de N-ureia (Figura 30); sendo estes teores, maiores do que os relatados por Oshe et al. (2012) que é de 18,38kcal/100g.

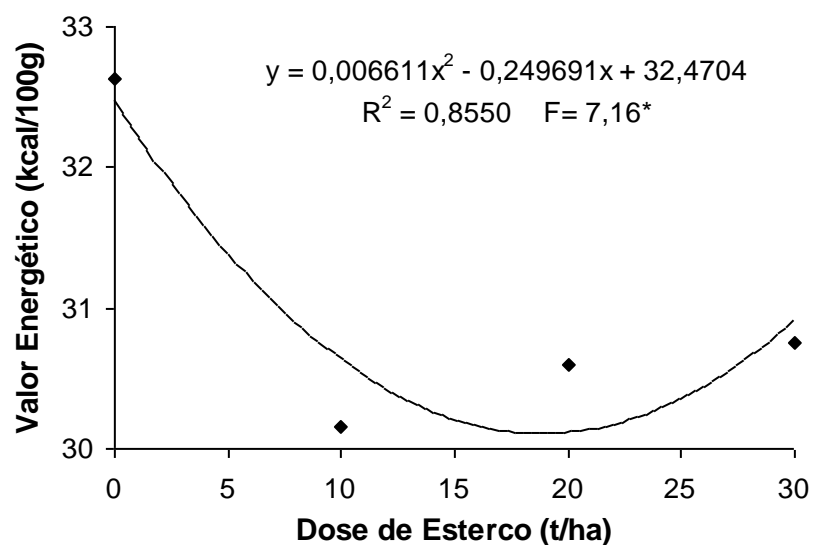


Figura 29. Valor energético total em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

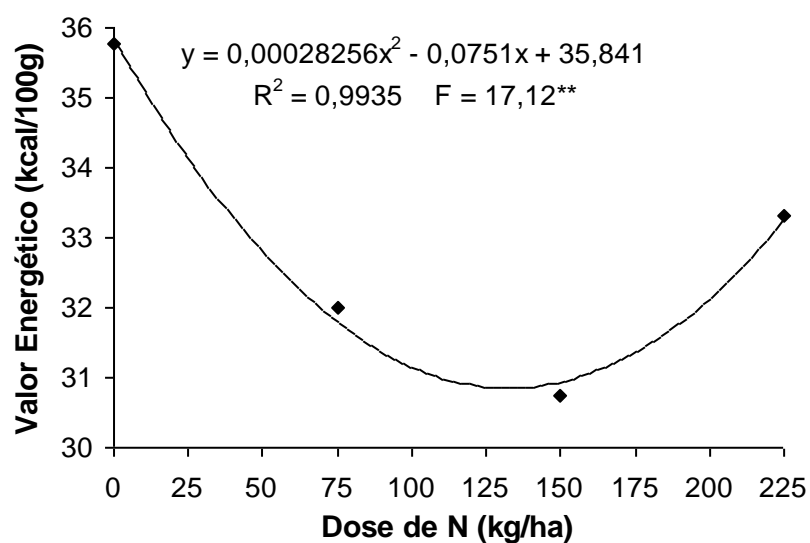


Figura 30. Valor energético total em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Os teores de fósforo nas folhas de rúcula foram influenciados pelas doses de N-ureia em ambas épocas de cultivo, bem como pelas doses de esterco bovino, no cultivo de inverno (Tabela 7).

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

Fonte de variação	Fósforo		Potássio	
	g kg ⁻¹ de matéria fresca de rúcula			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	0,043	0,055	0,558	0,637
75	0,038	0,047	0,500	0,585
150	0,035	0,044	0,439	0,544
225	0,033	0,042	0,417	0,506
Teste F	6,01**	10,30**	4,20*	7,81**
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	0,036	0,046	0,405	0,535
10	0,038	0,043	0,514	0,542
20	0,037	0,047	0,498	0,593
30	0,037	0,052	0,496	0,602
Teste F	0,20 ^{NS}	3,91*	2,50 ^{NS}	2,96*
Int.NxE	0,73 ^{NS}	0,52 ^{NS}	1,18 ^{NS}	1,62 ^{NS}
Rúcula - monocultura	0,038	0,050	0,551	0,589
Fatorial – (consórcio)	0,037	0,047	0,479	0,568
Teste F	0,10 ^{NS}	0,42 ^{NS}	1,26 ^{NS}	0,26 ^{NS}
CV (%)	19,12	15,48	25,81	14,15

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

À medida que aumentaram as doses de N-ureia houve diminuição dos teores foliares de P, com teores mínimos de 0,032 g kg⁻¹ e 0,041 g kg⁻¹ de matéria fresca, com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, respectivamente, nos cultivos de verão (Figura 31) e de inverno (Figura 32). Com as doses de esterco bovino, verificou-se que houve aumentos significativos no teor de P nas folhas da rúcula com a aplicação de mais de 20 t ha⁻¹, visto que com doses menores, os teores mantiveram-se praticamente estáveis (Figura 33). Com a aplicação de doses maiores do que 20 t ha⁻¹, houve aumento dos teores de P, atingindo o teor máximo de 0,052 g de P kg⁻¹ de matéria fresca, com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino. Este teor (0,052 g kg⁻¹) é o citado pela USDA (2004), como sendo o valor referência de P em folhas de rúcula. A diminuição nos teores de P nas folhas de rúcula, à medida que aumentaram as doses de N-ureia, provavelmente, possa ser explicada pelo efeito de diluição causado pelo maior desenvolvimento das plantas, nas maiores doses

(Figuras 4 e 5). Estes resultados são semelhantes aos observados por Ribeiro e Pereira (2011) que relataram redução nos teores de P, na planta inteira de tifton, com o aumento da produção de massa seca em resposta às doses de N e ao avanço da idade da planta, atribuindo, desta forma, a um efeito de diluição.

Os aumentos dos teores foliares de P (Figura 33) com a aplicação de esterco bovino se deve ao fato de que o esterco utilizado apresentava 1,10% de P_2O_5 , o que significa que, com a dose de 30 t ha^{-1} de esterco houve aplicação de 330 kg ha^{-1} de P_2O_5 , com parte do P sendo absorvida e acumulada pelas plantas de rúcula. Com as doses de esterco mais altas, os teores de P disponível no solo, provavelmente aumentaram, devido à liberação no processo de mineralização da matéria orgânica, fazendo com que os teores deste nutriente fossem aumentados, concordando com os relatos de Rodrigues e Casali (1999), que verificaram que o aumento das doses de composto orgânico no solo aumentou-se a disponibilidade e os teores foliares de fósforo em alface.

