



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

NITROGEN FERTIGATION AND ARRANGEMENT OF DRIP HOSES IN EGGPLANT CULTIVATION

Gabriel Queiroz de Oliveira, *Rodrigo Couto Santos, Guilherme Augusto Biscaro, Raimundo Rodrigues Gomes Filho, Luciano Oliveira Geisenhoff, Arthur Carniato Sanches, Eder Pereira Gomes, Juliano Lovatto, Hélio Ávalo, Karina Freitas Costa

Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of Grande Dourados, João Rosa Góes St., 1761, Dourados, Mato Grosso do Sul, 79804-970, Brazil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 17th May, 2019
Received in revised form
03rd June, 2019
Accepted 21st July, 2019
Published online 30th August, 2019

Key Words:

Irrigation, Solanum melongena L., Urea, Subsurface drip.

*Corresponding author: Rodrigo Couto Santos

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the nitrogen (N) doses applied by fertigation with a surface and subsurface drip irrigation system in eggplant "Cica". The experiment was conducted from August 2017 to February 2018 in the irrigation and drainage area of the Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of Grande Dourados, in Dourados city, MS state, Brazil. The experimental design was a randomized complete block design in a subdivided plot composed of four blocks. In the plots treatments were at doses of N zero, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹. In the subplots the treatments were at the positions of the surface drip hose, subsurface at 0.1 m and subsurface at 0.2 m. The evaluated characteristics were: average fruit mass, total productivity, commercial productivity. The higher total productivity was achieved in drip irrigated systems buried at 0.1m surface. Buried irrigation systems demonstrated greater harnessing nitrogen utilization because mitigate the loss of this nutrient what doesn't as occurs on the surface besides providing dripping near the effective root system of the crop.

Copyright © 2019, Izabella Garbeline Okuma et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Gabriel Queiroz de Oliveira, Rodrigo Couto Santos, Guilherme Augusto Biscaro et al., 2019. "Nitrogen fertigation and arrangement of drip hoses in eggplant cultivation", *International Journal of Development Research*, 09, (08), 29201-29204.

INTRODUCTION

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma olerícola pertencente à família das Solanáceas de destacada importância no Brasil e no mundo (SILVA *et al.*, 2015). A adoção de novas alternativas de cultivo e tecnologia pode proporcionar aumento da produtividade e maior estabilidade de produção, tornando o setor agrícola competitivo e auto-sustentável. O manejo adequado de fertilizantes é um dos principais fatores que afetam positivamente o cultivo das culturas agrícolas diante da necessidade em atender suas exigências nutricionais e, o manejo incorreto da adubação pode acarretar prejuízos ao potencial produtivo das culturas, assim como financeiros e ao meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2014; FEIX *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2008). Tecnologias adequadas de irrigação e estratégias de aplicação de Nitrogênio (N) tendem a elevar os rendimentos das culturas e aumentar a eficiências dos insumos utilizados na produção (XIANG *et al.*, 2018). Dentre as tecnologias mais eficientes de aplicação de nutrientes está a fertirrigação que possibilita a realização de ajustes aos diferentes estádios fenológicos das culturas, contribuindo na redução dos custos, com consequente aumento da eficiência de uso de fertilizantes, permitindo melhor distribuição e disposição dos fertilizantes em regiões do solo de maior

absorção, ou seja, onde concentra-se maior densidade de raízes (COSTA *et al.*, 2015). O sistema de irrigação subsuperficial, do tipo gotejamento, se apresenta como boa alternativa a aplicação de nutrientes, principalmente N, em diferentes culturas (BISCARO *et al.*, 2012). Se comparado com o de superfície esse sistema tem como vantagens a aplicação de água e fertilizante diretamente na zona radicular das plantas, a redução de perdas potenciais devido à evaporação, o favorecimento dos tratamentos culturais mecânicos, a redução da umidade na superfície do solo, a incidência de doenças e o ataque de roedores aos tubos (MELO *et al.*, 2010). Segundo ADAMS e ZELEKE (2017), existe uma tendência crescente para o uso da irrigação por gotejamento, superficial ou enterrado, como um meio de aumentar a economia de água e minimizar a ocorrência de patógenos nas folhas e frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das doses de N aplicadas via fertirrigação, utilizando sistema de irrigação por gotejamento instalados a diferentes profundidades no solo, para a cultura da berinjela.

