

## Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul

Fernando França da Cunha<sup>1</sup>, Amanda Regina Godoy<sup>2</sup>, Fernando Fagner Magalhães<sup>1</sup>,  
Marco Aurélio de Castro<sup>1</sup> & Aguinaldo José Freitas Leal<sup>1</sup>

Protocol 28.2013 - Received: 03/09/2013 - Accepted: 20/12/2013

**Resumo:** A literatura sobre o desempenho agrônomico de hortaliças irrigadas no nordeste sul-mato-grossense ainda é escassa e fundamentada em experiências empíricas de produtores, desprovidos de referências de resultados de pesquisas. Portanto, há necessidade de se determinar o desempenho de novos materiais, que apresentem adequadas características agrônomicas, sob irrigação, para maximização da produção. Diante disso, objetivou-se avaliar a produção de diferentes cultivares de rúcula submetidas a diferentes lâminas de irrigação e épocas climáticas. O experimento foi conduzido em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura), nas subparcelas três cultivares de rúcula (Apreciata Folha Larga - Feltrin, Cultivada - Feltrin e Folha Larga - Top Seed) e nas sub-subparcelas duas épocas climáticas (seca e chuvosa), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: massas de matéria fresca e seca por planta, produtividade de massa fresca, número de folhas, comprimento das raízes e eficiência de uso da água. No geral, verificou-se melhor desempenho da rúcula na época seca. A cultivar Folha Larga (Top Seed), independentemente da época climática, apresentou características superiores às demais cultivares avaliadas, sendo que a maior produtividade de massa fresca foi de 1,68 kg m<sup>-2</sup>, obtida na época seca com lâmina de irrigação de 125% da ETC. A irrigação proporcionou efeito linear na estação seca e não conferiu efeito na estação chuvosa. A rúcula Folha Larga (Top Seed) deve ser preferida pelos produtores do nordeste de Mato Grosso do Sul e irrigada com reposição de 50 e 125% da ETC, nas épocas chuvosa e seca, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Eruca sativa* Mill., época climática, irrigação por gotejamento, produtividade

## Irrigation of different cultivars of rocket in Northeastern of Mato Grosso do Sul State, Brazil

**Abstract:** The literature about the agronomic performance of vegetables irrigated in the Northeast of Mato Grosso do Sul State of Brazil is still scarce, and is based on empirical experiences of producers without scientific research references. Accordingly, it is indispensable to determine the performance of new materials, which show appropriate agronomic characteristics, in function of irrigation to increase the agricultural production. Therefore, the present study had the objective to evaluate the production of different cultivars of rocket submitted to different depths of irrigation and climatic seasons. The experiment was conducted in split plot scheme, having in the plots four irrigation depths (50, 75, 100 e 125% of crop evapotranspiration - ETC) and in the subplots, three cultivars of rocket (Apreciata Folha Larga - Feltrin, Cultivada - Feltrin e Folha Larga - Top Seed) and in the sub-subplots, two climatic season (dry and rainy), in the randomized block design with four replications. The following characteristics were evaluated: mass of fresh and dry matter plant<sup>-1</sup>, yield of fresh matter, leaf number, root depth and water use efficiency. Better performance of the rocket was observed in the dry season. The cultivar Folha Larga (Top Seed), independent of climate season, showed superior characteristics than other cultivars evaluated, the best yield of fresh matter was of 1,68 kg m<sup>-2</sup>, obtained in the dry season with irrigation depth of 125% ETC. The irrigation provided linear effect in the dry season and did not affect during the rainy season. The rocket Folha Larga (Top Seed) should be preferred by the producers of Northeast of Mato Grosso do Sul State of Brazil and irrigated with depth equivalent to of 50 and 125% ETC, in the rainy and dry season, respectively.

**Key words:** *Eruca sativa* Mill., climatic season, drip irrigation, yield

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul-MS, Brasil. E-mail: fernando.cunha@ufms.br; magalhaes.fernandof@gmail.com; falecomarco@yahoo.com; aguinaldo.leal@ufms.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR. E-mail: amandagodoy@uepg.br

## Introdução

A rúcula (*Eruca sativa* Mill.) pertence à família *Brassicaceae* tendo como centro de origem o Mediterrâneo. É uma hortaliça herbácea anual de porte baixo, atingindo uma altura de 15 a 20 cm no ponto de colheita, com folhas alongadas e de limbo profundamente recortado, de coloração verde escura e sabor picante, rica em potássio, enxofre, ferro e vitaminas A e C (Gonzalez et al., 2006).

A rúcula necessita de temperaturas amenas para bom desenvolvimento e qualidade. Padulosi & Pignone (1997) indicam valores térmicos ótimos de 22-24 °C durante o dia e 16-18 °C durante a noite.

Para obtenção de elevadas produtividades deve-se levar em consideração a época de plantio e a cultivar mais adequada à região, entre outros fatores, como irrigação, nutrição da planta, controle de pragas e doenças. No cultivo da rúcula, apesar da recomendação para semeadura o ano todo, as temperaturas amenas favorecem o desenvolvimento. As temperaturas altas estimulam a antecipação da fase reprodutiva, emitindo pendão floral prematuramente, tornando suas folhas rígidas e mais picantes (Maia et al., 2006).

Freitas et al. (2009), em Mossoró-RN, observaram que o plantio de rúcula na época mais quente (setembro-outubro) se destacou da época mais fria (junho-agosto), independentemente do espaçamento utilizado. Costa et al. (2007) também encontraram maiores produtividades de massa seca e fresca da rúcula consorciada com alface na época mais quente, em trabalho realizado em Jaboticabal, SP, comparando as épocas primavera e outono-inverno. Esses resultados evidenciam a adaptabilidade da rúcula às condições de temperaturas elevadas, uma vez que, na segunda época de plantio foram observadas maiores temperaturas e insolação.

Estudos realizados em Ponta Grossa-PR mostraram que houve maior precocidade na colheita da rúcula na estação outono, quando predominaram temperaturas médias em torno de 20 °C, mais favoráveis ao desenvolvimento, enquanto no inverno, com predominância de temperaturas abaixo de 15 °C, observou-se 11 dias de aumento no ciclo (Reghin et al., 2005).

A época de semeadura adequada e a correspondente população de plantas, associadas à escolha de cultivares adaptadas à região de produção, têm-se constituído em estratégias de manejo para a obtenção de elevadas produtividades (Martins et al., 1999).

Rossi et al. (2004), avaliando cultivares de rúculas de oito empresas, observaram resultados muito semelhantes com relação à produtividade de massa seca e fresca da parte aérea e a altura das plantas, exceção feita à rúcula “Cultivada” da empresa Danish, que se apresentou inferior às demais. A rúcula “Folha Larga” da empresa Top Seed apresentou o maior número de folhas comerciais e a da empresa Isla, o menor número de folhas comerciais.

