

PAULUS D; VALMORBIDA R; SANTIN A; TOFFOLI E; PAULUS E. 2015. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. *Horticultura Brasileira* 33: 091-100. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000100015>

Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos

Dalva Paulus¹; Raquel Valmorbida¹; Anderson Santin²; Ezequiel Toffoli¹; Eloi Paulus³

¹UTFPR, Campus Dois Vizinhos, C. Postal 157, 85660-000 Dois Vizinhos-PR; dalvaufmsdeutch@yahoo.com.br (autor para correspondência); raquelvalmorbida@yahoo.com.br; toffoliezequiel@yahoo.com.br; ²UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon; santin-8@hotmail.com; ³UFMS, Depto. Solos, Av. Roraima, Faixa de Camobi, km 9 97105-900 Santa Maria-RS; epaulus2000@yahoo.com.br

RESUMO

A densidade de plantio e cultivares adequadas às condições climáticas da região Sudoeste do Paraná são de grande importância no rendimento da produção e qualidade de frutos da pimenteira. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento, a produção e qualidade de frutos de cultivares de pimenta em diferentes espaçamentos e épocas de colheita conduzidas a campo na região Sudoeste do Paraná. Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, no período de setembro de 2009 a julho de 2012. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x3, compreendendo duas cultivares de pimenta (BRS Mari e Páprica) e três densidades de plantio: 1,50x1,00 m; 1,00x1,25 m; 1,50x1,25 m entre linhas e entre plantas, respectivamente. Foram avaliados o número, massa fresca e produção de frutos, comprimento e diâmetro do fruto, índice de área foliar, sólidos solúveis, teor de capsaicina e dihidrocapsaicina de frutos frescos das pimenteiros. A cultivar BRS Mari resultou em maior número de frutos (199,33), produção por área (5,87 t/ha), massa fresca de frutos (768,67 g/planta) e teor de capsaicina (549,92 mg/kg) e dihidrocapsaicina (251,93 mg/kg). No espaçamento de 1,00x1,25 m obteve-se maior produção de frutos por área (22,88 t/ha), teor de capsaicina (362,25 mg/kg) e dihidrocapsaicina (165,02 mg/kg). O adensamento pode ser uma estratégia para rendimentos na produtividade das cultivares de pimenteira avaliadas.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, densidade de plantio, rendimento, pungência.

ABSTRACT

Growth, yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum*) at different spacings

Planting density and cultivars suitable to climatic conditions of southwestern Paraná State are of great importance in crop production and fruit quality of pepper. The objective of this study was to evaluate growth, production and fruit quality of pepper cultivars in different spacing and harvest seasons carried out in field in the southwestern Paraná. The experiments were carried out in the experimental area of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, from September 2009 to July 2012. The experimental design was randomized blocks with four replications in a 2x3 factorial design, comprising two pepper varieties (BRS Mari and Paprika) and three planting densities: 1.50x1.00 m, 1.00x1.25 m, 1.50x1.25 m between rows and between plants, respectively. The number, fresh mass and production of fruits, length, fruit diameter, leaf area index, soluble solids, capsaicin and dihydrocapsaicin content in fresh fruits were analysed. BRS Mari resulted in greater number of fruits (199.33), production per area (5.87 t/ha), fresh fruit production (768.67 g/plant) and capsaicin (549.92 mg/kg) and dihydrocapsaicin (251.93 mg/kg) content. The spacing of 1.00x1.25 m resulted in higher yield per area (22.88 t/ha), capsaicin (362.25 mg/kg) and dihydrocapsaicin (165.02 mg/kg) content. Density can be a strategy for productivity of pepper cultivars evaluated.

Keywords: *Capsicum annuum*, planting density, yield, pungency.

(Recebido para publicação em 6 de setembro de 2013; aceito em 4 de setembro de 2014)

(Received on September 6, 2013; accepted on September 4, 2014)

A pimenta (*Capsicum annuum*) pertence à família Solanaceae, pode ser consumida tanto *in natura* como na forma de especiarias desidratadas. É uma boa fonte de vitaminas A, C, E, B1, B2, fósforo, potássio e cálcio (Reifschneider, 2000). Além disso, é uma planta medicinal, recomendada para dores musculares e artrite, com diversas utilidades e aplicabilidades para indústria farmacêutica, devido à alta quantidade de antioxidantes, como a

capsaicina e capsantina, principais substâncias ativas (Reifschneider, 2000).

Na atualidade, ocupam o segundo lugar no volume de exportação pelo Brasil, atrás apenas do melão (*Cucumis melo*) com participação de 13,5% do valor total exportado de hortaliças (Agriannual, 2012). No Brasil, as pimentas são cultivadas do Rio Grande do Sul até Roraima, sendo Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul os principais produtores (Esteves, 2011).

Segundo dados da ABCSEM (2009), em 2009 foram comercializados 560,38 kg de sementes de cultivares de pimentas pungentes e não pungentes no Brasil, permitindo estimar uma área cultivada aproximada de 1880,37 ha. Apesar de sua importância, as estatísticas de produção e comercialização de pimenta no Brasil são escassas e a informação disponível não reflete a realidade econômica dessa hortaliça, visto que grande parte da produção é comercializada em

mercados regionais e locais, e não faz parte das estatísticas (Domenico *et al.*, 2012).

No mercado brasileiro, as pimentas são muito apreciadas e caracterizadas pela grande variabilidade no formato, na pungência e na coloração dos frutos (Moreira *et al.*, 2006). Em sua maioria possuem sabor pungente característico devido principalmente à presença da capsaicina, em maior quantidade na placenta e em menor quantidade nas sementes e no pericarpo do fruto (Reifschneider, 2000).

A pungência é um atributo comercial importante das pimentas e uma característica de qualidade para pimentas frescas e também para produtos processados, sendo o conteúdo de capsaicina um dos requisitos principais para determinar a qualidade comercial dos frutos de pimenta. A importância da capsaicina se deve a diversos fatores, mas principalmente, ao fato de ser o princípio ativo que representa as propriedades organolépticas e farmacêuticas, e confere a sensação de ardor às pimentas (Nwokem *et al.*, 2010). As substâncias responsáveis pela pungência são alcalóides denominados de capsaicinóides, exclusivos do gênero *Capsicum* (Ishikawa *et al.*, 1998). Os dois capsaicinóides mais abundantes nas pimentas são a capsaicina e dihidrocapsaicina, ambos constituindo 90%, sendo que a capsaicina responde por 71% do total dos capsaicinóides na maioria das variedades pungentes (Nwokem *et al.*, 2010).

De maneira geral, a diversidade, a pungência dos frutos de pimenta, seus atributos sensoriais, a composição química e o crescimento da aceitação e preferência pela população, aumentaram o interesse da pesquisa científica com os diferentes aspectos agrônômicos desta cultura (Surh *et al.*, 2002).

