Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Fertirrigação com nitrogênio na cultura da rúcula

Fertigation management of nitrogen in the culture of endive

Paulo Sergio Vieira Filho[1], Gabriel Queiroz De Oliveira[2], Guilherme Augusto Biscaro[2], Anamari Viegas De Araújo Motomiya[2], Luciano Oliveira Geisenhoff[2]

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias (UFGD/FCA), Rodovia Dourados - Itahum, Km 12 - Cidade Universitaria, Caixa Postal - 533 CEP: 79.804-970 Dourados MS email: paulo_svf@hotmail.com

Recebido: 14/09/2015 Aceito: 07/10/2016

Resumo: A rúcula é uma das hortaliças que vem ganhando grande importância econômica e, estudos com nitrogênio para aumento da rentabilidade é necessário. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de doses de nitrogênio aplicado via fertirrigação na cultura da rúcula em Latossolo Vermelho distroférrico. O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/ MS, cujo solo é descrito como Latossolo Vermelho distroférrico. O delineamento experimental em blocos casualizado com quatro blocos. Os tratamentos foram compostos por seis doses de nitrogênio aplicadas na água de irrigação (zero, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha^{-1}). A semeadura foi realizada no dia 20 de novembro de 2013 e, a emergência ocorreu 3 dias após a semeadura. A colheita foi realizada aos 25 dias após a emergência, sendo que os parâmetros avaliados foram o comprimento da parte aérea, número de folhas, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e produtividade. Foi realizado a análise de variância e, quando os parâmetros foram significativos, procedeu-se a análise de regressão. Conclui-se que os parâmetros da rúcula, comprimento da parte aérea, diâmetro do caule, massa seca e produtividade são influenciados pelas doses de nitrogênio em cobertura aplicadas via fertirrigação. Em função das doses de nitrogênio a produtividade ajustou ao modelo de regressão linear crescente até a dose máxima de nitrogênio de 200 kg ha^{-1}.

Palavra-chaves: *Eruca sativa* L., hortaliça, ureia.

Abstract: The arugula is one of the vegetables that has been gaining great economic importance, and studies with nitrogen to increase profitability is necessary. The aim of this study was to investigate the influence of nitrogen applied by fertigation on the rocket in Latossolo Vermelho distroférrico (Oxisol). The study was conducted at the Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, MS, Brazil whose soil is described as Oxisol. We used the experimental design was randomized blocks with four blocks. Treatments were composed of six doses of nitrogen applied in the irrigation water (zero, 40, 80, 120, 160 and 200 kg N ha^{-1}). Sowing was held on November 20, 2013, and the emergence occurred three days after sowing. The plants were harvested 25 days after emergence, and the parameters evaluated were the length of shoots, number of leaves, stem diameter, dry mass of shoots and yield. Analysis of variance was performed, and when the parameters were significant, we proceeded to regression analysis. It follows that the parameters of the rocket, shoot length, stem diameter, dry weight and yield are influenced by the levels of nitrogen applied through fertigation. Depending on the nitrogen yield adjusted to the increased linear regression model to a maximum dose of 200 kg nitrogen ha^{-1}.

Keywords: *Eruca sativa* L., vegetable, urea.

Introdução

A rúcula (*Eruca sativa*) é originária da região mediterrânea, conhecida desde a antiguidade, como uma hortaliça, onde o primeiro registro data do século I, encontrado no herbário Grego Dioscorides (MORALE; JANICK, 2002). A rúcula é uma hortaliça anual pertencente à família Brasicaceae. É uma hortaliça de porte baixo, possuindo normalmente altura de 15 a 20 cm, com folhas verdes e recortadas, tendo como centro de

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

origem e de domesticação do gênero *Eruca*, o mediterrâneo e oeste da Ásia (SILVA, 2004).

Atualmente, no Brasil, a hortaliça mais plantada e consumida é a alface, mas desde o final da década de 90 a rúcula vem conquistando mercado, sendo observado um aumento na quantidade comercializada (ALVES; SÁ, 2010). Mesmo com sua importância econômica para a horticultura, muitas vezes os resultados de pesquisas obtidos para a alface também são utilizados para a rúcula e outras culturas como a chicória, almeirão, etc. (PURQUERIO et al., 2007).

