Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Cultivo de *Eruca sativa* sob diferentes manejos nutricionais

Growing Eruca sativa under different nutritional managements

Dirk Daniel Dijkstra, Ubiratan Longo, Ivan Henrique Guilherme, Ricardo Valim Ferreira, Lays Nathany de Siqueira Dias, Wilian Henrique Diniz Buso

Instituto Federal Goiano – Campus Ceres (IF Goiano). Caixa Postal 51, Rodovia GO 154, Km 03, s/n, Zona Rural – Ceres – GO, CEP 76.300-000, dirk.dijkstra@ifgoiano.edu.br

Recebido em: 14/07/2014 Aceito em:10/04/2017

Resumo. Com a presente pesquisa objetivou-se avaliar o desempenho agronômico de *Eruca sativa* (rúcula) com aplicação de diferentes fontes e doses de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do IF Goiano Câmpus Ceres. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 com duas fontes de N (ureia normal e protegida), quatro doses N (0, 80, 160, 240 mg dm^{-3}) e oito repetições. Cada unidade experimental foi constituída por tubetes com capacidade para 0,3 dm^3 de solo e duas plantas. Foram realizadas duas aplicações de cobertura sendo a primeira no dia seguinte ao desbaste e a segunda dez dias após a primeira. As fontes de nitrogênio aumentaram a altura das plantas, com resposta linear. Para o número de folhas as maiores quantidades foram obtidas com dose de 177,77 e de 350 mg dm^{-3}, para ureia protegida e normal, respectivamente. As doses que possibilitaram as maior massa fresca de raízes foram de 150 mg dm^{-3} para ureia protegida e de 350 mg dm^{-3} para ureia normal. As doses de 200 e 350 mg dm^{-3} para ureia protegida e normal, respectivamente, proporcionaram massa fresca da parte aérea mais elevada. As massa secas das folhas apresentaram maiores valores nas dosagens de 176,5 mg dm^{-3} de ureia protegida e de 192,3 mg dm^{-3} de ureia normal. O número de folhas, massa fresca de raízes e parte aérea e massa seca das folhas apresentaram respostas quadráticas em função das doses de N. A adubação nitrogenada promove incrementos nas características agronômicas de *Eruca sativa* (rúcula).

Palavras-chave: *Eruca sativa*, hortaliças, ureia, ureia protegida

Abstract. The present work aimed to evaluate the agronomic performance of *Eruca sativa* (rocket) with application of different sources and doses of nitrogen in coverage. The experiment were conducted in a greenhouse at the experimental area of IF Goiano - Campus Ceres. The experimental design was completely randomized in a 2x4 factorial design with two N sources (regular urea and protected urea), four doses (0, 80, 160, 240 mg dm^{-3}) and eight replicates. Each experimental unit consisted of tubes planting with a capacity of 0.3 dm^3 of soil and two plants. There were two covering applications, being the first the day after thinning and the second, ten days after the first. The sources of nitrogen increased plant height, with linear response. Larger quantities for the number of leaves were obtained at doses of 177.77 and 350 mg dm^{-3} for protected and regular urea, respectively. Doses that enabled the highest fresh root mass were 150 mg dm-3 for protected urea and 350 mg dm-3 for regular urea. Doses of 200 and 350 mg dm-3 for protected and regular urea, respectively, provided the highest fresh weight of aerial part. The dry weight of leaves had higher values at doses of 176.5 mg dm-3 for protected urea and 192.3 mg dm-3 for regular urea. The number of leaves, fresh weight of roots and aerial part and dry mass of leaves showed quadratic responses depending on the doses of Nitrogen. Nitrogen fertilization promoted increases in agronomic characteristics of *Eruca sativa* (rocket).