Além da escolha da variedade adequada ao clima e solo, o sucesso na produção de hortaliças depende de sistemas de irrigação. A irregularidade do regime pluvial torna-se restritiva ao desenvolvimento agrícola, pois mesmo dentro de estações chuvosas, observam-se períodos de déficit hídrico. Segundo Marcuzzo & Costa (2012), a precipitação pluvial esperada para o nordeste de Mato Grosso do Sul-MS nos meses de maio e junho é de 60 e 19 mm, respectivamente. A precipitação pluvial nos meses de julho e agosto é inferior a 20 mm. Magalhães et al. (2013) e Souza et al. (2013) trabalhando com cenoura e tomate, respectivamente, na mesma região, comprovaram que a produção dessas hortaliças depende de irrigação. Dentre os sistemas de irrigação, o de gotejamento tem sido adotado com êxito para hortaliças, pois apresenta maior eficiência no uso da água, menor consumo de energia, controle fitossanitário facilitado e favorecido, fertigação viabilizada e favorável (Batista et al., 2009). Vários autores recomendam ou já utilizaram o sistema de irrigação por gotejamento no cultivo da rúcula (Morales & Janick, 2002; Ensinas et al., 2009; Cantu et al., 2013).

Devido ao balanço hídrico no nordeste de Mato Grosso do Sul não permitir cultivo de rúcula em sistema de sequeiro, aliado à inexistência de trabalhos de pesquisa com essa hortaliça, cria-se a necessidade de estudar a resposta de cultivares à irrigação e ao clima dessa região. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes cultivares de rúcula e determinar a lâmina ótima de irrigação nas épocas seca e chuvosa.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido, à céu aberto, na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus Chapadão do Sul, com latitude 18°47'39" Sul, longitude 52°37'22" Oeste e altitude de 820 m. O clima é classificado como tropical úmido, a temperatura anual fica compreendida entre 13 a 28 °C, a precipitação pluvial média é de 1.850 mm, com concentração

de chuvas no verão e seca no inverno (Cunha et al., 2013).

A condução do experimento foi em esquema de parcelas sub-subdivididas (split-split-plot), tendo nas parcelas quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da lâmina de água para reposição da evapotranspiração da cultura - ETc), nas subparcelas três cultivares de rúcula (Apreciata Folha Larga - Feltrin, Cultivada - Feltrin e Folha Larga - Top Seed) e nas sub-subparcelas duas épocas climáticas [período seco (5/5/2011 a 16/6/2011) e período chuvoso (28/9/2011 a 3/11/2011)], no delineamento em blocos casualizado (DBC), com quatro repetições. As unidades amostrais foram constituídas de parcelas com 0,5 m de comprimento e 0,8 m de largura, resultando em uma área total de 0,40 m<sup>2</sup>, com 20 plantas por parcela.

A semeadura foi realizada diretamente no campo, tendo o espaçamento de 20 cm entre linhas e 2 cm entre sementes. Após as plantas apresentarem cinco folhas definitivas, realizou-se o desbaste deixando-se um espaçamento de 5 cm entre plantas. Durante o período experimental foram realizadas capinas manuais e o controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com as necessidades da cultura da rúcula. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, sendo apresentadas na Tabela 1 suas características físico-hídricas. O preparo do solo constou de uma gradagem, seguida do levantamento dos canteiros. A adubação foi baseada na análise química do solo (Tabela 2), seguindo recomendações de Sediya et al. (2007). A maior fertilidade do solo na época chuvosa foi devido ao resíduo da adubação na época seca, resultando dessa forma, doses menores de adubação na época chuvosa.

A cultura da rúcula foi irrigada por sistema de gotejamento, por meio de fita gotejadora (mangueira gotejadora Petroisa) com vazão de aproximadamente de 3 L h<sup>-1</sup> sob pressão de serviço de 98 kPa. Os emissores (gotejadores) foram espaçados de 30 cm e as fitas espaçadas entre si de 40 cm. O sistema de irrigação, operado mediante gravidade, foi constituído de um reservatório de 20 m de altura, uma adutora de PVC de 50 mm de diâmetro, tubulação principal de PVC de 32 mm de diâmetro, filtro de disco e manômetro de glicerina.

A irrigação real necessária para o tratamento de 100% da ETc foi determinada em função de parâmetros das características do clima, planta e solo (Eq. 1), representando a real necessidade de água do sistema.

$$IRN_{LOC} = \sum_{dia} ET_o K_C K_S K_L - P_E \quad (1)$$

em que:

IRN<sub>LOC</sub> - irrigação real necessária em sistemas localizados, mm

ET<sub>o</sub> - evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>

K<sub>C</sub> - coeficiente da cultura, adimensional

K<sub>S</sub> - coeficiente de umidade do solo, adimensional

K<sub>L</sub> - coeficiente de localização, adimensional

P<sub>E</sub> - precipitação efetiva no período, mm

A precipitação efetiva foi aquela utilizada diretamente pela cultura (Bernardo et al., 2008), sendo aquela água necessária para elevar o teor de água atual no momento da precipitação pluvial até o teor de água equivalente à capacidade de campo. Os dados meteorológicos diários utilizados no cálculo da ET<sub>o</sub> foram retirados do INMET

**Tabela 1.** Valores médios, com os respectivos desvios-padrão, da análise granulométrica, porosidade total (PT), massa específica (ρ), massa específica das partículas (ρP) e teores de água equivalentes à capacidade de campo (CC) e ao ponto de murcha permanente da planta (PMP), para diferentes camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Camada cm	Areia	Silte	Argila	PT	ρ	ρP	CC	PMP
	%				kg dm <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>	
0-20	49,1 ± 1,1	6,9 ± 1,4	44,0 ± 1,3	53,5 ± 1,1	1,22 ± 0,02	2,62 ± 0,05	0,2672	0,1878
20-40	47,6 ± 1,1	6,6 ± 0,9	45,8 ± 1,0	54,8 ± 2,9	1,20 ± 0,03	2,66 ± 0,11	0,2602	0,1895

**Tabela 2.** Análise química do solo da área experimental nos dois períodos de cultivo da rúcula

Época	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (Mcl)
	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							mg dm <sup>-3</sup>
Seca	4,2	2,2	1,9	0,3	0,41	6,3	0,2	77	9,2
Chuvosa	5,2	3,3	2,6	0,7	0,16	4,9	0,2	80	9,3
	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	MO	CTC	SB
	mg dm <sup>-3</sup>						g dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%
Seca	5,3	0,39	1,9	101	18,4	4,7	31,9	8,7	27,6
Chuvosa	24,5	0,26	0,4	46	12,0	4,4	33,6	8,5	40,7

MO - Matéria Orgânica; SB - Saturação de Bases; CTC - Capacidade de Troca Catiônica.