Nesse sentido, a densidade de plantio é um importante determinante do rendimento da produção por unidade de área. Estudos sobre densidade de plantio de diferentes tipos de pimenta, incluindo as pimentas dedo de moça, cayenne e jalapeño têm mostrado que a densidade de plantio pode influenciar o crescimento, desenvolvimento e a produção comercial de pimenta (Khasmakhi-Sabet *et al.*, 2009). Islam

et al. (2011) verificaram que o espaçamento de 0,5x0,3 m resultou em maior produção por área (12,78 t/ha) de frutos de pimenta (*Capsicum annuum* var. *grossum*) em relação aos espaçamentos 0,50x0,50 m e 0,50x0,40 m. Segundo os autores o maior rendimento de frutos pode ser atribuído à maior população de plantas por unidade de área no menor espaçamento.

Estudos relacionados à densidade de plantio com o intuito de alterar as características agrônômicas e fisiológicas são raros em pimenta. Silva *et al.* (2010) observaram que o aumento do espaçamento entre plantas aumentou a área foliar, massa seca de folhas, caule, frutos e total. Segundo os autores, a densidade de plantio é um importante determinante da produção de frutos de pimenta.

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento, a produção e qualidade de frutos de cultivares de pimenta em diferentes espaçamentos e épocas de colheita conduzidas a campo na região Sudoeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos a campo durante dois anos, sendo o primeiro experimento no período de setembro de 2009 a julho de 2010, e o segundo no período de agosto de 2011 a julho de 2012, na área experimental do setor de olericultura, localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos-PR (25°42'S, 53°06'O, altitude 520 m). O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido, sem estação seca definida e temperatura média do mês mais quente de 22°C (Alvares *et al.*, 2013). O solo local é do tipo Nitossolo vermelho distroférrico (Bhering *et al.*, 2008), apresentando em pré-plantio as seguintes características químicas, na camada de 0 a 20 cm de profundidade: pH (água)=6,0; matéria orgânica (g/dm³)=34,85; P, K, Cu, Fe, Zn, Mn (mg/dm³)= 43,09; 422,28; 8,61; 57,65; 6,48; 238,65, respectivamente; Ca, Mg, SB, H+Al (cmol/dm³)= 10,23; 3,93; 15,24; 2,95, respectivamente; V= 83,78%.

As mudas de pimenta Páprica

(*Capsicum annuum* var. *frutescens*) e Brs Mari (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) foram produzidas em casa-de-vegetação situada no setor de olericultura da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, sendo utilizado substrato comercial Mecplant® em bandeja com 128 células. As sementes foram realizadas nos dias 11 de setembro de 2009 e 14 de agosto de 2011, para o primeiro e segundo cultivo, respectivamente, e o transplante a campo, foi realizado quando as mudas apresentaram em média 6 folhas definitivas e 12 cm de altura, aos 60 dias após a semeadura (DAS).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x3, compreendendo duas cultivares de pimenta (BRS Mari e Páprica) e três densidades de plantio: 1,50x1,00 m; 1,00x1,25 m; 1,50x1,25 m, entre linhas e entre plantas, respectivamente. Cada parcela tinha 24 m² nas dimensões de 6x4m. Para avaliação dos parâmetros de crescimento e produção foram consideradas 6 plantas úteis por parcela, obtidas aleatoriamente por sorteio sendo consideradas somente as plantas centrais de cada parcela, descartando-se as bordaduras.

No primeiro experimento, o ciclo fenológico da pimenta foi de 231 dias após o transplantio, sendo realizadas sete colheitas, com início aos 104 dias após o transplantio (DAT), no intervalo de 15 dias entre uma colheita e outra. Aos 231 DAT ocorreu formação de geadas na área experimental, causando a morte das plantas. No segundo experimento foram realizadas 13 colheitas, onde a primeira colheita iniciou aos 117 dias após o transplantio (DAT) e a última sendo realizada aos 255 DAT, quando as plantas paralisaram o florescimento e a produção de frutos em função da estação de inverno, acompanhada de baixas temperaturas na região Sul do Brasil.

Foram analisados o número de frutos por planta, massa fresca de frutos, produção de frutos por área (kg/ha). A dimensão dos frutos, comprimento e diâmetro foram obtidos com amostras de 20 frutos por parcela em cada colheita, e mensurados com paquímetro digital.

A área foliar foi medida eletronicamente com medidor modelo LI-3100,

aos 137 dias após o transplante no primeiro cultivo e aos 228 dias após o transplantio no segundo cultivo; na sequência determinou-se o Índice de Área Foliar (IAF) = Área foliar total/Área de terreno sombreada pela copa.

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado por refratometria, homogeneizando-se a amostra em liquidificador doméstico e transferindo duas gotas para o prisma do refratômetro. Os resultados foram expressos em °Brix.

As análises de capsaicina e dihidro-capsaicina de frutos frescos de pimenta foram realizadas no laboratório da Nature Lab Pesquisas e Análises em São Carlos-SP. O método analítico utilizado para determinação dos capsaicinóides foi desenvolvido pela Nature Lab Pesquisas e Análises Ltda. e baseado na metodologia proposta por Poyrazoglu *et al.* (2005) e a validação foi baseada na Resolução da Anvisa RE nº 899/03 de 29 de maio de 2003.

As análises de capsaicina e dihidro-capsaicina foram realizadas por Cromatografia Líquida com detecção por ultravioleta com detector de arranjo de diodos (HPLC/DAD). Para verificar a linearidade, as soluções dos padrões foram filtradas através de membranas de 0,45 µm e analisadas em cromatógrafo líquido (HPLC/DAD) A seguir, construiu-se a curva analítica, plotando-se as concentrações versus as suas respectivas áreas. A quantificação foi realizada por integração da área do pico obtido com injeção de 10 µL de extrato da amostra. Os tempos de retenção da capsaicina e dihidro-capsaicina foram de 0,784 min e 1,103 min, respectivamente.

Os resultados das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa SAS (SAS, 1999). As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiro cultivo

No primeiro cultivo não se verificou interação significativa entre cultivares e espaçamentos para as variáveis analisa-

das. O número de frutos da BRS Mari foi significativamente superior a Páprica em todas as colheitas realizadas. O pico de produção de frutos da BRS Mari foi aos 194 DAT com 179,0 frutos/planta e da Páprica aos 144 DAT com 100,0 frutos/planta (Figura 1a). Para os espaçamentos de plantio não se verificou diferença significativa entre número de frutos (Tabela 1).

A massa fresca dos frutos diferiu entre cultivares, sendo significativamente superior para Páprica aos 130 e 144 DAT. Nas colheitas realizadas aos 164, 194 e 235 DAT a massa fresca de frutos da BRS Mari se destacou, com produção de 723,43, 734,32 e 236,06 g/planta, respectivamente (Figura 1b). Não se verificaram diferenças entre as cultivares aos 103 e 117 DAT, possivelmente devido ao início de produção de frutos de cada cultivar. Entre espaçamentos não foram observadas diferenças significativas (Tabela 1).