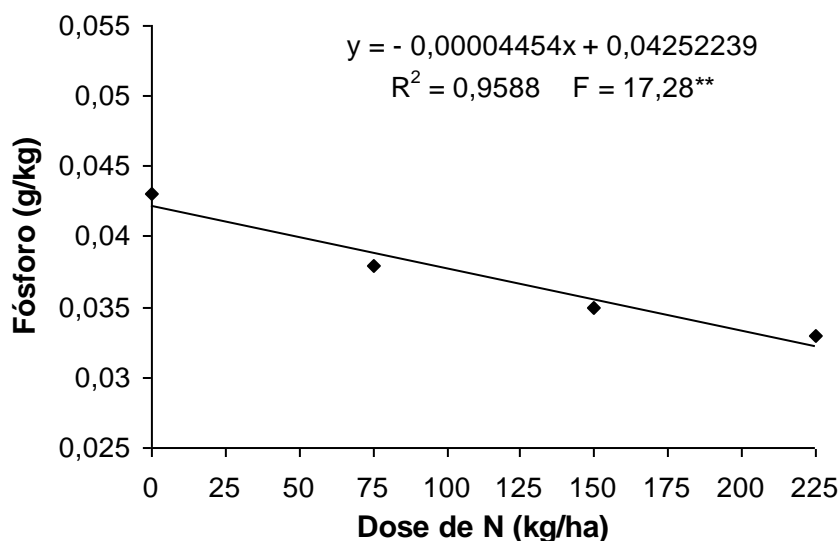


Figura 31. Teor de fósforo em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

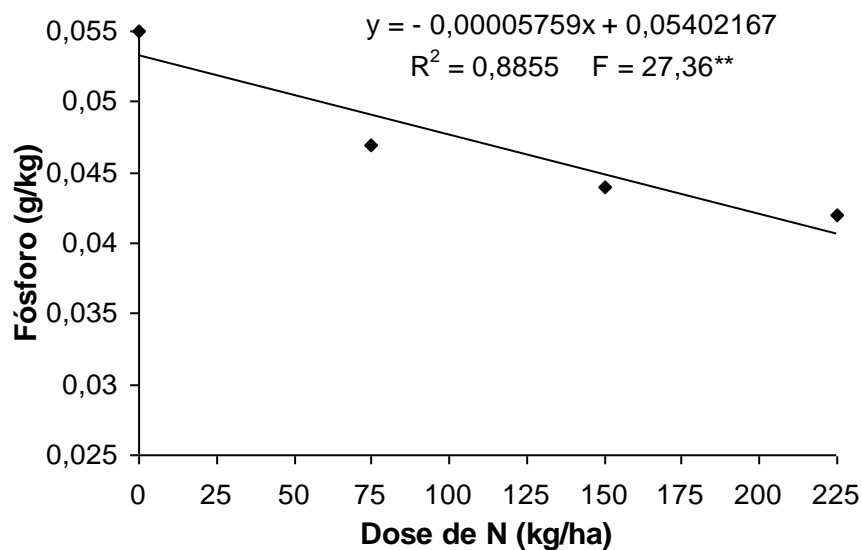


Figura 32. Teor de fósforo em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

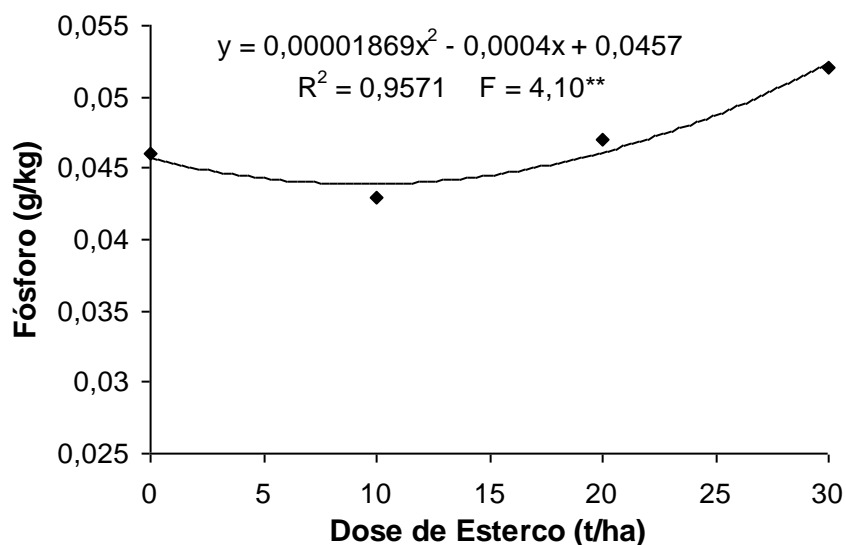


Figura 33. Teor de fósforo em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Semelhante aos resultados obtidos para os teores de P, os teores de K nas folhas de rúcula foram influenciados pelas doses de N-ureia nas duas épocas de cultivo, bem como pelas doses de esterco bovino, no cultivo de inverno (Tabela 7). Nas Figuras 34 e 35, observa-se que à medida que foram aumentadas as doses de N-ureia, houve diminuição dos teores de potássio nas folhas de rúcula, o que

provavelmente, está relacionado ao maior desenvolvimento da planta e consequente efeito de diluição (Figuras 4 e 5).

Os menores teores de K foram $0,40 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,50 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria fresca, com a aplicação de 225 kg ha^{-1} de N-ureia, respectivamente, nos cultivos de verão (Figura 34) e de inverno (Figura 35). O efeito de diluição pode ser comprovado pelo fato de que a ureia não apresenta em sua composição íons potássio, porém, quando ocorre a aplicação de doses mais elevadas de N-ureia, ocorre também um maior desenvolvimento da planta (Figuras 4 e 5) e até mesmo uma maior absorção de outros nutrientes, em função do maior desenvolvimento do sistema radicular. Porém, não se observam efeitos de aumento nos teores foliares de potássio, pois a planta se desenvolve mais e este potássio encontra-se na planta de forma menos concentrada. Comportamento semelhante foi observado por Andrade et al. (2000), que, ao estudarem o teor de K nas lâminas foliares do capim-elefante, em combinações de doses de N e de K, constataram reduções no teor de K na lâmina foliar desse capim em razão do aumento das doses de N, atribuindo a este comportamento o efeito de diluição do nutriente nos tecidos da planta. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos citam teores médios de K de $0,369 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria fresca de rúcula. Desta forma, pode-se inferir que os valores observados no presente trabalho independentemente da adubação adotada, está acima dos valores de referência nos Estados Unidos (USDA, 2004).

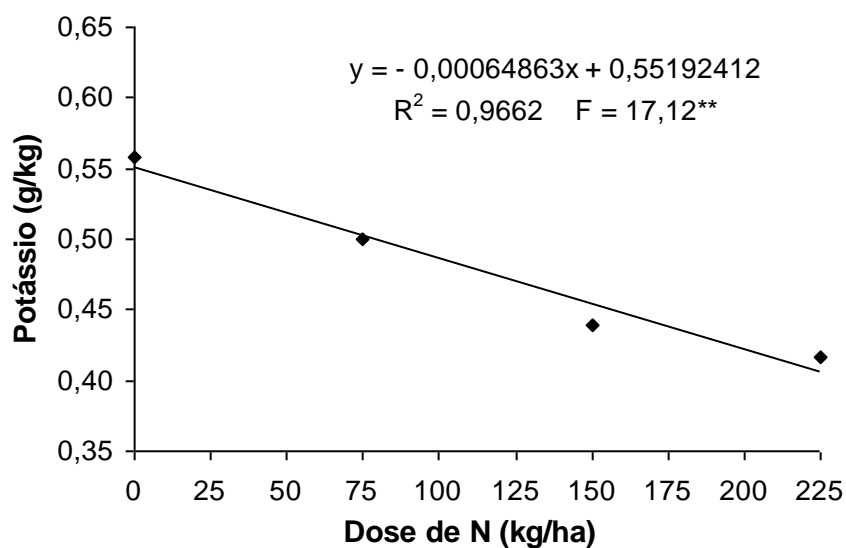


Figura 34. Teor de potássio em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

