

NEITZKE RS; VASCONCELOS CS; BARBIERI RL; VIZZOTTO M; FETTER MR; CORBELINI DD. 2015. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). *Horticultura Brasileira* 33: 415-421. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000400002>

## Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*)

Raquel S Neitzke; Carla S Vasconcelos; Rosa L Barbieri; Márcia Vizzotto; Mariana R Fetter; Diandra D Corbelini

Prefeitura Municipal de Arroio do Padre, Arroio do Padre-RS, Brasil; raquelsilviana@gmail.com; carla\_sigales@hotmail.com; lia.barbieri@cpact.embrapa.br; marcia.vizzotto@cpact.embrapa.br; marianafetter@hotmail.com; diandrakorbelini@hotmail.com

### RESUMO

As pimentas apresentam compostos que são benéficos à saúde, como vitaminas, flavonóides, carotenóides e outros metabólitos secundários com propriedades antioxidantes. Este trabalho teve por objetivo avaliar a variabilidade genética quanto à atividade antioxidante e concentração de compostos antioxidantes em variedades crioulas de *Capsicum baccatum* cultivadas no Brasil e estimar a correlação entre os parâmetros avaliados. Foram avaliadas a atividade antioxidante e as concentrações de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e carotenóides totais de 24 variedades crioulas de *C. baccatum* integrantes do acervo do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. Os resultados obtidos evidenciaram variabilidade genética para todas as variáveis avaliadas. A análise de carotenóides totais apresentou o maior número de grupos pelo teste Scott-Knott, com sete grupos estabelecidos. Os acessos P62, P85 e P108, com alta concentração de compostos fenólicos, P13, P15 e P61, com elevada atividade antioxidante, P68, com superior teor de antocianinas e P179, com alta produção de carotenóides, podem ser apontados como boas fontes de compostos antioxidantes naturais. As correlações entre os compostos antioxidantes variam de baixas a moderadas. Não há correspondência entre formato, cor e pungência de frutos com o teor dos compostos antioxidantes avaliados nas variedades crioulas de pimenta.

**Palavras-chave:** Solanaceae, recursos genéticos, germoplasma, caracterização, alimentos funcionais.

### ABSTRACT

**Genetic variability for antioxidant compounds in landraces of pepper (*Capsicum baccatum*)**

Peppers have compounds that are beneficial to health, such as vitamins, flavonoids, carotenoids and other secondary metabolites with antioxidant properties. This study aimed to evaluate the genetic variability for antioxidant activity and concentration of antioxidant compounds in landraces of *Capsicum baccatum* grown in Brazil, besides estimating the correlation between the evaluated parameters. The antioxidant activity and concentration of total phenolics, total anthocyanins and carotenoids were evaluated in 24 landraces of *C. baccatum* from *Capsicum* Gene Bank of Embrapa Temperate Agriculture. The results showed genetic variability for all variables. The analysis of carotenoids showed the highest number of groups by Scott-Knott test, with seven established groups. Accessions P62, P85 and P108, with a high concentration of phenolic compounds, P13, P15 and P61, with high antioxidant activity, P68, with higher content of anthocyanins, and P179, with high production of carotenoids, are good sources of natural antioxidants compounds. Correlations between the antioxidant compounds ranged from low to moderate. No relationship between shape, color and pungency of fruits and the content of antioxidant compounds evaluated was found in landraces of pepper.

**Keywords:** Solanaceae, genetic resources, germplasm, characterization, functional foods.

(Recebido para publicação em 31 de março de 2014; aceito em 7 de maio de 2015)

(Received on March 31, 2014; accepted on May 7, 2015)

As pimentas do gênero *Capsicum* são amplamente valorizadas na culinária mundial (Lutz & Freitas, 2008). Além disso, representam um importante nicho de mercado para a agricultura brasileira e para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (Carvalho *et al.*, 2003). As pimentas podem ser consumidas frescas, em forma de molhos, em conservas secas e moídas, em pó ou em flocos. Também participam como ingredientes da composição de biscoitos, doces, licores e chocolates (Barbieri

*et al.*, 2011). O mercado para pimentas no Brasil é bastante dinâmico, devido à exploração de novos tipos de pimentas e pelo desenvolvimento de produtos com grande valor agregado (Rufino & Penteado, 2006).