Keywords: *Eruca sativa*, normal urea, protected urea, vegetable

Introdução

A rúcula (*Eruca sativa*) originária do sul da Europa e da parte ocidental da Ásia é uma hortaliça folhosa herbácea de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, e produz folhas ricas em vitaminas A, C e sais minerais, principalmente cálcio e ferro. As folhas tenras são muito apreciadas na forma de salada. No Brasil, é mais

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

conhecida nos Estados do Sul e Sudeste, principalmente entre os descendentes de italianos, espanhóis e portugueses, mas atualmente já é cultivada e consumida em todas as regiões, preferencialmente na forma de salada crua e em pizzas (Steiner et al., 2011). O consumo de rúcula vem aumentando nos últimos anos no mundo devido ao sabor picante de suas folhas, servindo para enfeitar saladas e ainda possui grande potencial para a saúde humana devido a presença vários componentes benéficos (D'Antuono et al., 2009). Dentre estes pode-se citar os carotenoides, vitamina C, fibras, flavonoides, glucosinolates (GLs) e precursores de isothiocyanates (ITCs) (Barillari et al., 2005).

O crescimento na quantidade comercializada e a sua valorização na cotação são indicadores de que a rúcula é rentável. Contudo, apesar de sua importância econômica para a horticultura, existem poucos estudos relacionados ao manejo da nutrição (Purquerio et al., 2007).

Devido ao ciclo curto, para o bom desenvolvimento é importante realizar a adubação nitrogenada no momento adequado. A elevada demanda por nitrogênio (N) apresentada pelas hortaliças, em geral, é um dos fatores responsáveis pela utilização de altas doses de fertilizantes nitrogenados (Cavarianni et al., 2008). Para aperfeiçoar a aplicação de fertilizantes nitrogenados e obter maior eficiência na ciclagem dos nutrientes a fertirrigação nitrogenada pode ser um fator determinante.

O N é um nutriente importante pelas alterações morfo-fisiológico que provoca nas plantas. Qualitativamente, é o nutriente mais importante para o seu desenvolvimento e que está presente em maior concentração na matéria seca do que qualquer outro elemento (Engels & Marschner, 1995).

As informações sobre a nutrição da rúcula no Brasil são escassas. Muitas vezes os resultados de pesquisas obtidos para a alface são utilizados como orientação para a realização da adubação dessa cultura. As recomendações de adubação nitrogenada encontrada na literatura para a rúcula não fazem distinções entre famílias e espécies, ou seja, juntamente com outras culturas como alface, almeirão, chicória, escarola e agrião d'água recomenda-se 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 (Purquerio et al., 2007). Assim, respostas satisfatórias nem sempre são atingidas tanto na produtividade como na qualidade do produto, ocasionando frustrações na produção. Como é uma hortaliça folhosa, a adubação nitrogenada e seu manejo são extremamente importantes para o sucesso da cultura, devendo-se ter informações específicas e claras sobre a melhor dose de N a ser utilizada (Steiner et al., 2011).

Cantarella (2007) considera que a aplicação de fertilizantes nitrogenados de liberação lenta ou controlada tem como objetivo aumentar a eficiência do uso, que podem ser classificados em dois grupos: os formados por compostos de condensação da ureia e ureia formaldeído e os formados por produtos encapsulados ou recobertos.

Fontes alternativas de N, como a ureia revestida com polímero ou gel podem reduzir perdas por volatilização de amônia, além de possibilitar suprimento de N durante maior parte do ciclo da cultura (Bono et al., 2006; Menéndez et al., 2006), melhorando o aproveitamento do N (Pasda et al., 2001). Segundo Vitti & Reirinchs (2007), os fertilizantes de liberação lenta são produtos com propriedades de dissolução mais lenta no solo que, em geral, podem ser obtidos mediante mudanças na estrutura dos compostos nitrogenados ou através do recobrimento do fertilizante com materiais pouco permeáveis.

Em função da escassez de informações técnicas para cultura da rúcula, com o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes fontes e doses de N nos componentes de produtividade de rúcula, cultivadas em latossolo vermelho amarelo na região de Ceres, Goiás.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, durante os meses de março e abril de 2014, em casa de vegetação com cobertura plástica e laterais com tela anti-afídio.

Foi utilizado Latossolo Vermelho Amarelo de textura media (EMBRAPA, 2006). O resultado da análise do solo utilizado na presente pesquisa apresentou o seguinte resultado: Ca = 2,1; Mg = 1,0; k = 0,20; Al = 0,0; H = 3,5 ($cmol_c$ dm^{-3}); P = 7,6; K = 109,0 (mg dm^{-3}); pH = 5,5 ($CaCl_2$); saturação por bases 65,80% e M.O. = 1,8 g kg^{-1}, foram determinados conforme EMBRAPA (1997).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 com duas fontes de N (ureia normal e ureia protegida) e quatro doses (0, 80, 160, 240 mg dm^{-3}), com oito repetições.