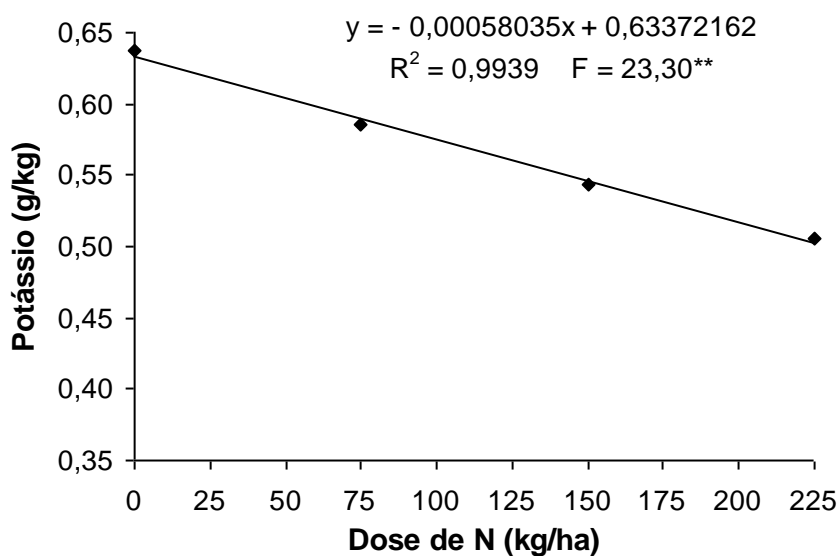


Figura 35. Teor de potássio em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

O aumento na dose de esterco bovino aplicada no cultivo de inverno promoveu incremento nos teores foliares de K (Figura 36), sendo que o maior teor encontrado ($0,60 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria fresca) foi observado com a dose de 30 t ha^{-1} de

esterco bovino. Este aumento dos teores foliares de K à medida que aumentaram as doses de esterco, certamente estão relacionadas à liberação de potássio para a solução do solo, durante o processo de mineralização da matéria orgânica, fazendo com que as plantas de rúcula absorvessem mais íons potássio. Com base nos teores de potássio na análise do esterco utilizado no presente trabalho (1,49 % de K_2O), e considerando a dose de 30 t ha^{-1} , estima-se a aplicação de 447 kg ha^{-1} de K_2O , o que fez com que os teores foliares de potássio fossem aumentados com a aplicação de esterco bovino.

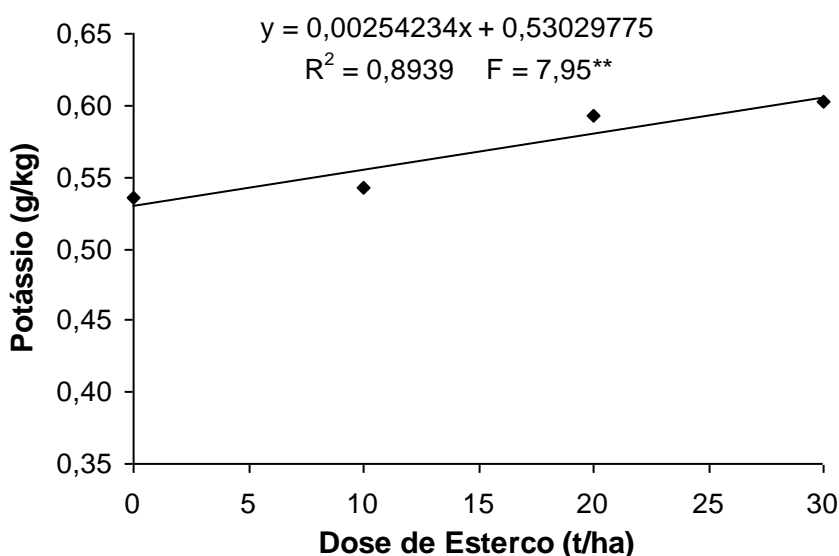


Figura 36. Teor de potássio em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Os teores foliares de Ca foram influenciados pelo N-ureia no cultivo de inverno e de esterco bovino no cultivo de verão (Tabela 8). À medida que aumentaram as doses de N-ureia e de esterco bovino, houve diminuição dos teores de Ca nas folhas de rúcula, sendo observados menores teores de Ca ($0,12 \text{ g kg}^{-1}$) com a dose de 30 t ha^{-1} de esterco bovino no cultivo de verão (Figura 37); e de $0,19 \text{ g kg}^{-1}$ com a dose de 225 kg ha^{-1} de N-ureia, no cultivo de inverno (Figura 38). Andrade et al. (2000), avaliando os efeitos das adubações nitrogenadas (de 20 a 380 kg de N /ha) e potássica (de 16 a $304 \text{ kg de } K_2O/\text{ha}$) no capim-elefante,

observaram aumento na produtividade e redução nos teores de cálcio, em função da diluição do nutriente nos tecidos da planta.

Os teores de Mg nas folhas de rúcula, da mesma maneira como observado para o cálcio, foram afetados pelas doses de N-ureia no cultivo de inverno e de esterco bovino no cultivo de verão (Tabela 8). Verificou-se que na medida em que aumentaram as doses de N-ureia e esterco bovino, houve diminuição dos teores foliares de Mg, sendo obtidos os menores teores ($0,043 \text{ g kg}^{-1}$) com a dose de 30 t ha^{-1} de esterco bovino no cultivo de verão (Figura 39); e de $0,038 \text{ g kg}^{-1}$ com a dose de 225 kg ha^{-1} de N-ureia, no cultivo de inverno (Figura 40). Estes resultados se assemelham aos observados por Batista e Monteiro (2010), que verificaram que houve diminuição no teor de Mg nas lâminas de folhas de brachiaria, em função do aumento das doses de N aplicadas. Estes autores relatam que como a produção de matéria seca foi incrementada com o aumento das doses de N aplicadas, pode-se atribuir a queda no teor de Mg ao efeito de diluição.

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

Fonte de variação	Cálcio		Magnésio	
	g kg ⁻¹ de matéria fresca de rúcula			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	0,181	0,321	0,055	0,079
75	0,157	0,252	0,050	0,055
150	0,153	0,212	0,050	0,045
225	0,153	0,207	0,045	0,043
Teste F	1,65 ^{NS}	20,01 ^{**}	1,88 ^{NS}	48,21 ^{**}
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	0,205	0,272	0,060	0,058
10	0,163	0,243	0,048	0,056
20	0,144	0,248	0,047	0,055
30	0,133	0,228	0,045	0,052
Teste F	8,74 ^{**}	2,33 ^{NS}	5,62 ^{**}	1,03 ^{NS}
Int.NxE	0,15 ^{NS}	0,74 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,55 ^{NS}
Rúcula – monocultura	0,200	0,193	0,054	0,042
Fatorial – (consórcio)	0,161	0,248	0,050	0,055
Teste F	3,11 ^{NS}	5,14 [*]	0,48 ^{NS}	7,37 ^{**}
CV (%)	25,99	19,21	22,14	17,13

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

Como citado anteriormente, a diminuição dos teores de nutrientes nas folhas de rúcula cultivada com altas doses de N-ureia e esterco bovino (Figuras 37, 38, 39 e 40), provavelmente, está relacionada ao fato das plantas se desenvolverem mais, e os nutrientes ficarem diluídos nos tecidos, como tem sido observado em experimentos de adubação nitrogenada (ANDRADE et al. 2000; BATISTA; MONTEIRO, 2010).

Por outro lado, embora na composição do esterco utilizado no presente experimento haver 1,16% de Ca e 0,28% de Mg, as quantidades aplicadas não foram suficientes para elevar os teores foliares destes nutrientes. Isto pode ser explicado pelo fato de que na prática da calagem, quantidades muito maiores de cálcio e magnésio foram aplicadas, sendo assim, mesmo as quantidades fornecidas na aplicação de altas doses de esterco não fizeram com que as plantas atingissem concentrações em faixas superiores para os teores foliares de cálcio e magnésio.