(Instituto Nacional de Meteorologia), da rede de estação de Chapadão do Sul, MS. A equação utilizada para estimar a  $ET_0$  foi a de Penman-Monteith (Eq. 2). A precipitação pluvial foi obtida por meio de um pluviômetro instalado na área experimental.

$$ET_0 = \frac{0,408 s (R_N - G) + \gamma \frac{900}{t + 273} U_2 \frac{(e_s - e)}{10}}{s + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (2)$$

em que:

$ET_0$  - evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>

$s$  - declividade da curva de pressão de saturação, k Pa °C<sup>-1</sup>

$R_N$  - saldo de radiação, MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>

$G$  - fluxo de calor no solo, MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>

$\gamma$  - constante psicrométrica, k Pa °C<sup>-1</sup>

$t$  - temperatura média do ar, °C

$U_2$  - velocidade do vento a 2 m de altura, m s<sup>-1</sup>

$e_s$  - pressão de saturação de vapor d'água, h Pa

$e$  - pressão atual de vapor d'água, h Pa

Os coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) aplicados foram de 0,7 e 1,0 para os estádios I e III, respectivamente. Para o estádio II utilizou-se ponderação linear entre o final do estádio I e início do estádio III. A duração dos estádios I e II foi de 10 dias cada e o estádio III do 20<sup>o</sup> dia até a colheita. Os coeficientes de umidade do solo ( $K_s$ ) (Bernardo et al., 2008) e de localização ( $K_L$ ) (Keller & Bliesner, 1990) foram calculados de acordo com as Eq. 3 e 4, respectivamente.

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1)}{\ln(CTA + 1)} \quad (3)$$

$$K_L = 0,1 \sqrt{P} \quad (4)$$

em que:

$K_s$  - coeficiente de umidade do solo, adimensional

LAA - lâmina atual de água no solo, mm

CTA - capacidade total de água no solo, mm

$K_L$  - coeficiente de localização, adimensional

$P$  - maior valor entre porcentagem de área molhada ou sombreada, %

O valor de  $IRN_{LOC}$  foi corrigido em função da eficiência de aplicação do sistema de irrigação, definindo a irrigação total necessária para sistemas localizados ( $ITN_{LOC}$ ) (Eq. 5).

$$ITN_{LOC} = \frac{IRN_{LOC}}{Ea} \quad (5)$$

em que:

$ITN_{LOC}$  - irrigação total necessária em sistemas localizados, mm

$IRN_{LOC}$  - irrigação real necessária em sistemas localizados, mm

$Ea$  - eficiência de aplicação da água, decimal

A uniformidade de distribuição de água foi determinada utilizando-se a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975), modificada por Deniculi et al. (1980). Para cálculo do coeficiente de uniformidade da água, utilizou-se a metodologia expressa pelo Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) (Keller & Karmeli, 1975) conforme Eq. (6).

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \quad (6)$$

em que:

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, %

$q_{25}$  - média do menor quartil das vazões, L h<sup>-1</sup>

$q_m$  - média das vazões, L h<sup>-1</sup>

Para aferição do manejo da irrigação por evapotranspiração, a umidade atual foi acompanhada por meio do potencial matricial da água no solo feito por tensiômetros digitais instalados a 15 cm de profundidade nos tratamentos com lâmina de irrigação de 100% da ETc.

Foram avaliadas as seguintes características: massas de matéria fresca e seca por planta, produtividade comercial de massa de matéria fresca m<sup>-2</sup> (abatendo-se as folhas mortas e que apresentavam qualquer sintoma); número de folhas por planta; comprimento das raízes; e a eficiência de uso da água (EUA).

A EUA foi determinada pela razão entre a produtividade de massa fresca e o volume de água utilizada no ciclo da cultura (Eq. 7), seguindo recomendações de Pieterse et al. (1997).

$$EUA = \frac{P}{V} \quad (7)$$

em que:

EUA - eficiência do uso da água, kg m<sup>-3</sup> de água

$P$  - produtividade de rúcula, kg ha<sup>-1</sup>

$V$  - volume de água utilizada no período de produção, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

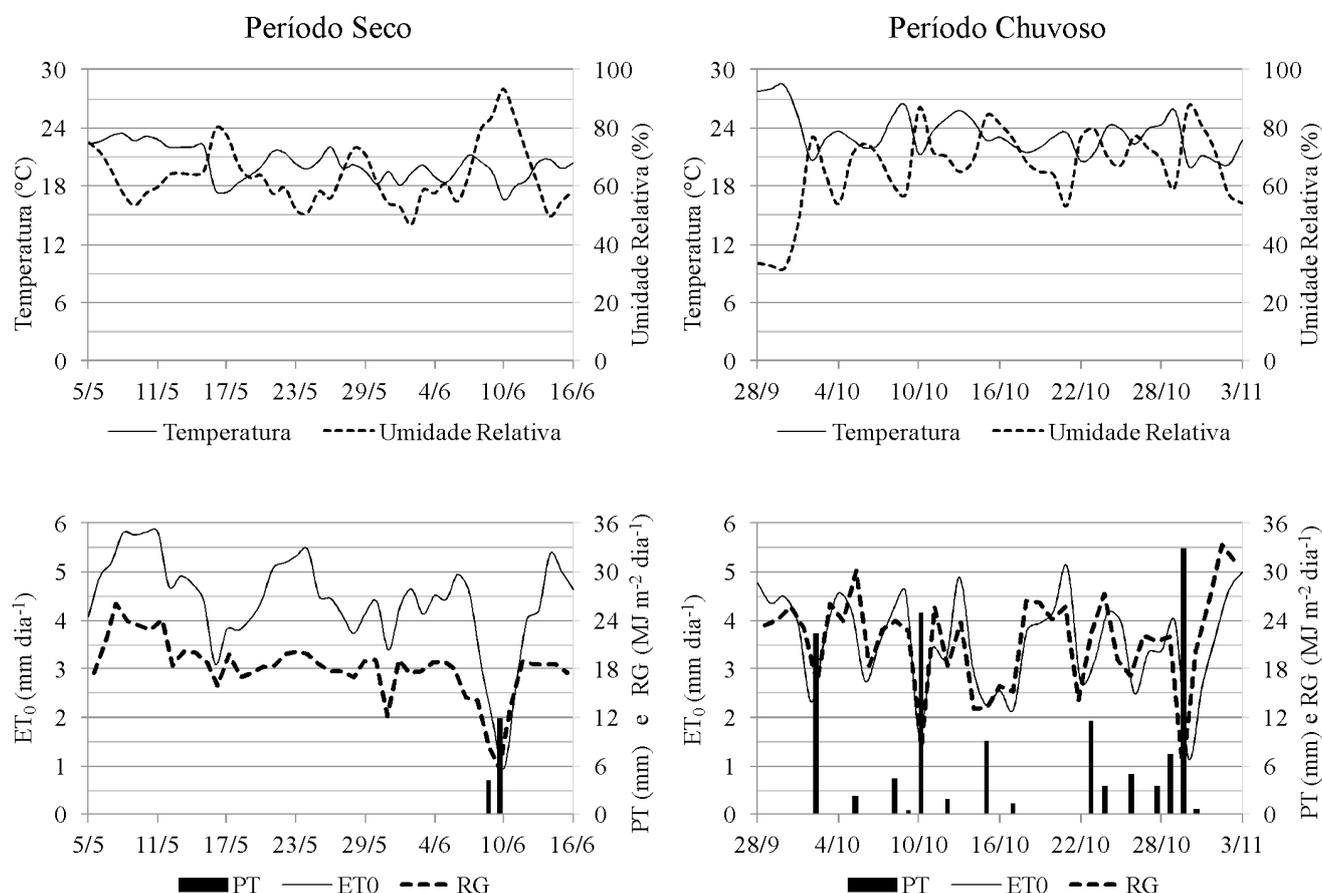
Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Na análise de regressão, o fator lâmina de irrigação foi estudado em função do consumo hídrico pela rúcula, em mm. A comparação de médias foi realizada usando-se o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste  $t$  a 0,05 de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas foram utilizados os programas estatísticos "ASSISTAT 7.6" (Silva, 2011) e "SigmaPlot 11.0" (Systat Software, Inc., 2011). Independentemente da interação entre os fatores ser ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento devido ao interesse em estudo, como realizado por Silva et al. (2011).

