
REPOSIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DO BRÓCOLIS

SILVEIRA, Amanda Letícia da¹
SANTANA, Márcio José de²
CAMARGOS, Ayza Eugênio Viana³
SOUZA JÚNIOR, Melquíades Neido de²

Recebido em: 2016.01.07

Aprovado em: 2016.09.09

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1610

RESUMO: A cultura do brócolis é considerada sensível ao déficit e excesso de água de irrigação. Sabe-se que os estádios de floração e colheita geralmente são os de maior necessidade hídrica. O atual trabalho teve como objetivo avaliar a produção do brócolis tipo ramoso submetido a diferentes níveis de reposição de água no solo em diferentes estádios fenológicos da cultura. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro- câmpus Uberaba. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5x3 sendo testados níveis de reposição de água no solo (40%, 70%, 100%, 130% e 160% da evapotranspiração da cultura) em três estádios fenológicos (vegetativo, floração e colheita). Foram avaliados diâmetro do colo das plantas, altura das plantas, número e peso das ramificações (florais) e produtividade. Dentre os resultados pode-se concluir que a maior produtividade foi de 4.650 kg ha⁻¹ para o tratamento 100% e diferentes reposições durante o estágio de colheita. O estágio fenológico considerado mais sensível da cultura foi o de floração. Lâminas consideradas excessivas e deficitárias foram prejudiciais para a cultura.

Palavras-Chave: *Brassica oleraceae* var. *Itálica*. Déficit hídrico. Manejo da irrigação.

WATER REPLACEMENT IN SOIL AT DIFFERENT PHENOLOGIC STAGES OF BROCCOLIS CULTURE

SUMMARY: The culture of broccolis is considered sensitive to both water deficit and excess irrigation water. It is known that the flowering and harvest stages in general are the ones of greatest water need. The current work was intended to evaluate the production of ramous type broccolis submitted to the different levels of water replacement in soil at different phonologic stages of the culture. The experiment was conducted in Uberaba Federal Institute of Education, Science and Technology (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Uberaba). The experimental design was completely randomized in factorial scheme 5x3, the water replacement levels in soil (40%, 70%, 100%, 130% and 160% of crop evapotranspiration) being tested at three phonological stages (vegetative, flowering and harvest). Transition zone diameter of the plants, plants' height, number and weight of flowers and productivity. Out of the results, one can conclude that the highest yield was of 4650 kg ha⁻¹ for the treatment 100% deficient and harvest; the phenological stage considered most sensitive of the culture is flowering. Depths regarded as excessive and deficient were harmful to the culture.

Keywords: *Brassica oleraceae* var. *Italic*. Water deficit. Irrigation management.

INTRODUÇÃO

O brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), também conhecido como brócoli, brocolo ou couve-brócolo, pertence ao gênero e espécie de todos os tipos de couve (couve-rábano, couve-flor, couve-manteiga, couve-de-bruxelas e repolho). É do grupo *Italica* e divide-se em dois tipos: ramoso e cabeça única. No mercado brasileiro o tipo ramoso é o mais comum, e este possui como características botões florais compridos e separados uns dos outros. Já o tipo cabeça única, engloba muitas cultivares

¹ UFLA

² IFTM

³ UNESP/BOTUCATU

comercializadas com o nome popular de brócolis japonês e estes, apresentam pedúnculos curtos e agregados num formato central e mais grosso, formando uma cabeça compacta e única, de flores pequenas e grudadas. Sua textura, coloração e características nutricionais são as mesmas do tipo ramoso, diferenciando apenas no que se refere à colheita, onde este apresenta somente uma (MAGRO, 2009).

O início do cultivo de brócolis se iniciou na Europa durante o século 19. Atualmente a área plantada no mundo ultrapassa a um milhão de hectares e a produção por ano é de aproximadamente 19 milhões de toneladas. No Brasil, estima-se a área de cultivo em torno de 15 mil hectares, sendo a maior concentração nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. O Estado de São Paulo se destaca como o maior produtor com área estimada em 3 mil hectares plantados. No entanto, o plantio da cultura tem se expandido pelo estado de Minas Gerais, a exemplo da região metropolitana de Belo Horizonte, onde o cultivo é realizado por agricultores familiares, e no Sul do estado, com a produção em áreas de maior extensão, anteriormente cultivadas com batata (SCHIAVON, et al., 2015).

O tipo ramoso é cultivado em todas essas regiões, incluindo as regiões Nordeste e Norte do Brasil. O tipo inflorescência única, concentra-se no Distrito Federal e nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (SCHIAVON, et al., 2015).