Verifica-se que os teores de cálcio e magnésio observados no presente trabalho, estão próximos aos descritos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o qual tem como valores de referência para a rúcula, 0,16 g de cálcio, e 0,047 g de magnésio em 100 gramas de folhas frescas.

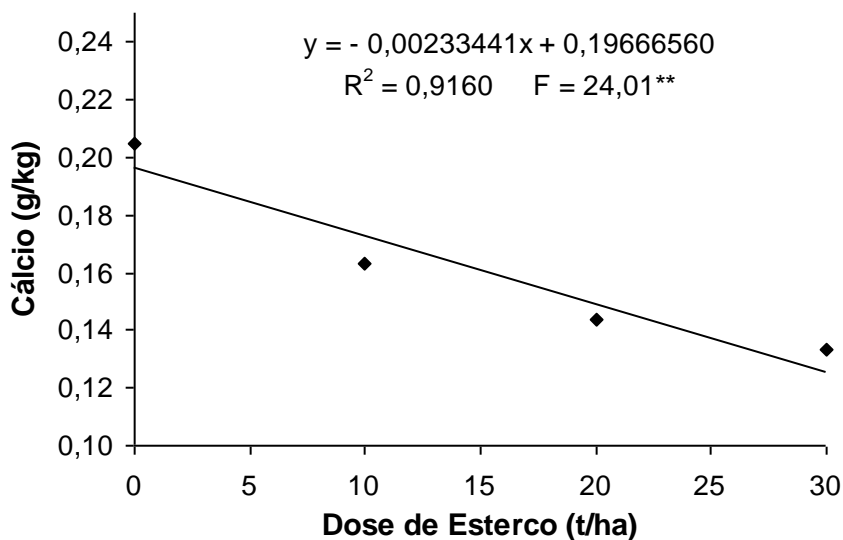


Figura 37. Teor de cálcio em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

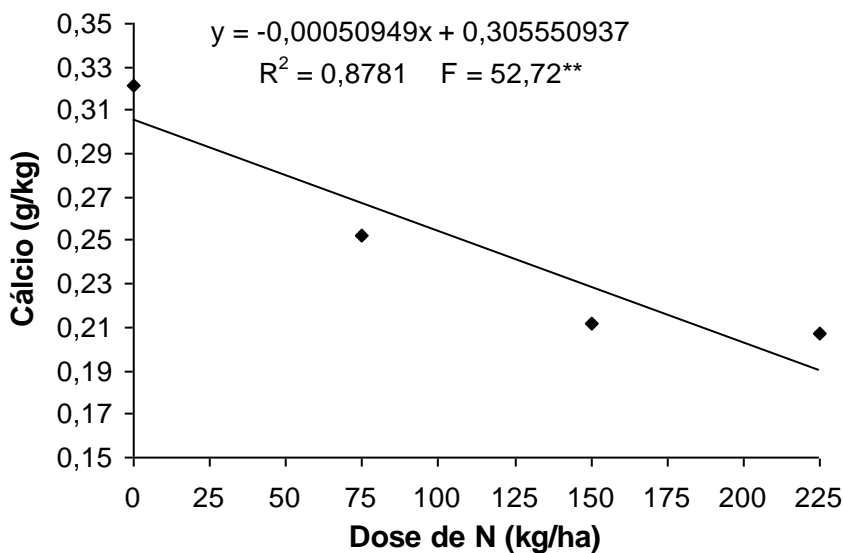


Figura 38. Teor de cálcio em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

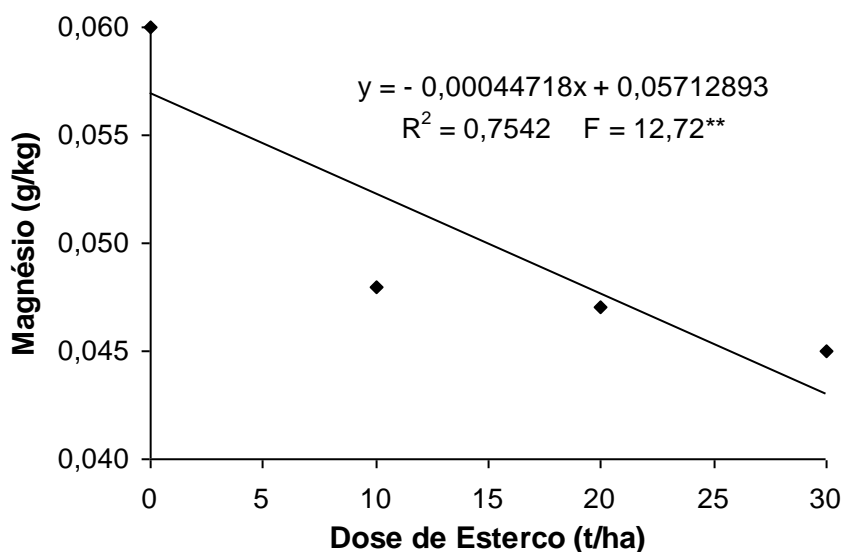


Figura 39. Teor de magnésio em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

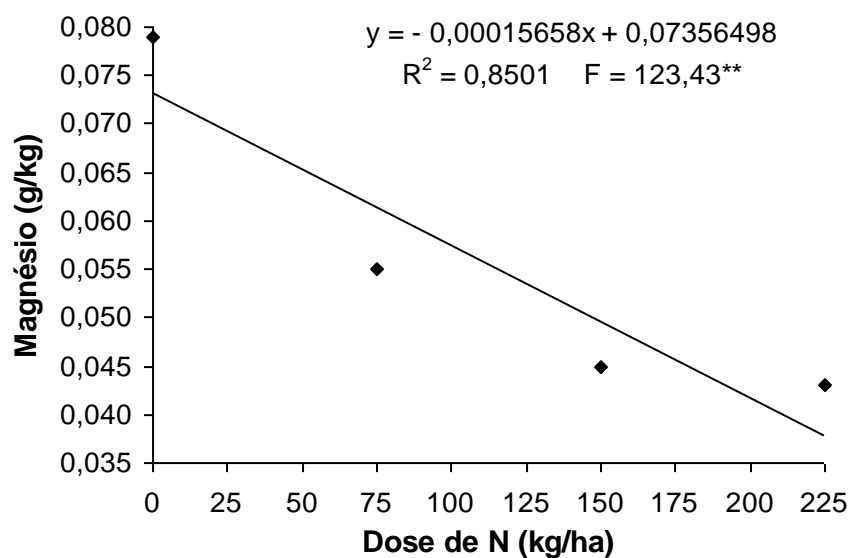


Figura 40. Teor de magnésio em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Não foram detectados efeitos do esterco bovino nos teores de enxofre e de cobre das folhas de rúcula, em ambas as épocas de cultivo (Tabela 9). Observou-se diminuição dos teores de S, tanto no cultivo de verão, quanto no cultivo de inverno, com aumento das doses de N-ureia, com os menores teores foliares de S sendo

observados com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, respectivamente, 0,018 g kg⁻¹ e 0,022 g kg⁻¹ nos cultivos de verão (Figura 41) e inverno (Figura 42). Os teores de cobre foram decrescentes com o aumento das doses de N-ureia (Figuras 43 e 44), nas duas épocas de plantio. Os menores teores de cobre foram observados com a dose de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, respectivamente, 0,81 mg kg⁻¹ e 0,63 mg kg⁻¹ nos cultivos de verão (Figura 43) e inverno (Figura 44). A diminuição nos teores foliares de nutrientes está relacionada ao efeito de diluição dos nutrientes no tecido foliar, em função do maior desenvolvimento e produção de matéria seca, conforme tem sido relatado na literatura por diversos autores (ANDRADE et al., 2000; BATISTA; MONTEIRO, 2010; RIBEIRO; PEREIRA, 2011).