As pimentas possuem compostos que são benéficos à saúde, como vitaminas, flavonóides, carotenóides e outros metabólitos secundários com propriedades antioxidantes, os quais são importantes para a saúde por auxiliarem na prevenção de doenças pela inativação

de radicais livres (Lutz & Freitas, 2008). As diversas e brilhantes cores dos frutos de pimentas são resultantes do teor e da composição dos carotenóides. A cor vermelha é proveniente de capsantina e capsorubina, enquanto as cores que variam do amarelo ao alaranjado são provenientes de  $\beta$ -caroteno e violaxantina. Capsantina é o carotenóide presente em maior quantidade nos frutos de pimentas, contribuindo com mais de 60% do total de carotenóides. Capsantina e capsorubina aumentam proporcionalmente

com os estádios de maturação do fruto (Bosland & Votava, 1999).

Além dos efeitos benéficos à saúde, os antioxidantes presentes na pimenta podem também auxiliar na conservação de alimentos. Há grande interesse em encontrar, nas plantas condimentares, princípios ativos que possuam ação antioxidante que possam contribuir para a conservação de alimentos, sendo estes produzidos sem danos ao meio ambiente e à saúde humana. Costa *et al.* (2010) analisaram frutos maduros de pimenta malagueta (*C. frutescens*), cambuci (*C. baccatum* var. *pendulum*), pimenta cumari (*C. baccatum* var. *pratermissum*) e pimentão (*C. annuum* var. *annuum*) quanto à atividade antioxidante e encontraram melhores resultados na pimenta cambuci, indicando o uso desta como agente antioxidante natural em alimentos.

O desenvolvimento de cultivares ricas em compostos funcionais (alimentos que beneficiam uma ou mais funções orgânicas, além da nutrição básica) tem se consolidado como um dos principais focos dos programas de melhoramento genético de hortaliças (Carvalho *et al.*, 2006). Para tanto, é importante a identificação de genótipos com características superiores que possam ser usados nos programas de melhoramento genético.

A Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS) mantém um Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, onde estão conservados mais de 300 acessos. Este banco mantém em seu acervo acessos de todas as espécies domesticadas de *Capsicum*: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (Barbieri *et al.*, 2007; Neitzke *et al.*, 2010; Buttow *et al.*, 2010). Fazem parte do acervo variedades crioulas de *C. baccatum* que são mantidas há gerações pelos agricultores da Região Sul do Brasil (Neitzke *et al.*, 2008). Essas variedades apresentam grande variabilidade para formato de fruto (arredondado, alongado e campanulado), cor de fruto (amarelo, laranja e vermelho), tamanho de fruto (desde menos de 1 cm até mais de 20 cm), pungência (do doce ao muito picante) e posição do fruto na planta (pendente, intermediário e ereto). É fundamental que esses acessos sejam

devidamente caracterizados e avaliados para que possam ser inseridos em programas de melhoramento.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a variabilidade genética para produção de compostos antioxidantes em variedades crioulas de *Capsicum baccatum* cultivadas no Brasil e estimar a correlação entre os compostos avaliados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no campo experimental e no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado. Foram cultivados 24 acessos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado (Tabela 1), e posteriormente foi feita a avaliação da atividade antioxidante e concentração de alguns compostos antioxidantes nos frutos completamente maduros. Os acessos avaliados são variedades crioulas cujas sementes foram doadas por agricultores dos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná. Estes acessos apresentam grande variabilidade genética para caracteres de fruto, como formato, cor, tamanho e pungência.

Em 2008/2009, em campo experimental, foram cultivadas dez plantas de cada acesso, com espaçamento de 0,6 m entre plantas e de 1,2 m entre linhas. Foram realizadas adubação e correção da acidez do solo de acordo com a recomendação para pimentão *Capsicum annuum* (Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004), pois não há recomendação específica para pimentas *C. baccatum*. Em 2009, os frutos completamente maduros e sem sinais de danos foram colhidos e congelados em freezer a -18°C até o momento das análises. Para as análises, as sementes foram descartadas e fatias longitudinais opostas de cada fruto foram picadas manualmente. Os acessos foram avaliados quanto aos compostos fenólicos totais, atividade antioxidante *in vitro*, antocianinas totais e carotenóides totais. Todas as análises foram realizadas em quadruplicata.