Cada unidade experimental foi constituída por tubetes com capacidade para 0,3 dm^3 de solo. O solo foi coletado e peneirado em malha de 4 mm, sendo realizado adubação com fósforo e potássio, ambas na dose de 200 mg dm^{-3}, cujas fontes utilizadas foram superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente, de acordo com Carvalho et al. (2012).

A semeadura foi realizada no dia 18/03/2014, com aproximadamente cinco sementes em cada tubete. A emergência ocorreu no dia 22/03/2014. Cinco dias após a emergência realizou-se o desbaste, deixando duas plantas por unidade experimental. Durante todo o período experimental a umidade foi monitorada pelo método gravimétrico (Carvalho et al., 2012), mantendo-se o solo dos tubetes a 80% da capacidade de campo, o volume de água reposto diariamente foi realizado tomando-se sempre o cuidado de não promover a percolação de água no fundo do tubete de modo a evitar as perdas de N por lixiviação, conforme Steiner et al. (2011).

A adubação nitrogenada foi parcelada em duas vezes, sendo 50% realizada no primeiro e 50% no décimo primeiro dia após o desbaste. Em cada aplicação as doses de N foram diluídas em 80 ml de água sendo destinados 10 ml da solução para cada parcela.

Aos 25 dias após o desbaste foi realizada a contagem das folhas, a medição da altura e o corte das plantas separando as raízes, as amostras de raízes foram peneirada e lavada, e em seguida foi realizado a pesagem da massa fresca das raízes e da parte aérea. A altura das plantas foi medida com régua graduada e a pesagem foi realizada com balança analítica de precisão.

Após a pesagem da massa fresca a parte aérea foi acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar a 65°C por 72 horas e em seguida foram pesadas para a determinação de massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de ScottKnott ao nível de 5% de significância. Procedeu-se também a análise de regressão em função das doses de N. As análises foram feitas com auxílio do software R (R Development Core Team, 2014) utilizando o pacote easyanova (Arnhold 2013) para realizar o desdobramento das interações.

Resultados e Discussões

Não houve interação significativa ($P>0,05$) para fontes e doses de N para altura de plantas. E também não ocorreu efeito significativo ($P>0,05$) entre as diferentes fontes de ureia. Para as doses de N ocorreu diferença significativa ($P<0,05$).

Na Figura 1, observa-se que houve aumento linear na altura da planta à medida que se alterou a dose de N de zero até 240 mg dm^{-3} para ambas as fontes. As medias variaram de 6,21 cm na ausência de N para 16,79 cm para a maior dose indicando incrementos maiores que 100% na altura das plantas. Isso demonstra que o aumento na dose de N proporciona incrementos na altura das plantas independentemente do tipo de fonte utilizada. Cavarianni et al. (2008) e Carvalho et al. (2012) observaram efeito linear quando aumentaram a dose de N na altura de plantas de rúcula e verificaram ainda melhor aspecto visual das folhas na maior dose de N.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