A cultura do brócolis é bastante exigente em água, principalmente na fase de formação da inflorescência, sendo a sua quantificação durante o ciclo de cultivo necessária, afim de evitar possíveis desperdícios. A necessidade hídrica do brócolis depende de vários aspectos, dentre eles as condições climáticas, a fase da cultura, o espaçamento entre as plantas, o índice de área foliar, aspectos nutricionais e fitossanitários, entre outros. Sendo que a necessidade hídrica de uma cultura é dada pela evapotranspiração, ou seja, pela perda de água do solo (evaporação) e da planta (transpiração) para a atmosfera. A reposição dessa perda deve ser realizada, para que não haja comprometimento da produção (SCHIAVON et al., 2015).

Como efeito da falta de água no solo, pode ocorrer a queda de cabeça, a formação de caule oco e a incidência de doenças. Além disso, o déficit hídrico pode resultar na formação e redução da inflorescência, e a irrigação pode ser uma alternativa para melhorar a produção dessa hortaliça (RODRIGUES et al., 2013).

O manejo da irrigação consiste na determinação de quando irrigar as culturas, quanto de água aplicar e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação. Sendo que a determinação do consumo de água das culturas pode ser obtida por medidas efetuadas no solo, na planta e na atmosfera. Conforme Oliveira (2014), no método do balanço hídrico no sistema solo-planta-atmosfera, a entrada de água ocorre por meio das irrigações e precipitações pluviais; já a saída ocorre principalmente por evapotranspiração e por percolação profunda.

Diante da grande importância da água para a cultura do brócolis e também a necessidade do seu uso de forma eficiente, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção do brócolis tipo ramoso submetido a diferentes níveis de reposição de água no solo em diferentes estádios fenológicos da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação modelo arco localizada na área experimental do setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, em Uberaba, MG. O mesmo se localiza a 800m de altitude, com latitude de 19° 39' 19"S e longitude de 47° 57' 27"W.

O solo utilizado foi peneirado e a ele adicionado calcário para a correção da acidez conforme análise química realizada no Laboratório de Análise de Fertilidade do Solo da EPAMIG, em Uberaba, MG

(Tabela 1).

A adubação foi realizada segundo recomendações de Malavolta (1980), fornecendo-se os nutrientes nas seguintes doses, em mg dm^{-3} : N = 300, P = 200, K = 150, Ca = 75, Mg = 15, B = 0,5, Cu = 1,5, Fe = 1,5, Mn = 3,0, Mo = 0,1 e Zn = 5,0.

Tabela 1. Resultados da análise da fertilidade do solo. EPAMIG, Uberaba, MG.

Características	Valores
pH em água	5,4
Al (cmolc dm^{-3})	0,1
Ca (cmolc dm^{-3})	0,4
Mg (cmolc dm^{-3})	0,2
H+Al (cmolc dm^{-3})	1,7
SB (cmolc dm^{-3})	0,6
t (cmolc dm^{-3})	0,7
T (cmolc dm^{-3})	2,3
K (mg dm^{-3})	12,0
P (mg dm^{-3})	0,4
P-rem (mg L^{-1})	12,4
V (%)	27,1
m (%)	13,7
M.O. (dag kg^{-1})	0,7
C.Org (dag kg^{-1})	0,4

*SB = soma de bases trocáveis; *t= capacidade de troca catiônica efetiva; * T= capacidade de troca catiônica a pH 7,0; * V = índice de saturação por bases.

Foram utilizadas mudas de brócolis cultivar Ramoso Santana, produzidas em bandejas de poliestireno de 200 células, contendo substrato comercial Plantmax® e mantidas em ambiente protegido durante 30 dias. Após este período as mudas produzidas foram transplantadas para os vasos.

Durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças, foram utilizados os produtos Evidence 700 WG para o controle do pulgão-da-couve e oxiclreto de cobre para o controle de míldio.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com 15 tratamentos e quatro repetições, em um esquema fatorial 5x3, onde foram avaliados cinco níveis de reposição de água (40%, 70%, 100%, 130% e 160% da evapotranspiração) aplicados em três fases fenológicas: vegetativo (15 dias após transplante ao início aparecimento botões florais – ramificações), floração (início aparecimento botões florais ao início da colheita) e colheita.

Foram realizadas quatro colheitas. Ressalta-se que a diferenciação das reposições aconteceram apenas dentro de cada fase. Portanto, as plantas submetidas aos níveis de reposição durante a fase vegetativa foram assim irrigadas até floração, onde posteriormente estas plantas receberam a quantidade de 100% de reposição, e assim por diante.