A rúcula é uma cultura de ciclo curto, e para o bom desenvolvimento é importante realizar a adubação nitrogenada no momento adequado. A elevada demanda por nitrogênio apresentada pelas hortaliças, em geral, é um dos fatores responsáveis pela utilização de altas doses de fertilizantes nitrogenados (CAVARIANNI et al., 2004).

Segundo Cunha et al. (2013), na região do nordeste de Mato Grosso do Sul a rúcula Folha Larga (Top Seed) deve ser preferida pelos produtores em relação às cultivares Apreciata Folha Larga (Feltrin) e Cultivada (Feltrin). No entanto Harder et al. (2005) e Ensinas et al. (2009) demostraram que a variedade Cultivada se adaptam bem a região de Dourados, MS.

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004). A adubação com nitrogênio (N) contribui para o aumento da produtividade das culturas por promover a expansão foliar e o acúmulo de massa. Todavia, energicamente, os processos fisiológicos na planta, que se estendem desde a absorção até a completa assimilação do N em moléculas orgânicas, são muito dispendiosos, razão pela qual doses elevadas de fertilizantes nitrogenados podem reduzir a produtividade (MARSCHNER, 1995). Uma problemática do excesso de nitrogênio na adubação de rúcula é o aumento na concentração de nitrato em suas folhas, que reduz a qualidade da hortaliça e pode dar origem a compostos carcinogênicos caso seja reduzido a nitrito após o consumo (CAVARIANNI et al., 2008).

Em Veneto na Itália, Baggio & Pimpini (1995), realizaram ensaios com 0, 100, 200, 300 kg ha^{-1} de nitrogênio na rúcula em campo, e obteve resultados interessantes com o uso de 100 kg ha^{-1}. Avaliaram também que essa quantidade deve ser aplicada na região estudada considerando o ciclo biológico da cultura e a velocidade com que o nitrogênio se acumula na planta.

As recomendações de adubação nitrogenada, encontradas na literatura para a rúcula não fazem distinções entre famílias e espécies. Camargo (1992) recomenda para a rúcula, juntamente com mais 11 culturas de famílias e espécies distintas a aplicação 30 kg ha^{-1} de N no plantio e mais 120 kg ha^{-1} de N em cobertura, em doses iguais, aos dez, vinte e trinta dias após o transplante ou emergência das plântulas (DAE).

Embora exista recomendações generalista para várias hortaliças, quando se trata de nitrogênio aplicado na água de irrigação existe vários fatores que devem ser considerados, como por exemplo, a dose, o parcelamento, a textura do solo, sistema de irrigação etc. A fertirrigação é uma técnica de adubação que utiliza a água de irrigação para disponibilizar os nutrientes ao solo cultivado. Esta aplicação é feita através do sistema de irrigação mais conveniente à cultura, para hortaliças folhosas geralemente se utiliza o gotejamento. Para otimizar a aplicação de fertilizantes nitrogenados e obter maior eficiência na ciclagem dos nutrientes a fertirrigação nitrogenada pode ser um fator determinante (CARVALHO et al., 2012).

Diante do que foi exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de doses de nitrogênio aplicado via fertirrigação na cultura da rúcula em Latossolo Vermelho distroférrico.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no período entre meses de Novembro a Dezembro de 2013, na área de irrigação experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados, MS, cujas coordenadas geográficas são 22º 11’ 45” S e 54º 55’ 18” W, com altitude de 446 m. O clima da região segundo Köppen é descrito como Cwa, ou seja mesotérmico úmido. A precipitação média anual é de 1500 mm e a temperatura média de 22ºC. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2009).

