

Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água¹

Potassium fertilization in rocket plants: production and efficiency in water use

Rebeca de Andrade Porto², Edna Maria Bonfim-Silva^{3*}, Débora Santana de Matos Souza², Norman Ruddel Mendez Cordova⁴, Analy Castilho Polyzel³, Tonny José Araújo da Silva³

Resumo - A rúcula (*Euruca sativa*) é uma hortaliça relevante na alimentação humana sendo uma das mais nutritivas, ricas em minerais como potássio, enxofre e ferro, além das vitaminas A e C. Desde o final da década de 90 a rúcula vem conquistando mercado com um aumento na quantidade comercializada e na sua área de plantio. Objetivou-se pelo presente estudo avaliar o efeito de doses de potássio nas características produtivas, leitura SPAD e eficiência no uso da água por plantas de rúcula. O experimento foi realizado em casa de vegetação no período de maio a junho de 2011. A parcela experimental consistiu de vaso construído por garrafa PET de 2,5 litros, com capacidade para 1 dm⁻³ de solo, utilizando-se pavio de lã para irrigação por capilaridade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado cujos tratamentos consistiram de seis doses de K₂O: 0; 50; 100; 150; 200 e 250 mg dm⁻³ utilizando-se como fonte o KCl e seis repetições. As variáveis analisadas foram leitura SPAD, número de folhas, massa fresca e massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e eficiência no uso da água. A adubação com potássio aumenta a leitura SPAD e a eficiência no uso de água por plantas de rúcula nas doses de potássio de 156,4 e 200 mg dm⁻³, respectivamente. As variáveis massa fresca e seca de plantas são influenciadas pela adubação potássica com ajuste a modelo linear de regressão. As variáveis número de folhas e massa seca de raiz não são influenciadas pela adubação potássica.

Palavras-chave - *Euruca sativa*. Leitura SPAD. Potássio. Nutrição de plantas.

Abstract - The rocket (*Euruca sativa*) is an important vegetable in human's feed and one of the most nutritious, rich in minerals such as potassium, sulfur and iron, and vitamins A and C. Since the late 90's the rocket is gaining more market, with an increase in quantity sold, and its area planted. The aim for this study is to assess the effect of potassium on the yield characteristics, SPAD reading and efficiency in water use by plants of rocket. The experiment was conducted in a greenhouse during May-June 2011. The experimental plot consisted of vase built by PET 2.5 liter bottle with a capacity of 1 dm⁻³ of soil, using a wool wick for irrigation by capillary. The experimental design was completely randomized and its treatments consisted of six doses of K₂O: 0; 50; 100; 150; 200 and 250 mg dm⁻³ and using as source KCl and six replications. The variables analyzed were SPAD readings, leaf number, fresh mass, dry mass, root dry mass and water use efficiency. The potassium fertilization increases the SPAD reading and water use efficiency by rocket plants in potassium doses of 156.4 and 200 mg dm⁻³, respectively. Variables fresh and dry mass of plants are influenced by potassium fertilization with adjust of linear regression model. Variables number of leaves and root dry weight are not influenced by potassium fertilization.

Key words - *Euruca sativa*. SPAD reading. Potassium. Plant nutrition.

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 26/04/2012 e aprovado em 06/02/2013

²Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis-MT, Mato Grosso, Brasil, rebeca.demornay@hotmail.com, deborasantana@microware.inf.br

³Docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis-MT, Brasil, embonfim@hotmail.com; analy@ufmt.br; tonnyjasilva@hotmail.com

⁴Engenheiro Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis-MT, Brasil, normanrudel@hotmail.com

Introdução

A rúcula é uma hortaliça relevante na alimentação humana e tem sido plantada em diversas regiões do Brasil. É uma das hortaliças mais nutritivas, contendo minerais como potássio, enxofre e ferro, além de vitaminas A e C.

Atualmente, no Brasil, a hortaliça mais plantada e consumida é 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).

