UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA IRRIGADA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO

DIOGO MACEDO MELO

VICTOR HUGO CAVASSINI

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL – BRASIL

2014

PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA IRRIGADA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO

DIOGO MACEDO MELO
VICTOR HUGO CAVASSINI

ORIENTADOR: PROF. DR. LUCIANO OLIVEIRA GEISENHOFF

Artigo apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Graduação em Engenharia Agrícola.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL
2014

PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA IRRIGADA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO

DIOGO MACEDO MELO

VICTOR HUGO CAVASSINI

Artigo apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos exigidos para obtenção da graduação em ENGENHARIA AGRÍCOLA.

Aprovado em 06 de fevereiro de 2014

Prof. Msc. Fabricio Correia de Oliveira
Membro da Banca – FCA/UFGD

Prof. Dr. Guilherme Augusto Biscaro
Membro da Banca – FCA/UFGD

Prof. Dr. Luciano Oliveira Geisenhoff
Orientador – FCA/UFGD

PRODUÇÃO DE BRÓCOLIS DE CABEÇA IRRIGADA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO

RESUMO: O espaçamento de plantio de brócolis é estabelecido, principalmente, em razão do segmento de mercado, ou seja, para consumo *in natura* ou processamento industrial. Visando estabelecer o espaçamento mais adequado para cada segmento de mercado, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de quatro espaçamentos sobre as características produtivas de brócolis de cabeça irrigadas pelo sistema Santeno®. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos que corresponderam aos espaçamentos entre linha, e 5 repetições. Os espaçamentos foram: 100; 90; 80 e 70 cm. A cultivar utilizada foi o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*, híbrido Lord Summer). O manejo da irrigação foi realizado com base no balanço de água no solo, sendo considerado como fluxos de entrada, a precipitação e irrigação e como fluxo de saída a evapotranspiração da cultura. Foram avaliados a massa de florete (MF), massa de inflorescência (MI) diâmetro de inflorescência (DI), produtividade comercial de florete (PCF) e produtividade comercial de inflorescência (PCI). O espaçamento de 90 cm entre linhas de cultivo, dentre os espaçamentos avaliados, foi o mais adequado para o cultivo de brócolis de cabeça quando o destino da produção é a comercialização *in natura*, pois obteve as melhores MF (508,80±4,21 g), MI (682,48±7,34 g) e DI (20,11±0,14 cm) com a melhor uniformidade entre as plantas. O espaçamento de 70 cm entre linhas, dentre os espaçamentos avaliados, foi o mais adequado quando o destino da produção for o processamento indústrial, pois proporcionou maiores PCI (18,61 t ha^{-1}) e PCF (14,2 t ha^{-1}).

INTRODUÇÃO

O brócolis, pertence ao gênero *Brassica* (KALUŻEWICZ et al., 2012), este gênero, em geral, apresenta em sua constituição varias propriedades benéficas à saúde humana, devido a presença de antioxidantes e altas concentrações de vitaminas (SOEGAS et al., 2011). O cultivo de brócolis está mais concetrado na região Centro-Sul do Brasil com destaques para o Distrito Federal, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo (CECÍLIO FILHO et al., 2012).

Existem dois grupos de brócolis, o ramoso e o de cabeça, no Brasil a comercialização, tem sido feita de forma *in natura* ou processada, sendo esta principalmente congelada, que possui vantagens em relação à primeira, dentre elas a de proporcionar a oferta regular do produto ao longo do ano, em quantidade e preço. O brócolis de cabeça apresenta melhor qualidade para congelamento e deve ganhar preferência para o cultivo em relação ao brócolis ramoso. (CECÍLIO FILHO et al., 2012).

O espaçamento de plantio de brócolis é estabelecido, principalmente, em razão do segmento de mercado, ou seja, para consumo *in natura* ou processamento industrial. Geralmente se utiliza menores espaçamentos para a produção cujo destino é o consumo *in natura* e maiores espaçamentos para a produção destinada ao processamento industrial (CECÍLIO FILHO et al., 2012).

Os menores espaçamentos geralmente resultam em maior aproveitamento dos recursos do meio, porém, podem não expressar o potencial genético da planta (LOPES et al., 2011). O elevado número de plantas por área provoca maior competição entre as mesmas, contudo geram um acumulativo final favorável à produtividade. Enquanto que, a redução da do número de plantas por área proporciona maior exposição das folhas à luz difusa, resultando no aumento de área foliar específica, contribuição assim para o melhor desenvolvimento das plantas (FAVORITO et al., 2011).