### Quantificação de compostos fenó-

**licos totais** - A metodologia utilizada para determinação de compostos fenólicos totais foi adaptada de Swain & Hillis (1959). Foram pipetados 250 µL da amostra em tubo de ensaio, sendo adicionados 4 mL de água ultra pura e 250 µL do reagente Folin-Ciocalteu (0,25 N). Os tubos foram agitados e deixados em repouso por 3 minutos, para reagir. Após, foram adicionados 500 µL de carbonato de sódio (1 N). Os tubos foram agitados novamente e mantidos em repouso por 2 horas, para reagir. Foram feitas leituras da absorbância em um espectrofotômetro no comprimento de onda de 725 nm, após o mesmo ter sido zerado com o controle metanol, usando cubeta de vidro.

**Quantificação da atividade antioxidante** - A atividade antioxidante dos frutos foi quantificada de acordo com a metodologia de Brand-Williams *et al.* (1995). Cinco gramas de amostra foram homogenizados em ultra-turrax com 15 mL de metanol e centrifugados por 20 min a 15.000 rpm em centrifuga refrigerada a 4°C. Uma alíquota de 200 µL do sobrenadante da amostra foi combinada com 3800 µL da solução de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) diluído (de uma solução concentrada) em metanol até uma absorbância de  $1,1 \pm 0,02$  UA a 515 nm. As leituras foram feitas usando cubeta de vidro em espectrofotômetro previamente zerado com o metanol. As amostras reagiram por 24 horas.

**Quantificação das antocianinas totais** - As antocianinas totais foram quantificadas pelo método de Fuleki & Francis (1968) modificado. Um grama do sobrenadante obtido no processo anterior foi colocado em um tubo do tipo falcon, sendo adicionado hexano até o volume final de 22,5 mL. Após uma partição com solvente para retirada de carotenóides, as leituras foram feitas em espectrofotômetro previamente zerado com o solvente extrator. A absorbância foi lida em cubeta de vidro a 535 nm.

**Quantificação dos carotenóides totais** - Os carotenóides foram quantificados com a metodologia adaptada de Talcott & Howard (1999), com algumas modificações. Na ausência de luz direta, dois gramas de amostra foram homogenizados em ultra-turrax com 20

mL da solução de acetona/etanol (1:1) contendo 200 mg/L de BHT (butilhidroxitolueno). Após a filtração, foram adicionados 50 mL de hexano à amostra. Após agitar e separar as fases, foram adicionados 25 mL de água ultrapura. Foram feitas leituras da absorbância em um espectrofotômetro no comprimento de onda de 470 nm, após o mesmo ter sido zerado com o solvente hexano como branco, usando cubeta de vidro.

**Análise estatística** - Foram realizadas comparação de médias pelo teste Scott-Knott e correlação de Pearson, com auxílio do Pacote Computacional Genes (Cruz, 2006). Foi construído um histograma utilizando o Microsoft Office Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciaram a presença de variabilidade genética nos acessos de *Capsicum baccatum* em todos parâmetros avaliados (Tabela 2).

Costa *et al.* (2010) relataram a avaliação de atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em *C. baccatum* e, mesmo utilizando apenas dois genótipos (cambuci e cumari), encontraram diferenças significativas entre eles. É importante considerar que existe uma ampla variabilidade genética para muitos caracteres nas espécies domesticadas de *Capsicum* (Neitzke *et al.*, 2008; Büttow *et al.*, 2010; Neitzke *et al.*, 2010), inclusive

para os compostos antioxidantes, como foi detectado no presente trabalho. Em *C. chinense* foi encontrada grande variação para a concentração de compostos fenólicos em frutos maduros de 63 acessos provenientes de oito países das Américas (Antonious *et al.*, 2009). Ampla variabilidade para produção de compostos fenólicos totais também foi encontrada em pimentas do tipo malagueta (*C. frutescens*), cambuci (*C. baccatum* var. *pendulum*), pimenta cumari (*C. baccatum* var. *praetermissum*) e pimentão (*C. annuum* var. *annuum*), sendo que o pimentão foi o que apresentou concentrações mais baixas (Costa *et al.*, 2010). Grande variabilidade na produção de

**Tabela 1.** Variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*) do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado caracterizadas quanto aos compostos antioxidantes (landraces of *Capsicum baccatum* from the *Capsicum* Gene Bank of Embrapa Temperate Agriculture characterized considering antioxidant compounds). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2012.

