RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E PRODUÇÃO DE RÚCULA SUBMETIDA A DIFERENTES NÍVEIS DE ÁGUA NO SOLO, SOB AMBIENTE PROTEGIDO

Wallyson Zarpellon Teixeira (Bic), Eduardo Augusto Agnellos Barbosa (Orientador), Erinelson Digner, Rosana Fernandes Otto, Silvana Ohse, e-mail: eaabarbosa@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Dep. Ciências do solo e Eng. Agrícola.

Palavras-chave: Fertirrigação, Nitrogênio, Fotossíntese, Potencial de água no solo.

Resumo

Trabalho realizado com o cultivo da rúcula sobe o sistema de fertirrigação que teve por objetivo monitorar os processos de acidificação e salinização da solução do solo submetido a diferentes fontes de adubação nitrogenada, verificando o limite superior de água no solo para a produção de rúcula e avaliando o desenvolvimento vegetativo da rúcula. Amostras de solo foram coletadas de cada parcela experimental para preparação da pasta saturada e realizadas avaliações biométricas em dois momentos do ciclo da cultura para análise do desenvolvimento vegetativo e avaliações de trocas gasosas. Os potenciais de água no solo e as fontes de N aplicados via fertirrigação não ocasionaram efeitos nas características biométricas da rúcula no momento da colheita. Por meio dos parâmetros fisiológicos constatou-se que para a aplicação da ureia via fertirrigação o potencial de água no solo de -33 kPa foi o mais adequado e para o nitrato de amônio foi o potencial de -10 kPa. Não observou efeitos das fontes de nitrogênio na condutividade elétrica e pH do extrato saturado do solo.

Introdução

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à família Brassicaceae, que tem apresentado um aumento crescente de produção e consumo no Brasil, apresentando formação vegetativa rápida, intensa em tratos culturais e necessita de boa disponibilidade hídrica. O ambiente protegido possibilita o cultivo ao longo do ano em regiões que apresentam problemas climáticos (SENTELHAS e SANTOS, 1995), como baixas temperaturas e geadas, condições típicas da região dos Campos Gerais do Paraná. Dentre os métodos de irrigação, a localizada via gotejamento apresenta características desejadas para a estas condições (BLANCO e FOLEGATTI, 2002), pois aplica água em baixas vazões, alta frequência e sem o molhamento foliar. Para o adequado manejo da irrigação é importante estabelecer os limites de potencial de água no solo que assegure um adequado nível de produtividade, ou seja, estabelecer os limites de déficit hídrico para as culturas. Desta forma, o estudo objetivou avaliar as características biométricas da parte aérea, as respostas fisiológicas e a salinização e acidificação do extrato saturado do solo, cultivado com rúcula sob três limites superior de água no solo (-10, -21 e -33 kPa) e duas fontes de N (nitrato de amônia e ureia) aplicados via fertirrigação.

Materiais e Métodos

O estudo foi desenvolvido em túnel alto, instalado na Fazenda "Capão da onça" da Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizada em Ponta Grossa. O clima da região, segundo classificação de Köppen é subtropical úmido, do tipo Cfb. O solo da área foi classificado como Cambissolo Haplico Típico. A cultura antecessora foi a alface, manejada nas mesmas condições experimentais deste estudo. O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2, com 3 repetições. A primeira fonte de variação foi o limite superior de água no solo, sendo os potenciais mátrico (Ψ_m) de -10, -20 e -30 kPa. A segunda fonte foi duas fontes distintas de nitrogênio (FN), sendo nitrato de amônio (NA) e ureia, aplicados via fertirrigação. O sistema de irrigação foi o gotejamento superficial, com emissores espaçados a 0,30 m e vazão de 1,5 L h^{-1}. No dia 10/01/2017 realizou o transplantio das mudas de rúcula var. folha larga, no espaçamento de 0,30m entre plantas e entre linhas de plantio. Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas de plantio, e com sete plantas em cada linha, totalizando 28 plantas de rúcula por parcela. Antes do transplantio das rúculas e após sua colheita, duas amostras de solo por parcela foram coletadas na camada de 0,00-0,20m, com as amostras preparou a pasta saturada e realizou a extração da solução em conjunto Funil de Büchner-Kitassato-Bomba, posteriormente, avaliou-se a condutividade elétrica e salinidade com auxílio de condutivímetro (TDScan 4, Eutech Instruments) e pHmetro (PHScan 2, Eutech Instruments), respectivamente. As avaliações biométricas, realizadas em duas plantas por parcela, foram determinadas aos 30 dias após o transplantio (DAT) e no momento da colheita. Com auxilio de uma fita métrica mediu-se a altura, o diâmetro da parte aérea (DPA) e o comprimento e largura da folha externa. Durante a condução da primeira safra de cultivo da rúcula foi realizada uma avaliação fisiológica, aos 38 DAT. A avaliação de trocas gasosas for realizada com analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), LI-6400XT (Li-Cor). Os parâmetros analisados foram: fotossíntese liquida (*A*), condutância estomática (Gs), transpiração foliar (Tr) e a eficiência fisiológica do uso da água (EUA = A/E). Esta avaliação foi realizada em duas plantas por unidade experimental, localizada na região central da parcela. A rúcula foi colhida precocemente, devido a ocorrência de rhizoctonia, a qual se alastrou rapidamente na área experimental e impossibilitou a condução até a fase final de cultivo. A colheita antecipada foi realizada no dia 03/03/2017. Após obtenção e organização dos dados, realizou o teste de normalidade por Shapiro-Wilk. Os dados que não apresentaram normalidade foram transformados por Box-Cox, essas análises foram realizadas no software R. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e se F significativo aos nível de 5%, aplicou-se o teste de Tukey via software Sisvar.