Nurzynska–Wierdak (2009) observou em rúculas que o aumento das doses de potássio contribuiu para o aumento significativo da produção de matéria fresca. Hanafy *et al.* (2000) observaram efeitos de incremento na produção de massa fresca e seca das folhas de rúculas sob adubação potássica. Araújo *et al.* (2009) não obtiveram respostas significativas no número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca em tratamentos com adubação potássica. Segundo autores, não há resposta a adubação potássica para LATOSSOLO com teor de potássio disponível igual ou superior a $3,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Almeida *et al.* (2011) observaram incremento na massa seca das folhas e de raízes em experimento com alface em solução nutritiva em tratamentos com presença e ausência de potássio. Silva *et al.* (2003) observaram aumento significativo de massa seca de raízes de alface à medida que aumentava as doses de potássio na solução. Hoque *et al.* (2004) trabalhando com alface verificaram que a produção não foi influenciada pelas doses de potássio.

Mota *et al.* (2001) estudando o efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana, observaram que houve influência significativa das doses na produção total e comercial. Além disso, concluíram que a dose de cloreto de potássio que proporcionou os melhores resultados foi a de $113,77 \text{ kg ha}^{-1}$, e que em altas doses, acima de 200 kg ha^{-1} , foram prejudiciais à produção. Seabra Jr. *et al.* (2004) verificaram aumento linear significativo na produção total e de cabeça de alface em solos de textura arenosa, em experimentos com alface americana em função das doses de potássio.

Na produção de cebolinha em solução nutritiva sob doses de cloreto de potássio Santos *et al.* (2005) não constataram diferenças na produção de massa seca, que pode ser justificado porque as mudas tiveram reservas suficientes de potássio provindos de solução nutritiva, com reposição de potássio e vermiculita durante a formação das mudas.

O potássio tem função nas células e tecidos da planta na regulação osmótica, no balanço de cátions/ânions, nas relações hídricas na planta, na abertura e fechamento dos estômatos, no alongamento celular, na estabilização do pH no citoplasma neutralizando ânions orgânicos e inorgânicos, na ativação enzimática de um grande número de enzimas, na síntese de proteínas, na fotossíntese, no transporte de açúcares no floema e nos movimentos seismonásticos na planta (KERBAUY, 2004). Além disso, Viana e Kiehl (2010) observaram que o potássio nas plantas estimula o aproveitamento do nitrogênio possibilitando que sua absorção, assimilação, nutrição e, conseqüentemente que a sua produtividade, sejam aumentadas.

No Brasil são escassas as literaturas com recomendações específicas para a rúcula quanto à sua adubação potássica e eficiência no uso da água. Mediante o exposto, objetivou-se pelo presente estudo avaliar os efeitos de diferentes doses de potássio nas características produtivas, no teor de clorofila e na eficiência do uso de água por plantas de rúculas.

Material e métodos

O experimento foi realizado no período de maio a junho de 2011, em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, no município de Rondonópolis-MT.

O solo foi coletado na profundidade de 0-20 cm e apresentou as seguintes características químicas e granulométricas: pH (CaCl_2) = 4,5; P = $3,6 \text{ mg dm}^{-3}$; K = 33 mg dm^{-3} ; Ca + Mg = $1,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Ca = $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg = $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al = $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H = $2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; M.O = $10,7 \text{ g dm}^{-3}$; areia = 783 g kg^{-1} ; silte = 50 g kg^{-1} e argila = 167 g kg^{-1} ; soma de bases $1,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; CTC = $3,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V = 31,1%.

A calagem foi realizada para elevação da saturação por bases para 80% com o uso de calcário dolomítico (28% CaO e 20% de MgO) e PRNT de 80,3%. Após a correção do solo realizou-se adubação em cobertura de todas as parcelas experimentais com 300 mg dm^{-3} de nitrogênio utilizando como fonte a uréia e 200 mg dm^{-3} de P_2O_5 (Superfosfato simples).

A adubação em cobertura com nitrogênio foi parcelada em duas vezes, sendo aos 8 e 12 dias do plantio. Os tratamentos consistiram de seis doses de potássio (K_2O) 0; 50; 100; 150; 200 e 250 mg dm^{-3} utilizando-se como fonte o cloreto de potássio (KCl). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis repetições.