MATERIALS AND METHODS

O experimento foi desenvolvido entre o período de agosto de 2017 a fevereiro de 2018, na área de irrigação e drenagem, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da

Grande Dourados, em Dourados, MS, cujas coordenadas geográficas são 22° 11'45" S e 54°55'18" W, com altitude média de 446 m. O clima é do tipo Cwa mesotérmico úmido, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 1500 mm e a temperatura média do ar de 22°C. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (SANTOS *et al.*, 2018), com as características químicas na camada de 0-0,2 m e 0,2-0,4 m descritas na Tabela 1 e características físicas e granulométricas do solo conforme Tabela 2. Com base nos resultados da análise de solo e de acordo com recomendação de MARTINEZ *et al.* (1999), foram aplicados na área experimental 120 kg de fósforo (P₂O₅) ha⁻¹, utilizando-se como fonte o superfosfato simples (18%) e 80 kg de óxido de potássio (K₂O) há⁻¹na forma de cloreto de potássio (60%). Para que fosse realizado o transplante das mudas, a adubação de plantio em cada cova (0,3 m x 0,3 m x 0,3 m) consistiu em aplicar apenas 40% de K₂O, 100% de P₂O₅ e 25 Mg há⁻¹ de esterco de curral curtido, o qual apresentava as seguintes características químicas: pH (CaCl₂ 0,01 mol dm⁻³) 6,7; 190,30 mg dm⁻³ de P; 8,53 mmolc dm⁻³ de K; 0,0 mmolc dm⁻³ de Al; 113,6 mmolc dm⁻³ de Ca; 50,0 mmolc dm⁻³ de Mg; 18,2 mmolc dm⁻³ de H+Al; 172,13 mmol dm⁻³ de SB.

A correção da acidez do solo foi realizada com calagem incorporada com 1.800 kg ha⁻¹. O nitrogênio foi aplicado via fertirrigação, conforme seus respectivos tratamentos utilizando como fonte a ureia. Tanto o N como o restante da adubação potássica (60%) foram parceladas em seis aplicações aos 10, 30, 56, 66, 96 e 124 dias após o transplante das mudas (DAT), conforme a curva de absorção (HAAG e MINAMI, 1988). O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida composta por quatro blocos. Nas parcelas, os tratamentos foram cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹). Nas subparcelas, os tratamentos foram três posições da mangueira gotejadora em profundidade no solo (superfície, enterrado a 0,1 m e enterrada a 0,2 m). Cada subparcela consistiu de três linhas com 5 m de comprimento, o espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre plantas e de 1,0 m entre as linhas, permitindo uma população de 10.000 plantas por hectare.

A área útil correspondia a três plantas das linhas centrais de cada parcela, permanecendo as das extremidades como bordaduras. O cultivar de berinjela foi o híbrido "Ciça", com ciclo de até 200 dias. O mesmo foi transplantado no dia 19 de agosto de 2012. O sistema de irrigação por gotejamento foi instalado três dias antes do transplante e procedeu o umedecido o solo até a capacidade de campo. O manejo de irrigação foi realizado diariamente através da estimativa da evapotranspiração de referência (E_{to}), baseado no método de Penman-Monteith, conforme descrito em ALLEN *et al.* (1998). Estes autores recomendam que para períodos diários, o fluxo de calor (G) seja desprezável, o que foi adotado neste trabalho. A evapotranspiração da cultura (E_c) foi estimada seguindo metodologia proposta por BERNARDO *et al.* (2008). O sistema de irrigação por gotejamento obteve valores de porcentagem de área molhada (PAM) na ordem de 40%. Neste estudo calculou-se reserva de água no solo, consideração o conceito de Água Facilmente Disponível para a irrigação localizada (AFD_{Loc}), em mm, sendo calculada conforme a Equação 1.

$$AFD_{Loc} = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) 1000 Z \text{ "p"} \frac{PAM}{100} \quad (1)$$

Em que:

θ_{cc} - umidade do solo na capacidade de campo (tensão a 10 kPa, m³ m⁻³);

θ_{pmp} - umidade do solo no ponto de murcha permanente (tensão a 1.500 kPa, m³ m⁻³);

Z – profundidade do sistema radicular (0,4 m);

"p" –fator de depleção de água no solo (0,60) recomendado por ALLEN *et al.* (1998).

Assim, o cálculo da lâmina líquida máxima no momento da irrigação (LL), considerou AFD_{Loc}, para determinar a quantidade de água a ser aplicada com o gotejamento, Segundo Equação 2:

$$LL = (\sum Etc_{Loc} - P) \quad (2)$$

Em que:

P – chuva acumulada nos dias observados (mm).