Há uma tendencia, onde maiores produtividades são alcançadas com menores epaçamentos. Hossain et al. (2011) avaliando os espaçamentos de 0,60 x 0,40; 0,60 x 0,50 e 0,60 x 0,60 m, observaram o mesmo comportamento para o brócolis de cabeça, com maior produtividade (21,39 t ha^{-1}) encontrada no menor espaçamento (0,60 x 0,40 m) e menor produtividade (13,60 t ha^{-1}) observada no maior espaçamento (0,60 x 0,60 m). Assim como, Cecílio Filho et al. (2012) observaram o mesmo comportamento para diferentes espaçamentos, pois utilizando espaçamento entre linhas de 0,80 m e avaliando os espaçamentos entre plantas de 0,20, 0,30 0,40 e 0,50 m, obtiveram maiores produtividades (22,08 t ha^{-1}) com menores espaçamentos e menores produtividades (17,09 t ha^{-1}) nos maiores espaçamentos.

Entretanto, por ser um cultivo recente no Brasil, há pouca disponibilidade de informações técnicas para o manejo da cultura do brócolis de cabeça, demandando estudos dentre os fatores de produção, entre eles, a densidade populacional (CECÍLIO FILHO et al., 2012). Visando estabelecer o espaçamento mais adequado para cada segmento de mercado,

este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de quatro espaçamentos entre linhas sobre as características produtivas de brócolis de cabeça irrigadas por santeno®.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental e didática de irrigação, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) unidade II, localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul, no primeiro semestre de 2012. A altitude média é de 446 m, e está situado a 22° 11' 45" de latitude sul e a 54° 55' 18" de longitude oeste. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco e com temperatura média anual de 22ºC.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos que correspondem aos espaçamentos entre linha, e cinco repetições, totalizando 40 parcelas. Os espaçamentos foram: 1,00, 0,90, 0,80 e 0,70 m. A cultivar utilizada foi o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*, híbrido Lord Summer). Cada parcela foi constituída por 20 plantas, com espaçamento entre linhas de acordo o tratamento realizado e entre plantas de 0,50 m, a área útil foi formada pelas duas linhas centrais, desprezando-se duas plantas de cada extremidade, resultando em 6 plantas como unidade experimental. As mudas foram formadas em bandejas de isopor de 200 células preenchidas com substrato comercial. O transplante ocorreu na área previamente preparada, quando as plantas atingiram o índice de transplante, ou seja, cinco a seis folhas definitivas, no dia 03 de abril de 2012.

Foram coletadas 20 amostras compostas em várias partes da área do experimento, na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, estas foram encaminhadas para o laboratório de solo para serem realizadas avaliações físicas e químicas. A curva de retenção de água no solo foi determinada em laboratório de física do solo, a partir de 20 amostras deformadas coletadas em várias partes da área do ensaio na camada de 0 a 0,20 m de profundidade. Os pontos de baixa tensão (2, 4, 6 e 10 kPa) foram determinados no funil de Haines usando-se uma amostra saturada em contato hidráulico com a placa porosa, mantendo-se o nível do tubo flexível a uma altura um pouco superior à da amostra e os de alta tensão (33, 100, 500 e 1500 kPa) foram determinados no extrator de Richards.

Utilizando o programa SWRC (DOURADO NETO et al., 2000), foi gerada a equação, ajustada segundo modelo proposto por van Genuchten (1980), que descreve o

comportamento da umidade do solo ($cm^3\ cm^{-3}$) em relação a tensão de água do solo (kPa) (Equação 01). A equação ajustada a partir dos dados fornecidos pela análise do solo é apresentada na Equação 02. A curva de reteção de água no solo obteve um coeficiente de determinação (R^2) de 0,96 (Figura 1).

$$\theta_a = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha|\Psi m|^n)]^m} \qquad (01)$$

$$\theta_a = 0{,}2133 + \frac{0{,}3667}{[1 + (0{,}2906|\Psi m|^{1{,}7254})]^{0{,}4204}} \qquad (02)$$

Em que:

θ_a - umidade atual do solo com base volumétrica, em $cm^3\ cm^{-3}$;

Ψm - tensão de água no solo, em kPa.

Para determinação das características químicas do solo, foram coletadas 20 amostras compostas na camada de 0 a 0,20 m de profundidade em várias partes da área do experimental. Na Tabela 1 são apresentados os nutrientes presentes no solo antes da adubação de plantio.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo utilizado no experimento.