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso adaptado do tipo Leonard com capacidade de 2,5 L. Os vasos foram confeccionados com garrafas PET (polietileno tereftalato) conforme descrito por BONFIM-SILVA *et al.* (2011) e FERREIRA (2012). A reposição de água dos vasos foi feita de acordo com o consumo de água observado em cada tratamento em que posteriormente foi utilizado para determinar a eficiência no uso da água.

As garrafas foram preenchidas com um volume de 1,5 litros de água, marcadas com canetas permanentes e recortadas na altura dessa medida. Nas respectivas tampas das garrafas foi feito um orifício para passagem do pavio de lã. Uma fita crepe foi adicionada na lateral da parte inferior da garrafa e após a pintura com tinta alumínio, a mesma foi retirada deixando o local onde estava transparente, para servir de visor para o nível do reservatório de água. Assim, pode-se visualizar o consumo de água de cada vaso até o final do ciclo da cultura (Figura 1). As partes superiores das garrafas já recortadas foram viradas e encaixadas na parte inferior da garrafa. Na parte de cima do vaso colocou-se 1 dm³ de solo e na parte inferior do vaso 500 mL de água.

Um pavio formado por catorze fios de lã com um comprimento de 25 cm foi introduzido no orifício da tampa em direção à água. Com isso, pode-se estabelecer um contato entre o solo e a água a fim de fornecer irrigação por capilaridade (Figura 2).

Em cada unidade de vaso foram semeadas vinte e quatro sementes no dia 05/05/2011. No quarto dia após a semeadura (DAS) um desbaste foi feito deixando oito plantas por vaso. Aos 11 DAS foi realizado um segundo

desbaste ficando três plantas por vaso. O último desbaste ocorreu aos 18 DAS onde se deixou duas plantas por vaso.

A umidade do solo foi mantida pelo sistema de irrigação por capilaridade, já que o pavio de lã, que sempre esteve saturado em presença de água, conectou as duas partes que compunham o vaso adaptado de Leonard (BONFIM-SILVA *et al.*, 2011). Durante todo o período de condução do experimento as águas dos vasos foram repostas com um volume diferenciado, de acordo com o consumo de água observado em cada vaso. A irrigação fornecida pelo pavio de lã, mantinha a umidade do solo na capacidade de campo que era de 0,2655 cm³cm⁻³ (umidade equivalente a 100% da capacidade de campo para o solo



Figura 1- Garrafa PET recortada e pintada para confecção do vaso adaptado de Leonard. Fonte: Autores

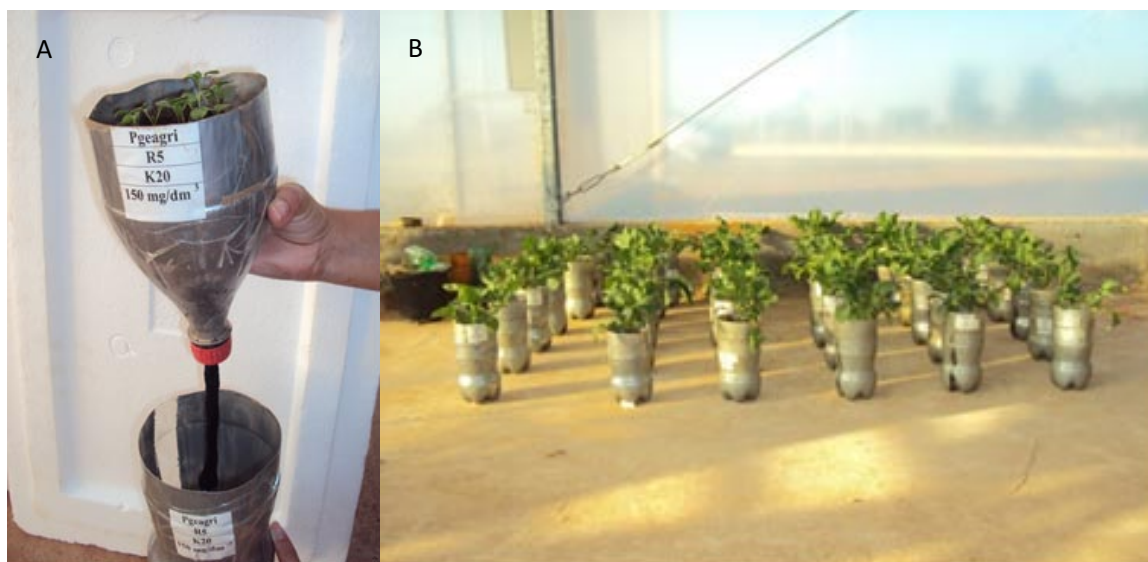


Figura 2 - Vaso adaptado de Leonard montado já com solo e plantas com o pavio de lã estabelecendo contato entre a água e o solo no vaso (A) e vista geral do experimento (B). Fonte: Autores