A produção de frutos da BRS Mari variou de 451,90 kg/ha a 6,72 t/ha, com produção máxima aos 144 DAT (Figura 1c). A produção de frutos diferiu significativamente entre cultivares, sendo superior para BRS Mari aos 103, 117, 164 e 194 DAT. Nas colheitas realizadas aos 130, 144 e 235 DAT, a produção da Páprica foi superior a BRS Mari. A produção total de frutos (21,67 t/ha) da BRS Mari foi superior em relação à Páprica (18,08 t/ha). Nas condições edafoclimáticas em que foram realizados os estudos, os resultados de produção da BRS Mari podem ser explicados pelo seu potencial genético de rendimento (Esteves, 2011), produção esta inferior à verificada por Carvalho *et al.* (2009) com a mesma cultivar, na região Centro Oeste, que obteve 35 t/ha, cultivada no espaçamento 1,00x1,50 m. Os resultados de produção das cultivares estão dentro da média nacional que varia de 10 a 25 t/ha (Pinheiro *et al.*, 2012). Segundo os autores, a produção nacional de pimenta é caracterizada, em sua maioria, por um grande número de pequenos agricultores, tendo esta cultura como principal fonte de renda ou uma alternativa para sua complementação. Assim, não se tem uma estimativa exata da produção de pimenta no Brasil, sendo a produtividade muito variável,

principalmente em função da espécie cultivada, nível de tecnologia adotado, região e período de cultivo. Também, podem ter contribuído para os resultados de produtividade e qualidade dos frutos o aporte nutricional do solo, as plantas de pimenta desenvolveram-se em solo de média a alta fertilidade.

O espaçamento de plantio apresentou expressiva influência sobre a produção de frutos, sendo que o espaçamento 1,00x1,25 m resultou em maior produção (22,76 t/ha) (Tabela 1). Pode-se afirmar que menores espaçamentos resultam em maior produção de frutos por hectare, mas em menor produção por planta. Por outro lado, a maior população de plantas compensa a menor produção por planta, visto que a largura e o tamanho de frutos não são afetados, contribuindo para a maior produção por área.

Resultados semelhantes foram verificados por Aminifard *et al.* (2010) que constataram maior produção de frutos por hectare (92,88 t/ha) de pimenta Páprica na maior densidade (0,20x0,50 m) e a menor produção (40,36 t/ha) na densidade de 0,30x1,00 m.

Por outro lado, baixas densidades de plantio por unidade de área produzem plantas mais vigorosas do que em maiores densidades populacionais, mas esta não compensa a redução do número de plantas por unidade de área. Verificou-se que a maior produção total por hectare foi na densidade maior, provavelmente, devido ao aumento no número de plantas por unidade de área, o que pode contribuir para a produção de um rendimento adicional por unidade de área, que conduz a rendimentos mais elevados (Law-Ogbomo & Egharevba, 2009).

Verificaram-se diferenças significativas com relação ao diâmetro entre as cultivares avaliadas, a Páprica apresentou maior diâmetro em todas as colheitas realizadas. Observou-se também que a cultivar Páprica apresentou frutos mais oblongos, o que pode ter contribuído para os maiores valores em diâmetro (Figura 1d). Analisando o comprimento de fruto das cultivares verificou-se que a pimenta Páprica apresentou frutos de maior comprimento até os 144 DAT, após essa data não se verificaram diferenças significativas entre as cultivares

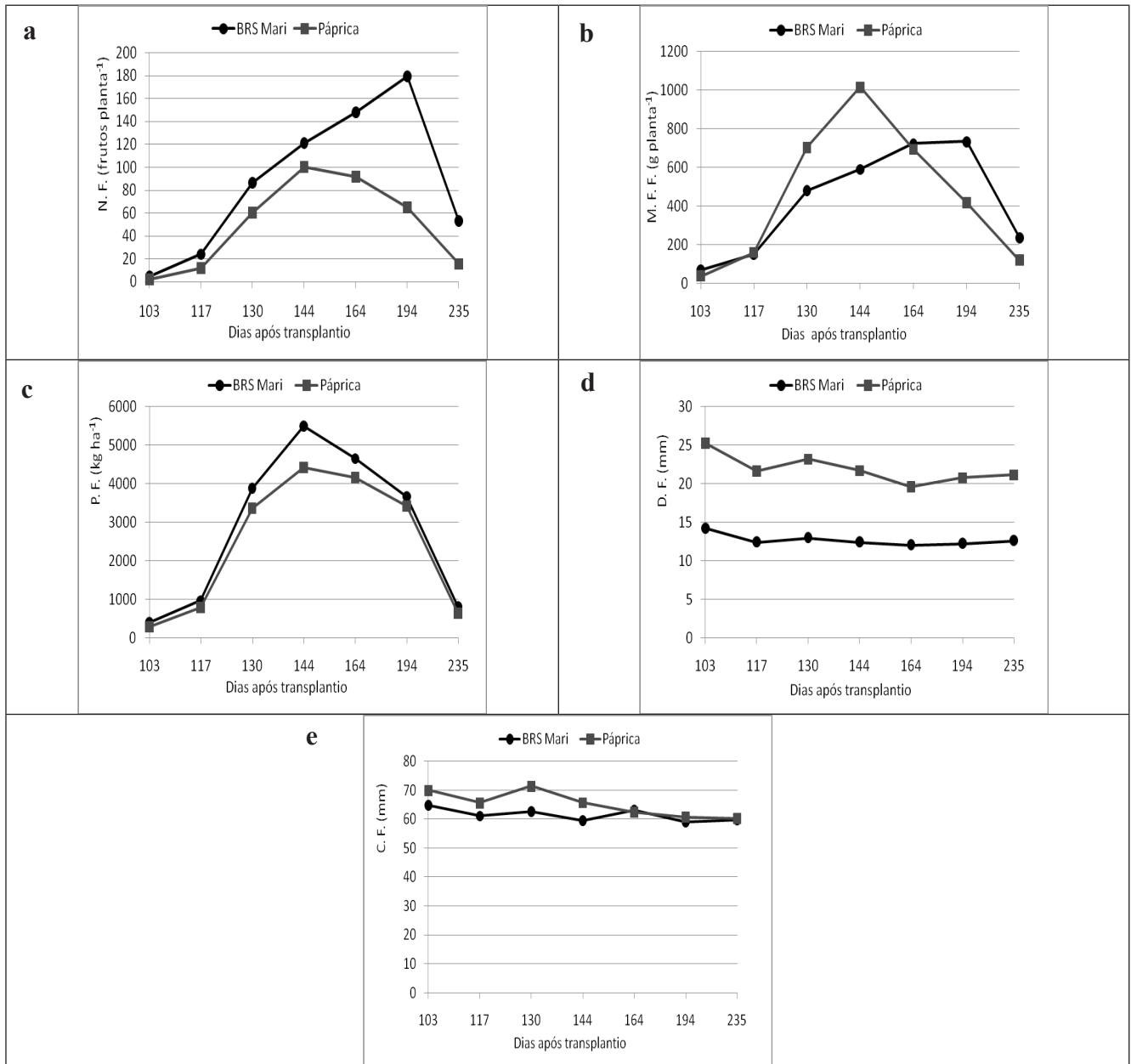


Figura 1. Número de frutos (NF) (a); massa fresca de frutos (MFF) (b); produção de frutos (PF) (c); diâmetro de frutos (DF) (d); e comprimento de frutos (CF) (e) de pimenta BRS Mari e Páprica nas colheitas realizadas em diferentes dias após o transplantio (number of fruits (NF) (a); fresh fruit weight (MFF) (b); fruit production (PF) (c); fruit diameter (DF) (d) and length of fruits (CF) (e) of BRS Mari pepper and Paprika in harvests at different days after transplantation). Dois Vizinhos, UTFPR, 2010.

avaliadas (Figura 1e). Entre espaçamentos não foram observadas diferenças significativas (Tabela 1).