Acesso	Tipo	Procedência	Cor do fruto	Formato do fruto	Pungência
P9	dedo-de-moça	Farroupilha-RS	vermelho	alongado	ausente
P13	dedo-de-moça	Farroupilha-RS	vermelho	alongado	média
P14	cambuci	Renascença-PR	vermelho	campanulado	ausente
P15	cambuci	Renascença-PR	vermelho	campanulado	ausente
P21	dedo-de-moça	Ipê-RS	vermelho	alongado	ausente
P27	cambuci	Renascença-PR	amarelo	campanulado	ausente
P29	cambuci	Marmeleiro-PR.	segregante: amarelo e vermelho	campanulado	ausente
P32	cambuci	Renascença-PR	vermelho	campanulado	ausente
P50	dedo-de-moça	São Lourenço do Sul-RS	amarelo	alongado	baixa
P61	dedo-de-moça	São Lourenço do Sul-RS	amarelo	alongado	média
P62	dedo-de-moça	São Lourenço do Sul-RS	vermelho	alongado	baixa
P68	dedo-de-moça	Nova Erechim-SC	vermelho	alongado	média
P71	dedo-de-moça	Pelotas-RS	vermelho	alongado	média
P79	dedo-de-moça	Canoinhas-SC	alaranjado	alongado	baixa
P85	dedo-de-moça	Turuçu-RS	vermelho	alongado	média
P87	dedo-de-moça	Turuçu-RS	vermelho	alongado	baixa
P88	dedo-de-moça	Turuçu-RS	vermelho	alongado	média
P89	dedo-de-moça e cambuci	Turuçu-RS	vermelho	segregante: alongado, campanulado	alta
P92	dedo-de-moça	Três Forquilhas-RS	vermelho	alongado	média
P108	dedo-de-moça	Turuçu-RS	vermelho	alongado	média
P121	dedo-de-moça	Rio Grande-RS	vermelho	alongado	média
P168	dedo-de-moça	Pelotas-RS	vermelho	alongado	média
P170	cambuci	Pelotas-RS	vermelho	campanulado	ausente
P179	dedo-de-moça	Rio Grande-RS	vermelho	alongado	ausente

Informações provenientes dos dados de passaporte e de caracterização morfológica dos acessos (information from the passport data and morphological characterization of accessions).

**Tabela 2.** Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, antocianinas totais e carotenóides totais em acessos de pimentas *Capsicum baccatum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado (phenolic compounds, antioxidant activity, anthocyanins and carotenoids in *Capsicum baccatum* accessions from the Gene Bank of Embrapa Temperate Agriculture). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2012.

Acesso	Compostos fenólicos totais <sup>1</sup>	Atividade antioxidante <sup>2</sup>	Antocianinas totais <sup>3</sup>	Carotenóides totais <sup>4</sup>
P9	184,65 c	1054,35 c	5,49 e	40,58 e
P13	182,90 c	1827,06 a	6,71 d	46,51 e
P14	100,95 e	676,76 c	5,95 e	71,55 c
P15	150,47 d	1665,10 a	9,02 c	71,59 c
P21	188,81 c	1327,54 b	7,98 d	67,64 c
P27	119,48 e	769,13 c	3,95 f	16,22 g
P29	143,94 d	793,33 c	10,96 b	30,09 f
P32	175,07 c	937,22 c	5,19 e	30,07 f
P50	259,48 b	1181,01 b	12,29 a	57,79 d
P61	249,13 b	1532,49 a	11,61 a	71,63 c
P62	305,99 a	1309,91 b	10,70 b	102,86 b
P68	228,76 b	1306,48 b	12,37 a	63,35 c
P71	163,82 d	873,51 b	7,33 d	51,27 d
P79	201,12 c	1297,52 c	6,39 d	39,75 e
P85	287,71 a	1239,25 b	7,51 d	69,99 c
P87	200,02 c	1346,50 b	7,26 d	51,94 d
P88	156,44 d	969,96 c	8,71 c	55,89 d
P89	191,81 c	811,34 c	4,62 f	57,84 d
P92	184,45 c	1218,44 b	9,09 c	57,27 d
P108	288,92 a	1341,07 b	8,10 d	63,31 c
P121	159,99 d	806,92 c	8,20 d	51,60 d
P168	195,71 c	820,77 c	4,99 e	46,89 e
P170	223,06 b	1004,81 c	3,64 f	62,26 c
P179	186,05 c	724,73 c	7,34 d	152,06 a