em estudo). Sendo assim, as plantas de rúculas em todos os tratamentos não sofreram influência de estresse hídrico e nem diferenças nutricionais com exceção do nutriente potássio.

A leitura SPAD (Soil Plant Analysis Development, Minolta, Japão) (determinação indireta do teor de clorofila) foi realizada, em uma única vez, aos 25 dias após a emergência das plantas em uma amostra de cinco folhas por unidade experimental em estágio de crescimento intermediário, ou seja, na quinta folha contando a partir da folha mais jovem. Utilizou-se o medidor portátil de clorofila modelo SPAD-502. A aplicação do medidor indireto de clorofila SPAD-502 tem sido estudada para diversas culturas e com resultados satisfatórios para predição do estado nutricional na avaliação dos teores foliares de clorofila, N, S, Fe e Mn (NEVES *et al.*, 2005).

Aos 28 dias após a sementeira, dias correspondentes à data de colheita para essa cultura, iniciou-se a coleta das variáveis: massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca de raiz e contagem das folhas. As raízes foram lavadas em água corrente sob jogo de peneira de 1,00 e 0,25 mm de malha para retirada da terra. Após a medição da massa fresca da parte aérea e raízes, os materiais foram acondicionados em sacos de papel etiquetados e secos em estufa com circulação forçada a uma temperatura de 65°C até massa constante por 72 horas. Após esse período, a massa seca da parte aérea e massa seca de raízes foram medidas em balança semi-analítica.

A variável eficiência no uso de água foi obtida por meio da divisão da produção de massa seca total, pelo consumo de água de cada parcela experimental. Os incrementos para cada variável analisada foram calculados fixando-se os maiores resultados de cada variável em 100% e por regra de três, obteve-se a porcentagem da menor produção diminuindo a mesma de 100%. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância até 5% de probabilidade e análise de regressão, já que os parâmetros avaliados eram quantitativos.

Resultado e discussão

Não foram observadas diferenças significativas no número de folhas e massa seca das raízes apresentando médias de 19,47 e 0,62 g vaso⁻¹, respectivamente. As doses de potássio influenciaram significativamente a leitura SPAD, massa fresca e seca da parte aérea, consumo de água e a eficiência no uso da água por plantas de rúcula (Tabela 1).

As leituras SPAD variaram significativamente ($p < 0,05$) com as doses de potássio. Esse efeito pode ser

observado por um modelo de regressão quadrática. O máximo teor de clorofila foi observado na dose de potássio 156,45 mg dm⁻³ tendo o valor de 55,82 como leitura SPAD, com incremento de 13,58% quando comparado à leitura observada na ausência de adubação potássica (Figura 3).

Segundo Neves *et al.* (2005) o teor de clorofila é um indicador de dano que o estresse nutricional pode causar à planta e isso pode ser observado no presente experimento. A adubação potássica favoreceu o aumento da leitura SPAD e fotossíntese até a dose de 156,45 mg dm⁻³ (Figura 3). De acordo com Prado (2004), baixos níveis de potássio podem causar desregulação do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos, como também comprometer a ativação da enzima carboxilativa do ciclo de Calvin na fase bioquímica da fotossíntese, ocasionando limitações fotossintéticas e consequentemente menores crescimento de planta.

Resultados obtidos por Almeida *et al.* (2011) em estudo de avaliação nutricional de alface cv. Verônica, cultivada em solução nutritiva suprimida de potássio, corroboram com o presente trabalho quanto à leitura SPAD ser um indicador de nível de dano de estresse nutricional, já que observaram que essa variável foi comprometida significativamente pela omissão de potássio e os tratamentos com solução nutritiva completa e com a omissão de potássio apresentaram decréscimo com valores de leitura SPAD de 26 e 15, respectivamente.