Os volumes de água de reposição representando os tratamentos, foram obtidos a partir de um percentual de quantidade de água evapotranspirada (consumida) pela testemunha (100% de reposição). Para o controle da testemunha utilizou-se a equação do balanço hídrico: $ET = I - D$, onde ET é a evapotranspiração (volume de água consumido), I é o volume de água aplicado e D o volume drenado (Gervásio et al. 2000).

A maturação comercial das ramificações laterais (botões florais) foi determinada pelos seguintes critérios visuais: cor verde intensa, flores fechadas, botões florais compactos e pedúnculos florais tenros e sem alongamento excessivo (Correia, 1983). As hastes florais (ramificações) com flores abertas,

alongamento de pedúnculos, e ramificações com comprimento inferior a 0,15m, foram consideradas não comerciais.

Assim obteve-se: número médio de ramificações (hastes florais); peso médio das ramificações; produtividade estimada ($31.000 \text{ plantas ha}^{-1}$); altura das plantas e diâmetro do colo aos 40, 70 e 100 dias após transplante (DAT).

Foram realizadas análises de variância para as médias dos parâmetros avaliados, utilizando-se o teste de distribuição F a 5% de probabilidade. Para comparação das médias consideradas, usou-se teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

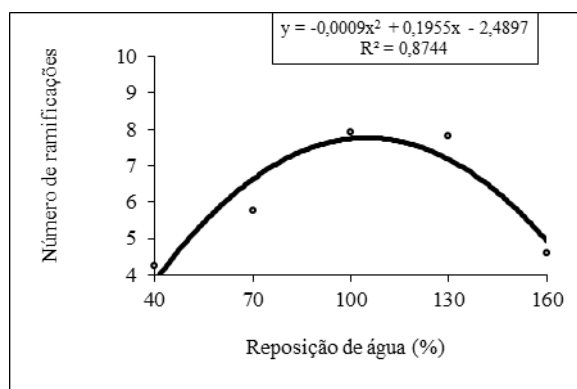
Na Tabela 2 são apresentadas as épocas de início e final de cada etapa fenológica (em dias após transplante das mudas- DAT), bem como a sua duração (o início dos tratamentos foi aos 15 DAT). Observa-se que a etapa de maior duração foi a vegetativa, resultando em uma maior exposição às lâminas de reposição.

Tabela 2. Início, final e duração das etapas fenológicas do brócolis

Fase fenológica	Início (DAT)	Final (DAT)	Duração (dias)
Vegetativa	15	52	38
Floração	53	76	24
Colheita	77	108	32

A análise de variância revelou efeito significativo em: a) número de ramificações, entre as reposições e estádios, não havendo interação dos fatores; b) peso das ramificações e produtividade, entre interação água e estágio fenológico; c) altura de plantas aos 70 e 100 DAT entre as reposições e estádios, não havendo interação.

Para as demais variáveis não houve diferença estatística. Lâminas consideradas deficitárias e excessivas promoveram queda nas variáveis estudadas. Na Figura 1 estão as médias dos números de ramificações, onde pode-se observar que os maiores valores foram verificados quando irrigou-se com reposição entre 100% e 130%. A fase de floração foi a mais sensível quando submetida aos níveis de reposição (Tabela 3), havendo 5,05 ramificações (hastes florais) por planta. Isto fica evidente quando há desdobramento dos fatores quanto ao peso das hastes (Figura 2). Nota-se que os maiores pesos das hastes são verificados quando há diferenciação das reposições na fase de colheita e menores na fase de floração. Independente da reposição de água no solo quando o déficit e excesso foi efetuado na fase de floração verifica-se os menores pesos das ramificações (Tabela 4). Carvalho et al. (2004), mostraram que a berinjela quando submetida a diferentes reposições (100; 80; 60 e 40% da evapotranspiração) durante os estádios fenológicos apresentou menor produtividade na fase de produção.