Prof.	pH	M. O.	P_{resina}	H + Al	K	Ca	Mg	T	V
(cm)	$CaCl_2$	$g\ dm^{-1}$	$mg\ dm^{-1}$	----------		$cmol_c dm^{-1}$		----------	%
0 - 20	4,80	22,94	17,40	6,31	0,40	5,41	1,63	13,65	54,51

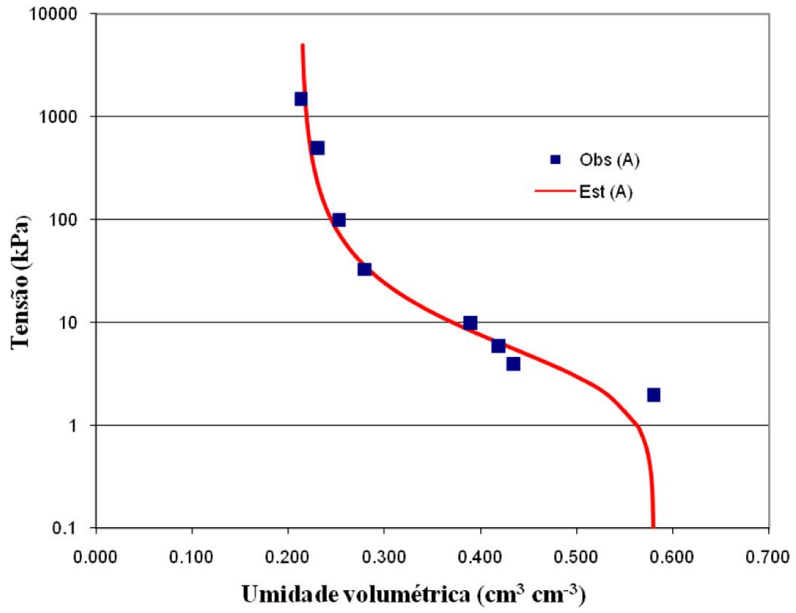


Figura 1. Curva de retenção da água no solo gerada utilizando o modelo de van Genuchten (1980).

Para irrigação foi utilizado tape Santeno® de polietileno linear de baixa densidade tipo I. Este tape apresenta as seguintes características: diâmetro interno de 28 mm, espessura da parede igual a 0,24 mm, emissores perfurados a laser com diâmetro de 0,3 mm e espaçamento entre emissores de 0,15 m.

Os tapes Santeno® foram instalados em uma tubulação de derivação de polietileno (*DN* = 16 mm e *PN* = 40 mca), espaçados por 3 m, foram conectados 5 tapes de 10 m de comprimento. A Equação 03 relaciona a vazão dos emissores (q) com a pressão de serviço (PS) por metro de tape.

A vazão nominal equivalente a *PS* de 10,1 mca para 10 m de comprimento é de 240,4 L h^{-1}. A pressão de serviço foi controlada por uma válvula reguladora de pressão inserida na tubulação de derivação. A tubulação de derivação foi conectada à linha principal de PVC (*DN* = 50 mm e *PN* de 80 mca).

Após a instalação dos sistemas de irrigação, foram realizadas avaliações sobre a eficiência de aplicação (Ea). A Ea foi determinada de acordo com a Equação 04 (MIRRIAN e kELLER, 1978). O coeficiente de uniformidade de distribuição foi determinado segundo

Bralts (1986). (Equação 05). Visando a posterior determinação do tempo de irrigação no sistema, foi determinada a intensidade de aplicação (Ia), relacionando-se a vazão média coletada durante o ensaio com a área de coleta dos coletores (Equação 05). Foram utilizados 36 coletores, dispostos entre dois tapes Santeno®. Realizou-se a coleta de água por um período de uma hora, com a pressão de serviço de 10,1 mca, aferida por um manômetro analógico inserido na tubulação de derivação. A Ea e a Ia no sistema de microasperssão foi de 78 % e 21,89 mm h^{-1} respectivamente.

$$Ea = 0{,}90\ CUD \qquad (03)$$

Em que:

Ea - Eficiência de aplicação operacional, em %;

CUD - Coeficiente de uniformidade de distribuição, em %.

$$CUD = 100\ \frac{l_n}{\bar{l}} \qquad (04)$$

Em que:

CUD - Uniformidade de distribuição, em %;

l_n - Média de 25 % das menores lâminas, em mm h^{-1};

$\bar{l}$ - Média de todas as lâminas, em mm h^{-1} .

.

$$Ia = \frac{qa}{Ac} \qquad (05)$$

Em que:

Ia - Intensidade de aplicação de água, em mm h^{-1};

qa - Vazão média coletada, em L h^{-1};

Ac - Área de coleta do coletor, em m².

O manejo da irrigação em todos os sistemas foi baseado no balanço hídrico de água no solo, sendo considerado como fluxos de entrada, a precipitação efetiva (*Pe*) e a irrigação real necessária (*IRN*), e como fluxo de saída, a evapotranspiração da cultura (*ETc*).