A leitura do teor de clorofila também se correlaciona positivamente com os teores de nitrogênio nas folhas e são indicadores desse nutriente na cultura, já que o nitrogênio está presente na estrutura da clorofila (PÓRTO *et al.*, 2011). A correlação do teor de clorofila e o nitrogênio se deve, segundo Viana *et al.* (2008), de grande parte do nitrogênio (%) contido nas folhas ser integrante das enzimas que estão associadas aos cloroplastos e participarem da síntese de moléculas da clorofila. Além disso, esses autores observaram na cultura da alface que para a dose de 421 kg ha⁻¹ de N, os valores críticos de clorofila para as leituras realizadas aos 15 e 30 dias após o transplantio foram de 22,88 e 20,88 respectivamente, e que o índice de clorofila medido pelo clorofilômetro correlacionou com as doses de N, podendo ser considerado um indicador do nível deste nutriente para a cultura.

Carvalho *et al.* (2012), estudando rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação em LATOSSOLO Vermelho, observaram leitura SPAD máxima de 49,1 na dose de nitrogênio (300 mg dm⁻³) evidenciando assim, a alta correlação entre a leitura SPAD e adubação nitrogenada.

No presente estudo, a adubação nitrogenada utilizada em todas as parcelas experimentais foi de 200 mg dm⁻³ e a leitura SPAD variou com as doses de potássio, tendo leitura SPAD máxima de 55,82 superior a encontrada por Carvalho *et al.* (2012). Esses resultados demonstram

Tabela 1 - Síntese da ANOVA para as variáveis: número de folhas (NF), Massa seca de raízes (MSR), Leitura SPAD (SPAD), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e eficiência no uso da água (EUA)

FV	GL	Quadrado médio					
		NF	MSR	SPAD	MFPA	MSPA	EUA
T	5	10,627778 ^{NS}	0,068592 ^{NS}	64,436944**	362,914233**	8,071384**	0,973220**
erro	30	7,127778	0,047911	0,060393	24,906924	0,800118	0,057367
CV (%)		13,71%	35,35%	7,72%	16,70%	19,95%	11,18%

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

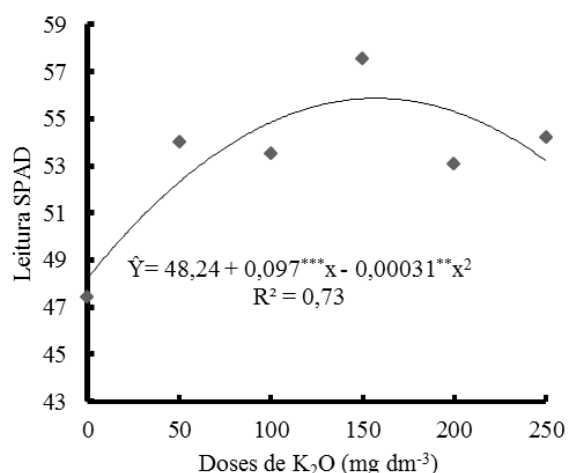


Figura 3 - Leitura SPAD de plantas de rúcula em função das doses de potássio (K_2O). ***, ** significativo a 0,1 e 1% respectivamente.

a importância do potássio no melhor aproveitamento de nitrogênio pelas plantas. Esse aumento da leitura SPAD é resultado da melhor assimilação do nitrogênio favorecida pela maior disponibilidade de potássio, elevando assim a atividade fotossintética em decorrência do maior teor de clorofila. O potássio nas plantas, segundo Viana e Kiehl (2010), estimula o aproveitamento de nitrogênio, possibilitando que sua absorção, assimilação, nutrição e, conseqüentemente que a sua produtividade, sejam aumentadas. Esses mesmos autores afirmam ainda que um fornecimento combinado de nitrogênio e potássio incrementa a produção.

Para massa fresca da parte aérea da rúcula em função das doses de potássio houve ajuste ao modelo linear de regressão, em que se observou a máxima produção ($39,04 \text{ g vaso}^{-1}$) na dose de 250 mg dm^{-3} de K_2O com incremento de 46,75% em relação ao tratamento com ausência de adubação potássica (Figura 4).