Resultados e Discussão

As análises biométricas realizadas aos 30 dias após o transplantio e na colheita da rúcula estão apresentadas na Tabela 1. Observou-se efeito do limite superior de água no solo para a altura e DPA aos 30 DAP. A rúcula submetida ao Ψ_m de -33 kPa apresentou altura superior em 18,5% em relação a submetida no Ψ_m de -21 kPa. O DPA da rúcula aos 30 DAP foi superior no tratamento com Ψ_m de -10 kPa, se destacando do tratamento com potencial de -21 kPa.

Tabela 1. Análise de variância para a altura, diâmetro da parte aérea (DPA), comprimento de folha (Fc) e largura de folha (Fl) aos 30 dias após o transplantio (DAT) e a colheita da rúcula cultivada em túnel alto, Ponta Grossa-PR

Tratamento		Altura[T]	DPA	Fc	Fl	Altura	DPA	Fc	Fl
		30 DAT				Colheita			
Fonte N	Ureia	24,06	27,11	19,61	5,80	21,55	32,55	22,55	6,36
	NA	23,22	28,94	20,05	5,44	22,66	33,55	20,22	6,17
Teste F		0,42^{ns}	1,36^{ns}	0,11^{ns}	0,17^{ns}	0,65^{ns}	0,11^{ns}	2,03^{ns}	0,08^{ns}
Potencial (kPa)	- 10	24,17ab	30,25b	20,25	5,58	22,08	31,16	21,00	5,92
	- 21	21,42 b	24,83 a	19,33	6,08	22,00	32,91	20,91	6,08
	- 33	25,33 a	29,00b	19,91	5,20	22,25	35,08	22,25	6,79
Teste F		3,25*	4,32*	0,18^{ns}	0,33^{ns}	0,01^{ns}	0,57^{ns}	0,28^{ns}	0,64^{ns}
Teste F (Ψm x FN)		0,62^{ns}	1,80^{ns}	0,83^{ns}	0,23^{ns}	0,40^{ns}	0,11^{ns}	0,46^{ns}	0,33^{ns}

Valores seguidos por letras diferentes na coluna apresentam diferença significativa. *Significativo a p<0,05; ^{ns}Não significativo. N, fontes de nitrogênio; NA, Nitrato de amônio; P, potencial de água no solo; C.V., coeficiente de variação.

Por meio da análise realizada biométrica realizada na colheita da rúcula, verifica-se que não houve efeito significativo para as características biométricas para as FN e Ψ_m (Tabela 1). Para Correia (2017), se o solo no início do cultivo estiver no Ψ_m -10 kPa, a lâmina de 50% de ETc é suficiente para o adequado desenvolvimento inicial da cultura. Destaca-se que a rúcula foi colhida precocemente, devido à ocorrência de rhizoctonia. As variáveis fisiológicas da cultura da rúcula mensuradas aos 38 DAT são apresentadas na Tabela 2. Constatou-se diferença significativa para a interação entre Ψm e FN para Gs e EUA. Para a aplicação de NA, constatou-se efeito oposto ao obtido para a ureia, com melhores respostas fisiológicas nos menores Ψm. A redução do Ψm resulta em menores potenciais de água na folha e consequentemente fechamento estomático, resultando em maior resistência dos estômatos (Nogueira e Silva Jr., 2001). Desta forma, no uso do NA via fertirrigação, recomenda-se por meio das respostas fisiológicas o potencia de -10 kPa.