Segundo Carvalho *et al.* (2009), os frutos da cultivar BRS Mari são alongados e pendentes, com aproximadamente 6,0 cm de comprimento, 1,4 cm de largura e 1,7 mm de espessura da parede, valores próximos aos obtidos no presente trabalho.

Verificou-se que a densidade de plantio não afetou o tamanho de frutos,

o que permite afirmar que a produção comercial de frutos não se alterou em função da densidade. O tamanho de frutos de pimenta é importante em termos de qualidade quando comercializado na forma *in natura* e em conservas.

Os resultados de produção da BRS Mari também podem ser explicados pelas condições climáticas (temperatura média de 21°C, mínima média de 20°C, máxima média de 21°C e precipitação total de 1237 mm, a radiação líquida

média dos meses de cultivo variou de 6,34 a 10,97 MJ/m²/dia, com valor médio durante o ciclo de 8,77 MJ/m²/dia), condições estas favoráveis ao crescimento e a produção de pimenta. Verificou-se que as temperaturas máximas e mínimas médias estavam dentro da faixa recomendada que é até 35°C de temperatura máxima e 18°C de temperatura mínima para o cultivo da pimenta (Cruz & Makishima, 2007).

Para hortaliças de verão, pertencen-

centes à família Solanaceae, como o tomateiro e o pimentão, entre outras, considera-se o nível de radiação de 8,4 MJ/m²/dia como o limite trófico da cultura. Esse limite é considerado como a produção mínima de assimilados, necessária para a manutenção da cultura (Andriolo, 1999). Considerando-se esse valor para a cultura da pimenta, a radiação líquida média de 6,34 a 10,97 MJ/m²/dia, durante o ciclo ficou acima do limite trófico, sendo que a cultura teve um bom desenvolvimento com os níveis de radiação durante o cultivo.

Segundo Cultivo

No segundo cultivo também não houve interação significativa entre cultivares e espaçamentos. Verificaram-se

diferenças significativas entre cultivares para número de frutos por planta. A BRS Mari resultou em maior número de frutos durante as colheitas. O número de frutos da BRS Mari variou de 0,92 a 199,33 e da Páprica de 0,40 a 145,44. O pico de produção de frutos da BRS Mari ocorreu aos 219 DAT, com 199 frutos/planta, e da Páprica aos 198 DAT com 145,44 frutos/planta (Figura 2a). Com relação aos espaçamentos de plantio não houve diferença significativa para número de frutos (Tabela 2).

Para a variável massa fresca de frutos não houve diferença estatística significativa entre as cultivares aos 139, 149, 156, 178 e 198 DAT; nas demais colheitas a produção de massa

fresca de frutos foi maior para a BRS Mari, com exceção aos 164 DAT, onde a Páprica produziu 92,88 g/planta a mais que a cultivar BRS Mari (Figura 2b). Observou-se que aos 198 DAT as duas cultivares resultaram na produção máxima de massa fresca de frutos, com 881 e 883,1 g/planta para BRS Mari e Páprica, respectivamente. Nas colheitas sucessivas houve uma redução gradativa da produção de frutos, caracterizando o final do ciclo de produção. Observou-se que no mês de abril, anterior ao pico produtivo, as plantas receberam condições climáticas favoráveis com temperatura média de 19,9°C e precipitação de 228,2 mm, o que possivelmente favoreceu a floração e também a fecundação de

Tabela 1. Número de frutos, massa fresca de frutos, produção de frutos, comprimento e diâmetro de frutos de cultivares BRS Mari e Páprica nas colheitas realizadas em diferentes dias após o transplante em diferentes espaçamentos de plantio (number of fruits, fresh fruit weight, fruit yield, fruit length and diameter of BRS Mari and Paprika in harvests at different days after transplanting in different planting spacings). Dois Vizinhos, UTFPR, 2010.

Espaçamentos (m)	Dias após transplante							Produção acumulada
	103	117	130	144	164	194	235	Soma
Número de frutos/planta								
1,5 x 1,00	3,44 a*	18,86 a	72,50 a	118,53 a	122,00 a	119,22 a	37,53 a	492,08 a
1,5 x 1,25	3,17 a	17,47 a	77,19 a	109,36 a	127,19 a	129,72 a	34,86 a	498,96 a
1,0 x 1,25	3,31 a	17,50 a	70,33 a	103,44 a	109,30 a	116,64 a	30,67 a	451,19 a
CV (%)	4,08	4,43	4,78	6,88	7,70	5,69	10,07	5,37
Massa fresca de frutos (g/planta)								
1,5 x 1,00	58,17 a*	143,45 a	581,97 a	823,90 a	697,37 a	549,20 a	194,13 a	3048,19 a
1,5 x 1,25	51,86 a	145,86 a	630,64 a	828,50 a	778,91 a	640,20 a	181,52 a	3257,49 a
1,0 x 1,25	44,95 a	169,06 a	563,62 a	757,60a	649,73a	535,10 a	155,92 a	2875,98 b
CV (%)	12,80	9,26	5,85	4,94	9,22	9,92	10,99	6,24
Produção de frutos (kg/ha)								
1,5 x 1,00	388,00 a	956,30 b	3879,80 b	5493,00 b	4649,10 b	3660,00 b	804,90 b	19831,10b
1,5 x 1,25	276,60 b	777,90 b	3363,40 b	4418,50 c	4154,20 b	3414,50 b	632,64 c	17037,74b
1,0 x 1,25	359,60 a	1352,50 a	4509,00 a	6060,80 a	5197,90 a	4280,80 a	996,26 a	22756,86a
CV (%)	16,96	28,58	14,65	15,67	11,19	11,80	22,42	14,39
Comprimento do fruto (mm)								
1,5 x 1,00	67,29 a	63,13 a	67,33 a	62,73 a	62,84 a	60,08 a	60,05 a	63,35 a
1,5 x 1,25	67,45 a	64,47 a	67,06 a	61,73 a	62,24 a	59,31 a	60,18 a	63,21a
1,0 x 1,25	67,26 a	62,36 a	66,68 a	63,13 a	62,96 a	60,23 a	59,54 a	63,17 a
CV (%)	0,15	1,69	0,49	1,15	0,62	0,82	0,56	0,15
Diâmetro do fruto (mm)								
1,5 x 1,00	20,61 a	17,08 a	18,27 a	17,16 a	15,78 a	16,35 a	16,95 a	17,46 a
1,5 x 1,25	19,94 a	16,78 a	17,79 a	17,21 a	15,78 a	16,39 a	16,96 a	17,26 a
1,0 x 1,25	18,72 a	17,30 a	18,20 a	16,85 a	15,72 a	16,76 a	16,72 a	17,18 a
CV (%)	4,85	1,53	1,43	1,14	0,22	1,37	0,80	0,82

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means followed by the same letter in the column do not differ statistically by Tukey test at 5% probability).