Diferentemente do modelo linear para produção de massa fresca observada no presente estudo, Nurzynska-Wierdak (2009) observou em rúculas que a produção

máxima foi obtida na dose média de potássio ($0,6 \text{ g vaso}^{-1}$). Hanafy *et al.* (2000) também verificaram incrementos na produção de massa fresca e seca das folhas de rúcula, com incrementos de 25,9% no primeiro corte comparado ao tratamento controle. Por outro lado, Araújo *et al.* (2009) não observaram resposta em produtividade e qualidade de rúcula em função da adubação potássica, quando o teor de potássio no solo foi superior $3,3 \text{ mmolc dm}^{-3}$, sendo este considerado suficiente para a necessidade da cultura.

A produção de massa seca da parte aérea em função das doses de potássio foi ajustada a modelo linear de regressão. Sendo assim, na dose de potássio de 250 mg dm^{-3} a produção de massa seca alcançada foi de $5,81 \text{ g vaso}^{-1}$, com incremento de 47,33% comparando-se a produção de massa seca observada na maior dose do intervalo experimental com a produção na ausência de adubação potássica (Figura 5).

O ajuste dos dados ao modelo linear para as produções de massas fresca e seca indicam que as doses utilizadas no presente estudo não foram suficientes para obtenção das máximas produções, indicando que a rúcula tem elevada exigência nutricional por potássio.

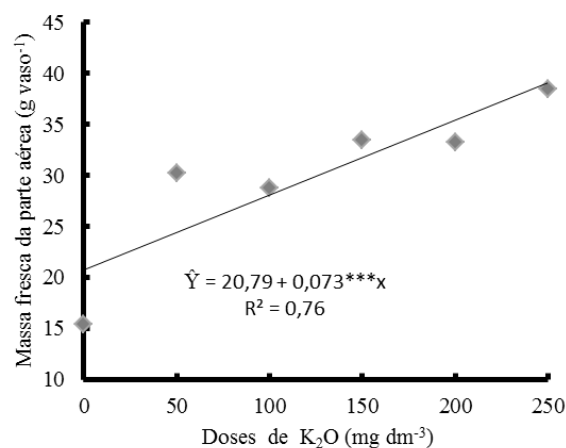


Figura 4 - Massa fresca da parte aérea de plantas de rúcula em função das doses de potássio (K_2O). *** significativo a 0,1 % respectivamente.

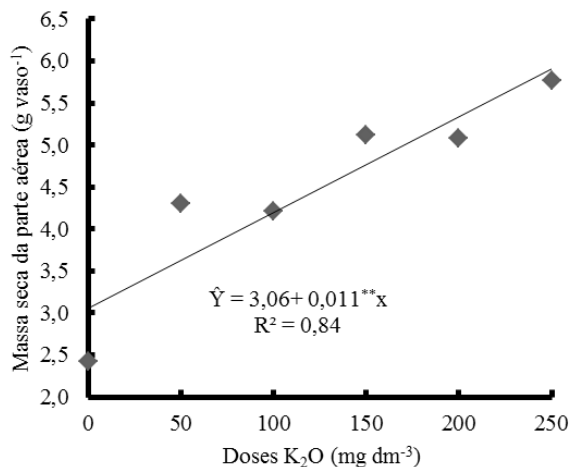


Figura 5 - Massa seca da parte aérea de plantas de rúcula em função das doses de potássio (K₂O). ** significativo a 1%.

O potássio aumenta a massa seca e fresca da parte aérea de plantas de rúcula devido sua contribuição nas diversas funções que exerce na planta, principalmente na abertura e fechamento dos estômatos. A entrada de potássio nas células-guardas dos estômatos diminui a componente osmótica do potencial hídrico, acarretando entrada de água, que por sua vez, aumenta a turgidez das células e abertura dos estômatos. De acordo com Santos (2006), o decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos. Segundo Souza *et al.* (2010) esse fechamento bloqueia o fluxo de CO₂ para as folhas afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que pode reduzir a produtividade. Por outro lado, a planta responde positivamente às condições mais favoráveis de água no solo, mantendo taxas fotossintéticas elevadas, proporcionando maior produção de fotoassimilados e implicando em maiores produtividades.