## Resultados e Discussão

Os valores médios diários dos elementos meteorológicos obtidos durante os dois períodos estudados estão apresentados na Figura 1. No período seco, os valores médios de temperatura do ar apresentaram grandes oscilações e variaram de 16,6 a 23,4 °C. A umidade relativa comportou-

se inversamente à temperatura, observando-se valores compreendidos entre 46,7 e 93,4%. A radiação global variou entre 5,7 e 26,0 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>. O comportamento da temperatura, umidade relativa e radiação influenciaram os valores de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ). Os valores médios diários de  $ET_0$  durante o período seco variaram de 1,0 a 5,8 mm dia<sup>-1</sup> (Figura 1). De acordo com Costa (1994), lâminas diárias inferiores a 1 mm não devem ser consideradas como precipitações pluviais, pois essa quantidade fica retida na cobertura vegetal, não atingindo o solo. Diante disso, houve apenas dois eventos de precipitação no período seco, totalizando uma altura de 16,2 mm de chuva. No período chuvoso, os valores médios da temperatura do ar variaram de 20,1 a 28,5 °C, da umidade relativa de 32,0 e 87,1%, radiação global de 5,6 e 33,4 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> e  $ET_0$  de 1,2 a 5,1 mm dia<sup>-1</sup>. Nesse mesmo período ocorreram 12 eventos de precipitação, totalizando uma altura de 131,9 mm de chuva (Figura 1).

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de precipitação efetiva, a irrigação real necessária e a soma de ambas, resultando na lâmina total de água aplicada em cada tratamento de irrigação nas duas épocas climáticas estudadas. A precipitação efetiva, segundo Bernardo et al. (2008), é aquela



**Figura 1.** Variação diária da temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação total (PT - mm), evapotranspiração de referência ( $ET_0$  - mm dia<sup>-1</sup>) e radiação global (RG - MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>) em duas épocas climáticas

**Tabela 3.** Precipitação efetiva, irrigação real necessária e lâmina de água total aplicada em cada tratamento e época climática

Época climática	Evento	Lâminas de irrigação - % ETc			
		50	75	100	125
Seca	Precipitação Efetiva (mm)	16,2	14,6	2,5	2,5
	Irrigação Real Necessária (mm)	65,9	98,8	131,7	164,7
	Lâmina de Água Total (mm)	82,1	113,4	134,2	167,1
Chuvosa	Precipitação Efetiva (mm)	62,2	51,7	39,5	39,5
	Irrigação Real Necessária (mm)	43,0	64,5	86,0	107,5
	Lâmina de Água Total (mm)	105,2	116,2	125,5	147,0

fração da precipitação utilizada diretamente pela cultura, ou seja, é a quantidade de água que a planta utiliza em seus processos fisiológicos. A diferença entre essa e a precipitação total foi a quantidade de água que escoou superficialmente ou que percolou abaixo do sistema radicular da cultura, após o solo imediatamente acima ter atingido o teor de água equivalente à capacidade de campo. Na época chuvosa e no tratamento de lâmina de irrigação de 100% da ETc, por exemplo, dos 131,9 mm de água adicionada ao solo via precipitação pluvial, apenas 39,5 mm foi considerada efetiva, ou seja, que ficou disponível no solo para a cultura. Esse baixo aproveitamento

foi devido à alta frequência de irrigação. Dessa forma, o solo sempre permaneceu próximo à capacidade de campo, sendo necessária baixa quantidade de água para atingir a capacidade total de armazenamento.

Na Tabela 4 está apresentada a análise de variância.

Observa-se na Tabela 5, para a variável massa fresca da parte aérea, que a cultivar Folha Larga (Top Seed) apresentou maiores valores em relação à cultivar Apreciata Folha Larga (Feltrin). Nas avaliações realizadas durante o período chuvoso a cultivar Folha Larga (Top Seed) foi estatisticamente superior às demais, corroborando

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância da massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade de massa fresca (PMF), número de folhas por planta (NFP), profundidade de raízes (PR) e a eficiência de uso da água (EUA) pela rúcula

