

SEÇÃO 4 IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO COM VINHAÇA NO CULTIVO DA CANOLA

Paulo André Cremonez¹; Reginaldo Ferreira Santos¹; Armin Feiden¹; Eduardo de Rossi¹;
Jhonatas Antonelli¹ e Willian César Nadaleti¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Curso de Pós Graduação Stricto Sensu em Energia na Agricultura. Rua Universitária, n.2069, CEP: 85.819-110, Bairro Universitário, Cascavel, PR. E-mail: pa.cremonez@gmail.com; reginaldo.santos@unioeste.br; armin_feiden@yahoo.com.br; eduderossi@hotmail.com; jonatas-a@hotmail.com; williancezarnadaletti@gmail.com

RESUMO: A cultura da canola se apresenta como a cultura de maior importância econômica dentre as cultivares de inverno em quarto lugar dentre as oleaginosas em produção de óleo. A fertirrigação da vinhaça, subproduto do processo de produção de etanol, traz diversos benefícios promovendo adição de nutrientes ao solo, elevação da umidade e do pH além do melhoramento da resistência do solo a erosão, resultando num acréscimo para a produtividade agrícola. O presente trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento da cultura da canola em função da variação de níveis de profundidade de subirrigação da vinhaça, avaliando-se de variáveis morfológicas de crescimento. O estudo foi realizado na cidade de Cascavel-PR, em casa de vegetação utilizando-se tubos de PVC em seis profundidades: 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 m, em delineamento inteiramente casualizado. Os parâmetros analisados foram: massa fresca e seca da parte aérea da planta, massa fresca e seca da raiz, altura da planta, diâmetro do caule, número de vagens e produtividade em sementes. A variação da distância do nível de disponibilidade de vinhaça para irrigação subterrânea da cultura da canola influenciou linearmente o desenvolvimento das plantas de modo que quanto maior a distância da superfície, melhor o efeito desempenhado pela vinhaça.

PALAVRAS-CHAVES: *Brassica napus L.*, capilaridade, culturas energéticas.

EVALUATION OF GROUNDWATER LEVEL INFLUENCE WITH VINASSE IN THE CANOLA'S CULTURE

ABSTRACT: The canola presents itself like the culture of greater economic importance among the cultivars of winter being the fourth among the oleaginous in oil production. The vinasse fertirrigation, by-product of the process of ethanol production, provides several benefits by promoting the addition if the nutrients into the soil, elevate humidity and pH besides improving the soil resistance to erosion, resulting in an increase in productivity. This study aims to evaluate the development of the canola's culture under variation of deep levels of sub irrigation vinasse. The study was conduct in Cascavel city, Paraná, in a greenhouse using PVC tubes in six different depths: 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 m in a completely randomized lineation. The parameters analyzed were: fresh and dry mass of the aerial part of the plant, fresh and dry weight of root, plant height, stem diameter, number of pods and seed yield. The variation of the distance from the level of availability of vinasse for underground irrigation the crop canola influenced linearly the development of plants so as that the greater the distance from the surface, the better the effect performed by stillage.

KEYWORDS: *Brassica napus L.*, capillarity, energy crops.

INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus L.*) é um membro de floração amarela brilhante da família Brassicaceae. É uma cultura de inverno, da expressão “canadian low acid oil”, sendo um melhoramento genético da colza (*Brassica napus L. var. oleifera* ou *Brassica campestris L. var. oleifera*) (Castro e Boaretto, 2004; Batool et al., 2013).

O termo "canola" é um nome registrado pela Associação Ocidental Canadense de Trituradores de Oleaginosas. As variedades de canola devem ter um teor de ácido erúcido inferior a 2 por cento e menos de 30 micromoles de glucosinolatos por grama de semente. Isto o torna aceitável como um óleo comestível e alimento de proteína animal. O óleo de canola é considerado como um dos de mais alta qualidade dentre os óleos comestíveis disponíveis (Kandel e Berglund, 2011).