Utilizou-se sistema de irrigação localizada por gotejamento, com mangueira gotejadora da marca PETRODRIP®, modelo Manari, com espaçamento entre emissores de 0,2 m, vazão de 0,0015 m³ h⁻¹, com pressão de serviço de 98,1 kPa, sendo instalada uma linha de irrigação para cada linha de cultivo. A pressão constante de 98,1 kPa foi fornecida por uma motobomba mantida para as linhas de todo o sistema, sendo a pressão controlada por meio de conector de início de linha. A colheita foi realizada a partir dos 89 DAT e estendeu-se até 171 DAT, coletando frutos de três plantas de cada subparcela, na qual foram avaliadas as variáveis: massa média de fruto – MF, g fruto⁻¹; produtividade total – PT, ton ha⁻¹; produtividade comercial – PC, ton ha⁻¹(frutos com 17 a 20 cm de comprimento). Todas as variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, e quando as mesmas foram significativas no nível de 5% de probabilidade, aplicou-se para os tratamentos de nitrogênio, a comparação por meio de modelo de regressão, e para os tratamentos de gotejamento o teste de comparação de média Tukey.

RESULTS AND DISCUSSION

É possível analisar na Tabela3 que a massa média, produtividade total e produtividade comercial de frutos foram significativos com a aplicação de nitrogênio (N) via fertirrigação. Em relação à interação entre o N e gotejamento foi observado que esta ocorreu apenas para a produtividade de total e comercial de frutos.

O gotejamento enterrado a 0.1 m de profundidade favoreceu maior massa média de frutos de berinjela (384,23 g), no qual foi estatisticamente superior à mangueira enterrada a 0.2 m e da mangueira em superfície do solo (Tabela4). Contudo os gotejadores em superfície não foram estatisticamente diferentes do gotejador enterrado a 0.2 m de profundidade.

O sistema de irrigação enterrado a 0.1 m de profundidade, possibilitou incremento de massa de frutos (MF) na ordem de 9.3%, quando comparado com o tratamento de gotejo em superfície. Esse incremento, provavelmente aconteceu, pelo fato do solo da área experimental ser muito argiloso, propiciando a redistribuição da água no solo, contribuindo para o fluxo de nitrogênio em direção à raiz de berinjela, uma vez que, as radículas encontravam-se em profundidade efetiva de no máximo 0.2 m (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Tabela 1. Resumo da análise química do Latossolo Vermelho distroférico a ser cultivado com berinjela

Profundidade (m)	pH*	P	MO	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
		mg dm ⁻³					cmol _c dm ⁻³			%
0,0-0,2	4,9	9,73	2145	0,30	6,83	2,42	6,69	9,55	12,23	58,8
0,2-0,4	5,3	8,06	1918	0,32	8,90	3,10	5,35	12,32	17,67	69,7

*pH em CaCl₂**Tabela 2. Resumo da análise física do Latossolo Vermelho distroférico a ser cultivado com berinjela**

Profundidade (m)	Densidade do solo kg m ⁻³	Porosidade			Textura		
		Micro	Macro	Total	Areia	Silte	Argila
		m ³ m ⁻³			g kg ⁻¹		
0,0-0,2	1.225	0,385	0,220	0,605	190	128	682
0,2-0,4	1.305	0,395	0,170	0,565	173	150	677

Tabela 3. Quadrado médio dos parâmetros sob doses de N aplicados em fertirrigação, utilizando gotejamento em diferentes profundidades

FV	GL	MF	PT	PC
Bloco	3	1296,1 ^{ns}	530421 ^{ns}	502097 ^{ns}
Nitrogênio (N)	4	69225,6 ^{***}	12403514 ^{**}	10926697 ^{**}
Resíduo(a)	12	1086,6	1324149	1301384
CV (%)		9,07	27,54	29,90
Gotejamento (G)	2	6936,1 ^{**}	327510 ^{ns}	401113 ^{ns}
NxG	8	2000,0 ^{ns}	1378728 [*]	1323658 [*]
Resíduo(b)	30	1190,2	520111	511266
CV (%)		9,49	17,26	18,74

*, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,01% de probabilidade respectivamente pelo teste F. C.V. – coeficiente de variação. Massa média de fruto (MF), produtividade total de fruto (PT), produtividade comercial de fruto (PC)

Tabela 4. Massa média de frutos de berinjela relacionada as disposições das mangueiras gotejadoras