<sup>1</sup>Compostos fenólicos totais expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g de peso fresco. <sup>2</sup>Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox/g de peso fresco. <sup>3</sup>Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g de peso fresco; <sup>4</sup>Carotenóides totais expresso em mg equivalente β-caroteno/100g de peso fresco. Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro (<sup>1</sup>Total phenolic compounds, expressed as mg equivalent of chlorogenic acid/100g of fresh weight. <sup>2</sup>Total antioxidant activity expressed as µg trolox equivalent/g of fresh weight. <sup>3</sup>Total anthocyanins, expressed as mg equivalent cyanidin-3-glucoside/100 g of fresh weight. <sup>4</sup>Total carotenoids expressed as mg equivalent β-carotene/100g of fresh weight).

carotenóides nos frutos maduros de diferentes variedades de *Capsicum* foi encontrada também por Ha *et al.* (2007).

No que se refere aos compostos fenólicos, pela análise de Scott-Knott (Tabela 2), foram formados cinco grupos, sendo que o grupo “c” reuniu 41,67% dos acessos (P9, P13, P21, P32, P79, P87, P89, P92, P168 e P179). Os maiores teores de compostos fenólicos

foram encontrados nas variedades crioulas de pimentas do tipo dedo-de-moça vermelhas: P62 (305,99 mg), P108 (288,92 mg) e P85 (287,71 mg), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Duas pimentas sem pungência do tipo cambuci, uma com frutos vermelhos (P14), e outra com frutos amarelos (P27), foram as variedades crioulas que apresentaram as menores concentrações

de compostos fenólicos nos frutos, com valores de 100,95 mg e 119,48 mg, respectivamente.

Sellappan *et al.* (2002) analisaram o teor de compostos fenólicos totais em diferentes cultivares de mirtilo, usando o mesmo método de análise dos compostos do presente trabalho, e encontraram valores variando de 261,95 a 929,62 mg/100g. A comparação da concentração de compostos fenólicos totais presentes em variedades crioulas de pimenta e mirtilo é importante, pois este é uma reconhecida fonte de compostos antioxidantes. Assim, os acessos de pimenta com maior produção de compostos fenólicos totais, P62, P85 e P108, apresentaram valores superiores a algumas cultivares de mirtilo. As variedades crioulas de pimenta apresentaram valores superiores a de outros frutos, como maçã cultivar Fuji (Gularte *et al.*, 2007), uvaia (Corbelini *et al.*, 2009) e araçá amarelo (Fetter *et al.*, 2010). Porém, os valores encontrados no presente trabalho são inferiores aos teores de compostos fenólicos do araçá vermelho e do araçá pêra amarelo (Fetter *et al.*, 2010). Os compostos fenólicos, apesar de não apresentarem importância nutricional direta, têm recebido muita atenção devido a sua atividade biológica (Hassimotto, 2005). Segundo Furlong *et al.* (2003), a determinação dos níveis de compostos fenólicos totais em tecidos vegetais é a etapa inicial de qualquer investigação de funcionalidade fisiológica para posterior estímulo ao consumo, visando à prevenção de doenças crônico-degenerativas.

A capacidade antioxidante apresentou grande amplitude entre os acessos avaliados (Tabela 2). As variedades crioulas P13, P15 e P61 apresentaram alto potencial antioxidante, com 1827,06, 1665,10 e 1532,49 µg/g, respectivamente, sem diferença significativa entre elas. Houve a formação de três grupos (a, b e c) e 50% das variedades crioulas ficaram reunidas no grupo “c” (P9, P14, P27, P29, P32, P79, P88, P89, P121, P168, P170 e P179), cujas atividades antioxidantes foram menores. O menor valor foi observado para a variedade P14 (676,76 µg/g), que não diferiu estatisticamente das demais variedades presentes no grupo “c”.

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação de Pearson entre os pares de variáveis avaliadas em variedade crioulas de *C. baccatum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado (Pearson correlation coefficients between pairs of variables evaluated in landraces of *C. baccatum* from the *Capsicum* Gene Bank of Embrapa Temperate Agriculture). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2012.