Os dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica automática da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Dourados-MS. As leituras dos dados meteorológicos são feitas em tempo real através de um sistema de aquisição de dados (datalogger), e a evapotranspiração de referência é calculada pelo método indicado pela FAO (Penman-Monteith).

A precipitação total (*Pt*) corresponde a precipitação acumulada que ocorreu na área do experimento durante o perídode tempo considerado. No balanço de água no solo, quando a *Pt*era maior ou igual a *ETc,* a *Pe* correspondia somente à *ETc*, quando a *Pt* era menor que a *ETc*, a *Pe* correspondia à *Pt*.

A *Etc* utilizada no balanço foi determinada de acordo com a Equação 07, onde o coeficiente de cultura (*Kc*)para as fases inicial, média e final foi de 0,65; 1,05 e 0,95. Os valores de evapotranspiração de referência (*Eto*) foram obtidos diariamente por meio da estação meteorológica automática da Embrapa Agropecuária Oeste.

$$ETc = Kc\ ETo \qquad (06)$$

Em que:

ETc - Evapotranspiração da cultura ou de cultivo, em mm d^{-3};

Kc - Coeficiente de cultura ou de cultivo, adimensional;

ETo - Evapotranspiração de referência, em mm d^{-1}.

Para determinar a *IRN*, primeiro determinou-se a disponibilidade real de água no solo (*DRA*) (Equação 08). A umidade na capacidade de campo (θ_{cc}) obtida por meio da curva de retenção do solo, correspondeu a 0,4832 cm^3 cm^{-3}, com a tensão de 10 kPa. A tensão crítica utilizada para irrigação (θ_{UIc}) foi de 15 kPa, que segundo a curva de retenção do solo, equivale a 0,4350 cm^3 cm^{-3}. A profundidade efetiva do sistema radicular (*z*) foi 0,25m (ALLEN et al., 1998).

$$DRA = (\theta_{cc} - \theta_{UIc})\ z \qquad (07)$$

Em que:

DRA - Disponibilidade real de água no solo, em mm;

θ_{cc} - Umidade na capacidade de campo, em $cm^{-3}cm^{-3}$;

θ_{UIc} - Umidade crítica do solo para fins de irrigação, em $cm^{-3}cm^{-3}$;

z - Profundidade efetiva do sistema radicular, em mm.

Quando a somatória da diferença entre a *ETc* e a *Pe*diária alcançava a *DRA* (12,03 mm), então determinava-se a *IRN* (Equação 09), onde *n* representa o turno de rega (*TR*), que pode variar de um ao n-ésimo dia, ou seja foi utilizado o *TR* variável.

$$IRN = \sum_{i=1}^{n} (ETc - Pe) \tag{08}$$

Em que:

IRN - Irrigação real necessária, em mm;

ETc - Evapotranspiração da cultura, em mm;

Pe - Precipitação efetiva, em mm.

Para obtenção da irrigação total necessária (*ITN*), foi considerada eficiência de aplicação operacional estimada em cada sistema de irrigação (Equação 09).

$$ITN = \frac{IRN}{Ea} \tag{09}$$

Em que:

ITN - Irrigação total necessária, em mm;

IRN - Irrigação real necessária, em mm;

Ea - Eficiência de aplicação operacional, em decimal.

No dia 18 de junho de 2012, 106 dias após o transplante, realizou-se a colheita das 6 plantas úteis de cada parcela, então estas foram levadas para o laboratório de irrigação da universidade para seguir as devidas avaliações.

Para avaliação da massa de florete (MF) e massa de inflorescência (MI), foram removidas todas as folhas e feito um corte no ponto em que a haste se torna única, então pesou-se a massa da inflorescência (florete e talo) e individualmente o florete. Para se obter o diâmetro de florete (DF), com o auxilio de uma fita métrica obteve-se a circunferência, então estimou-se o diâmetro de florete.

Com relação a porcentagem de florete por inflorescência (PFI), esta foi encontrada através da relação entre a massa de florete e massa da inflorescência. A produtividade comercial de inflorescência (PCI) e de florete (PCF), foram obtidas com base nas dimensões das parcelas e considerando o espaço entre elas, de acordo com a população de plantas por hectare a partir da média da massa fresca da inflorescência e de florete individualmente, estimou-se então a produtividade de inflorescência e de florete.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e quando significativo, foi realizada análise de regressão, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), houve diferença significativa sobre a massa de florete (MF), massa de inflorescência (MI) e diâmetro da inflorescência (DI), sendo quadrático o melhor ajuste que descreve o comportamento dessas variáveis.