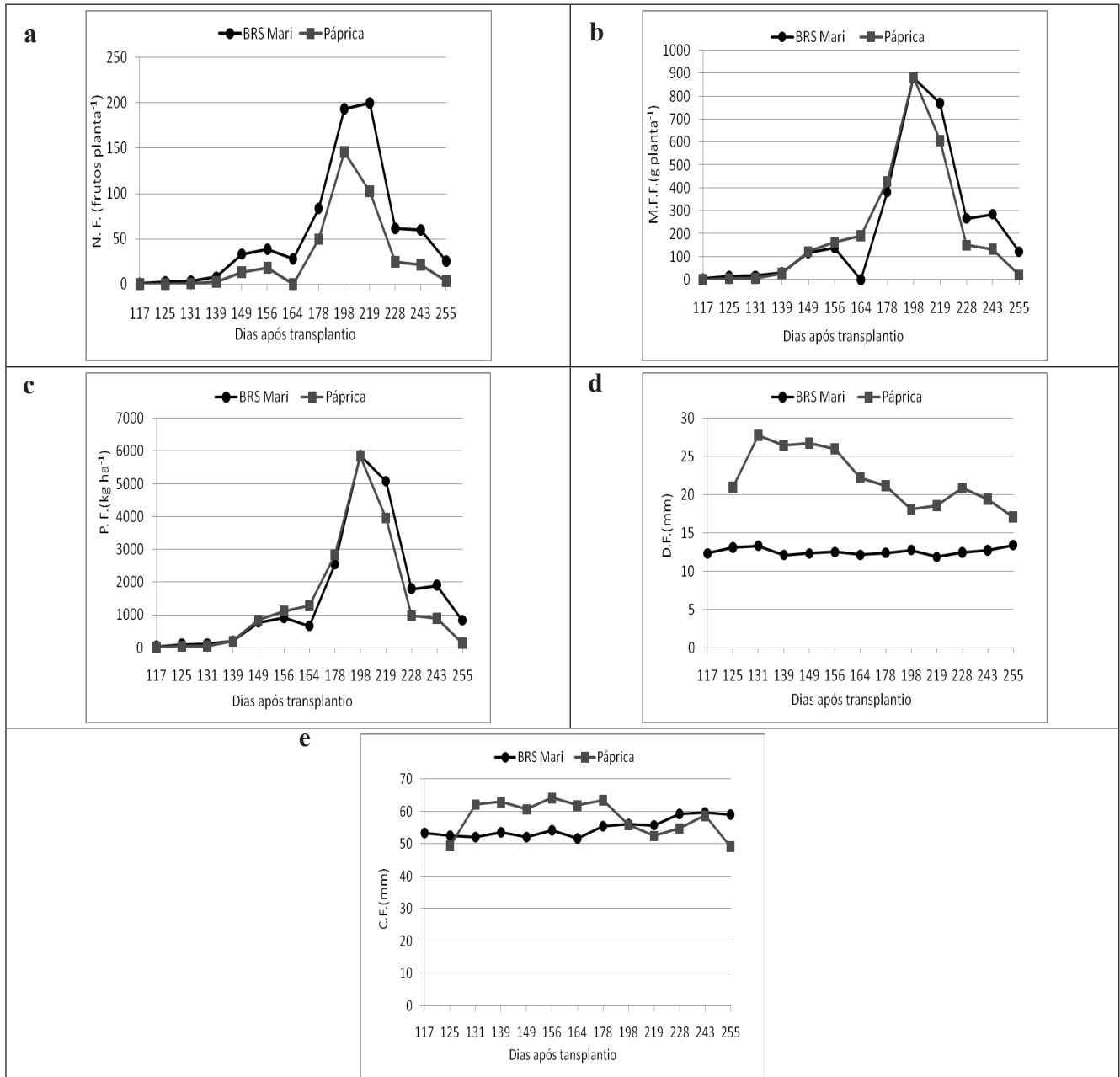


Figura 2. Número de frutos (NF) (a); massa fresca de frutos (MFF) (b); produção de frutos (PF) (c); diâmetro de frutos (DF) (d); e comprimento de frutos (CF) (e) de pimenta BRS Mari e Páprica nas colheitas realizadas em diferentes dias após o transplântio (number of fruits (NC) (a); fresh fruit weight (MFF) (b); fruit production (PF) (c); fruit diameter (DF) (d) and length of fruits (CF) (e) of BRS Mari pepper and Paprika in harvests at different days after transplanting). Dois Vizinhos, UTFPR, 2012.

flores e formação de frutos (frutificação). Entre espaçamentos de plantio não houve diferença estatística (Tabela 2).

A produção acumulada de massa fresca de frutos da cultivar BRS Mari foi superior (3,13 kg/planta) em relação à Páprica (2,74 kg/planta), possivelmente devido à maior quantidade de frutos por planta dessa cultivar em todas as colheitas.

A produção de frutos da BRS Mari foi significativamente superior aos 117;

125; 131; 164; 219; 228; 243 e 255 DAT em relação à Páprica; nas demais colheitas não houve diferença significativa entre as cultivares (Figura 2c). A produção máxima de frutos da BRS Mari e Páprica foi aos 198 DAT com 5,87 e 5,85 t/ha, respectivamente. A produção total da BRS Mari foi de 20,81 t/ha e da Páprica foi de 18,12 t/ha.

Os resultados de produtividade da BRS Mari podem ser explicados pelo maior número de frutos, potencial ge-

nético de rendimento (Esteves, 2011) e condições climáticas favoráveis (temperatura média de 20°C, mínima média de 15,17°C, máxima média de 24,78°C; precipitação total de 970,04 mm; a radiação líquida média dos meses de cultivo variou de 4,82 a 13,42 MJ/m²/dia, com valor médio durante o ciclo de 8,04 MJ/m²/dia, condições estas favoráveis ao crescimento e à produção da pimenta, citadas por Cruz & Makishima (2007). Altas temperaturas (diurna maior que

Tabela 2. Número de frutos, massa fresca, produção, comprimento e diâmetro de frutos de pimenta cultivares BRS Mari e Páprica nas colheitas realizadas em diferentes dias após o transplante em diferentes espaçamentos de plantio (number of fruits, fresh weight, yield, length and diameter of pepper fruits cultivar BRS Mari and Paprika in harvests at different days after transplanting in different planting spacings). Dois Vizinhos, UTFPR, 2012.