Figura 1. Número de ramificações em função da reposição de água no solo

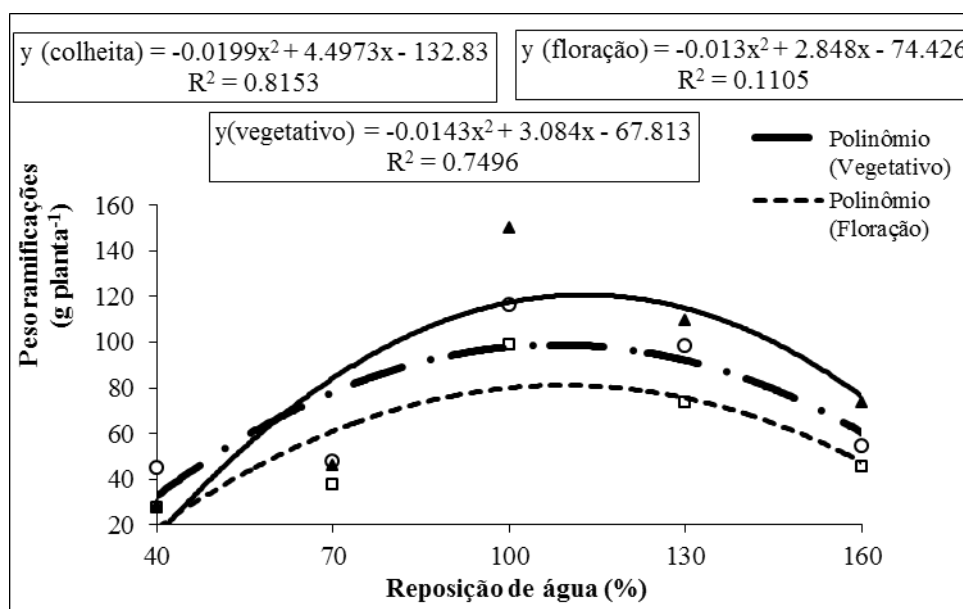
Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 3. Número médio de ramificações (hastes florais) nos diferentes estádios

Estádios (submetidos a diferentes reposições de água)	Número médio ramificações
Vegetativo	6,45 a ¹
Floração	5,05 b
Colheita	6,70 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 2. Peso médio das ramificações em função da reposição de água no solo para cada estágio

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 4. Peso médio (g planta⁻¹) de ramificações (hastes florais) para as diferentes reposições de água em função dos estádios fenológicos

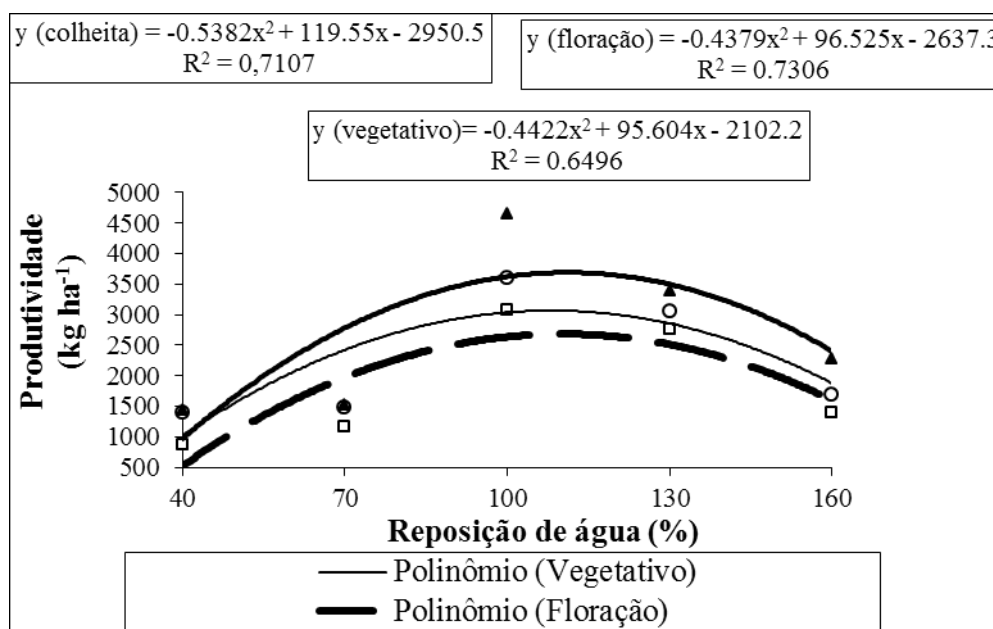
Estádio	Reposição (%)				
	40	70	100	130	160
Vegetativo	45,00 a ¹	47,50 a	116,25 b	98,25 a	54,25 b
Floração	27,25 b	37,50 b	99,00 c	73,75 b	45,25 b
Colheita	28,75 b	46,25 a	150,00 a	109,50 a	73,50 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tendência semelhante foi verificada para produtividade (Figura 3 e Tabela 5) e altura das plantas (Figura 4 e Tabela 6). A maior produtividade estimada foi verificada quando a reposição de água foi de 100% e diferenciação das reposições na fase de colheita (4.650 kg ha⁻¹). Ayas et al. (2011), quando aplicaram 100 e 75% da lâmina evaporada em tanque classe A, obtiveram valores máximos de 29.200,00 e 27.500,00 kg ha⁻¹, respectivamente. Erden et al. (2010), trabalhando com a cultura do brócolis irrigado por gotejamento aplicando 125, 100, 75, 50, 25 e 0% da lâmina evaporada para um intervalo de 7 dias, encontraram valores de produtividade de 6.200,00; 7.200,00; 7.100,00; 8.100,00 e 500,00 kg ha⁻¹, respectivamente. Pode-se notar que os resultados obtidos neste trabalho foram inferiores aos de Ayas et al. (2011) e de Erden et al. (2010), já que se tratam de época de plantio, condições climáticas, cultivares estudados e métodos de manejo adotados diferentes dos estudados no atual trabalho.