Tabela 2. Resumo das análises de variância e de regressão para massa de florete (MF), massa de inflorescência (MI) e diâmetro de inflorescência (DI) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

Fonte de Variação	G.L	Q.M.		
		MF (g)	MI (g)	DI (cm)
Espaçamentos	3	9.456,59**	15.957,34**	0,56**
Bloco	4	$144,73^{ns}$	$484,65^{ns}$	$0,01^{ns}$

Resíduo	12	628,68	756,80	0,41
Média	-	529,32	701,60	9,02
C.V. (%)	-	4,74	3,92	0,97
Linear	1	19.239,19**	37.226,69**	0,09**
Quadrática	1	5541,52*	4804,50*	0,07*
Desvios	0	0,00^{ns}	0,00^{ns}	0,00^{ns}

^{ns} não significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F
* significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F.
** significativo a 1 % de probabilidade de erro pelo teste F.

A máxima MF foi encontrada no espaçamento de 100 cm (583,36 g), a mínima foi observada no espaçamento de 76,88 cm (494,30 g) (Figura 1). O brócolis pode ser cultivado em diferentes espaçamentos, porém dentre os tratamentos avaliados, o espaçamento que resultou em maiores MF foi o 100 cm, sendo então o mais adequado quando a produção se destina á comercialização *in natura*.

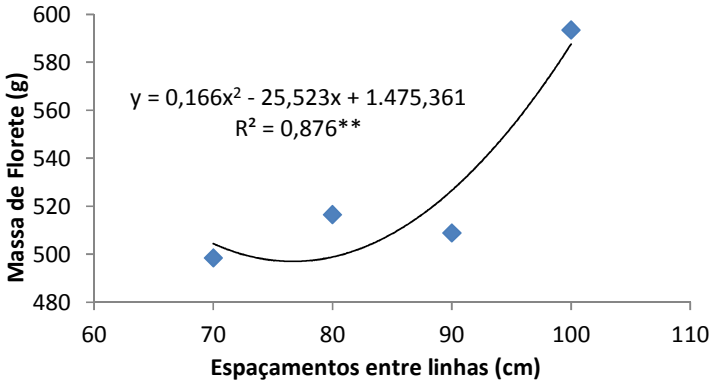


Figura 1. Valores médios de massa de florete (MF) de brócolis de cabeça em função de diferentes espaçamentos.

A massa de inflorescência (MI) apresentou comportamento semelhante a MF, a maior MI encontrada foi de 775,04 g, obtida no espaçamento de 100 cm, e a menor MI encontrada foi de 658,24 g, observada no espaçamento com 76,88 cm (Figura 2). Resultados semelhantes têm sido reportados na literatura especializada, onde menores espaçamentos resultam em menores MI e maiores espaçamentos proporcionam maiores MI. Erdem et al. (2010) cultivando brócolis no espaçamento de 50 x 40 cm, obtiveram MI de 170 cm, no entanto Lalla et al. (2010), utilizando o espaçamento de 100 x 50 cm, encontraram máxima MI de 568,7 g.

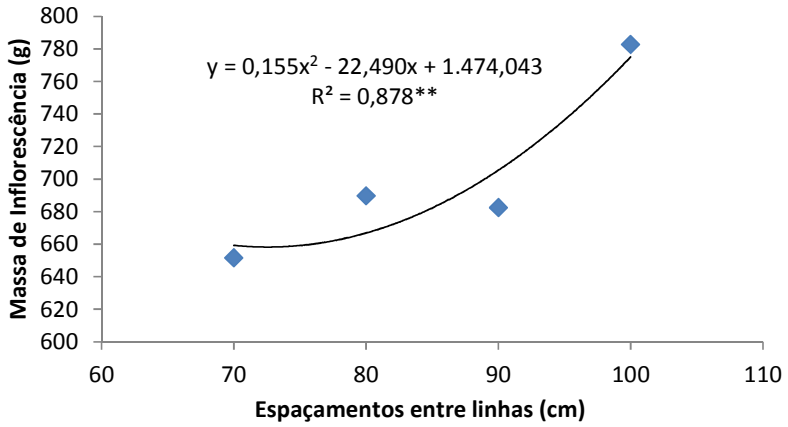


Figura 2. Valores de massa de inflorescência (MI) do brócolis de cabeça em função de diferentes espaçamentos de cultivo

Em relação ao diâmetro de inflorescência, observou-se que houve um aumento proporcional do DI a medida em que o espaçamento entre linhas foi aumentando(Figura 3). O maior DI foi observado no tratamento com 100 cm (21,05 cm), enquanto que o menor, estimado pela equação foi 19,87 cm, utilizando espaçamento de 80,03 cm entre linhas.