Espaçamentos (m)	Dias após transplante													Produção acumulada
	117	125	131	139	149	156	164	178	198	219	228	243	255	Soma
	Número de frutos/planta													Soma
1,5 x 1,0	0,55 a	1,73 a	2,04 a	5,71 a	22,59 a	27,91 a	27,33 a	61,00 a	167,50 a	161,33 a	40,83 a	38,83 a	14,89 a	572,24 a
1,5 x 1,25	0,48 a	2,10 a	2,75 a	6,05 a	24,70 a	29,12 a	26,33 a	72,00 a	176,50 a	156,83 a	46,00 a	41,50 a	13,42 a	597,78 a
1,0 x 1,25	0,34 a	1,06 a	1,40 a	4,44 a	22,42 a	28,33 a	22,17 a	66,50 a	162,83 a	134,00 a	42,50 a	41,17 a	14,50 a	541,66 a
CV (%)	29	17	24	16	28	25	16	29	27	21	10	17	17	16
	Massa fresca de frutos (g/planta)													Soma
1,5 x 1,0	3,30 a	10,70 a	11,89 a	28,40 a	117,58 a	150,09 a	162,38 a	342,82 a	819,40 a	680,67 a	205,17 a	202,23 a	78,45 a	2813,08 a
1,5 x 1,25	2,77 a	13,84 a	18,02 a	34,26 a	121,81 a	141,18 a	141,01 a	458,78 a	933,90 a	772,50 a	226,33 a	216,10 a	60,44 a	3140,94 a
1,0 x 1,25	1,85 a	6,81 a	8,21 a	26,05 a	122,79 a	160,66 a	134,23 a	414,71 a	892,90 a	610,50 a	195,50 a	209,83 a	76,45 a	2860,49 a
CV (%)	21	12	25	12	29	27	22	26	19	18	16	14	13	14
	Produção de frutos (kg/ha)													Soma
1,5 x 1,0	22,0 a	71,3 a	79,2 a	189,4 a	783,8 a	1000,6 a	1082,5 a	2285,5 a	5462,5 a	4537,8 b	1367,8 b	1348,2 b	5230,0 b	18753,6 b
1,5 x 1,25	14,8 a	73,8 a	96,1 a	182,7 a	649,6 a	753,0 a	752,1 a	2446,8 a	4980,7 b	4120,0 b	1207,1 b	1152,5 b	322,4 b	16751,6 b
1,0 x 1,25	14,8 a	54,5 a	65,7 a	208,4 a	982,4 a	1285,3 a	1074,1 a	3317,6 a	7142,8 a	4884,0 a	1564,0 a	1678,7 a	611,6 a	22883,9 a
CV (%)	27	29	20	26	24	23	21	20	25	27	17	25	33	13
	Comprimento do fruto (mm)													Média
1,5 x 1,0	30,56 a	48,12 a	55,02 b	55,50 b	54,19 a	58,07 a	57,28 a	58,80 a	54,55 a	53,00 a	56,30 a	61,20 a	57,32 a	53,84 a
1,5 x 1,25	20,10 a	52,83 a	61,44 a	62,10 a	59,33 a	60,69 a	56,66 a	59,87 a	57,47 a	55,33 a	57,35 a	59,27 ab	55,57 a	55,23 a
1,0 x 1,25	29,25 a	51,72 a	54,76 b	56,87 b	55,54 a	58,69 a	56,16 a	59,52 a	55,79 a	53,88 a	56,99 a	56,83 b	50,48 a	53,83 a
CV (%)	21	18	5	6	8	5	6	5	6	5	5	4	27	4
	Diâmetro do fruto (mm)													
1,5 x 1,0	6,58 a	16,61 a	20,96 a	19,34 a	19,41 a	19,36 a	17,17 a	16,71 a	14,25 a	15,27 a	16,63 a	16,33 a	16,55 a	16,55 a
1,5 x 1,25	4,65 a	16,35 a	19,99 a	19,93 a	20,59 a	19,80 a	17,08 a	17,17 a	15,37 a	15,35 a	16,67 a	16,48 a	15,58 a	16,54 a
1,0 x 1,25	7,15 a	18,18 a	20,65 a	18,51 a	18,46 a	18,53 a	17,26 a	16,48 a	16,64 a	15,05 a	16,65 a	15,44 a	13,60 a	16,36 a
CV (%)	23	12	6	8	7	9	7	4	16	7	4	7	29	3

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means followed by the same letter in the column do not differ statistically by Tukey test at 5% probability).

34°C e noturna maior que 21°C) podem causar significativa perda da produção, devido à redução no número de sementes e aumento da abscisão de flores; sob temperaturas baixas, de 10 a 15°C, há menor queda de flores, porém redução do número de flores emitidas (Pinto *et al.*, 2006).

O espaçamento 1,00x1,25 m apresentou maior produção de frutos aos 198, 219, 228, 243 e 255 DAT; nas demais colheitas não foram verificadas diferenças significativas entre os espaçamentos avaliados (Tabela 2). Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que menores densidades de plantio proporcionam maior número de

plantas por área que, mesmo sofrendo maior pressão de competição, geram um acúmulo final favorável à produtividade e também maior eficiência no uso da área.

Resultados semelhantes foram encontrados por Aminifard *et al.* (2012), estudando *Capsicum annuum* com distintos espaçamentos de plantio (0,20x0,50; 0,30x0,50; 0,20x1,00 e 0,30x1,00 m), constatando que o rendimento total é afetado pela densidade de plantas, em que, o rendimento por hectare aumenta com o aumento da densidade de plantas; na maior densidade (0,20x0,50 m) houve maior produção de frutos (164,06 t/ha), enquanto o menor

rendimento por hectare (49,13 t/ha) foi registrado para a densidade (0,30x1,00 m). Baixas densidades de plantio por unidade de área produzem plantas mais vigorosas do que em maior densidade populacional, mas esta não compensa a redução do número de plantas por unidade de área. Todavia, isto se dá provavelmente devido ao aumento no número de plantas por unidade de área, o que pode contribuir para a produção de um rendimento adicional por unidade de área que conduz a elevados rendimentos (Law-Ogbomo & Egharevba, 2009).

O período de crescimento dos frutos envolve divisão e alongamento celular, onde acontece o aumento físico do

Tabela 3. Índice de área foliar, sólidos solúveis, conteúdo de capsaicina e dihidrocapsaicina em frutos frescos de pimenta BRS Mari e Páprica em diferentes espaçamentos, conduzida a campo (leaf area index, soluble solids, content of capsaicin and dihydrocapsaicin in fresh pepper fruits, cvs. BRS Mari and Paprika at different spacings, grown in the field). Dois Vizinhos, UTFPR, 2012.

Ano do cultivo	Cultivar	IAF	SS (°Brix)	Capsaicina Dihidrocapsaicina		
				(mg/kg)		
2010	BRS Mari	1,10 a*	10,23 a	549,92 a	251,81 a	
	Páprica	1,21 a	10,30 a	2,62 b	2,50 b	
	Espaçamento					
	1,50 x 1,00 m	1,11a	11,03 a	303,94 b	132,35 b	
	1,50 x 1,25 m	1,12a	11,15 a	217,86 c	112,29 c	
	1,00 x 1,25 m	1,05a	9,23 b	315,32 a	148,74 a	
	Média	1,12	10,39	277,93	129,54	
CV (%)	23	14	7	5		
2012	BRS Mari	2,07a*	8,92a*	500,13 a	251,93 a	
	Páprica	2,12a	9,03a	2,71 b	1,12 b	
	Espaçamento					
	1,50 x 1,00 m	1,93a	9,27a	226,26 b	119,63 b	
	1,50 x 1,25 m	2,32a	9,18a	162,99 c	94,93 c	
	1,00 x 1,25 m	2,03a	8,40b	362,25 a	165,02 a	
	Média	2,09	8,96	250,87	126,53	
CV (%)	17	5	7	14		

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means followed by the same letter in the column do not differ statistically by Tukey test at 5% probability).

mesmo (Chitarra & Chitarra, 2005). Analisando o comprimento de fruto da pimenta BRS Mari, verificou-se características de frutos alongados com média de 5,5 cm de comprimento durante o ciclo de cultivo (Figura 2e), características condizentes com as descritas por Carvalho *et al.* (2009) para esta cultivar. Para pimenta Páprica observou-se que na primeira colheita (125 DAT) os frutos eram menores e a partir das demais houve um aumento do comprimento e diâmetro dos mesmos, tendo novamente uma queda ao final do ciclo (255 DAT), sendo que a Páprica apresentou maior diâmetro de fruto em todas as colheitas a partir dos 139 DAT (Figura 2d), por características genéticas do fruto desta cultivar.