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

Fonte de variação	Enxofre		Cobre	
	g kg ⁻¹ de MF		mg kg ⁻¹ de MF	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	0,031	0,033	1,077	0,824
75	0,024	0,202	0,817	0,704
150	0,021	0,201	0,923	0,728
225	0,019	0,021	0,833	0,627
Teste F	8,56**	9,54**	3,30*	3,75*
Esterco (E, t ha⁻¹)				
0	0,025	0,028	0,869	0,695
10	0,025	0,023	0,896	0,676
20	0,023	0,023	0,987	0,710
30	0,020	0,022	0,898	0,803
Teste F	1,68 ^{NS}	1,79 ^{NS}	0,61 ^{NS}	1,82 ^{NS}
Int.NxE	1,12 ^{NS}	1,14 ^{NS}	0,54 ^{NS}	0,55 ^{NS}
Rúcula – monocultura	0,024	0,022	0,898	0,665
Fatorial – (consórcio)	0,023	0,024	0,913	0,721
Teste F	0,01 ^{NS}	0,29 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,42 ^{NS}
CV (%)	29,63	29,95	28,79	23,29

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

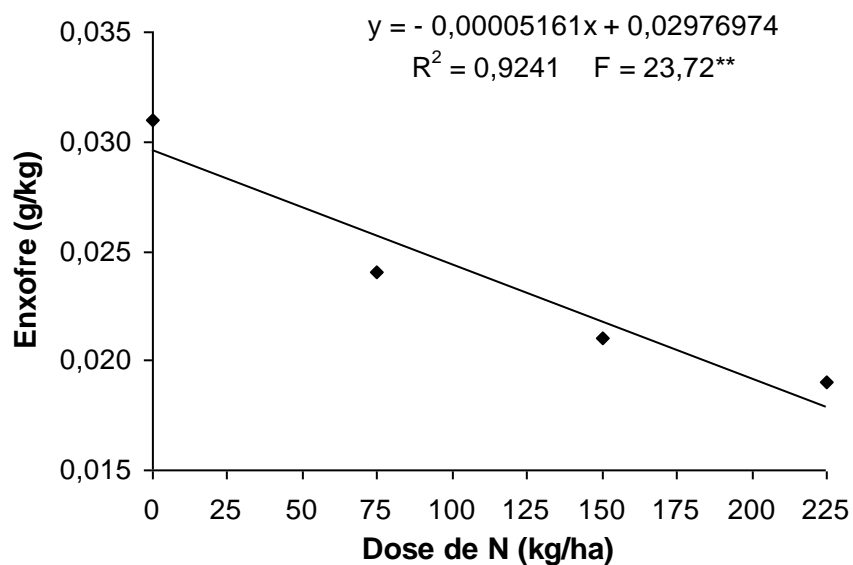


Figura 41. Teor de enxofre em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

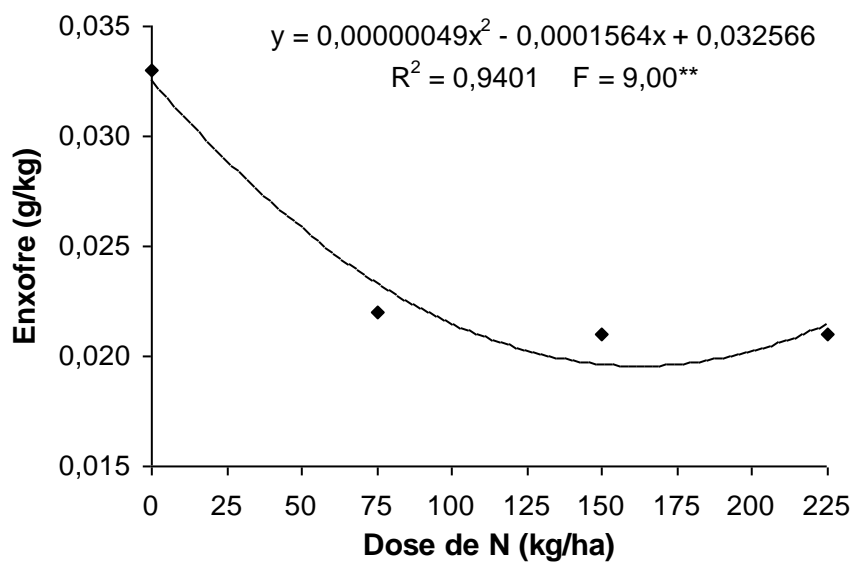


Figura 42. Teor de enxofre em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

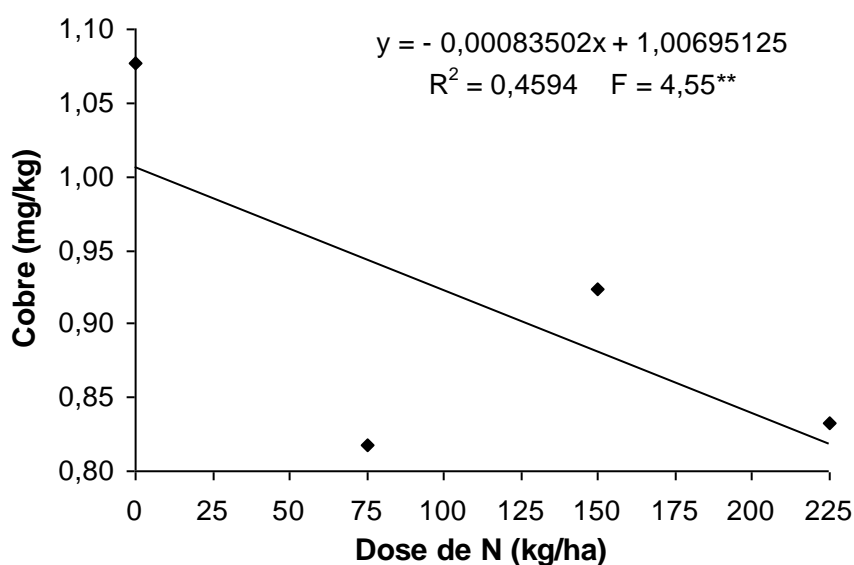


Figura 43. Teor de cobre em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

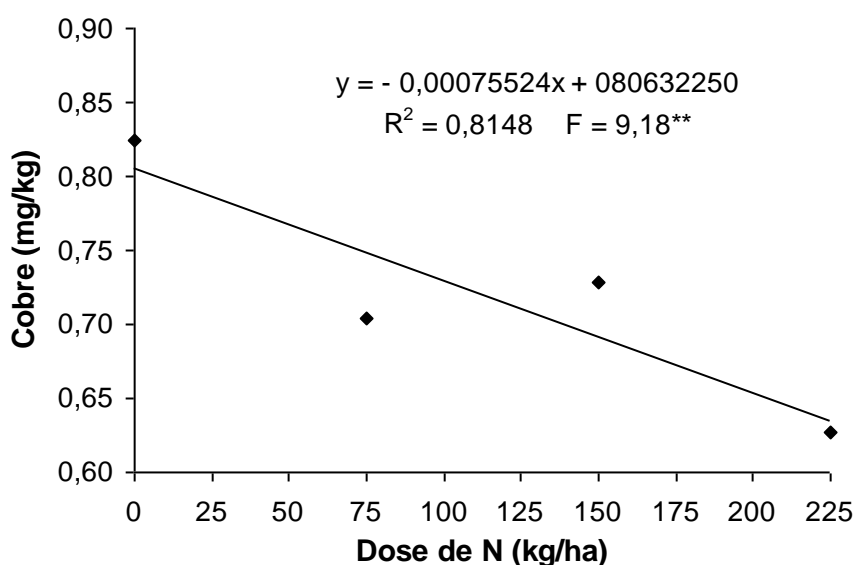


Figura 44. Teor de cobre em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

Os teores foliares de Mn não foram afetados com a aplicação do N-ureia e do esterco bovino (Tabela 10), provavelmente, devido ao fato de que se realizou a calagem do solo anteriormente ao plantio, fazendo com que a disponibilidade de manganês fosse reduzida pela correção do pH, de maneira que os fatores avaliados