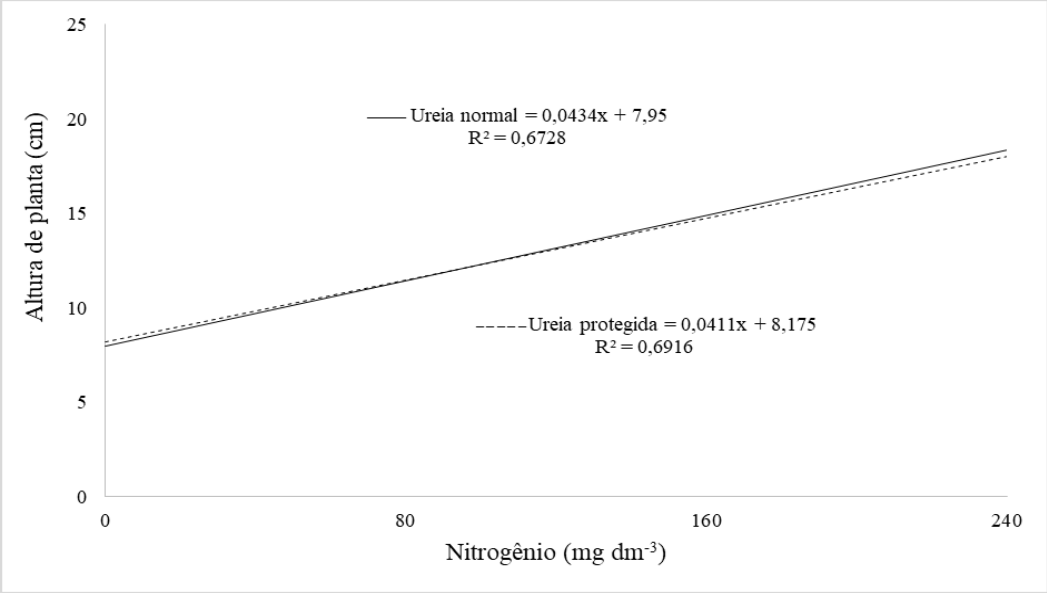

Figura 1. Altura de plantas de rúcula submetidas a diferentes fontes e doses de ureia.

Não ocorreu interação significativa (P>0,05) entre fontes e doses de N para o número de folhas. Existiu efeito significativo (P<0,05) entre as fontes nitrogenadas. A ureia normal e a protegida apresentaram 6,60 e 5,91 folhas, respectivamente. Devido a rúcula ser uma cultura de ciclo rápido a maior disponibilidade de N da ureia normal proporcionou aumento no número de folhas em relação à fonte protegida que possui liberação lenta.

O número de folhas foi influenciado significativamente pelas doses de N (P<0,05). A Figura 2 demonstra que ocorreu efeito quadrático em função do incremento de N. A dose máxima que proporcionou maior número de folhas foi de 177,77 e 330 mg dm^{-3} para as fontes com ureia protegida e normal, respectivamente. O N promove alterações fisiológicas na planta que contribui para aumento do desenvolvimento vegetativo e consequentemente aumento na quantidade de folhas emitidas, que é a parte comercializada e mais importante. No trabalho desenvolvido por Carvalho et al. (2012) verificaram que número de folhas apresentou comportamento linear quando aumentaram a dose de N.