Tabela 2. Análise de variância para fotossíntese líquida (*A*, μmol m^{-2} s^{-1}), condutância estomática (Cond, mol m^{-2} s^{-1}), transpiração foliar (Tr, mmol H_2O m^{-2} s^{-1}), eficiência do uso da água (EUA, mmol H_2O m^{-2} s^{-1}) e concentração intercelular de CO_2 (Ci, μmol CO_2 mol^{-1}), aos 38 dias após o transplantio da rúcula, em túnel alto, Ponta Grossa-PR.

Tratamento		*A*	Gs	Tr	EUA	CE	pH	CE	pH
FN	Ureia	15,8	0,62	6,0	2,8	0,12	6,87	0,20	6,82
	NA	16,0	0,59	7,0	2,5	0,13	6,78	0,22	6,94
Teste F (FN)		0,02^{ns}	0,17^{ns}	2,5^{ns}	1,21^{ns}	0,28^{ns}	2,07^{ns}	0,60^{ns}	0,56^{ns}
Ψm (kPa)		16,8	0,58	6,9	2,76	0,13	6,87	0,20	6,80
		16,7	0,59	6,2	2,75	0,13	6,86	0,17	6,98
		14,4	0,64	6,5	2,42	0,12	6,73	0,24	6,86
Teste F (Pot)		1,65^{ns}	0,29^{ns}	0,41^{ns}	0,55^{ns}	0,07^{ns}	1,95^{ns}	0,29^{ns}	0,39^{ns}
Teste F (Ψm x FN)		1,06^{ns}	2,97^{+}	0,15^{ns}	2,61^{+}	1,35^{ns}	0,74^{ns}	0,14^{ns}	0,24^{ns}

Valores seguidos por letras diferentes na coluna apresentam diferença significativa. *Significativo a 5%; $^{+}$Significativo a 10%; ^{ns}Não significativo. FN, Fonte de Nitrogênio. Ψm, Potencial mátrico do solo.

A EUA apresentou melhores respostas para aplicação de ureia no Ψm de -10 kPa, com valor médio de 3,30 μmol CO_2 mol-1 H_2O, sendo superior aos demais Ψm. Para aplicação de NA, o Ψm -33 kPa destacou-se, com média de 2,71 μmol CO_2 mol^{-1} H_2O. Isso significa que proporcionalmente as plantas irrigadas no Ψm de -10 kPa com ureia apresentaram maior *A* sem perder água em excesso pela Tr. Os tratamentos não caracterizaram diferença significativa com relação a condutividade

elétrica do extrato saturado e pH (Tabela 2). OS resultados indicam que a curto período (um ciclo de cultivo da rúcula), a ureia e o NA não ocasionam efeitos deletérios na solução do solo. Em comparação aos resultados de CE antes e após o cultivo, observa-se que a fertirrigação, independentemente da FN, elevou em 68% as CE. Ressalta-se que os valores de CE são baixos, não comprometendo o desenvolvimento da rúcula. Segundo Doorembos e Kansan (1994), a produtividade da rúcula começa a ser afetada quando a CE do extrato saturado do solo esta acima d 1,35 dS m^{-1}, condição não observada neste estudo.

Conclusões

Os potenciais de água no solo e as fontes de nitrogênio aplicadas via fertirrigação não alteraram as características biométricas da rúcula no momento da colheita. Por meio dos parâmetros fisiológicos constatou-se que para a aplicação da ureia via fertirrigação o potencial de água no solo de -33 kPa foi o mais adequado e para o nitrato de amônio foi o potencial de -10 kPa. Não observou-se efeitos das fontes de nitrogênio na condutividade elétrica e pH do extrato saturado do solo, porém observou incremento destes parâmetros antes e após o cultivo.

Agradecimentos

Agradecimento aos funcionários da Fazenda “Capão da Onça” (Fescon) pela disponibilidade do espaço para a realização do experimento.

Referências

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Manejo da água e nutrientes para o pepino em ambiente protegido sob fertirrigação. *AGRIAMBI.* v.6(2), 251-255, 2002.

CORREIA, C. C. S. A. **Irrigação de cultivares de rabanete e rúcula na região de Viçosa-MG**. 2017, 50f. Dissertação (Mestardo em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2017.

CRITTEN, D.L.; BAILEY, B.J. A review of greenhouse engineering development during the 1990s. *Agric. Forest Meteor*. v.112, 1-22, 2002.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994.306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

NOGUEORA, R. J. M. C; SILVA Jr., J. F. Resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de gravioleira. Scientia Agricola, v.58, n.3, p.491-495, 2001

SENTELHAS, P.; SANTOS, A.O. Cultivo protegido: aspecto microclimático. *Rev. Bras. Hort. Orn*. v.1(2), 108-115, 1995.