no presente trabalho não promoveram efeitos nesta característica. Embora a adição de resíduos orgânicos conttenham Mn em sua composição, no presente trabalho, não foi detectado aumento nos teores foliares de Mn com a aplicação de esterco, provavelmente, devido ao efeito alcalino do esterco, concordando com os relatos de Silva et al. (2012), que verificaram que a adição de adubo orgânico promoveu aumento significativo do pH, possivelmente, pelo efeito alcalino do esterco, mantendo o solo numa faixa de disponibilidade adequada de Mn, para todas as doses avaliadas.

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

Fonte de variação	Manganês		Zinco	
	mg kg ⁻¹ de matéria fresca de rúcula			
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Nitrogênio (N, kg ha⁻¹)				
0	7,597	5,872	6,856	6,740
75	7,286	4,975	6,429	4,834
150	8,167	5,069	6,133	4,796
225	8,768	5,067	5,610	4,240
Teste F	2,38 ^{NS}	1,93 ^{NS}	4,60**	11,07**
Esterco (N, t ha⁻¹)				
0	8,649	6,029	6,901	5,009
10	7,869	5,321	6,274	5,534
20	8,156	4,938	6,134	4,595
30	7,144	5,235	5,719	5,472
Teste F	2,20 ^{NS}	2,23 ^{NS}	4,02*	1,79 ^{NS}
Int.NxE	0,64 ^{NS}	1,09 ^{NS}	1,47 ^{NS}	1,29 ^{NS}
Rúcula – monocultura	5,442	5,841	5,452	5,232
Fatorial – (consórcio)	7,954	5,381	6,257	5,152
Teste F	8,26**	0,52 ^{NS}	2,56 ^{NS}	0,01 ^{NS}
CV (%)	21,72	22,91	15,73	25,47

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

Para o zinco verificou-se diminuição nos teores foliares, com o aumento das doses de N-ureia em ambas épocas de cultivo, bem como das doses de esterco bovino, no cultivo de verão (Tabela 10). De acordo com as Figuras 45 e 46, com o aumento das doses de N-ureia houve diminuição dos teores foliares de zinco,

atingindo os menores teores, respectivamente, 5,65 mg kg⁻¹ e 4,02 mg kg⁻¹ nos cultivos de verão e de inverno, com a aplicação de 225 kg ha⁻¹ de N-ureia, concordando com Moura (2009) que verificou que com o aumento das doses de N, ocorreu redução dos valores de pH, favorecendo a maior disponibilidade de zinco; e/ou ainda por efeitos de diluição, em função do maior acúmulo de matéria seca com as maiores doses de N-ureia aplicadas (Figuras 4 e 5).

Aumentos das doses de esterco bovino no cultivo de inverno também promoveram decréscimos nos teores foliares de Zn (Figura 47), sendo observado o menor teor (5,70 mg kg⁻¹) com a aplicação de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino. Consolini & Coutinho (2004) verificaram a redução da disponibilidade desse micronutriente causada pelo aumento do pH do solo.

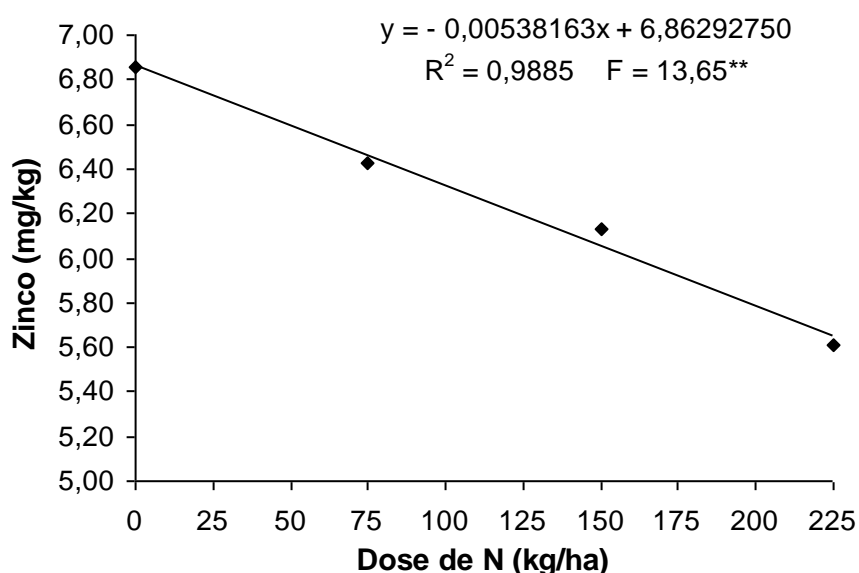


Figura 45. Teor de zinco em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no verão.

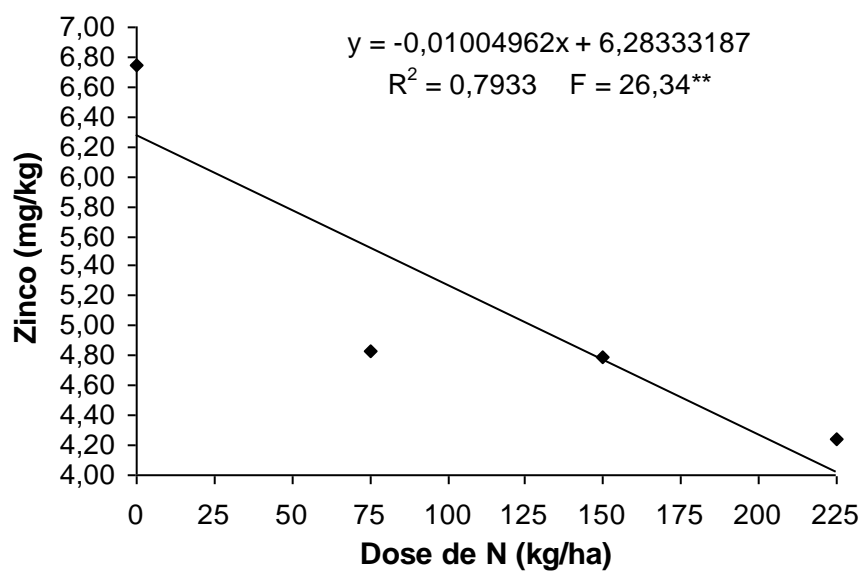


Figura 46. Teor de zinco em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de N-ureia, em cultivo consorciado com alface, no inverno.