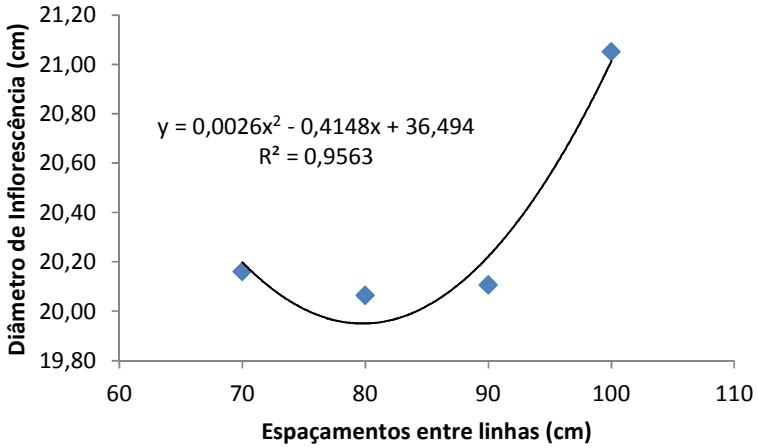


Figura 3. Valores de diâmetro de inflorescência (DI) do brócolis de cabeça em função de diferentes espaçamentos de cultivo.

O espaçamento de 70 cm entre linhas proporcionou menores massa de florete (MF), massa de inflorescência (MI) e diâmetro de inflorescência (DI). Observa-se que nos ajustes quadráticos destes parâmetros, a partir de aproximadamente 80 cm entre linhas ocorreu um aumento contínuo da MF, MI e DI. A mesma tendência foi observada por Hossain et al.

(2011), onde o aumento do espaçamento de cultivo proporcionou um aumento nas caracrerístcias produtivas na cultura do brócolis de cabeça.

Então de acordo com os resultados apresentados, entre os espaçamentos avaliados, o espaçamento de 100 cm entre linhas seria o mais recomendado para o cultivo de brócolis de cabeça quando o destino da produção for a comercialização *in natura*, contúdo a maior uniformidade entre as plantas foi observada no tratamento utilizando 90 cm entre linhas, pois apresentou menor desvio padrão da média (Tabela 3). Dado a imporância de se obter uma população de plantas uniforme, devido à facilidade de comercialização e maior aproveitamento dos recursos, pois a melhor uniformidade entre as plantas proporciona redução das plantas que não alcaçam a comercialização e acabam sendo descartadas (LOPES et al., 2011). Logo, o espaçamento mais adequando para o cultivo de brócolis de cabeça destinado a comercialização *in natura* foi de 90 cm entre linhas, devido a maior uniformidade entre as plantas observada neste tratamento.

Tabela 3. Médias observadas e desvio padrão da média para massa de florete (MF), massa de inflorescência (MI) e diâmetro de inflorescência (DI).

Espaçamentos (cm)	MF (g)	MI (g)	DI (cm)
100	593,50±17,53	782,63±18,59	21,05±0,19
90	508,80±4,21	682,48±7,34	20,11±0,14
80	516,55±28,01	689,74±46,21	20,06±0,60
70	498,44±30,84	651,58±14,83	20,16±0,40

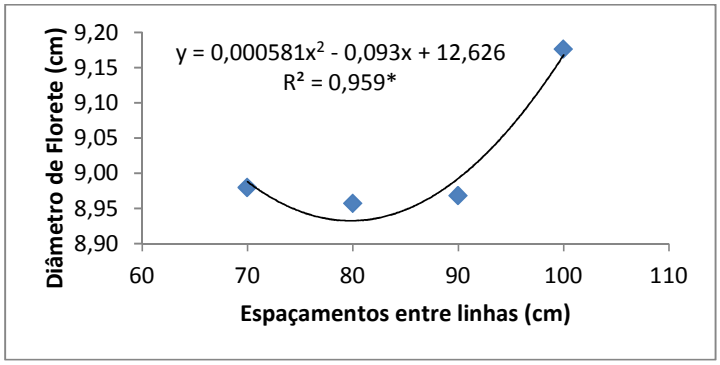
Com relação a produtividade comercial de florete e produtividade comercial de inflorescência, houve difereça sigificativa entre os tratamentos avaliados a 1 % de probabilidade pelo teste F (Tabela 4).

O comportamento do brócolis em função dos espaçamentos foi caracterizado por enquações lineares e quadráticas. Porém as equações quadráticas apresentaram melhor ajuste ao modelo, pois apresentaram valores de R^2 mais próximos da unidade.