A análise química da amostra de solo na profundidade de 0,0-0,2 m no local do experimento apresentou as seguintes características (Tabela 1).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Valores da análise química do solo na profundidade de 0-20 cm, realizada antes do transplante. Dourados – MS, 2013.

pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V(%)
$CaCl_2$	mg dm^{-3}	.....		$cmol_c\ dm^{-3}$		.....			
4,90	9,73	0,30	0,11	6,83	2,42	6,69	9,55	16,24	58,92

Com base nos resultados da análise de solo e de acordo com Alvarez et al. (1999), foi efetuado a calagem em 23/06/2013 e foi realizado adubação fosfatada e postássica. Foi utilizado a cultivar de rúcula produzido pela sementes Feltrin (Cultivada). A semeadura ocorreu no dia 09/11/2013, em canteiros de 2 m contendo três fileira espaças entre 30 cm, sendo que a emergência ocorreu três dias após a semeadura. O desbaste foi realizado cinco dias após a emergência contendo uma planta a cada 6 cm.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com quatro repetições (BANZATO; KRONKA, 2006). Os tratamentos foram constituídos de seis doses de nitrogênio (zero, 40, 80, 120, 160 e 200 kg de N ha^{-1}), aplicados via água de irrigação, cuja fonte de nitrogênio foi a ureia (45%de N). Cada tratamento era constituída por 100 plantas, sendo que a área útil continha 30 plantas centrais.

O sistema de irrigação empregado foi por gotejamento, com mangueira gotejadora da marca Petrodrip®, modelo Manari, com espaçamento de 20 cm entre emissores, vazão de 1,5 L h^{-1}, com pressão de serviço de 10 m c.a., sendo instalada uma linha de irrigação para cada linha de cultivo.

O manejo de irrigação foi realizado estimando a evapotranspiração de referência (ETo) de acordo com o método de Penman-Monteith e calculando a evapotranspiração da cultura utilizando o coeficiente de cultura (kc) proposto por Allen et al (1998).

Os elementos meteorológicos foram coletados da estação automática situado na Universidade Federal da Grande Dourados município de Dourados, MS, que se encontra a 500 m da área experimental.

A Evapotranspiração da cultura (ETc) foi estimada de acordo com a equação 1, seguida de adaptações para irrigação localizada, calculada de acordo com equação 2 (BERNARDO et al., 2008).

$$ETc = ETo\ kc \quad (1)$$

Em que:

kc – coeficiente de cultura (ALLEN et al., 1998).

$$ETc_{Loc} = ETc\ k_L \quad (2)$$

Em que:

ETc_{Loc} - evapotranspiração da cultura conforme o método de irrigação localizada, mm dia^{-1}; k_L – fator de correção conforme o método de irrigação localizada, estimado de acordo com a equação 3 de Keller e Bliesner, descrito em Bernardo et al. (2008).

$$k_L = 0{,}1\ \sqrt{PAM} \quad (3)$$

Em que:

PAM – Porcentagem da área molhada.

Para o cálculo da lâmina de irrigação foi utilizado o critério de água facilmente disponível para irrigação (AFD_{Loc}), sendo calculada conforme a equação 4.

$$AFD_{Loc} = \left(\theta_{cc} - \theta_{pmp}\right) Z\ "p"\ \frac{PAM}{100} \quad (4)$$

Em que,

θ_{cc} - umidade do solo na capacidade de campo (potencial mátrico de -10 kPa, $m^3\ m^{-3}$); θ_{pmp} - umidade do solo no ponto de murcha permanente (potencial mátrico de -1500 kPa, $m^3\ m^{-3}$);

Z – profundidade do sistema radicular (mm); "p" – fator de depleção de água no solo (0,3) recomendado por Allen et al. (1998).

As fertirrigações foram parceladas em quatro aplicações (1/4 da dose de cada tratamento), aos 5, 10, 15 e 20 DAE. Para a injeção dos fertilizantes, foi utilizado um injetor diferencial de pressão.

A colheita foi realizada aos 25 DAE. Os parâmetros avaliados foram comprimento da parte aérea, número de folhas, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e produtividade.

Os parâmetros estudados foram submetidos à análise de variância e, quando os parâmetros foram significativos, no nível de 5% de probabilidade foram realizados a análise de regressão, utilizando o programa SAS 9.1.