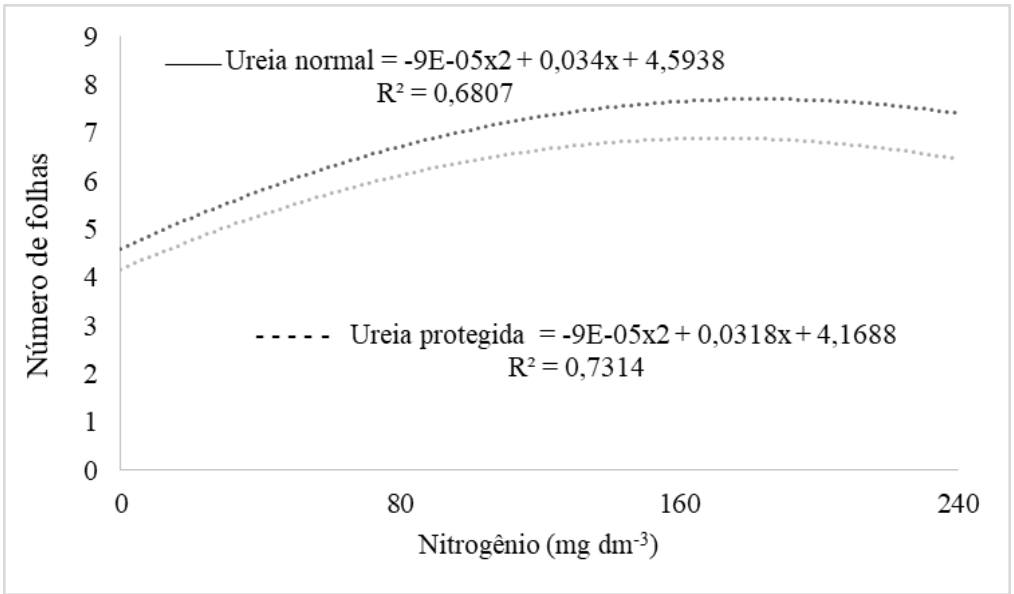

Figura 2. Número de folhas de rúcula submetidas a diferentes fontes e doses de ureia.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Ocorreu interação significativa (P<0,05) entre doses de N e as fontes de N para a massa fresca da raiz, conforme Tabela 1. As medias foram iguais (P>0,05) na dose zero para ambas as fontes e a partir da dose de 80 até 240 mg dm^{-3} a fonte ureia normal foi estatisticamente superior (P<0,05) a ureia protegida. Esta maior massa de raízes para ureia normal pode ser devido a maior disponibilidade de N para as plantas devido ao ciclo curto que a cultura da rúcula possui. A ureia normal apresentou diferença estatística (P<0,05) para todas as doses de N com valores variando de 0,14 a 1,12 g $tubete^{-1}$, conforme aumentou a dose de N de zero para 240 mg dm^{-3}, respectivamente. Para a ureia protegida as doses de 160 e 240 mg dm^{-3} foram estatisticamente iguais (P>0,05) e ambas diferiram (P<0,05) das demais doses de N com maior massa fresca de raízes.

Tabela 1. Desdobramento da interação entre fontes e doses de N para massa fresca da raiz (g $tubete^{-1}$).

Fonte	Doses de N (mg dm^{-3})			
	0	80	160	240
Ureia normal	0,14 a D	0,73 a C	0,82 a B	1,12 a A
Ureia protegida	0,18 a C	0,63 b B	0,72 b A	0,78 b A
CV%	9,49			

Medias seguida de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são iguais estaticamente pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

A massa fresca da raiz mostrou efeito quadrático (Figura 3), conforme aumentou as doses de N. A maior massa fresca das raízes ocorreu na dose de 150 mg dm^{-3} de ureia protegida e 350 mg dm^{-3} de ureia normal. Houve um incremento de 700% na massa fresca de raiz, na ausência de N até a maior dose quando utilizou-se ureia normal e de 333% para ureia protegida.