A cultura da canola vem se destacando como cultura de maior importância econômica dentre as culturas de inverno ocupando a quarta posição dentre as oleaginosas em questão de produção (Domiciliano e Santos, 1996). É uma cultura que contribui pela redução da ocorrência de doenças nas culturas subsequentes por ser uma crucífera e não hospedar a maioria das pragas e doenças que ocorrem em espécies gramíneas e leguminosas (Tomm et al., 2008).

No Brasil, a produção de etanol é fato marcante, pois além da alimentação da frota veicular que é movida a álcool hidratado, existe também certo consumo de álcool anidro no mercado interno e externo (Granato e Silva, 2002). Ao final do processo de produção convencional do etanol, ocorre a produção da vinhaça. Que se trata de um líquido de coloração marrom, proveniente da destilação do caldo fermentado de cana, apresentando elevada demanda de oxigênio e é gerado em proporções de 13 litros para cada litro de etanol destilado (Carvalho e Silva, 2010).

O uso da fertirrigação utilizando a vinhaça é muito comum no Brasil, principalmente em regiões canavieiras com resultados interessantes incrementando o solo, como o aumento do percentual de matéria orgânica, pH, teores de cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e potássio trocáveis (K) (Medeiros et al., 2003). O uso da vinhaça na fertirrigação promove adição de nutrientes ao solo, elevação da umidade e do pH além do melhoramento da resistência do solo a erosão, resultando assim num acréscimo para a produtividade agrícola (Cambuim, 1983).

Em primeiros estudos acreditava-se que ao ser depositado a vinhaça aumentaria a acidez do solo. No entanto, ao se adicionar matéria orgânica em condições aeróbicas ocorre-se a oxidação do carbono orgânico, perdendo elétrons que para o O_2 gerando íons O^{2-} ,

apresentando característica básica, ou através do íon H^+ , que consome os íons que geram acidez (Rosseto e Mutton, 2007). Além disso, a vinhaça por ser um resíduo orgânico, ocorre-se atividade microbiana e degradação deste material, aumentando também a respiração do solo, proporcionando melhor ciclagem de nutrientes e desenvolvimento da planta (Privitali, 2011).

Para Silva et al. (2007), ao ser depositada no solo, a vinhaça pode promover melhoria na fertilidade deste, porém, neste caso, as quantidades devem ser mensuradas levando-se em consideração, as características de cada solo, pois este efluente possui quantidades desproporcionais de elementos orgânicos e minerais, podendo promover a lixiviação de vários íons.

A irrigação subterrânea pelo nível de controle do lençol freático pode superar uma possível falta de água pelas plantas, garantindo assim uma maior produtividade e um menor estresse hídrico. Já solos com muita umidade implicam na redução do percentual de oxigênio devido a aeração deficiente, pois a água ocupa a maior parte dos poros do solo, tornando os rendimentos da cultura reduzidos. Ambientes com condições de excesso ou deficiência em oxigênio tendem a promover redução no acúmulo de matéria seca e produtividade e em longo prazo promove a morte da planta (Kerbaui, 2004).

Atualmente, existem poucos trabalhos que avaliam a influência da vinhaça na fertirrigação subterrânea variando a profundidade de disponibilidade deste resíduo no desenvolvimento de culturas de inverno como a canola. A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o desenvolvimento da cultura da canola em função da variação de níveis de disponibilidade da vinhaça, avaliando-se de variáveis morfológicas de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na área experimental pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, localizado na cidade de Cascavel, Paraná, Brasil, latitude $24^{\circ} 59' 21.00''S$ e longitude $53^{\circ} 26' 59.74''W$, com precipitação média anual de 1.640 mm e temperatura média de $19^{\circ}C$ (IAPAR, 2006). O experimento foi conduzido dentro de casa de vegetação feita de Polietileno de baixa densidade.

Os lisímetros para condução do experimento foram construídos a partir de tubos de PVC de 200 mm de diâmetro, com cortes que proporcionem diferentes níveis de profundidade: 10; 20; 30; 40; 50 e 60 cm, assentados sobre bandejas de polietileno contendo a

vinhaça para manutenção da umidade, além de serem providos de manta geotêxtil para evitar a perda de solo.

Adotou-se como delineamento experimental o método inteiramente casualizado, realizando seis tratamentos em triplicata, mais branco para comparação de resultados. As diferentes alturas dos vasos proporcionaram avaliação dos efeitos do nível da profundidade para disponibilização da vinhaça.