Resultados e discussão

O número de folhas (NF) não apresentou significância pelo teste F, em função das doses de nitrogênio (N) (Quadro 2). O comprimento da parte aérea (CPA) diâmetro do caule (DC), massa seca (MSPA) e produtividade (PROD) da rúcula foram

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

significativos no nível de 0,01% de probabilidade em função das doses de N. O coeficiente de variação (CV) foi de 16,20%; 6,64%; 11,54%, 28,73 e 29,06%, para o NF, CPA, DC, MSPA e PROD respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Quadrado médio dos parâmetros; número de folhas (NF) comprimento da parte aérea (CPA) diâmetro do caule (DC), massa seca (MSPA) e produtividade da rúcula (PROD) em função das doses de nitrogênio. Dourados-MS, 2013.

FV	GL	NF	CPA	DC	PROD	MSPA
Bloco	4	2,7645	1,81536	0,21259	3187819	0,5188
DN[1]	5	5,1342^{ns}	159,299***	2,65179***	61379897***	5,8862***
Resíduo	20	2,7225	1,80514	0,23567	3285028	0,4095
CV(%)	-	16,20	6,64	11,54	28,73	29,06

*** significativo a 0,01% de probabilidade pelo teste F. [1]Doses de nitrogênio

A resposta do CPA em função das doses de nitrogênio aplicados em fertirrigação ajustou-se ao modelo de regressão linear crescente, logo, não foi possível encontrar qual a dose de N que proporcionou o maior CPA (dose ótima). O modelo de regressão estimado obteve precisão de 98,2%, sendo que o maior, CPA foi de 26,9 cm, encontrada aplicando a dose de 200 kg ha^{-1} de N (Figura 1). A variação entre a máxima e mínima valor do diâmetro do caule foi de 14,72 cm, ou seja, as doses de N propiciaram CPA mais robustos e vigorosos.

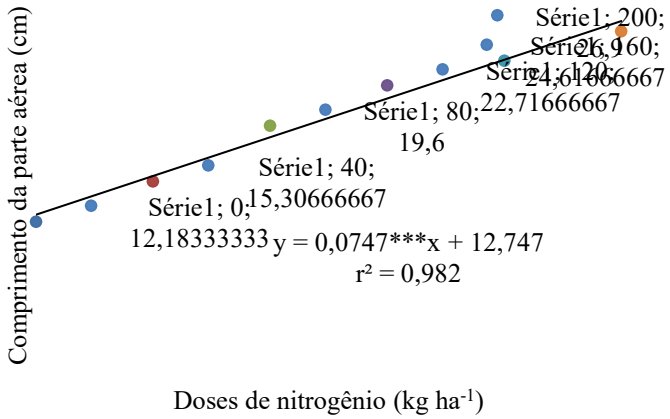


Figura 1. Comprimento da parte aérea da rúcula em função das doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação. Dourados-MS, 2013. *** significativo a 0,01% de probabilidade pelo teste t.

Tanto o DC como a MSPA apresentaram comportamento quadrático (Figura 2 e 3). Observou-se que o DC f foi significativo a 0,01% de probabilidade e modelo matemático com 92,8% de precisão, sendo que o maior DC foi alcançado com dose estimada em 135 kg ha^{-1} de nitrogênio Como pode ser visto, houve aumento da massa fresca até a dose de 135,0 kg ha^{-1}, no qual o incremento na DC, em comparação com a rúcula sem dose de nitrogênio, foi de 38,71%, no qual obteve 4,76 mm.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

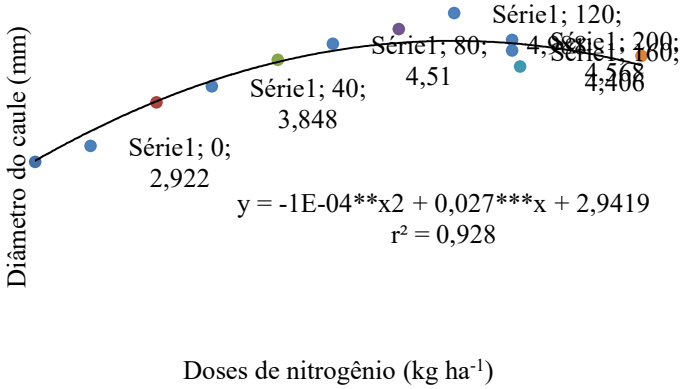


Figura 2 - Diâmetro do caule da rúcula em função das doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação. Dourados-MS, 2013. **; *** significativo a 1% e 0,01% de probabilidade pelo teste t respectivamente.