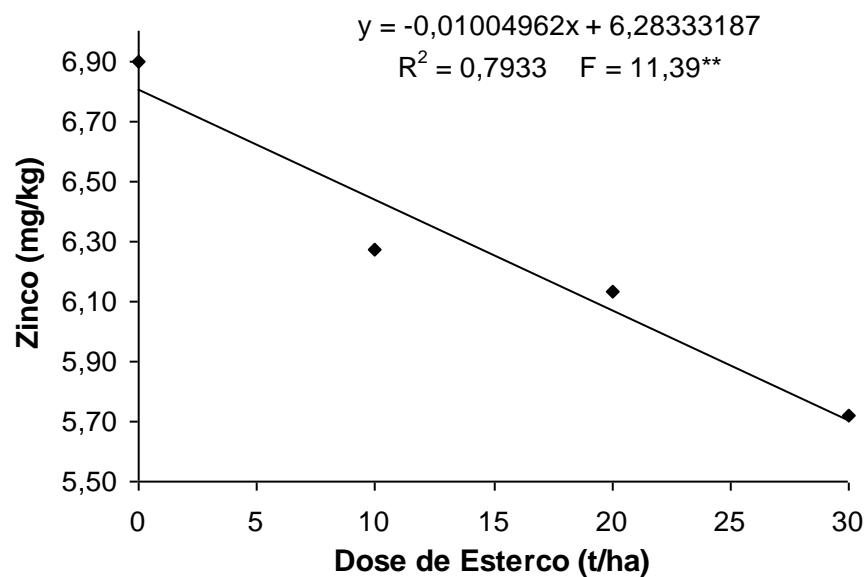


Figura 47. Teor de zinco em folhas de rúcula, cultivada com diferentes doses de esterco bovino, em cultivo consorciado com alface, no verão.

De maneira geral, os resultados do presente trabalho demonstram que a utilização de doses de N-ureia de 182 kg ha^{-1} de N, e de esterco bovino de até 30 t ha^{-1} na cultura da rúcula, em cultivo consorciado com alface, proporcionou produção de rúcula com boa qualidade nutricional, visto que os fatores nutricionais e antinutricionais (nitrato) ficaram dentro dos limites aceitáveis, sendo, portanto, recomendada para o consumo humano.

5 CONCLUSÃO

A rúcula produzida com aplicação de até 182 kg ha⁻¹ de N-ureia e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, isolados ou combinados, em consórcio com alface ou cultivo solteiro, apresentou qualidade nutricional adequada e valores aceitáveis de antinutricionais, podendo ser consumida sem nenhuma restrição.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU, I. M. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia Agroindustrial**, Campinas, v.30, p.108-118, 2010.
- AHMED, A. H. H.; KHALIL, M. K.; AMAL, M. F. **Nitrate accumulation, growth, yield and chemical composition of rocket (*Eruca vesicaria subsp. Sativa*) plant as affected by NPK fertilization, kinetin and salicylic acid**. Cairo: Cairo University, Egito, 2000. p. 495-508.
- 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, R. J. S.; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30 (Supl.1): p. 215-220, 2010a.
- 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, 2010b.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY- AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington:AOAC International, 1990. 1117p.
- BARBOSA, J. C; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat – **Sistema de Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**, Versão 1.0, 2012.
- BARROS JÚNIOR, A. P. **Adubação nitrogenada no consórcio alface e rúcula**. 2008. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, "Júlio de Mesquita Filho", Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Variações nos teores de potássio, cálcio e magnésio em campim-marandu adubado com doses de nitrogênio e de enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34 p. 151-161, 2010.
- BLOM-ZANDSTRA, M.; EENINK, A. H. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.6, p.908-911, 1986.
- 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.

CAMARGO FILHO, W. P. de, MAZZEI, A. R. Mercado de verduras: planejamento e estratégia na comercialização. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 45-54, 2001.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 448 p. 1984. CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Comportamento de sistemas de associação milho com feijão-macassar. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.8, n.2, p.57-62, 1987.

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).

CARPER, J. **Alimentos: o melhor remédio para a boa saúde**. Rio de Janeiro: Ed. Câmpus. 632p. 1995.

CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M.; MORETTI C. L.; FONSECA M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira** v. 24, p. 397-404. 2006.

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. 2006.

CECÍLIO FILHO, A. B. **Cultivo consorciado de hortaliças: desenvolvimento de uma linha de pesquisa**. 2005. 135 f. Tese (Livre-docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

CEYLAN, O.; MORDOGAN, N.; CAKICI, H.; YOLDAS, F. Effects of different nitrogen levels on the yield and nitrogen accumulation in the rocket. **Asian Journal of Plant Sciences**, Sanliurfa, v.1, n.1, p. 23-27, 2002.

CHINNICI, G.; DÁMICO, M.; PECORINO, B. A. multivariate statistical analysis on the consumers of organic products. **British Food Journal**, v. 104, n. 3, p. 187-199, 2002.

COELHO, R. L. **Acúmulo de nitrato e produtividade de cultivares de almeirão em cultivo hidropônico – NFT**. 2002. 67f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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.

CONSOLINI, F.; COUTINHO, E.L.M. Efeito da aplicação de Zn e do pH do solo na disponibilidade do micronutriente. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 26, no. 1, p. 7-12, 2004.

COSTA, C. C. **Consórcio de alface e rúcula**: aspectos produtivos e econômicos, 2006. 83 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

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.

COSTA, N. DE L.; RODRIGUES, A. N. A.; PAULINO, V. T. Efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento de forragem e composição química de *Paspalum atratum* BRA-009610. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 8, 2005.

DUBEY, D. N.; KULVI, G. S. Performace of sorghum (*Sorghum bicolor*) as influencie Yb intercropping and plantig geometry. **Indian Journal Agronomy**, New Delhi, v. 9, n.4, p. 353-356, 1995.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 306p. 2006.

FABRI, E .G. et al. Avaliação da qualidade de variedades de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Campo Grande-MS, v. 22, n. 2, p. 430-431, jul. 2004. Suplemento 1.

FAQUIN, V.; MARQUES, E. S.; SANTOS, H. S.; DUBOC, E. Crescimento e concentração de nitrato em alface sob influência da relação $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ e cloro na solução nutritiva e do horário de colheita. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, Petrolina, 1994. **Anais**. Petrolina, SBCS, 1994. p.152-153.

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.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. p.289-295.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FREWER, L.; SHEPHERD, D.; SPARKS, P. The interrelationship between perceived knowledge, control and risk associated with a range of food-related hazards targeted at the individual, other people and society. **Journal Food Safety**, v. 4, n. 8, p. 19-40, 1994.

GODOY HT; RODRIGUEZ-AMAYA D. Occurrence of cis isomers of provitamins A in Brazilian vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. ,v. 46, p. 3081-3086. 1998.

GONZALEZ, A. F.; AYUB, R. A.; REGHIN, M. Y. Conservação de rúcula minimamente processada produzida em campo aberto e cultivo protegido com agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, vol.24, n.3 pp. 360-362, 2006.

GUPTA, K.; BARAT, G. K.; WAGLE, D. S.; CHAWLA, H. K. L. Nutrient contents and antinutritional factors in convencional and non-convencional leafy vegetables. **Food Chemistry**, Oxford, v.2, n.31, p.105-116, 1989.

GUSMÃO, S. A. L.; LOPES, P. R.; de A.; S. W. V. D.; OLIVEIRA NETO, C. F.; PEGADO, D. S.; SILVA, C. L. P. da.; SANTOS, L. F. da S.; FERREIRA, S. G. Cultivo de rúcula nas condições do trópico úmido em Belém. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, jul. 2003. Suplemento. CD-ROM. Anais... 43º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2003.

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.

GROSS J. **Pigments in vegetables:chlorophylls and carotenoids**, Avi: Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York, 214p. 1991.

HARDER, W. C.; ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Produção e renda bruta de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) 'Cultivada' e de almeirão (*Cichorium intybus* L.) 'Amarelo' em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**. 2005, v.29, n.4, pp. 775-785.