A vinhaça empregada na fertirrigação foi proveniente de usina piloto de produção de etanol, sendo que ao mosto a ser fermentado foi adicionado apenas levedura *Saccharomyces cerevisiae* sem adição de nenhum aditivo de otimização de processo. A caracterização em nutrientes da vinhaça pode ser encontrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização da vinhaça empregada na fertirrigação da linhaça

Nutrientes	N	P	K g/L	Ca	Mg	pH
L.Q.	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	
	14.35	0.02	0.85	-	-	5.76

LQ: Limite de quantificação do método EAA/chama.

O resíduo foi mantido constantemente nas bandejas de plástico garantindo um nível contínuo. Realizou-se irrigação superficial nos vasos apenas durante os cinco primeiros dias de implantação dos experimentos visando à germinação das sementes plantadas.

As amostras foram retiradas 120 dias após início do experimento, sendo que as plantas foram colhidas pela manhã e após pesagem da massa fresca da parte aérea, e massa fresca da raiz foram acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de $65\text{ °C} \pm 2$ para determinação de massa seca aérea e massa seca raiz. Após este procedimento as amostras foram pesadas em balança de precisão semi-analítica. Repetiu-se a etapa da estufa com circulação de ar forçada até se atingir peso constante. Analisou-se também, altura de planta e diâmetro de caule. Ainda realizou-se análise estatística quantitativa dos resultados obtidos através de regressão linear e teste de Tukey a 5% de probabilidade em software ASSISTAT 7.6 BETA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da Tabela 2 pode-se visualizar o efeito da variação do nível de disponibilidade da vinhaça nos tratamentos. Nota-se tendência linear em todas as variáveis avaliadas, sendo

que quanto maior a distância da disponibilidade da vinhaça, maior é o rendimento da cultura da canola.

A justificativa de piores resultados em lisímetros onde a disponibilidade da vinhaça é próxima a superfície ocorre pela saturação de água no solo. O excesso de água em algumas culturas pode ser prejudicial, já que exigem equilibradas condições de umidade e aeração para seu ideal desenvolvimento. O encharcamento do solo de forma natural se dá por precipitações abundantes, escoamento de água de zonas elevadas, por transbordamento de rios, irrigações excessivas ou compactação de camadas subsuperficiais do solo. O efeito se agrava em terrenos de baixa permeabilidade ou drenagem insuficiente (Nobre et al. 2009; Vieira, 1988; Tanaka, 2010).

Tabela 2 - Efeito da variação do nível do lençol freático sobre as variáveis: massa fresca e seca aérea (MFA e MSA), massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR), diâmetro do caule e altura de planta

Trat. (cm)	MFA	MAS	MFR	MSR	Diâmetro	Altura de Planta
10	3.70 ^d	0.60 ^d	0.68 ^c	0.49 ^b	3.17 ^b	8.17 ^d
20	9.21 ^{c^d}	2.65 ^{c^d}	2.24 ^c	1.76 ^{ab}	5.42 ^a	69.17 ^c
30	9.29 ^{c^d}	2.91 ^{c^d}	4.03 ^b	2.34 ^a	5.75 ^a	74.67 ^{bc}
40	13.83 ^{bc}	3.77 ^c	5.04 ^{a^b}	2.36 ^a	6.25 ^a	81.17 ^{bc}
50	20.05 ^{ab}	6.49 ^b	4.05 ^b	1.98 ^{ab}	5.92 ^a	107.67 ^a
60	23.73 ^a	14.31 ^a	6.02 ^a	3.05 ^a	6.67 ^a	98.17 ^{ab}
RL	85.011 ^{**}	244.916 ^{**}	44.727 ^{**}	20.226 ^{**}	41.905 ^{**}	146.880 ^{**}
RQ	0.893 ^{ns}	46.482 ^{**}	2.785 ^{ns}	2.205 ^{ns}	9.492 ^{**}	26.970 ^{**}
MG	13.30	5.12	3.68	2.00	5.53	73.17
CV (%)	32.75	29.56	39.42	43.91	15.95	18.89

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (**) = significativa a 1% de probabilidade; (*) = significativa a 5% de probabilidade; (n.s.) = não significativa. CV (%) = coeficiente de variação; R.L. Regressão linear; R.Q. Regressão quadrática.