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio					
		MF	MS	PMF	NFP	PR	EUA
Bloco	3	5,92E+01 <sup>NS</sup>	1,79E+00 <sup>NS</sup>	7,42E+05 <sup>NS</sup>	6,75E+00 <sup>NS</sup>	2,17E+00 <sup>NS</sup>	5,13E+01 <sup>NS</sup>
LI	3	5,83E+02 <sup>**</sup>	1,14E+01 <sup>**</sup>	3,66E+06 <sup>**</sup>	9,98E+01 <sup>**</sup>	1,37E+01 <sup>**</sup>	1,30E+02 <sup>*</sup>
Resíduo (a)	9	6,30E+01	1,21E+00	4,68E+05	5,28E+00	1,17E+00	3,07E+01
CR	2	2,26E+02 <sup>**</sup>	4,32E+00 <sup>**</sup>	1,36E+06 <sup>**</sup>	2,83E+01 <sup>**</sup>	1,27E+01 <sup>*</sup>	1,05E+02 <sup>**</sup>
LI x CR	6	1,40E+01 <sup>NS</sup>	5,39E-01 <sup>NS</sup>	1,52E+05 <sup>NS</sup>	2,54E+00 <sup>NS</sup>	3,10E+00 <sup>NS</sup>	9,63E+00 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	24	1,27E+01	3,26E-01	1,12E+05	3,92E+00	2,41E+00	7,17E+00
EC	1	3,39E+02 <sup>**</sup>	3,99E+00 <sup>*</sup>	1,58E+07 <sup>**</sup>	6,37E+02 <sup>**</sup>	7,31E+01 <sup>**</sup>	8,03E+02 <sup>**</sup>
LI x EC	3	6,36E+02 <sup>**</sup>	1,33E+01 <sup>**</sup>	3,19E+06 <sup>**</sup>	4,18E+01 <sup>**</sup>	4,01E+00 <sup>NS</sup>	7,35E+01 <sup>**</sup>
V x EC	2	2,26E+01 <sup>NS</sup>	2,87E-01 <sup>NS</sup>	2,74E+05 <sup>NS</sup>	6,72E+00 <sup>NS</sup>	1,15E+01 <sup>*</sup>	2,01E+01 <sup>NS</sup>
LI x CR x EC	6	1,76E+01 <sup>NS</sup>	5,56E-01 <sup>NS</sup>	1,08E+05 <sup>NS</sup>	1,24E+01 <sup>NS</sup>	3,19E+00 <sup>NS</sup>	6,68E+00 <sup>NS</sup>
Resíduo (c)	36	2,34E+01	9,32E-01	1,42E+05	8,54E+00	3,40E+00	9,11E+00
Total	95	6,92E+01	1,60E+00	5,83E+05	1,78E+01	4,31E+00	2,83E+01
CV (%) Parcela		54,90	35,72	64,37	21,43	8,23	66,75
CV (%) Subparcela		24,66	18,51	31,46	18,47	11,83	32,24
CV (%) Subsubparcela		33,50	31,30	35,47	27,26	14,05	36,35

LI - lâmina de irrigação; CR - cultivar de rúcula; EC - época climática; \* significante a  $p < 0,05$ ; \*\* significante a  $p < 0,01$ ; NS não significativo.

**Tabela 5.** Valores médios<sup>#</sup> de massa fresca, massa seca, produtividade de massa fresca, número de folhas por planta, profundidade de raízes e a eficiência de uso da água pela rúcula, em função da época climática e da cultivar

Fator de resposta	Época climática	Cultivares de rúcula					
		Apreciata folha larga (Feltrin)		Cultivada (Feltrin)		Folha larga (TopSeed)	
Massa fresca (g planta <sup>-1</sup> )	Seca	13,79	Ba	17,03	ABa	18,18	Aa
	Chuvosa	9,93	Bb	11,64	Bb	16,15	Aa
Massa seca (g planta <sup>-1</sup> )	Seca	2,97	Aa	3,40	Aa	3,49	Aa
	Chuvosa	2,38	Ba	2,99	ABa	3,28	Aa
Produtividade de massa fresca (kg m <sup>-2</sup> )	Seca	1,20	Ba	1,53	Aa	1,68	Aa
	Chuvosa	0,56	Bb	0,52	Bb	0,89	Ab
Número de folhas por planta	Seca	12,40	Aa	13,89	Aa	13,60	Aa
	Chuvosa	6,98	Bb	7,98	ABb	9,47	Ab
Profundidade de raízes (cm)	Seca	13,70	Aa	14,27	Aa	14,00	Aa
	Chuvosa	11,45	Bb	11,66	Bb	13,62	Aa
Eficiência de uso da água (kg m <sup>-3</sup> )	Seca	8,74	Ba	11,65	Aa	13,20	Aa
	Chuvosa	4,59	Bb	4,34	Bb	7,29	Ab

<sup>#</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferenciam as cultivares; e seguidas de letras minúsculas diferenciam as épocas climáticas, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

com Santos et al. (2011). Comparando as épocas de produção, observou-se para as cultivares *Apreciata Folha Larga (Feltrin)* e *Cultivada (Feltrin)* maiores valores de massa fresca na época seca, possivelmente devido às menores temperaturas, corroborando com Maia et al. (2006). Para a cultivar *Folha Larga (Top Seed)*, não houve diferença entre as épocas climáticas estudadas.

Em relação à massa seca da parte aérea não houve diferença significativa entre as cultivares durante o período seco, já no período chuvoso a cultivar *Folha Larga (Top Seed)* foi superior à *Apreciata Folha Larga (Feltrin)*. Não houve diferença estatística para época climática para todas as cultivares avaliadas (Tabela 5).

Observa-se também na Tabela 5 que as cultivares *Folha Larga (Top Seed)* e *Cultivada (Feltrin)* apresentaram maiores produtividades que a cultivar *Apreciata Folha Larga (Feltrin)* na época seca. Analisando somente a rúcula da empresa *Feltrin*, observou-se melhor desempenho da rúcula *Cultivada* em relação à de *Folha Larga*, na época seca. Na época chuvosa, essas não diferiram entre si. Oliveira et al. (2012), trabalhando em Mossoró-RN, também encontraram maiores produtividades de rúcula *Cultivada* em relação à rúcula de *Folha Larga*. Observa-se também na época chuvosa, que a cultivar *Folha Larga (Top Seed)* superou as demais. Diante disso, *Folha Larga (Top Seed)* deve ser preferida em relação às demais para ser cultivada no nordeste de Mato Grosso do Sul. Observa-se também na Tabela 5 que a época seca proporcionou maiores produtividades de massa fresca. Esse efeito foi devido à rúcula ser uma cultura de inverno, e segundo Padulosi & Pignone (1997), os valores térmicos ótimos para a rúcula são: 22-24 °C durante o dia e 16-18 °C durante a noite. Outros autores também encontraram maiores produtividades de rúcula no inverno (Reghin et al., 2005; Purquerio et al., 2007; Teles et al., 2011).