HARDH J. E. The influence of the environment of the nordic latitudes on the quality of vegetables. **Plant Food and Human Nutrition**, v. 25, p.43-56. 1975.

HEINONEN M. I. Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 38, p. 609-612. 1990.

HORWITH, B. A role for intercropping in modern agriculture. **BioScience**, Washington, v.35, n.4, p.286-291, 1985.

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

IZUMI, H.; WATADA, A.E.; DOUGLAS, W. Low O₂ atmospheres affect storage quality of zucchini squash slices treated with calcium. **Journal of Food Science**. v. 41, n. 2, p. 317–321, 1996.

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.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. **International Journal of Food Sciences and Technology**, v.36, p.703–725, 2001.

KOLEVA, I. I.; VAN BEEK, T. A.; LINSSEN, J. P.; DE GROOT, A.; EVSTATIEVA, L. N. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. **Phytochemical Analysis**, v.13, n.1, p.8-17, 2002.

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

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenoides totais em pitangas. **Scientia Agrícola**, v. 59, p. 447–450. 2002.

MACHADO F. F.; NOVACK M. M. E.; NÖRNBERG J. L.; COLPO, E. Análise de frações de fibra alimentar em rúcula e alface em diferentes estágios de maturação, sob sistema hidropônico. **Alimentação & Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 401-406, 2011.

MAHAN, LK; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca Ltda. 1179p. 1998.

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.

MARINOVA, D.; RIBAROVA, F.; ATANASSOVA, M. Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. **Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy**, v.40, n.3, p.255-260, 2005.

MARQUEZ, M.; YEPEZ, C. E.; SUTIL-NARANJO, R.; RINCON, M. Aspectos básicos y determinación de las vitaminas antioxidantes E y A. **Investigación Clínica**, v. 43, p. 91-104. 2002.

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.

MAGRO, N. G. D.; COELHO, S. R. M.; HAIDA, K. S.; BERTÉ, S. D.; MORAES, S. S. Comparação físico-química de frutos congelados de *Butiá Erios patha* (Mart.) Becc. do Paraná e Santa Catarina - Brasil. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.06, n.11, p.33, 2006.

MELLO, C. P. T. **Desempenho produtivo das culturas de cenoura e rúcula em consórcio**. 2000. 44f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias "Júlio de Mesquita Filho", Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.639-644, 2006.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. **A cultura da rúcula**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1998. 19 p.

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.

MOREIRA, D.P.; MONTEIRO, M.C.; RIBEIRO-ALVES, M.; DONANGELO, C.M.; TRUGO, L.C. Contribution of chorogenic acids to the iron-reducing activity of coffee beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1399-1402, 2005.

MOURA, V. V. **Efeitos da adubação de solo e de doses de N em cobertura na cultura da alface**. 2009. 58p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina. 2009.

NAGATA, M.; YMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomatoes fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkishi**, Tokio, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

NASCIMENTO A. R.; FIALHO J. E. M.; MARTINS A. G. A. L.; BAYMA A. B.; GOMES S. V. Incidência de *Escherichia coli* e *salmonella* em alface (*Lactuca sativa*). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.19, n.128, p.121-124, jan. /fev. 2005.

OHSE, S.; CARVALHO, S. C.; REZENDE, B. L. A.; OLIVEIRA, J. B.; MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D. Produção e composição química de hortaliças folhosas em hidroponia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 155-163, 2012.

PIGNONE, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: A mediterranean crop for the world**. Report of a Workshop. 1996, Legnaro (Padova), Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 1997. p.2-12.

PIMPINI, F.; ENZO, M. Present status and prospects for rocket cultivation in the Veneto region. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: A mediterranean crop for the world**. REPORT OF A WORKSHOP. 1996 Legnaro (Padova), Italy'. International Plant Genetic Institute, Rome, Italy. 1997. p.51-66.

PÔRTO, M. L. A.; ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; ARAÚJO, R. C.; ARRUDA, J. A.; TOMPSON JÚNIOR, U. A. Doses de nitrogênio no acúmulo de nitrato e na produção da alface em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. p.539-543. 2012.

PURQUERIO, L. F. V. **Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa miller*) em função do nitrogênio e da densidade de plantio**. Botucatu, 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 464-470. 2007.

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

RANA, K. S.; RANA, D. S.; KUMAR, P. Growth and yield of taramira (*Eruca sativa*) as affected by nitrogen and sulphur under dryland conditions. **Indian Journal of Agronomy**. New Delhi, v.46, n.1, p168-170, 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.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VAN DER VINNE, J. Efeito da densidade de mudas por célula e do volume da célula na produção de mudas e cultivo da rúcula. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.2, p.289-297, 2004.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; OLINIK, J. R.; JACOBY, C. F. S. Efeito do espaçamento e do número de mudas por cova na produção de rúcula nas estações de outono e inverno. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 05, p. 953-959, 2005.

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.

RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G. Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.12, p.560-567, 2010.

RICHARDSON, S. J.; HARDGRAVE, M.; Effect of temperature, carbon dioxide enrichment, nitrogen form and rate of nitrogen fertilizer on the yield and nitrate content of two varieties of glasshouse lettuce. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.59, n.3, p.345-349, 1992.

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

SABA, A.; ROSATI, S.; VASSALLO, M. Biotechnology in agriculture: perceived risks, benefits and attitudes in Italy. **British Food Journal**, v. 102, n. 2, p. 114-121, 2000.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Compuestos polifenólicos: efectos fisiológicos. Actividad antioxidante. **Alimentaria**, Lisboa, p.29-40. 2002.

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.

SIGRIST, J. M. M. **Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas**. 2002. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia – Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, São Paulo.

SILVA, C. R. M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, p. 135-143. 2001.

SILVA, E. J.; CASTELLANE, P. D. Adubação NPK para a cultura da rúcula (*Eruca sativa* L.) em solos com elevadas fertilidades. In: Resumos do Congresso Brasileiro de Olericultura, 25. Blumenau, 1985. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 3 (1): 91, 1985.

SILVA, D. J.; DALL'IGNA-DEON, M.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. O. M.; SILVA, J. A. Alterações nas Concentrações de Cobre e Manganês no Solo em Cultivo de Videiras 'Syrah' Submetidas à Adubação Orgânica e Fertirrigação Nitrogenada. In: Fertibio 2012. **Anais...** Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67941/1/Davi1.pdf>> Acesso em 21 de novembro de 2012.

SIMON, P. W.; WOLFF, X. Y.; PETERSON, C. E.; KAMMERLOHR, D. S. High carotene mass carrot population. **Hortscience**, Wageningen, v.24, p.174-175. 1989.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, p. 71-81. 2002.

STEINER, F.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; PIVETTA L. G.; FIOREZE, S. Produção de rúcula e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

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

TRANI, P. E.; GRANJA, N. P.; BASSO, L. C.; DIAS, D. C. F. S.; MINAMI, K. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.25-29,1994.

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.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National nutrient database for standard**: Release 17 (July 2004). Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>. Acesso em: 19 set. 2012.

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.

VANDERMEER, J. H. The interference production principle: an ecological theory for agriculture. **BioScience**, Arlington, v.31, n. 5, p.361-364, 1981.

VASCONCELOS, R. L.; FREITAS, M. P. N.; BRUNINI, M. A. Características físico-químicas da rúcula cv. cultivada produzida no sistema convencional e no *baby leaf*. **Nucleus**, Ituverava, v.8, n.2, p. 7-14. 2011.

WATT, B.; MERRILL, A.L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division / Agricultural Research Service, 198p. 1963. (Agriculture Handbook, 8).

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.