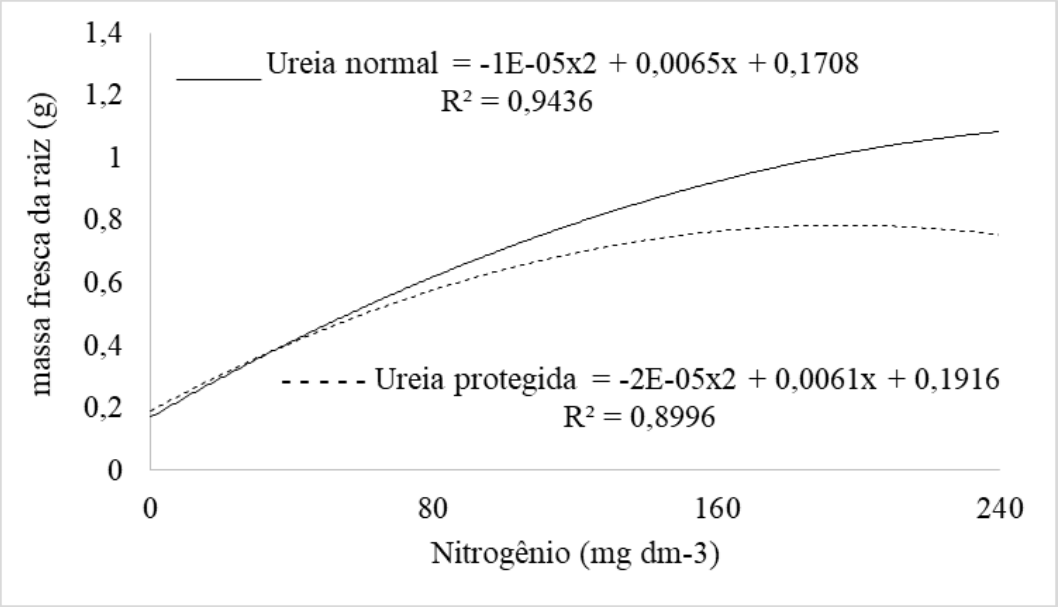

Figura 3. Massa fresca das raízes (g $tubete^{-1}$) de rúcula em resposta a adubação nitrogenada com diferentes fontes de ureia.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Houve interação significativa (P<0,05) entre fontes e doses de N para massa fresca da parte aérea, conforme Tabela 2. Nas doses zero e 160 mg dm^{-3} não ocorreu diferença (P>0,05) entre as duas fontes de N. Para as doses de 80 e 240 mg dm^{-3} ocorreu diferença significativa (P<0,05) entre as fontes. A ureia normal apresentou maior massa fresca com valores de 6,06 e 9,89 g $tubete^{-1}$, respectivamente, e a ureia protegida a produção foi de 5,33 e 7,85 g $tubete^{-1}$, respectivamente para as mesmas doses de 80 e 240 mg dm^{-3} (Tabela 2). Resultados encontrados por Ratke et al. (2011) destacam que o uso de fontes de liberação lenta e com inibidores de uréase promoveram maior produção de massa fresca de folhas de rúcula, mas o aumento de doses independente da fonte promoveu incrementos na produção de massa fresca.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre fontes e doses de nitrogênio para massa fresca da parte aérea (g $tubete^{-1}$).

Fonte	Doses (mg dm^{-3})			
	0	80	160	240
Ureia normal	0,74 a D	6,06 a C	8,13 a B	9,89 a A
Ureia protegida	0,66 a D	5,33 b C	7,85 a A	7,16 b B
CV%		6,06		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são iguais estaticamente pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

A massa fresca da parte aérea foi descrita por modelo quadrático (Figura 4). A máxima produção de massa fresca da parte aérea ocorreu na dose de 200 e 350 mg dm^{-3}, respectivamente, para ureia protegida e ureia normal. A adubação com N promoveu incrementos na massa fresca de 8,6 e 13,13 g, respectivamente, para ureia protegida e ureia normal (Figura 4), isto indica que há limites para a aplicação de N, pois doses muito altas leva a perdas por lixiviação, volatilização e pode causar efeitos fisiológicos negativos para o desenvolvimento da planta.

Vários autores observaram efeito quadrático para produção de massa fresca das folhas de rúcula, Ratke et al. (2011) observaram comportamento semelhante a esta pesquisa, tanto para fonte protegida ou não, tiveram o mesmo comportamento, e para os mesmos autores o uso de fontes de N protegidos tem a vantagem de reduzir custos com aplicações parceladas na cultura. Steiner et al. (2011) trabalharam com nitrato de amônio e ureia e observaram que a produção de massa fresca foi superior para o nitrato de amônio em relação a ureia, mas ambos tiveram comportamento quadrático e Carvalho et al. (2012) utilizaram somente ureia e observaram o mesmo comportamento desta pesquisa. Barros Júnior et al. (2011) observaram que a produção de massa fresca de folhas aumentaram, a medida que, ocorreu aumento na dose de N aplicada e ainda ouve efeito quadrático entre massa fresca das folhas e doses de N.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

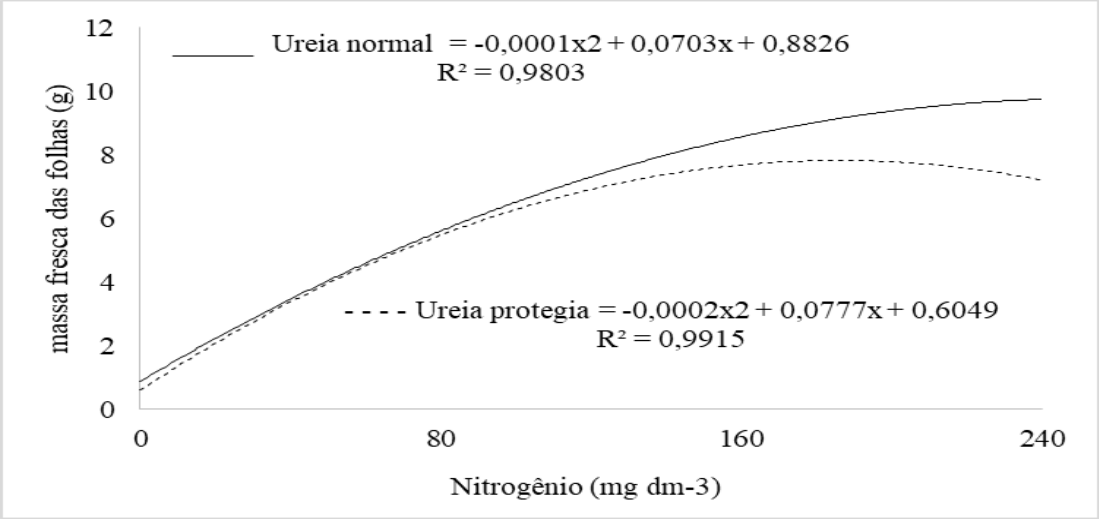

Figura 4. Massa fresca das folhas de rúcula (g tubete^{-1}) em respostas à adubação nitrogenada com diferentes fontes de ureia