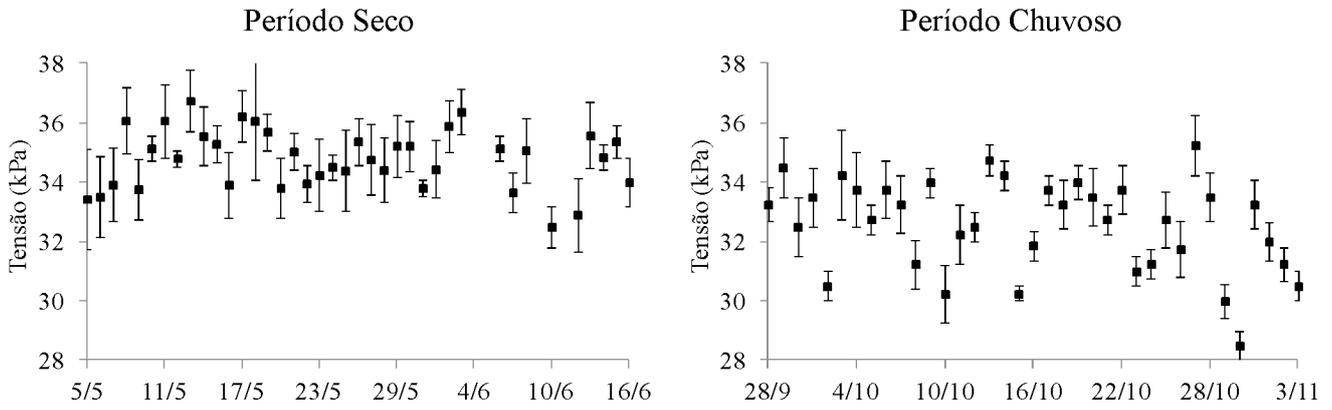
Para a característica número de folhas por planta (Tabela 5) não houve diferença estatística para as cultivares no período seco, corroborando com Oliveira et al. (2012), e para o período chuvoso houve diferença entre as cultivares *Folha Larga (Top Seed)* e *Apreciata Folha Larga (Feltrin)*. Em relação à época de plantio, todas as cultivares avaliadas foram estatisticamente superiores durante o período seco. Esse comportamento, possivelmente, pode ser explicado por dois motivos. Um seria o fato da rúcula apresentar baixa tolerância a altas temperaturas (Padulosi & Pignone, 1997), pois acelera o metabolismo da

planta com incremento do processo respiratório e desnaturação proteica, acarretando em perdas qualitativas e quantitativas de folhas (Santos et al., 2010). Outro motivo pode ser creditado ao mecanismo da planta em aumentar a área foliar afim de maximizar a fotossíntese em períodos de menores taxas de radiação. No período seco a radiação global média foi de 18,2 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, enquanto que no período chuvoso foi de 21,6 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 1).

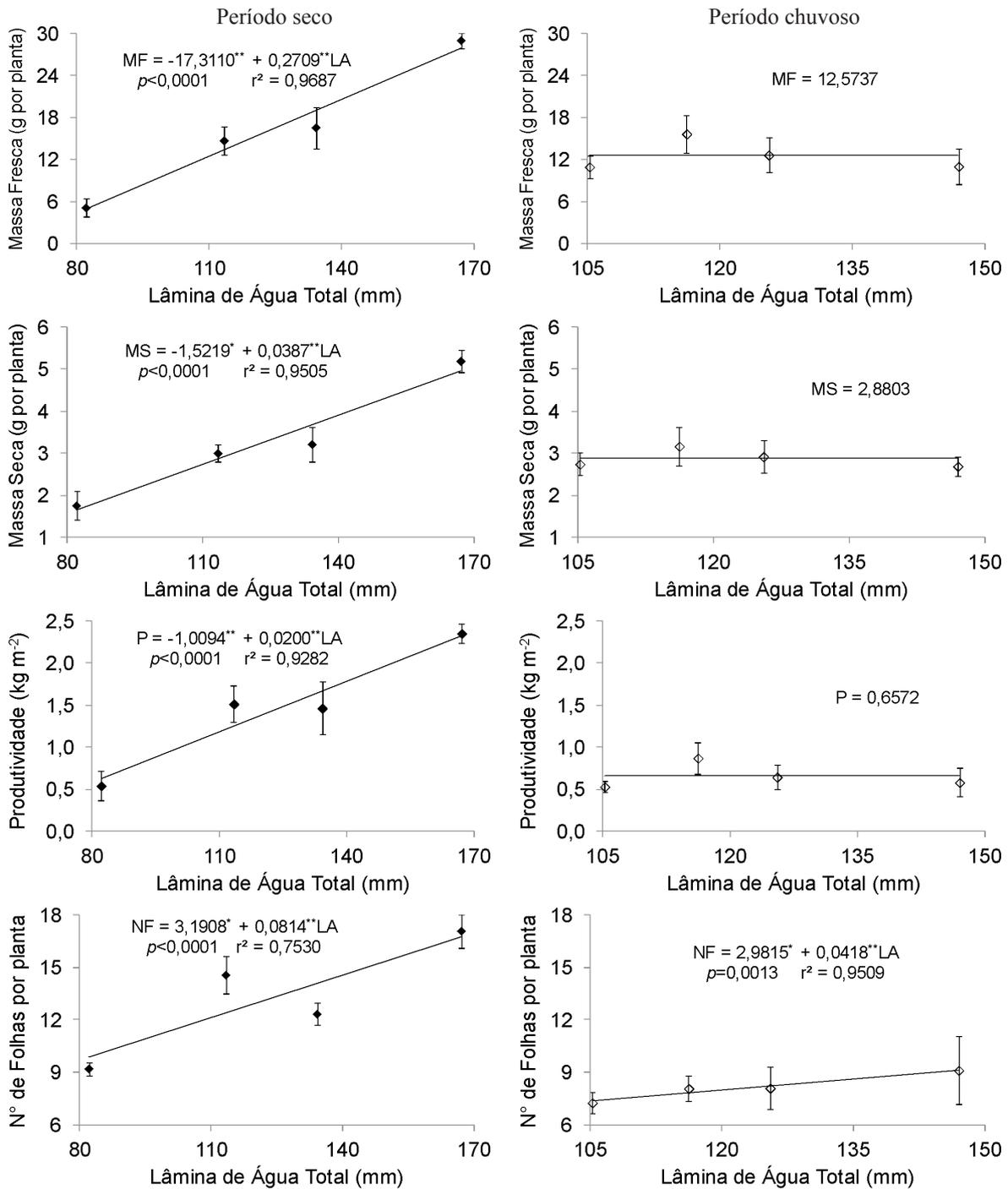
Quanto à profundidade de raízes (Tabela 5), a cultivar *Folha Larga (Top Seed)* apresentou-se superior às demais apenas no período chuvoso. Em relação à época climática, o período seco apresentou maior comprimento de raiz para as cultivares *Apreciata Folha Larga (Feltrin)* e *Cultivada (Feltrin)*.