Gotejamento	Massa média (g fruto ⁻¹)
Superficial	348,49c
Enterrado 0,1 m	384,23a
Enterrado 0,2 m	357,26bc
D.M.S.	26,92

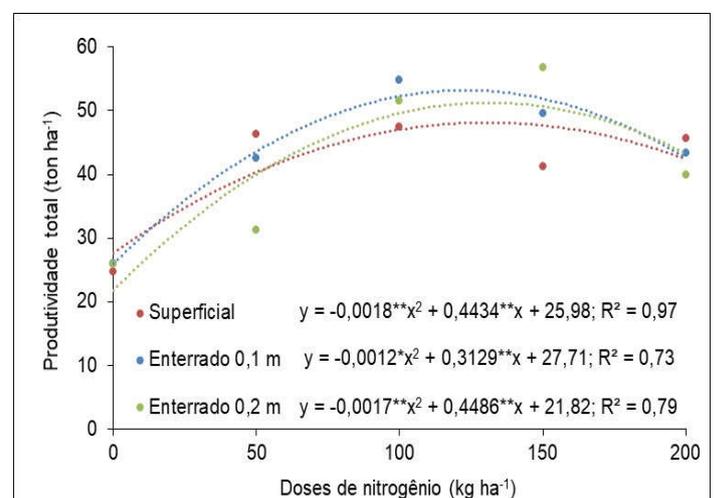
Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey (P > 0,05)

O melhor desempenho do sistema localizado à 0,1 m de profundidade deve-se ao fato do mesmo encontrar-se um pouco acima da profundidade efetiva das raízes e abaixo da superfície o que permitiu o máximo aproveitamento dos recursos (água e nutrientes).

SIDHU *et al.* (2019) destacaram que os sistemas enterrados proporcionam ascensão da água, fator que deve ser considerado na escolha da profundidade de instalação das linhas; outro fator importante seria a possível perda de água ocasionada pelo sistema enterrado, caso fosse inserida uma cultura de sistema radicular pouco profundo adaptando-se, neste caso, o sistema de gotejamento superficial.

ŠIMŮNEK *et al.* (2016) demonstraram que em geral, a maioria dos solutos absorvidas pelas raízes das plantas, ocorreram durante o ciclo de irrigação e utilizando a fertirrigação no meio do ciclo da cultura em diante. Logo, SEABRA FILHO *et al.* (2018) observaram que quanto maior o parcelamento do N, melhores resultados analisados podem ser alcançados, assim como ocorreu na massa e o teor de óleo em girassol. É importante destacar que a fertirrigação permite muitos parcelamentos sem grandes custos de mão-de-obra comparado

a adubação tradicional. O modelo de regressão que apresentou maior precisão, ao se comparar o uso do gotejamento foi o superficial, com R² de 97% (Figura 1).

**Figura 1. Produtividade total de frutos de berinjela em função das doses de N aplicado**

As maiores produtividades totais estimadas pelos modelos de regressão foram de 53.22; 50.12 e 48.10 ton ha⁻¹, para os sistemas irrigados com gotejamento enterrado a 0.1m, 0.2 m e superficial respectivamente. CASTRO *et al.* (2005) relataram que o aumento da produtividade da berinjela com doses de nitrogênio aplicadas, a dose ótima seria equivalente a 391 kg de N ha⁻¹. Segundo ELNESR e ALAZBA (2019), comparando-se o gotejamento em superfície e enterrado, os teores de água ficam próximos entre si, indicando similaridade na quantidade de água disponível para as plantas no bulbo molhado, contribuindo para explicar as produtividades semelhantes. LUO e LI (2018) estudaram o efeito da irrigação em tomates e observaram que o uso da fertirrigação em gotejamento enterrado tem gerado muitos resultados desejáveis, tais como alta produtividade e qualidade dos frutos em todos os cultivos. De acordo com DU *et al.* (2017), a irrigação por gotejamento enterrado apresenta várias características que podem contribuir para maximizar sua eficiência, como a diminuição da evaporação de água do solo e da percolação profunda e eliminação do escoamento superficial. Na irrigação por gotejamento enterrado a água é aplicada abaixo da superfície do solo, promovendo assim culturas com raízes profundas e essas raízes podem minimizar ou prevenir a percolação profunda (SEMANANDA *et al.*, 2016).

Conclusion

Independent of nitrogen (N) doses, to obtain greater mass of eggplant fruits the use of buried drip irrigation showed the highest productive efficiency. The higher total productivity was achieved in drip irrigated systems buried at 0.1m surface. Buried irrigation systems demonstrated greater harnessing nitrogen utilization because mitigate the loss of this nutrient what doesn't as occurs on the surface besides providing dripping near the effective root system of the crop.