Variáveis	Compostos fenólicos	Atividade antioxidante	Antocianinas totais	Carotenóides totais
Compostos fenólicos	-	0,447	0,378	0,335
Atividade antioxidante	0,447	-	0,386	0,039
Antocianinas totais	0,378	0,386	-	0,257
Carotenóides totais	0,335	0,039	0,257	-

Embora a maior atividade antioxidante tenha sido detectada em P13, ela não é consumida em grandes quantidades, por se tratar de uma pimenta pungente, sendo mais usada como condimento. Por sua vez, P15 é uma pimenta doce do tipo cambuci, e merece destaque porque pode ser consumida *in natura*, em maiores quantidades. Apesar da capsaicina (alcalóide responsável pela pungência nos frutos de pimenta) ser um composto fenólico, que tem ação antioxidante, foi observado que acessos que não produzem capsaicina (como P13) apresentaram alto teor de atividade antioxidante, e que pimentas bastante pungentes (como P89) apresentaram atividade antioxidante inferior. Isso pode parecer contraditório, mas deve ser levado em consideração que outros compostos presentes nos frutos maduros de pimenta, além da capsaicina, também possuem atividade antioxidante, como ácido ascórbico (Antonious *et al.*, 2009).

Com relação às antocianinas totais, pelo teste de Scott-Knott, houve a formação de seis grupos (Tabela 2), sendo que a maioria dos acessos (37,5%) ficou reunida no grupo “d” (P13, P21, P71, P79, P85, P87, P108, P121 e P179). O acesso P68 apresentou o maior teor de antocianinas totais, com 12,37 mg/100 g de matéria fresca do fruto, não diferindo estatisticamente dos acessos P50 (12,29 mg/100 g) e P61 (11,61 mg/100 g). Os acessos P170 (3,64 mg/100 g), P27 (3,95 mg/100 g) e P89 (4,62 mg/100 g) apresentaram os menores valores para estes compostos. Houve grande variabilidade genética para a produção de antocianinas totais em variedades crioulas de *C. baccatum*, porém a quantidade produzida foi inferior à de mirtilo (Pertuzatti,

2009), jambolão (Severo, 2010), arachá vermelho (Fetter *et al.*, 2010) e à casca de uva da cultivar Isabel (Soares *et al.*, 2008).

O espectro de cor das antocianinas vai do vermelho ao azul, apresentando-se também como uma mistura de ambas as cores, resultando em tons de púrpura. A coloração atrativa de muitos frutos, folhas e flores, se deve a estes pigmentos, os quais se encontram dispersos nos vacúolos celulares (Pertuzatti, 2009). A coloração das pimentas é devida em grande parte aos carotenóides, o que explica o baixo teor de antocianinas totais. Embora as antocianinas estejam em baixas concentrações nas pimentas, o consumo de pimentas pode contribuir para a saúde, principalmente aquelas sem pungência, as quais podem ser consumidas *in natura*, em maiores quantidades. No entanto, algumas pimentas pungentes avaliadas no presente trabalho possuem maiores quantidades de antocianinas totais (P50, P68 e P61), e seu consumo, mesmo que em menores quantidades, como condimento, também pode contribuir beneficemente para a saúde.

Entre as análises realizadas, a de carotenóides totais foi a que apresentou o maior número de grupos formados pelo teste Scott-Knott, com sete grupos estabelecidos (Tabela 2). O grupo com o maior número de variedades crioulas (29,17%) foi o “c” (P14, P15, P21, P61, P68, P85, P108 e P170). O acesso P179, que é uma pimenta sem pungência, apresentou o maior teor de carotenóides totais, podendo ser indicada para programas de melhoramento genético de pimentas doces, ideais para o consumo *in natura*. A variedade crioula P27

apresentou o menor teor de carotenóides totais (16,22 mg/100 g).

O padrão de carotenóides em uma mesma espécie varia em função de vários fatores, como o genótipo e as condições climáticas (Meléndez-Martínez *et al.*, 2004). Vários são os carotenóides presentes nas plantas, mas alguns estão presentes em quase todos os grupos de plantas. Capsantina e capsorubina são carotenóides que se encontram quase exclusivamente em frutos do gênero *Capsicum*, sendo os principais pigmentos que dão cor às pimentas vermelhas (Meléndez-Martínez *et al.*, 2004). Entre os compostos presentes nos alimentos funcionais, os carotenóides apresentam-se como uma das classes de compostos mais promissoras devido ao seu potencial antioxidante e à sua função pró-vitamina A.