Um solo saturado de água, ou que apresenta ou ausente de oxigênio, pode se transformar em anóxico pela respiração dos órgãos das plantas submersos no solo, ou por microorganismos que realizam ciclagem de nutrientes. Estes ambientes promovem a redução de produção e acúmulo de matéria seca (Kerbaui, 2004). A partir do momento que os órgãos submersos das plantas passam por anoxia (ausência total de oxigênio), seu metabolismo celular é alterado fazendo com que a planta reduza sua respiração e absorção de nutrientes (Liao e Lin, 2001; Sousa e Sodek, 2002).

Conforme trabalho de Jackson e Drew (1984), a primeira resposta de estresse da planta pelo excesso de água no solo é a redução na taxa de crescimento celular, corroborando com os

resultados obtidos no experimento, sendo que a massa seca e fresca das raízes aumenta significativamente da menor para a maior profundidade de disponibilidade da vinhaça.

Resultados semelhantes foram obtidos com emprego de variação de profundidade da disponibilidade de água subterrânea na cultura do *Crambe abyssinica*, cultura que assim como a canola, faz parte da família Brassicaceae, sendo que tratamentos de rebaixamento de 60 cm foi o que proporcionou melhor desenvolvimento vegetativo do crambe (Carpiski et al., 2013).

Segundo a Tomm et al. (2009), a canola possui raiz pivotante com elevado número de raízes secundárias fasciculadas, favorecendo a descompactação de solos em que é cultivada, devido ao fato de aprofundar-se em solos compactados. Esta característica garante seu bom desenvolvimento em solos onde o nível do lençol freático é distante da superfície.

Além disso, um aspecto importante na produtividade da canola está relacionado a sua nutrição, onde o potássio, um dos principais nutrientes da vinhaça, é destaque na produção de massa seca da planta e de sementes (Sharma e Kolte, 1994).

O potássio está presente em plantas em concentrações próximas ao nitrogênio, sendo que para um bom desenvolvimento da planta, os teores de potássio situam-se entre 2% e 5% do peso seco, dependendo de cada espécie. A adubação potássica assim como o fósforo ajuda diretamente no aumento da produção de raízes, flores e folhas, além de afetar a produção de princípios ativos (Meurer, 1995; Bevilaqua et al., 2007). Lewis et al. (1991) também afirmam que com determinados níveis de potássio, aumenta-se área foliar de diversas culturas oleaginosas, assim como espessura de caule, número de grãos por espiga e teor de óleo. Segundo Khajani et al. (2012), aplicações combinadas de nitrogênio, fósforo e potássio trazem impactos positivos sobre os componentes de produção de grãos e do óleo da linhaça. Algumas cultivares de linhaça, ao tratadas com adubação de potássio apresentam resistência a doenças como a fusariose.

CONCLUSÃO

A variação da distância do nível de disponibilidade de vinhaça para irrigação subterrânea da cultura da canola influenciou linearmente o desenvolvimento das plantas de modo que quanto maior a distância da superfície, melhor o desempenho da vinhaça para as variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

BATOOL, N.; ASIF, M.; ARSHAD, M.; AHMED, M.; BASU, S. Effects of siliqua position on physico-chemical composition of canola (*Brassica napus* L.) seed. **Plant Knowledge Journal**, v.2, n.2 p.51-55, 2013.

BEVILAQUA, G. A. P.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. **Identificação e tecnologia de plantas medicinais da flora de clima temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Color. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 61). 2007. 32p.

CAMBUIM, F.A. **A ação da vinhaça sobre a retenção de umidade, pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes, em solo arenoso**. 1983. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CARPISKI, M.; SANTOS, R.F.; PRIMIERI, C.; SILVEIRA, L. da; BASSEGIO, D.; TOMASSONI, F.; NAKAI, E.H. Sensibilidade do crambe (*Crambe abyssinica*) a variação de nível de lençol freático. **Acta Iguazu**, v.2, n.4, p.36-45, 2013.