Os espaçamentos avaliados não diferiram estatisticamente quanto ao diâmetro, porém diferiram quanto ao comprimento dos 131 a 139 DAT, com maior valor de comprimento (61,44 e 62,10 mm, respectivamente) para o espaçamento 1,50x1,25 m (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram encontrados por Beduhn (2010) para pimenta malagueta e chapéu-de-frade; o autor afirma que o crescimento dos frutos comportou-se de forma semelhante, pois desenvolveram primeiro o diâmetro e após 42 dias, o comprimento. O diâmetro não diferiu significativamente ao longo do desenvolvimento, atingindo o valor máximo de 7,0 mm aos 105 DAT nos frutos de pimenta malagueta. Em pimenta chapéu-de-frade houve um menor crescimento (6,1 mm) aos 84 DAT.

A produção de biomassa das plantas por área de solo cultivada é diretamente relacionada com a interceptação da radiação solar, que depende do índice de área foliar, o qual é determinado pela densidade de plantas. Analisando os dados de índice de área foliar (IAF) nos cultivos de 2010 e 2012 verificou-se que não ocorreram diferenças significativas entre cultivares e espaçamentos avaliados (Tabela 3). O índice de área foliar médio foi de 1,12 e 2,09 para os cultivos de 2010 e 2012, respectivamente. Silva

et al. (2010), trabalhando com Páprica em três arranjos de espaçamentos entre fileiras duplas e simples de plantio (1,5x0,5, 1,6x0,4 e 1,7x0,3 m), além de quatro espaçamentos entre plantas nas fileiras (0,2, 0,3, 0,4 e 0,5 m) também não observaram diferenças significativas quanto ao IAF nos diferentes espaçamentos em nove épocas de avaliação da cultivar.

Os resultados obtidos dos sólidos solúveis das cultivares BRS Mari (*Capsicum baccatum*) e Páprica (*Capsicum annuum*) não diferiram estatisticamente, com teores de sólidos solúveis de 10,23 e 8,92°Brix para a BRS Mari; 10,30 e 9,03 para Páprica nos cultivos de 2010 e 2012, respectivamente (Tabela 3). Os resultados de sólidos solúveis indicam que os frutos de pimenta estavam com grau de doçura adequado para o consumo (Chitarra & Chitarra, 2005). Pereira *et al.* (2008) observaram resultados semelhantes de sólidos solúveis de frutos de *C. baccatum*, acessos BGH 4366 e BGH 6029, com teores de 8,80 e 10,23°Brix, respectivamente; para *C. annuum*, acessos CA 13 e CA 6, os valores foram de 9,51 e 10,55°Brix, respectivamente.

Os resultados dos sólidos solúveis totais demonstraram que os espaçamentos 1,50x1,00 m e 1,50x1,25 m apresentaram os maiores valores, com 9,27 e 9,18°Brix, respectivamente (Tabela 3). O adensamento de plantas resultou no menor teor de açúcares 8,40°Brix; possivelmente, a densidade alterou os teores de açúcares nos frutos de pimenta. Segundo Papadopoulos & Pararajasingham (1997) em plantios adensados, o aumento da sobreposição e do sombreamento das folhas reduz a área foliar e conseqüentemente, diminui a taxa fotossintética da planta. Devido a essa competição por luz, ocorre um maior gasto de energia em processos de crescimento celular e menor translocação de açúcares para os frutos (Borraz *et al.*, 1991).

Os resultados de comprimento, diâmetro e sólidos solúveis das cultivares avaliadas, também podem ser explicados pelo aporte nutricional de potássio do solo (422,28 mg/dm), sendo que o solo do local apresenta fertilidade natural alta. O potássio é o principal

nutriente envolvido com a qualidade e aparência dos produtos de origem vegetal. O efeito benéfico pode manifestar-se em diferentes componentes de qualidade dos produtos agrícolas, como cor, tamanho, acidez e valor nutritivo (Malavolta, 2006).

Os resultados obtidos para o conteúdo de capsaicina e dihidrocapsaicina mostraram diferenças significativas entre as cultivares e espaçamentos avaliados (Tabela 3). Nos cultivos de 2010 e 2012 os valores de capsaicina (549,92 e 500,13 mg/kg) e dihidrocapsaicina (251,81 e 253,93 mg/kg) da BRS Mari foram significativamente superiores em relação à Páprica. A elevada pungência da BRS Mari, confirmada pelo alto conteúdo de capsaicina, pode ser explicada pelas suas características genéticas, cultivar de frutos picantes (Cruz & Makishima, 2007) e também pelas condições climáticas de temperaturas máximas médias (20°C, 24,78°C) e mínimas médias (20°C 15,17°C), no primeiro e segundo cultivos, respectivamente. Segundo Borges-Gómez *et al.* (2010) o conteúdo de capsaicina é explicado como uma resposta da interação genótipo-ambiente, algumas vezes com predomínio dos fatores ambientais, como temperatura e radiação solar.

O valor do conteúdo total de capsaicinóides nos frutos frescos de pimenta BRS Mari foram de 801,73 e 752,06 mg/kg no primeiro e segundo cultivo, respectivamente. Resultados semelhantes foram verificados por Masi *et al.* (2007) com oito populações de *C. annuum*, onde os valores do conteúdo total de capsaicinóides em frutos frescos variou de 346 mg/kg a 1460 mg/kg. A elevada pungência da BRS Mari confirmada pelo alto conteúdo de capsaicina é uma informação importante para o mercado farmacêutico, que utiliza a capsaicina como princípio ativo para a produção de diversos fármacos (Domenico *et al.*, 2012).

Os baixos teores de capsaicina (2,62 e 2,71 mg/kg) da pimenta Páprica, possivelmente se justificam pelas suas características genéticas e também pelo formato do fruto (oblongo). De acordo com Cázares-Sánchez *et al.* (2005), existe a tendência de que frutos quando apresentam características de formato

oblongo e mesocarpo grosso são menos picantes, como é o caso da pimenta (*Capsicum annuum*), enquanto frutos pequenos e com mesocarpo delgado tendem a apresentar maior concentração de capsaicinóides.

Nos cultivos de 2010 e 2012, o espaçamento de 1,00x1,25 m resultou em maior teor de capsaicina (315; 362 mg/kg) e dihidrocapsaicina (162,25; 165,02 mg/kg), respectivamente (Tabela 3). Possivelmente, em densidades maiores, ocorreu maior competição entre plantas por luz, água e nutrientes, o que resultou em fator de estresse para a planta. De acordo com Borges-Gómez *et al.* (2010), o conteúdo de capsaicina é explicado como uma resposta da interação genótipo-ambiente. Estudos realizados por Estrada *et al.* (1999) têm mostrado diferentes respostas do estresse hídrico e da nutrição mineral sobre o conteúdo de capsaicinóides em plantas de *C. annuum* cv. Padrón. Segundo os autores, o estresse hídrico aumentou a produção de capsaicina.