Tabela 4. Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade comercial de florete (PCF) e produtividade comercial de inflorescência (PCI) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

Fonte de Variação	G.L	Q.M.	
		PCF (t ha^{1})	PCI (t ha^{-1})
Espaçamentos	3	8,32**	12,36**
Bloco	4	0,10^{ns}	0,26^{ns}
Resíduo	12	0,43	0,48
Média	-	12,58	16,67
C.V. (%)	-	5,24	4,14
Linear	1	19,00**	30,06**
Quadrática	1	4,47**	4,34*
Desvios	0	0,00^{ns}	

^{ns} não significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F
* significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F.
** significativo a 1 % de probabilidade de erro pelo teste F.



A produtividade foi estimada de acordo com as populações de plantas utilizadas em cada tratamento avaliado, os espaçamentos de 100, 90, 80 e 70 cm, correspondem a populações de 20.000; 22.222; 25.000 e 28.571 plantas ha^{-1}. A maior comercial de florete (PCF) foi encontrada utilizando-se espaçamento entre linha de 70 cm (14,2 t ha^{-1}), enquanto que a menor PCF foi encontrada no espaçamento de 90 cm (11,31 t ha^{-1}) (Figura 4). Resultados superiores foram apresentados por Cecílio Filho et al. (2012), com PF de 17,09 t ha^{-1}, porém estes autores utilizaram uma alta população de plantas (62.500 plantas ha^{-1}), isto proporcionou um alto rendimento de florete por hectare.

Com relação a produtividade comercial de inflorescência (PCI), assim como a PCF, a maior produtividade encontrada, foi observada no espaçamento de 70 cm, com médias de 18,61 t ha^{-1} e a menor, estimada pela equação, foi observado no espaçamento de 98,04 cm, com médias de 14,85 t ha^{-1} (Figura 5). Resultados semelhantes foram observados por Hossaion et al. (2011) utilizando espaçamento de 60 x 40 cm encontraram máxima

produtividade de 16,30 t ha^{-1}. Kumar e Sensaba (2008) utilizando espaçamentos menores (50 x 50 cm) obtiveram maiores produtividades (25,09 t ha^{-1}), enquanto que menores produtividades foram observadas por Lalla et al. (2010) cultivando brócolis em espaçamentos maiores (100 x 50 cm).

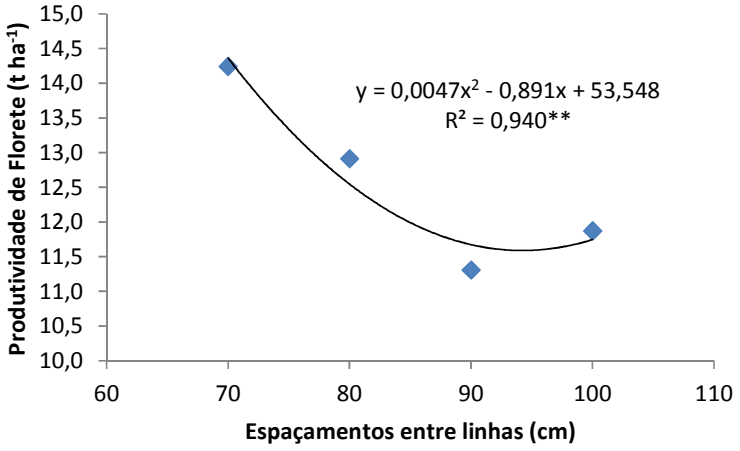


Figura 4. Valores de produtividade comercial de florete (PCF) do brócolis em função de diferentes espaçamentos de cultivo.

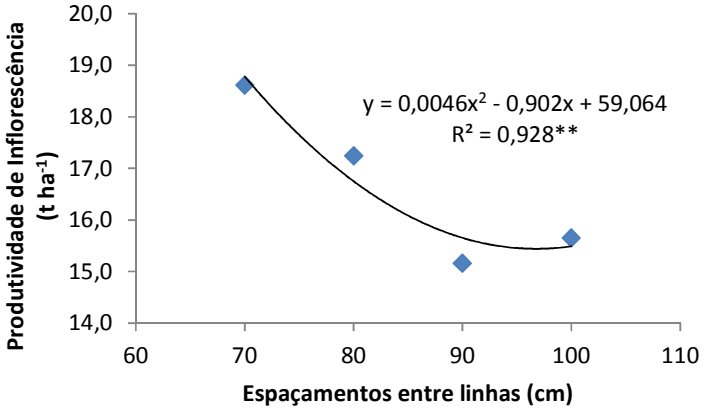


Figura 5. Valores de produtividade comercial de inflorescência (PCI) de brócolis em função de diferentes espaçamentos de cultivo.