CARVALHO, T. C.; SILVA, C. L. Redução da Quantidade de Vinhaça Através da Evaporação. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.6, p.1-17. 2010.

CASTRO, A.M.C.; BOARETTO, A.E. Teores e acúmulos de nutrientes em função da população de plantas de canola. **Scientia Agraria**, v.5, n.1, 2004.

DOMICIANO, N.L. & SANTOS, B. Pragas da canola: bases preliminares para manejo no Paraná. **Bol. Téc. IAPAR**, n.35, p.1-16, 1996.

GRANATO, E.F.G.; SILVA, C.L. **Geração de Energia Elétrica a Partir do Resíduo Vinhaça**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial - UNESP - Universidade Estadual Paulista. Bauru- SP. 2002. Disponível em:<<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0027.pdf>> Acessado em: mai/2013.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. 2006. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=856>> Acesso em: ago/2013.

JACKSON, M.B.; DREW, M.C. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed). **Flooding and plant growth**. Orlando: Academic Press, 1984, cap.3, p.47-113.

KANDEL, H.; BERGLUND, D.R. **Canola Production - Field Guide**. NDSU Extension Service. North Dakota State University. 2011.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

KHAJANI, F.P.; IRANNEZHAD, H.; MAJIDIAN, M.; ORAKI, H. Influence of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on yield and yield components of flax seed oil (*Linum usitatissimum* L.) variety Lirina. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.6, n.6, p.1050-1054. 2012.

LEWIS, D.C.; POTTER, T.D.; WECKERT, S.E. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer applications on the seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown on sandy soils and the prediction of phosphorus and potassium responses by soil tests. **Nutr. Cycl. Agroecosys.**, v.28, p.185-190. 1991.

LIAO, C.T.; LIN, C.H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. **Proceedings of the National Science Council**, v.25, p.148-157, 2001.

MEDEIROS, S.C.L.; RIBEIRO, S.R.; CONEGLIAN, C.M.R.; BARROS, R.M.; BRITO, N.N.; DRAGONI SOBRINHO, G.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. Impactos da agroindústria canavieira sobre o meio ambiente. In: Fórum de Estudos Contábeis, 3, 2003, Rio Claro, **Anais...** Rio Claro: UNICAMP, 2003. CD Rom.

MEURER, E.J.; In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J.; **Princípio de Fertilidade de Solo**. 1995. Porto Alegre, Editado pelos autores, p.121-134.

NOBRE, R.G.; et al. Crescimento da alface sob saturação temporal do solo. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v.13, supl. 2009.

PREVITALI, N.R. **Uso da vinhaça para fertirrigação**. 2011. 65f. Monografia de Tecnologia em Biocombustíveis. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Araçatuba-SP.

ROSSETTO, R; et al. Vinhaça. In: DINARDO-MIRANDA, Leila L. et al. Cana-de-açúcar. Ribeirão Preto, SP: IAC, 2008. p.298-308.

SHARMA, S.R. & KOLTE, S.J. Effect of soil applied NPK fertilizers on severity of black spot disease (*Alternaria brassicae*) and yield of oilseed rape. **Plant Soil**, n.167, p.313-320. 1994.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de Vinhaça e Impactos nas Propriedades do Solo e Lençol Freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, pag.108-114. 2007.

SOUSA, C.A.F. de; SODEK, L. Respostas metabólicas de plantas à deficiência de oxigênio. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.83-94, 2002.

TANAKA, A. A. **Desenvolvimento de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de lençol freático**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

TOMM, G.O.; RAPOSO, R.W.C. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento on-line, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Passo Fundo, RS. 2008.

TOMM, G.O.; FERREIRA, P.E.P.; AGUIAR, J.L.P.; CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V.; DE MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil.** Embrapa Trigo, Passo Fundo. 2009, 27p.

VIEIRA, S.R.; REYNOLDS, W.D.; TOPP, G.C. **Spatial variability of hydraulic properties in a highly structured clay soil.** Department of Agronomy and Horticulture, New Mexico State University, p.471-483, 1988.

Recebido para publicação em: 29/11/2013

Aceito para publicação em: 12/12/2013