No presente trabalho, pode-se hipotetizar que a resposta do potássio esteja relacionada ao alto nível da adubação nitrogenada realizada no experimento. Nos tratamentos não houve deficiência de N, favorecendo assim a ação linear e positiva do potássio na produção de massa seca e fresca da planta. Tremblay e Senecal (1988) observaram que aumentando-se as doses de potássio sob altas taxas de nitrogênio, houve incremento da massa seca e acumulação de carboidratos em alfaces. Mengel e Kirkby (1979) verificaram que a resposta ao potássio pelas plantas depende consideravelmente da extensão do nível de nutrição de nitrogênio.

Para eficiência no uso da água houve ajuste ao modelo quadrático de regressão, sendo a dose de 200 mg dm⁻³ de K₂O que proporcionou a máxima eficiência no uso da água, 2,31 g L⁻¹ e incremento na eficiência de 34,64% em relação a ausência de K (Figura 6).

Segundo Yamada (1995) a eficiência no uso da água ocorre como consequência do controle da abertura e fechamentos dos estômatos, já que com o potássio há uma melhora na eficiência devido à maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os órgãos da planta e maior eficiência enzimática. O controle estomático da condutância foliar à água é um importante mecanismo do

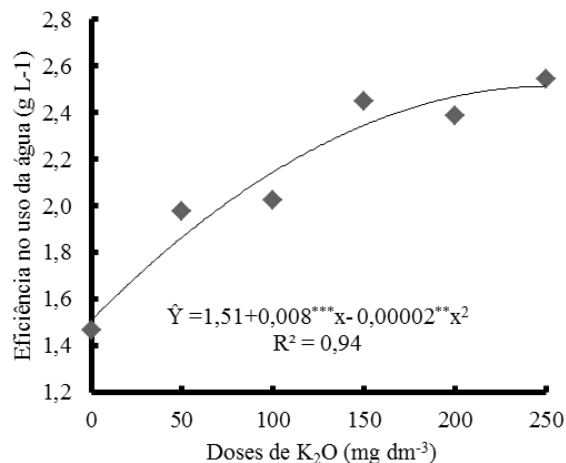


Figura 6 - Eficiência no uso da água por plantas de rúcula em função das doses de potássio (K₂O). ***, ** significativo a 0,1 e 1% respectivamente.

qual o vegetal limita a perda de água, podendo ser utilizada como indicador do déficit hídrico (PAIVA *et al.*, 2005).

Resultados diferentes foram encontrados por Coimbra *et al.* (2009) no consumo hídrico da alface cultivada sob doses de potássio via fertirrigação, onde observaram que no tratamento com maior dose de potássio houve uma melhoria de eficiência no uso da água. Na produção da alface americana Koetz *et al.* (2006) estudando os efeitos de doses de potássio e a frequência de irrigação também observaram que a produtividade foi influenciada pelas doses de potássio e na eficiência no uso da água também se obteve respostas positivas significativas.

Conclusões

A adubação com potássio aumenta a leitura SPAD e a eficiência no uso de água por plantas de rúcula nas doses de potássio de 156,4 e 200 mg dm⁻³, respectivamente.

As variáveis massa fresca e seca de plantas de rúcula são influenciadas pela adubação potássica com ajuste a modelo linear de regressão.

As variáveis número de folhas e massa seca de raiz não são influenciadas pela adubação potássica.