Observa-se também na Tabela 5 que o comportamento obtido na produtividade repetiu para o parâmetro eficiência do uso da água (EUA). A época seca proporcionou maiores valores de EUA devido a dois fatores: o primeiro fator foi a maior produtividade na estação seca devido às menores temperaturas. O segundo fator foi o melhor fracionamento da água, devido ao fornecimento da mesma ter sido praticamente via irrigação. Na estação chuvosa ocorreram precipitações pluviais logo após eventos de irrigação, como pode ser confirmado pelos menores valores de potencial matricial no período chuvoso (Figura 2), acarretando menores precipitações efetivas. Na época seca, as cultivares *Cultivada (Feltrin)* e *Folha Larga (TopSeed)* apresentaram maiores EUA que *Apreciata Folha Larga (Feltrin)*. Na época chuvosa a cultivar *Folha Larga (TopSeed)* superou as demais. A EUA é diretamente proporcional à produtividade de massa fresca, o que ajuda explicar esse comportamento. A maior EUA foi de 13,20 kg m<sup>-3</sup>, obtida pela cultivar *Folha Larga (TopSeed)* na época seca. Analisando esse resultado, para produção de um quilograma de massa fresca de rúcula são necessários 76 L de água. A menor EUA foi de 4,34 kg m<sup>-3</sup> obtida pela rúcula *Cultivada (Feltrin)*, na época chuvosa. Nesse caso, para produção de um quilograma de massa fresca de rúcula são necessários 230 L de água.

Na Figura 3 estão apresentadas as curvas e equações dos parâmetros avaliados em função das lâminas de irrigação. Na época seca, a lâmina de irrigação proporcionou efeito linear positivo nos parâmetros massa fresca, massa seca, produtividade de massa fresca e número de folhas por planta. A produtividade máxima de rúcula, na época seca, foi de 2,4 kg m<sup>-2</sup>, encontrada no

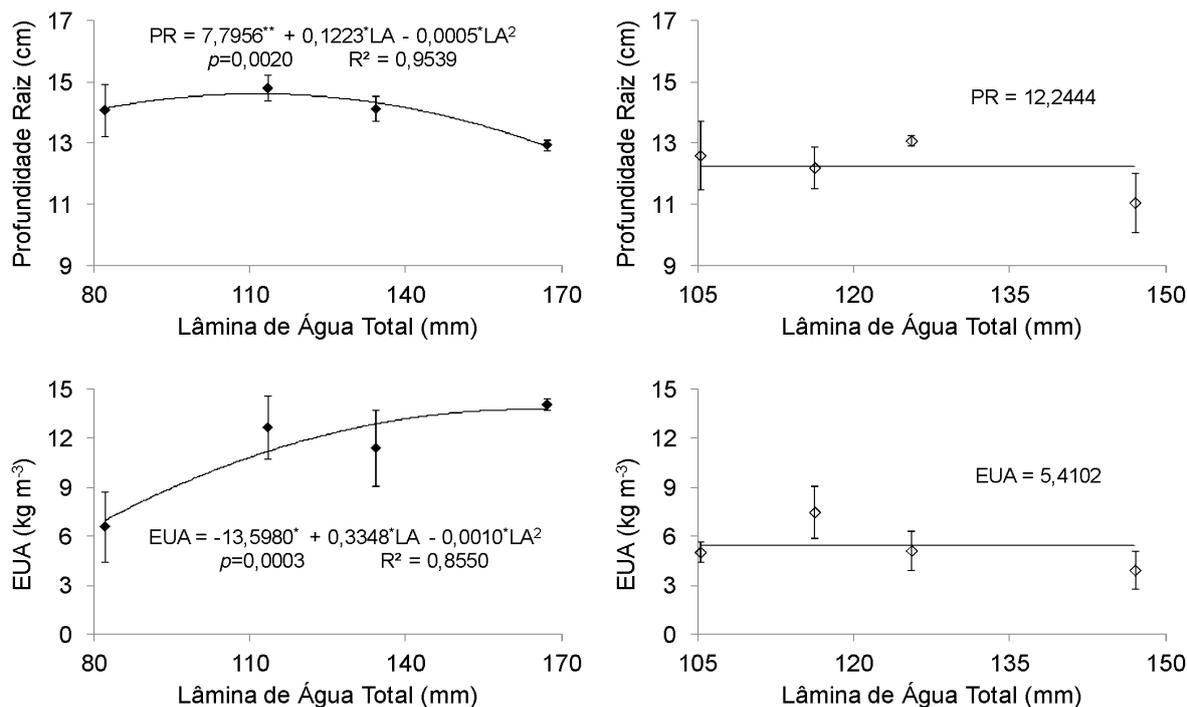


**Figura 2.** Tensões da água no solo (kPa), com seus respectivos desvios-padrão, cultivado com rúcula irrigada com reposição de 100% da ETc, em duas épocas climáticas



Continua na próxima página...

## Continuação da Figura 3



\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; ns não significativo

**Figura 3.** Valores médios com seus respectivos desvios-padrão de massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade de massa fresca (P), número de folhas por planta (NF), profundidade de raízes (PR) e eficiência de uso da água (EUA) pela rúcula em função das lâminas de água total (LA) consumida nas diferentes épocas climáticas

tratamento que recebeu uma lâmina de água total de 170 mm. Para os demais parâmetros, o efeito foi quadrático, em que os valores máximos, estimados pela equação de regressão, para os parâmetros profundidade de raiz e EUA foram de 14,6 cm e 13,7  $\text{kg m}^{-3}$ , para as lâminas de irrigação de 111,4 e 163,4 mm, respectivamente. Diante desses resultados, o consumo de água que maximizou a maioria dos parâmetros avaliados da rúcula foi de 170 mm, que correspondeu aproximadamente à irrigação com lâmina para suprir 125% da ETc (Tabela 3).

Na época chuvosa, a irrigação proporcionou efeito linear positivo apenas no número de folhas por planta. Os demais parâmetros analisados não foram afetados pela lâmina aplicada na irrigação, e diante disso, não foi possível encontrar ajustes pelas equações de regressão analisadas (polinomial de primeiro e segundo grau). Esse resultado ocorreu devido aos altos valores de precipitação pluvial observados durante a época chuvosa (Figura 1), resultando baixa diferença na lâmina de água total (Tabela 3) entre os tratamentos de irrigação. Pelos resultados, recomenda-se irrigar a rúcula no nordeste Sul-Mato-Grossense de forma que seu consumo hídrico seja de 105,2 mm, que correspondeu à irrigação com lâmina para suprir 50% da ETc. Dessa forma espera-se economizar água e energia elétrica na produção da rúcula na época chuvosa, de forma a aumentar sua viabilidade econômica.