No presente estudo, supostamente, as doses de nitrogênio adicionado via fertirrigação acima de 135,0 kg ha^{-1}, promoveram desiquilíbrio nutricional, contribuindo para a redução nos valores da massa fresca da parte aérea. Segundo Faquin (1994), o nitrogênio em excesso pode reduzir a absorção de outros elementos essenciais, levando à deficiência nutricional, com reflexos sobre a produção.

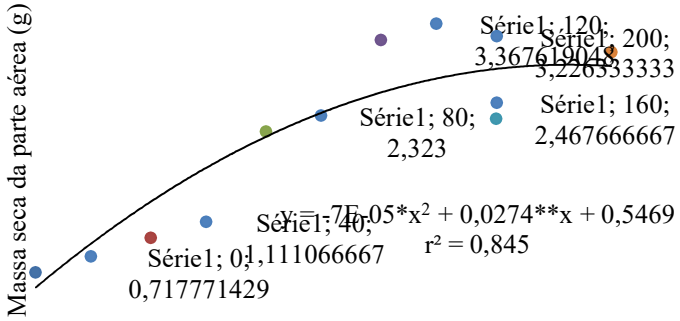


Figura 3. Massa seca da parte aérea em função das doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação. Dourados-MS, 2013. *; ** significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t respectivamente.

A produtividade em função das doses de nitrogênio ajustou-se ao modelo de regressão linear com coeficiente angular significativo (P<0,0001). A dispersão dos valores ao acaso proporcionou coeficiente de determinação (R^2) de 85,6%, no entanto classificado como alto conforme Hopkins (2000). A produtividade com a dose zero de nitrogênio foi na ordem de 1775,0 kg ha^{-1} e, com a maior dose testada (200 kg ha^{-1} de N) o valor encontrado foi de 10440,0 kg ha^{-1}, obtendo acréscimo de 8665,0 kg ha^{-1}, ou seja, diferença de 490% (Figura 4). Isso evidencia que a aplicação de nitrogênio em cobertura via fertirrigação proporciona produtivdade maior e, corrobora para o aumento da produtividade e assim justificando a aplicação de doses acima de 200 kg ha^{-1} de N para a cultura da rúcula. Tavares e Junqueira (1999) trabalhando com nitrogênio em alface mostram que o mesmo promoveu bom desenvolvimento vegetativo, sendo este dirigido preferencialmente para as partes fotossinteticamente mais ativas da

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

planta, por isso o mesmo é encontrado geralmente em maiores quantidades em suas folhas.

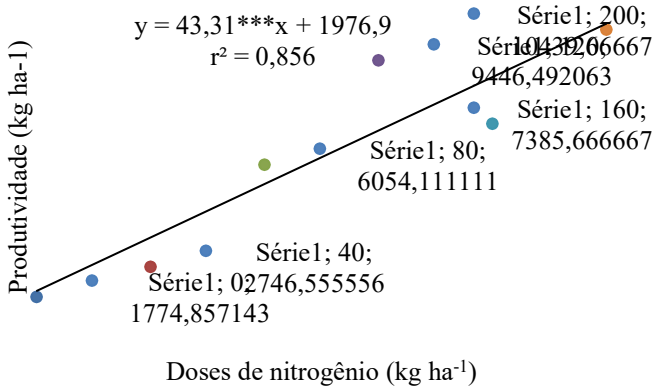


Figura 4 - Produtividade da rúcula em função das doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação. Dourados-MS, 2013. *** significativo a 0,01% de probabilidade pelo teste t.