REFERENCES

Adams WR, Zeleke KT. 2017. Diurnal effects on the efficiency of drip irrigation. *Irrigation Science*, 35(2): 141-157.

Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements. Roma: FAO. 301 p.

Bernardo S, Soares AA, Mantovani EC. 2008. Manual de irrigação. 8ed. Viçosa: UFV, 625 p.

Biscaro GA, Silva JA, Zomerfeld OS, Motomiya AVA, Gomes EP, Giacon GM. 2012. Produção de almeirão em função de níveis de fertirrigação nitrogenada e disposição de mangueiras gotejadoras nos canteiros. *Ciência Rural*. 42(10): 1811-1817.

Castro CM, Almeida DL, Ribeiro RLD, Carvalho JF. 2005. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(5): 495-502.

Costa AR, Rezende R, Freitas PSL, Gonçalves ACA, Frizzzone JA. 2015. A cultura da abobrinha italiana (Cucurbita pepo L.) em ambiente protegido utilizando fertirrigação nitrogenada e potássica. *Irriga*, 20: 105-127.

Du, Y, Cao H, Liu S, Gu X, Cao Y. 2017. Response of yield, quality, water and nitrogen use efficiency of tomato to different levels of water and nitrogen under drip irrigation in Northwestern China, *Journal of Integrative Agriculture*, 16(5): 1153-1161.

Elnesr MN, Alazba AA. 2019. Computational evaluations of HYDRUS simulations of drip irrigation in 2D and 3D domains (i-Surface drippers). *Computers and Electronics in Agriculture*. 162: 189-205.

Feix RD, Miranda SHG, Barros GSC. 2010. Comércio internacional, agricultura e meio ambiente: teorias, evidências e controvérsias empíricas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 48(3): 605-634.

Martinez EPM, Carvalho JG, Souza RB. 1999. Diagnose Foliar. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: Viçosa: CFSEMG. pp 143-168.

Luo H, Li F. 2018. Tomato yield, quality and water use efficiency under different drip fertigation strategies. *Scientia Horticulturae*, 235: 181-188.

Melo RF, Teixeira MB, Gruber YBG, Coelho RD. 2010. Intrusão de raízes de eucalipto em gotejadores enterrados. *Irriga*, 15(3): 282-300.

Oliveira FA, Duarte SN, Medeiros JF, Dias NS, Silva RCP, Lima CJGS. 2013. Manejos da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(11): 1152-1159.

Oliveira FA, Medeiros JF, Alves RC, Linhares PSF, Medeiros AMA, Oliveira MKT. 2014. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(5): 480-486.

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumberras JF, Coelho MR, Almeida JA, Araujo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF. 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa Solos. 356p.

Seabra Filho M, Santos MA, Costa JN, Almeida CL, Pinheiro Neto LG. 2018. Efeito da fertirrigação de nitrogênio na massa e no teor de óleo em girassol. *Irriga. Edição Especial Winotec*, 1(2): 66-71.

Semananda NPK, Ward JD, Myers BR. 2016. Evaluating the efficiency of wicking bed irrigation systems for small-scale urban agriculture. *Horticulturae*, 2(4): 1-18.

Sidhu, HS, Jat ML, Singh Y, Sidhu RK, Gupta N, Singh P, Singh P, Jat HS, Gerard B. 2019. Sub-surface drip fertigation with conservation agriculture in a rice-wheat system: A breakthrough for addressing water and nitrogen use efficiency. *Agricultural Water Management*, 216: 273-283.

Silva MO, Freire MBGS, Mendes AM, Freire FJ, Sousa CES, Góes GB. 2008. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(6): 593-605.

Silva FG, Dutra WF, Dutra AF, Oliveira IM, Filgueiras LMB, Melo AS. 2015. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(10): 946-952.

Šimůnek J, Bristow KL, Helalia SA, Siyal AA. 2016. The effect of different fertigation strategies and furrow surface treatments on plant water and nitrogen use. *Irrigation Science*. Berlin. 34: 53-69.

Xiang Y, Zou H, Zhang F, Wu Y, Yan S, Zhang X, Tian J, Qiang S, Wang H, Zhou H. 2018. Optimization of controlled water and nitrogen fertigation on greenhouse culture of Capsicum annum. *The Scientific World Journal*, 2018: 1-11.