Vasco et al. (2011), trabalhando com rúcula na época chuvosa, mas em região que apresenta menores lâminas de precipitação pluvial em relação à região da presente pesquisa, encontraram resultado diferente. Esses autores testando diferentes lâminas de irrigação encontraram comportamento quadrático para os parâmetros número de folhas por planta e produtividades de massa seca e fresca em relação às lâminas de irrigação. Segundo os autores, a lâmina de irrigação que maximizou a produtividade de massa fresca de rúcula foi de 93,5% da ETc. Esses resultados somados aos obtidos na presente pesquisa mostram que o excesso de água e altas temperaturas são prejudiciais à cultura da rúcula, assim como a deficiência hídrica, podendo comprometer o desenvolvimento vegetativo das plantas e, conseqüentemente, provocar perdas significativas na produção de folhas.

## Conclusões

1. A rúcula apresenta maior produção na época seca, quando cultivada sob irrigação no nordeste do Mato Grosso do Sul.
2. A rúcula Folha Larga (Top Seed) deve ser preferida pelos produtores do nordeste de Mato Grosso do Sul, em relação às cultivares Apreciata Folha Larga (Feltrin) e Cultivada (Feltrin).

3. Recomenda-se irrigar a rúcula com reposição de 50 e 125% da evapotranspiração da cultura nas épocas chuvosa e seca, respectivamente.

### Literatura Citada

- Batista, P. F.; Pires, M. M. M. L.; Santos, J. S.; Queiroz, S. O. P.; Aragão, C. A.; Dantas, B. F. Produção e qualidade de frutos de melão submetidos a dois sistemas de irrigação. *Horticultura Brasileira*, v.27, p.246-250, 2009.
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- Cantu, R. R.; Goto, R.; Junglaus, R. W.; Gonzatto, R.; Cunha, A. R. Uso de malhas pigmentadas e mulching em túneis para cultivo de rúcula: Efeito no ambiente e nas plantas modelo. *Ciência Rural*, v.43, p.810-815, 2013.
- 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*, v.25, p.34-40, 2007.
- Costa, M. H. Análise de dados de precipitação. Viçosa: AEAMG, 1994. 21p. Caderno Didático, 11.
- Cunha, C. C.; Magalhães, F. F.; Castro, M. A. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul - MS. *Engenharia na Agricultura*, v.21, p.159-172, 2013.
- Denículi, W.; Bernardo, S.; Thiábaut, J. T. L.; Sediyaama, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. *Revista Ceres*, v.27, p.155-162, 1980.
- Ensinas, S. C.; Biscaro, G. A.; Borelli, A. B.; Mônaco, K. A.; Marques, R. J. R.; Rosa, Y. B. C. J. Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula. *Agrarian*, v.2, p.7-17, 2009.
- Freitas, K. K. C.; Bezerra Neto, F.; Grangeiro, L. C.; Lima, J. S. S.; Moura, K. H. S. Desempenho agrônômico de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. *Revista Ciência Agrônômica*, v.40, p.449-454, 2009.
- 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*, v.24, p.360-360, 2006.
- Keller, J.; Bliesner, R. D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: van Nostrand Reinold, 1990. 652p.
- Keller, J.; Karmeli, D. Trickle irrigation design. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975. 133p.
- Magalhães, F. F.; Cunha, F. F.; Silva, T. R.; Souza, E. J.; Godoy, A. R. Produtividade de diferentes cultivares de cenoura sob distintas lâminas de irrigação. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 23, 2013, Luís Eduardo Magalhães. Anais... Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2013. p.481-486.
- Maia, A. F. C. A.; Medeiros, D. C.; Liberalino Filho, J. Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas de rúcula. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.2, p.89-95, 2006.
- Marcuzzo, F. F. N.; Costa, H. C. Estudo da sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso do Sul e sua distribuição espaço-temporal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.1, p.73-86, 2012.
- Martins, M. C.; Câmara, G. M. S.; Peixoto, C. P.; Marchiori, L. F. S.; Leonardo, V.; Mattiazzi, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. *Scientia Agrícola*, v.56, p.851-858, 1999.
- Morales, M.; Janick, J. Arugula: A Promising specialty leaf vegetable. In: Janick, J.; Whipkey, A. (ed.). Trends in new crops and new uses. Alexandria: ASHS Press, 2002. p.418-423.
- Oliveira, F. A.; Oliveira, M. K. T.; Neta, M. L. S.; Silva, R. T.; Souza, A. A. T.; Silva, O. M. P.; Guimarães, I. P. Desempenho de cultivares de rúcula sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v.8, p.67-73, 2012.
- Padulosi, S.; Pignone, D. Rocket: A mediterranean crop for the world. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. 101p.
- Pieterse, P. A.; Rethman, N. F. G.; van Boch, J. Production, water use efficiency and quality of four cultivars of *Panicum maximum* Jacq. at different levels of nitrogen fertilization. *Tropical Grassland*, v.31, p.117-123, 1997.
- 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.
- 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*, v.29, p.953-959, 2005.
- Rossi, F.; Fabri, E. G.; Sala, F. C.; Rondino, E.; Minami, K.; Melo, P. C. T.; Costa, C. P. Caracterização varietal de rúcula (*Eruca sativa*) cultivada. *Horticultura Brasileira*, v.22, p.391, 2004.

- Santos, L. L.; Seabra Jr., S.; Nunes, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, v.8, p.83-93, 2010.
- Santos, O. S.; Melo, E. F. R. Q; Basso, D. P.; Manegaes, J. F.; Cargnelutti Filho, A.; Filipetto, J. E.; Luz, R. C. Produção de cinco cultivares de rúcula em duas soluções hidropônicas. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.17, p.468-472, 2011.
- Sediyama, M. A. N.; Salgado, L. T.; Pinto, C. L. O. Rúcula. In: Paula Jr., T. J.; Venzon, M. (ed.). *101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas*. Belo Horizonte: EPAMIG. p.683-686. 2007.
- Silva, D. F. P.; Siqueira, D. L.; Santos, D.; Machado, D. L. M.; Salomão, L. C. C. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de “mexerica-do-rio”. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.especial, p.357-362, 2011.
- Silva, F. A. S. *Sistema de Assistência Estatística. Versão 7.6 beta*. Campina Grande: UFCG, 2011.
- Souza, D. N.; Cunha, F. F.; Santos, O. F.; Souza, E. J.; Godoy, A. R. Produtividade de diferentes híbridos de tomateiro irrigado e em sequeiro. In: *Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem*, 23, 2013, Luís Eduardo Magalhães, Anais... Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2013. p.487-492.
- Teles, D.; Ferreira, E. F.; Pires, V. P. Q.; Pereira, E. D.; Costa, C. C. Avaliação de diferentes épocas de cultivo e doses de esterco sobre a produção de rúcula. *Horticultura Brasileira*, v.29, p.3728-3734, 2011.
- Vasco, A. N.; Aguiar Netto, A. O.; Mann, R. S. Bastos, E. A. Irrigation management in real time for arugula crop in Sergipe. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v.13, p.1161-1167, 2011.