Ouve interação significativa (P<0,05) entre fontes e doses de N para massa seca da parte aérea, conforme apresentado na Tabela 3. Quando se utilizou ureia normal, a dose de 240 mg dm^{-3} foi a que apresentou maior massa seca com 0,64 g tubete^{-1}. Na fonte protegida, a dose de 160 mg dm^{-3} foi a que proporcionou maior produção cujo valor foi 0,54 g tubete^{-1}. A duas fontes apresentaram resultados iguais estatisticamente (P>0,05) para as doses de zero e 80 mg dm^{-3} e a ureia normal apresentou resultados superiores (P<0,05) paras as doses de 160 e 240 mg dm^{-3} (Tabela 3). Estes resultados mostram que as fontes se comportam de modo diferente para as diversas culturas, e em muitos casos as fontes de liberação rápida podem favorecer plantas de ciclo rápido.

No trabalho desenvolvido por Purquerio et al. (2007) relataram que a massa seca da parte aérea de rúcula aumentou com o acréscimo de N. Os mesmos autores destacaram que escolha da dose de N para a adubação da rúcula, deve ser aquela que melhor atenda ao conjunto das características estudadas, que no caso, a melhor dose foi de 240 mg dm^{-3} para ureia normal e de 160 mg dm^{-3} para ureia protegida, conforme apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre fontes e doses de nitrogênio para massa seca da parte aérea de folhas de rúcula (g tubete^{-1}).

Fonte	Doses (mg dm^{-3})			
	0	80	160	240
Ureia normal	0,07 a D	0,47 a C	0,61 a B	0,68 a A
Ureia protegida	0,06 a C	0,44 a B	0,54 b A	0,48 b B
CV%	9,75			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são iguais estaticamente pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

A massa seca de folhas apresentou efeito quadrático significativo (P<0,05) para ambas as fontes de N estudadas. Para ureia normal a massa seca máxima foi atingida na dose de 192,3 mg dm^{-3} e para a protegida foi de 176,5 mg dm^{-3}. O aumento da adubação com N incrementou na

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

quantidade de folhas e consequentemente no dossel fotossintético que aproveita melhor a energia solar e aumentou a produção de fotoassimilados resultando em maior massa seca. Carvalho et al. (2012) trabalharam com ureia normal e verificaram que a massa seca das folhas foi maior na dose de 139 mg dm^{-3}. Ratke et al. (2011) encontraram efeito linear utilizando ureia normal e protegida com polímero.