Figura 3. Produtividade média em função da reposição de água no solo para cada estágio



Fonte: Elaborado pelo Autor

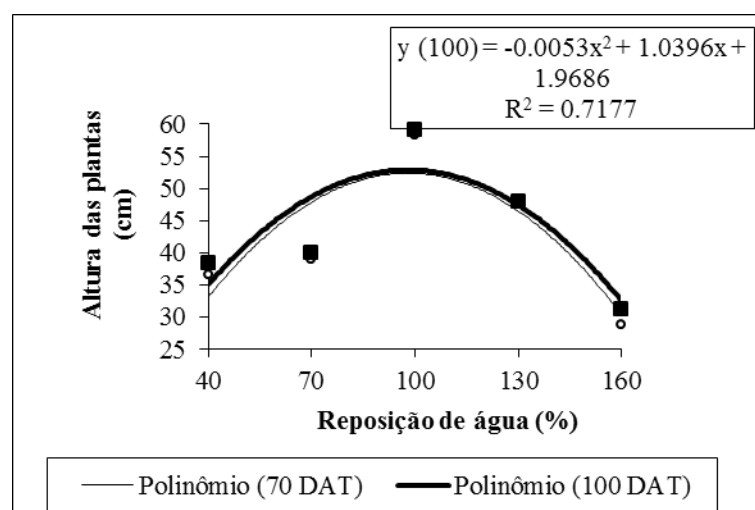
Tabela 5. Produtividade média (kg ha⁻¹) para as diferentes reposições de água em função dos estádios fenológicos

Estádio	Reposição (%)				
	40	70	100	130	160
Vegetativo	1395,0 a ¹	1472,5 a	3603,7 b	3045,7 b	1681,7 b
Floração	860,25 b	1154,7 b	3069,0 c	2751,2 b	1402,7 b
Colheita	1433,75 a	1511,2 a	4650,0 a	3394,5 a	2278,5 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 4. Altura das plantas em função da reposição de água no solo



Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 6. Altura das plantas (cm) nos diferentes estádios

Estádios	70 DAT	100 DAT
Vegetativo	39,25 b ¹	40,90 b
Floração	45,65 a	47,45 a
Colheita	47,25 a	47,95 a

¹ as médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Elaborado pelo Autor

CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos pode-se concluir que a maior produtividade foi de 4650 kg ha⁻¹ para o tratamento 100% e déficit na colheita; o estágio fenológico considerado mais sensível da cultura foi o de floração; e lâminas consideradas excessivas e deficitárias foram prejudiciais para a cultura.

REFERÊNCIAS

AYAS, S. H.; ORTA, H.; YAZGAN, S. Deficit irrigation effects on broccoli (*Brassica oleracea* L. var. Monet) yield in unheated greenhouse condition. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, Sofia, v. 17, n. 4, p. 551-559, may 2011.

CARVALHO, J.A.et al. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Engenharia Agrícola**, Botucatu, SP. v.24 n.2 2004.

CORREIA, L.G. Colheita, classificação, embalagem e comercialização de brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG. v.9, n.98, p.52-54, 1983.

ERDEN, Y.et al. Crop water stress index for assesseing irrigation scheduling of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italic). **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 98, n. 2, p. 148-156, feb. 2010.

GERVÁSIO, E. S., CARVALHO, J. A. SANTANA, M. J. de. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. UFPB. V.4, n1, p. 125-128, 2000.

MAGRO, F. O. **Doses de composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis**. 2009, 50 f, Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

OLIVEIRA, E.M. de. **Produtividade do cafeeiro conilon vitória submetido a diferentes lâminas de irrigação**. 2014. 96f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

RODRIGUES, R. R. et al. Desenvolvimento inicial de brócolis em diferentes disponibilidades hídricas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 10-41, 2013.

SCHIAVON, A.et al. **A cultura dos Brócolis**. 74. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. 153p.