O menor espaçamento avaliado (70 cm) apresentou maiores produtividades e menores médias, para as características por inflorescência. Isto se deve a maior população de plantas

neste espaçamento, proporcionando maior número de inflorescência, de modo que, com 70 cm entre linhas, a população é superior em 8.571 plantas, quando comparada com o espaçamento de 100 cm. Incrementos de PCF e PCI como resultado do aumento na densidade de plantas também foram observados por Cecílio Filho et al. (2012). Então de acordo com os resultados encontrados com relação a produtvidade comercial de forete e de inflorescência, o espaçemento de 70 cm foi o mais adequando para o cultivo de brócolis de cabeça quando a produção se destina ao processamento indústrial, onde são comercializados somente os floretes das inflorescências.

CONCLUSÃO

Diante das condições em que o experimento foi realizado e dos resultados obtidos para o brócolis de cabeça submetidos a cinco espaçamentos de cultivo, pode-se concluir que: o espaçamentono de 90 cm entre linhas de cultivo, dentre os espaçamentos avaliados, é o mais adequando para o cultivo de brócolis de cabeça quando o destino da produção é a comercialização *in natura*, pois obteve as melhores massa de florete (508,80±4,21 g), massa de inflorescência (682,48±7,34 g) e diâmetro inflorescência (20,11±0,14 cm) com a melhor uniformidade entre as plantas. Enquanto que o espaçamento de 70 cm entre linhas, dentre os espaçamentos avaliados, é o mais adequando quando o destino da produção for o processamento indústrial, pois proporcionou maiores produtividade comercial de inflorescência (18,61 t ha^{-1}) e produtividade comercial de florete (14,2 t ha^{-1}).

REFERÊNCIAS

BRALTS, V.F. Operational principles: field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F. S.; BULKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production:** design, operation, and management.Amsterdam: Elsevier, 1986. cap.3, p. 216-240.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SCHIAVON JUNIOR, A. A.; CORTEZ, J. W. M. Produtividade e classificação de brócolis para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entrre plantas. **Horticultura Brasileira,** v. 30, n.1, p.12-17, 2012.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Scientia Agricola,** Piracicaba, v.57, n.1, 2000.

ERDEM, T.; ARLN, L.; ERDEM, Y.; POLAT, S.; DEVECI, M.; OKURSOY, H.; GÜLTAŞ, H. Yield and quality response of drip irrigate broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*)

under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods. **Agricultural Water Management,** v.97, n.5, p.681-688, 2010.

FAVORITO, P.A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHINEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjericão (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** v. 13, n. p.582-556, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

HOSSAIN, M. F.; ARA, N.; UDDIN, M. R.; DEY, S.; ISLAM, MR. Effect of time of of sowing and plant spacing on broccoli production. **Tropical Agricultural e Extension**, v. 14, n.4, p. 90-92, 2011.

KALUŻEWICZ, A.; KRZESIŃSKI, W.; KNAFLEWSKI, M.; LISIECKA, J.; SPİŻEWSKI, T.; FRĄSZCZAK. B. Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) head initiation under fild conditions. **Acta Agrobotanica,** v. 65, n. 2, p. 93-98, 2012.

KÖPPEN (1948) apud ENSINAS, S.C; BISCARO, G. A.; BORELLI, A. B.; MÔNACO, K. A.; MARQUES, R. J. R.; ROSA, Y. B. C. K. Níveis de fertirrigação nas características morfológicas de mudas de rúcula. Revista Agrarian, v.2, n.3, p.7-17, 2009.

LALLA, J. G.; LAURA, V. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; SEABRA JÚNIOR, S.; SILVEIRA, D. S.; ZAGO, V. H.; DORNAS, M. F. Competição de cultivares de brócolos topo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira,** Brasília**,** v. 28, n.3, p.260-363, 2010.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; LOPES, C. F. Esteresse hídrico em plantio de *Eucalyptus grandis* Vs. *Eucalyptus urophylla*, em função do solo, substrato e manejo hídrico de viveiro. **Revista Árvore,** v. 35, n.1, p.31-39, 2011.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation**: a guide for management. Logan: Utah State University, 1978. 271p.

SMITH, M.; ALLEN, R. G.; MONTEITH, J. L.; PERRIER, A.; PEREIRA, L. S.;SEGREREN, A. **Report on the expert consulation on produceres for revision of FAO guilines for predicatins of crop water requirements**. Rome: FAO, 1991.

SOEGAS, P.; SOTELO, T.; VELASCO, P.; CARTEA, M. E. Antioxidant properties of *Brassica* vegetable. **Functional Plant Science and Biotechnology,** v. 5, n. 2, p. 43-45, 2011.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, p.892-898, 1980.