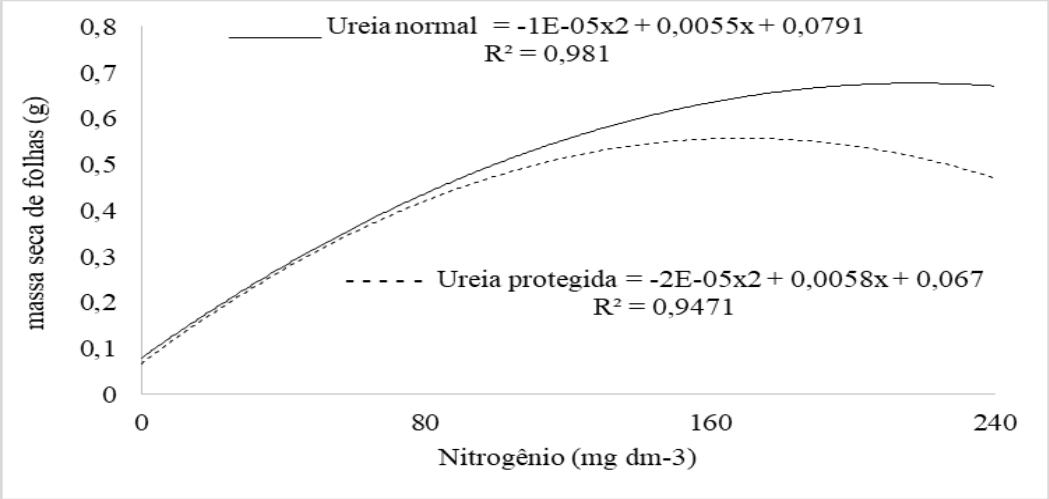

Figura 5. Massa seca da parte aérea de folhas de rúcula (g $tubete^{-1}$) em respostas à adubação nitrogenada com diferentes fontes de ureia.

Segundo Purquerio et al. (2007) o aumento da área foliar ou do dossel fotossintético, tem como objetivo promover melhor aproveitamento da energia solar relacionada com a geração de fotoassimilados e consequentemente com a maior produção de massa seca de folhas. Os mesmos autores encontraram efeito quadrático para a massa seca da parte aérea das plantas de rúcula.

Conclusões

A ureia normal é a melhor fonte para adubação de rúcula nas condições estudadas.

Outras pesquisas devem ser realizadas considerando a utilização ou não de adubações parceladas, como a aplicação de diferentes fontes e doses em uma única vez após o desbaste.

Referências

ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. **Brazilian Journal Veterinary Reseach Animal Science** 50: 488-492, 2013.

BARILLARI, J.; CANISTRO, D.; PAOLINI; FERRONI, F.; PEDULLI, G.F.; IORI, R.; VALGIMIGLI, L.. Direct antioxidant activity of purified glocoerucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (*Eruca sativa* Mill.) seeds and sprouts. **J. Agric. Food Chem.**, n. 53, p. 2475-2482, 2005.

BARROS JÚNIOR, A.P.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; PÔRTO, D.R.Q.; PRADO, R.M. Nitrogen fertilization on intercropping of lettuce and rocket. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.3, p.398-403, 2011.

BONO, J. A. M.; SETTI, J. C. A.; SPEKKEN, S. S. P. O N protegido como alternativa de fertilizante para o uso no plantio da cultura do algodão. **Ensaios e Ciência**, Campo Grande, v.10, n.1, p.39-45, 2006.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.V.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 375-470, 2007.

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. 1 5 4 5, 2012.

CAVARIANNI, R.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CAZETTA, J.O.; MAY, A.; CORRADI, M.M.

Concentrações de N na solução nutritiva e horários de colheita no teor de nitrato em rúcula. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.44-49, 2008.

D'ANTUONO, L.F.; ELEMENTI, S.; NERI, R. Exploring new potential health-promoting vegetables: glucosinolates and sensory attributes of rocket salads and related Diplotaxis and Eruca species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.89, p.713-722, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Manual de métodos de análises químicas de solos**. 2.ed. rev. atual.1997. 212p.

ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E.P. Nitrogen fertilization in the environment. New York: **Marcel Dekker**, p.41-71, 1995.

ESIYOK, D.; BOZOKALFA, M.K.; KAVAK, S.; UGUR, A. Seed Yield, Quality and Plant Characteristics Changes of Rocket Salad (*Eruca sativa* Mill.) under Different Nitrogen Sources and Vegetation Periods. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, p.8, n.1, p.53-59, 2013.

MENÉNDEZ, S.; MERINO, P.; PINTO, M.; GONZÁLEZ-MURUA, C.; ESTAVILLO, J. M. 3,4-Dimethylpyrazol phosphate effect on nitrous oxide, nitric oxide, ammonia, and carbon dioxide emissions from grasslands. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.35, n.4, p.973-981, 2006.

PASDA, G.; HÄHNDEL, R.; ZERULLA, W. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.34, n.2, p.85-97, 2001.

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

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 20/06/2014.

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**, Brasilia, v. 29, n. 2, p. 246-249, 2011.

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**, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

VITTI, G. C.; REIRINCHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do N e do enxofre: uma visão Holística. In: YAMADA, T.; TIPP, S. R.; VITTI, G. C. (Ed.). N e Enxofre: na agricultura brasileira. Piracicaba: IPNI, 2007. p. 109 – 157.