Ratke et al. (2011), trabalhando com fertilizantes nitrogenados de liberação lente e também a ureia, verificaram que as máximas produções de matéria fresca de folhas de rúcula foram obtidas com as doses de 600 kg ha^{-1}; 490 kg ha^{-1}; 765 kg ha^{-1} e 462 kg ha^{-1} de N com o uso de uréia, Entec 26®, Kimcoat N® e Super N®, respectivamente.

Conclusões

Em Latossolo Vermelho distroférrico, os parâmetros da rúcula, comprimento da parte aérea, diâmetro do caule, massa seca e produtividade são influenciados pelas doses de nitrogênio em cobertura aplicadas via fertirrigação.

Em função das doses de nitrogênio a produtividade ajustou ao modelo de regressão linear crescente até a dose máxima de nitrogênio de 200 kg ha^{-1}.

Referências bibliográficas

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements.** Rome: FAO, 1998. 301p.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5a aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. 359p.

ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; Avaliação do vigor de sementes de rúcula pelo teste de lixiviação de potássio. **Revista Brasileira de Sementes,** v. 32, n. 2, p. 108-116, 2010.

BAGGIO, C.; PIMPINI, F.; Preliminary results of agronomic trials on rocket conducted by the ESAV. **Agency for the Rural Development of the Veneto Region**, p.12-14, 1995.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: 4º ed. FUNEP, 2006. 237p.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8º.ed. UFV, 2008. 625p.

CAMARGO LS. **As hortaliças e seu cultivo**. 3 ed. Campinas: Cargil. 1992.252 p

CARVALHO, K.S.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVEIRA, M.H.D.; CABRAL, C.E.A.; LEITE, N. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p. 1545-1553, 2012.

CAVARIANNI RL; CONRADI MM; CECÍLIO FILHO AB; MAY A; CAZETTA JO. Acúmulo de nitrato em cultivares de rúcula em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 44. **Anais...** Campo Grande, SOB (CD-ROM).

CAVARIANNI, R.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CAZETTA, J.O.; MAY, A.; CORRADI, M.M. Concentrações de nitrogênio na solução nutritiva e horários de colheita no teor de nitrato em rúcula. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 44-49, 2008.

CUNHA, F.F.; GODOY, A.R.; MAGAHÃES, F.F.; CASTRO, M.A.; LEAL, A.J.F. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Water Resources and Irrigation Management**, v.2, n.3, p.131-141, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa Solos, 2009. 412 p.

ENSINAS, S.C.; BISCARO, G.A.; BORELLI, A.B.; MÔNANCO, K.A.; MARQUES, R.J.R.; ROSA, Y.B.C.J. Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula. **Agrarian,** v.2, n.3, p.7-17, 2009.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESALFAEPE, 1994. 227p.

HARDER, W.C.; ZÁRATE, 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**, v. 29, n. 4, p. 775-785, 2005.

HOPKINS, W. G. **Correlation Coefficient**. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>. Acesso: 02 Jan de 2014.

MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2.ed. N. York: Ac. Press. 1995. 889p.

MORALES, M.; JANICK, J. **Arugula: a promising specialty leaf vegetable**. Reprinted from: Trends in new crops and new uses. 2002.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOA, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 464-470, 2007.

RATKE, R.F.; VERGINASSI, A.; BASTO, D.C.; MORGADO, H.S.; SOUZA, M.R.F.; FERNANDES, E.P. Production and levels of foliar nitrogen in rocket salad fertilized with controlled-release nitrogen fertilizers and urea. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 246-249, 2011.

SILVA, M. A. B. GEAGESP. **Seção de Economia**. São Paulo-SP: Comunicação pessoal, 2004.

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

TAVARES, H.L.; JUNQUEIRA, A.M.R. Produção hidropônica de alface cv. Verônica em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 240-243, 1999.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A. Rúcula (Pinchão) *Eruca vesicaria sativa* (Mill.). **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, jul. 2005. Suplemento. CD-ROM.