Conclui-se que a cultivar BRS Mari acumulou maior número de frutos, produtividade, teor de capsaicina e dihidrocapsaicina. A densidade de plantio não afetou o número de frutos, comprimento, diâmetro de frutos e teor de sólidos solúveis. O espaçamento 1,00x1,25 m resultou em maior produção de frutos para as cultivares de pimenteira avaliadas. Densidades menores resultaram em maior teor de capsaicina e dihidrocapsaicina. O adensamento pode ser uma estratégia para aumento na produtividade das cultivares de pimenteira avaliadas.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Mudas e Sementes. 2009. *Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças*. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/dadosdosegamento.php>. Acesso em: 15 jun. 2013.
- AGRIANUAL. 2012. Anuário da agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 303p.
- ALVARES CA; STAPE JL; SENTELHAS PC; GONÇALVES JLM; SPAROVEK G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 22: 711-728.
- AMINIFARD MH; AROIEE H; AMERI A; FATEMI H. 2012. Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum*) *African Journal of Agricultural Research* 7: 859-866.
- AMINIFARD MH; AROIEE H; KARIMPOUR S; NEMATI H. 2010. Growth and yield characteristics of Paprika pepper (*Capsicum annuum*) in response to plant density. *Asian Journal of Plant Sciences* 9: 276-280.
- ANDRIOLO JL. 1999. *Fisiologia das culturas protegidas*. Santa Maria: UFSM. 142 p.
- BEDUHN FA. 2010. *Crescimento e Fotossíntese em Capsicum baccatum e Capsicum frutescens*. Pelotas: UFPEL. 67p. (Tese doutorado).
- BHERING SB; SANTOS HG; BOGNOLA IA; CÚRCIO GR; MANZATTO CV; CARVALHO JUNIOR W; CHAGAS CS; ÁGLIO MLD; SOUZAJS. 2008. *Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. 74p.
- BORGES-GOMEZ L; CÁRDENAS LC; NOVELO JR; FREGOSO MS; OREGEL VR; COUOH EV. 2010. Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense*) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana* 28: 35-41.
- BORRAZ CJ; CASTILHO SF; ROBELES EP. 1991. Efectos del despunte y la densidad de poblacion sobre dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en hidroponia bajo invernadero. *Chapingo* 14: 26-30.
- CARVALHO SIC; RIBEIRO CSC; HENZ GP; REIFSCHNEIDER FJB. 2009. 'BRS Mari': nova cultivar de pimenta dedo-de-moça para processamento. *Horticultura Brasileira* 27: 571-573.
- CÁZARES-SÁNCHEZ EMT; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ R; SOTO-HERNÁNDEZ JL; CHÁVEZ-SERVIA F; GONZÁLEZ C.; RAMÍREZ-VALLEJO P. 2005. Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annuum*) del centro oriente de Yucatán. *Agrociencia* 39: 627-238.
- CHITARRA MI; CHITARRA AB. 2005. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE. 785p.
- CRUZ DMR; MAKISHIMA N. 2007. Cultivo da pimenta: clima. Disponível em: <http://www.cnpq.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_pimenta/clima.htm>. Acessado em 06 ago. 2013.
- DOMENICO CI; COUTINHO JP; GODOY HT; MELO AMT. 2012. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. *Horticultura Brasileira* 30: 466-472.
- ESTEVES M. 2011. As novas variedades de pimenta da Embrapa e o mercado pimenteiro: oportunidade de renda para agricultores. Disponível em: <http://hotsites.sct.embrapa.br/prosarrural/programacao/2011/cultivares-de-pimenta-mais-resistentes-e-produtivas-1>. Acessado em 20 jul. 2012.
- ESTRADA B; POMAR F; DÍAZ J; MERINO F; BERNAL MA. 1999. Pungency level in fruits of the Padrón pepper with different water supply. *Scientia Horticulturae* 81: 385-396.
- ISHIKAWA K; JANOS T; SAKAMOTO S; NUNOMURA O. 1998. The contents of capsaicinoids and their phenolic intermediates in the various tissues of the plants of *Capsicum*

- annuum*, *Capsicum* and eggplant. *Newsletter* 17: 22-25.
- ISLAM M; SAHA S; AKAND H; RAHIM A. 2011. Effect of spacing on the growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum*) *Journal of Central European Agriculture* 12: 328-335.
- KHASKMAKHI-SABET A; SEDAGHATHOOR SH; MOHAMMADY J; OLFATI A. 2009. Effect of plant density on Bell pepper yield and quality. *International Journal Vegetable Science* 15: 264-271.
- LAW-OGBOMO K; EGHAREVBA E. 2009. Effects of planting density and NPK fertilizer application on yield and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in forest location. *World Journal Agricultural Science* 5: 152-158.
- MALAVOLTA E. 2006. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 638p.
- MASI LD; SIVIERO P; CASTALDO D; CAUTELA D; ESPOSITO C; LARATTA B. 2007. Agronomic, chemical and genetic profiles of hot peppers (*Capsicum annuum*). *Molecular Nutrition and Food Research* 51: 1053-1062.
- MOREIRA GR; CALIMAN FRB; SILVA DJH; RIBEIRO CSC. 2006. Espécies e variedades de pimenta. *Informe Agropecuário* 27: 16-29.
- NWOKEM CO; AGBAJI EB; KAGBU JA; EKANEM EJ. 2010. Determination of capsaicin content and pungency level of five different peppers grown in Nigeria. *Science Journal* 3: 17-21.
- PAPADOPOULOS AP; PARARAJASINGHAM S. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum*): A review. *Scientia Horticulturae* 69: 1-29.
- PEREIRA MG; FINGER FL; CASALI VWDV; BROMMONSCHENKEL HS. 2008. Influência do tratamento com etileno sobre o teor de sólidos solúveis e a cor de pimenta. *Bragantia* 67: 1031-1036.
- PINHEIRO JB; AMARO GB; PEREIRA RB. 2012. *Nematóides em pimentas do gênero Capsicum*. Brasília: EMBRAPA. 9p.
- PINTO CMF; PUIATTI M; CALIMAN FRB; MOREIRA GR; MATTOS RN. 2006. Clima, época de semeadura, produção de mudas, plantio e espaçamento na cultura de pimenta. *Informe Agropecuário* 27: 40-49.
- POYRAZOGLU ES; YEMIS O; , KADAKAL C; A NEVZAT A. 2005. Determination of Capsaicinoid profile of different chilli peppers grown in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 1435-1438.
- REIFSCHNEIDER FJB. 2000. *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: *Comunicação para transferência de tecnologia*. Embrapa Hortaliças. 113 p.
- SAS INSTITUTE. 1999. *SAS: user's guide statistics: version 8.0 edition*. Cary. 956 p.
- SILVA PIB; NEGREIROS MZ; KALLIANY K; MOURA CF; FREITAS FCL; NUNES GHS; SILVA PSL; GRANGEIRO LC. 2010. Crescimento de pimentão em diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 132-139.
- SURH YJ; LEE E; LEE JM. 2002. The capsaicin study. *Mutation Research* 41: 259-267.