Literatura científica citada

- 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.
- ALMEIDA, T. B. F.; PRADO, R. M.; CORREIA, A. R.; PUGA, A.P.; BARBOSA, J. C. Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Biotemas**, v. 24, n.2, p. 27-36, 2011.
- ARAÚJO, I. S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; FREITAS, AYRES, F. N.; MENDES, S. M.; SILVA, G. S.. Produtividade de rúcula em função de doses de potássio. In. XXI CONGRESSO DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 03-07 de novembro de 2009, São Jose do Rio Preto. **Anais...** São José do rio Preto, 2009.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; SANTOS, C. C.; CABRAL, C. E. A.; SANTOS, I. B. Características produtivas e eficiência no uso da água em rúcula adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera, Centro científico Conhecer**, v. 7, n. 13, p. 178-186, 2011.
- CARVALHO, K.S.; BONFIN-SILVA, E.M.; SILVEIRA, M.H.D.; CABRAL, C.E.A.; LEITE, M. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 15, p. 1545-1553, 2012.
- COIMBRA, W. O. ; LIMA, G. S.; CORRÊA, M. C.; FRANÇA E SILVA, E.F. Estudo do consumo hídrico da alface cultivada sob doses de potássio via fertirrigação. JEPEX 2009- XI Jornada de ensino, pesquisa e extensão da UFPE. VI SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 19 a 23 de outubro de 2009, Recife- PE.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FERREIRA, M. M. M. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 74-83, 2012.
- HANAFY, A. H.; KHALIL, M. K.; FARRAG, A. M. Nitrate accumulation, growth, yield and chemical composition of rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plants as affected by NPK fertilization, kinetin and salicylic acid. **ICEHM: International Conference for Environmental Hazard Cairo University**, Egypt. p. 495–508, 2000.
- HOQUE, M.; AJWA, H.; MOU, B. Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on nutritional composition of lettuce. **Hortscience**, v. 39, n. 4, p. 872, 2004.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Ed Guanabara Koogan, 2004.452p.
- KOETZ, M.; COELHO, G.; COSTA, C.C.; LIMA, E. P.; SOUZA, R. J. Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface-americana em ambiente protegido. **Engenharia agrícola**, v. 26, n. 3, p. 730-737, 2006.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of Plant Nutrition** 4th Ed. International potash Institute (Publisher), Worblaufen Leeds, 1979.
- MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; SILVA, E. C.; CARVALHO, J. G.; YOURI, J. E. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. **Ciência Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 542-549, 2001.
- NEVES, O. S. C.; GUEDES, J. C.; MARTINS, F. A. D. M.; PÁDUA, T. R. P.; PINHO, P. J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 517-521, 2005.
- NURZYNSKA-WIERDAK, R. Growth and yield of garden rocket [*Eruca sativa* Mill.] affected by nitrogen and potassium fertilization. **Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus**, v. 8, n. 4, p. 23-33, 2009.
- PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.
- PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; ALVES, J.C.; ARRUDA, J.A. 2011. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira** v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.
- PRADO, R. M. Algodão, potássio: nutrição de plantas 2004. Disponível em: <<http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/siteculturas/algodao/funcoes.php>>(Acesso 22/06/. 2011).
- 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.
- SANTOS, F. S. S. **Efeitos de diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão formosa**. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE, 2006.
- SANTOS, J. M.; PEGORARO, R. F.; PEREIRA, R. G.; FAGUNDES, C. M.; AGOSTINI, M. A. V.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R. Comportamento da cebolinha cultivada sob diferentes níveis de cloreto de potássio em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 2, n. 303, p. 729-738, 2005.
- SEABRA JR, S.; GADUM, J.; PURQUERIO, L. F. V.; ORIAN, E. E.; BÔAS, R. L. V.; SILVA, N.; GOTO, R. Produção de alface americana em função de doses de potássio. Estudo preliminar. In: 44 ° CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2004, Campo Grande- MS. **Anais...** Campo Grande, 2004 Disponível em:< http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_155.pdf (Acesso em 22 de jun. 2011).
- SILVA, J. O.; SILVA, T. O.; ROCHA, F. A. Desenvolvimento da cultura da alface em função de doses de potássio em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2 p. 290-291, 2003.
- SOUZA, A. E. C.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. H. C.; SANTOS, F. S. S. Produtividade do meloeiro sob lâmina de irrigação e adubação potássica. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 271-278, 2010.

TREMBLAY, N.; SENEAL, M. Nitrogen and potassium in nutrient solution influence seedling growth of four vegetable species. **Horticultural Science**, v. 23, p. 1018-1020, 1988.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; GONÇALVES, L. D.; MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; ANDRADE, C. L. T.; PURCINO, H. M. A. Índice de clorofila na folha de alface submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 86-90, 2008.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

YAMADA, T. **Potássio**: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adução potássica. Uberlândia: UFU, 1995. Notas de aula.