Não foi observada uma correspondência entre os caracteres de fruto (formato, cor e pungência) e o teor dos compostos avaliados. Os maiores valores de antocianinas encontrados foram para o acesso P68, com fruto vermelho, e P50, com fruto amarelo. Pimentas do mesmo tipo nem sempre apresentaram teores aproximados de compostos antioxidantes e os grupos pertencentes não foram coincidentes. Por exemplo, os acessos P62 e P87, com as mesmas características para formato de fruto, cor de fruto e pungência, apresentaram teores de carotenóides totais bastante discrepantes além de pertencerem a grupos distintos, com 102,86 e 51,94 mg/100 g, respectivamente. O mesmo se repetiu para as pimentas do tipo cambuci dos acessos P14 e P15, cuja característica marcante é o formato de fruto campanulado e ausência de pungência na maioria dos casos, as quais apresentaram valores distintos para a atividade antioxidante, com 676,76 e 1665,10 µg/g, respectivamente, embora tivessem características morfológicas muito semelhantes. Em trabalhos de caracterização morfológica realizados anteriormente, com uso de 41 descritores, os acessos P14 e P15, se mantiveram no mesmo grupo pelo método de agrupamento de Tocher, o que comprova a similaridade entre essas duas variedades crioulas (Neitzke *et al.*, 2008).

A presença de correlações entre as

variáveis independentes foi analisada com o coeficiente de correlação de Pearson. Não foi observada alta correlação (correlação superior a 0,70) entre as variáveis independentes avaliadas (Tabela 3). Para a maioria dos pares de variáveis foi observada uma correlação moderada (correlações entre 0,30 e 0,70), porém, houve baixa correlação (correlação abaixo de 0,30) entre a produção de carotenóides totais e antocianinas totais, e entre atividade antioxidante e carotenóides totais. A maior correlação foi encontrada entre atividade antioxidante e compostos fenólicos (0,447), enquanto a menor correlação encontrada foi entre atividade antioxidante e carotenóides totais (0,039). Era esperado que as antocianinas apresentassem forte correlação com a atividade antioxidante (Soares et al., 2008), o que não aconteceu neste estudo. Tal fato já foi relatado com mirtilo (Pertuzatti, 2009), para o qual não foi observada alta correlação entre antocianinas totais e atividade antioxidante. A atividade antioxidante não apresentou elevada correlação com compostos fenólicos totais, antocianinas totais e carotenóides totais. Isso pode indicar que outros compostos presentes nos frutos de pimenta contribuíram para a atividade antioxidante e que não foram considerados neste estudo, como o ácido ascórbico. Antonious et al. (2009) encontraram altas concentrações de ácido ascórbico em duas variedades de pimenta *Capsicum*, sendo uma originária do Brasil e outra do Equador.

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que os acessos P62, P85 e P108, com alta concentração de compostos fenólicos, os acessos P13, P15 e P61, com elevada atividade antioxidante, o acesso P68, com superior teor de antocianinas e P179, com alta produção de carotenóides, podem ser apontados como boas fontes de compostos antioxidantes naturais. Essas variedades crioulas podem ser exploradas em programas de melhoramento genético de pimentas com objetivo de obtenção de cultivares com alto potencial para promoção da saúde do consumidor. Destaque especial deve ser despendido para os acessos P15 e P179, pois ambos produzem frutos sem pungência e são indicados para consumo *in natura*.

Existe grande variabilidade genética para produção de compostos antioxidantes em frutos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum*. As correlações entre os compostos antioxidantes variam de baixas a moderadas. Não há correspondência entre formato, cor e pungência de frutos com o teor dos compostos antioxidantes avaliados nas variedades crioulas de pimenta.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de doutorado à primeira autora.

## REFERÊNCIAS

- ANTONIOUS GF; LOBEL L; KOCHHAR T; BERKE T; JARRET RL. 2009. Antioxidants in *Capsicum chinense*: Variation among countries of origin. *Journal of Environmental Science and Health* 44: 621-626.
- BARBIERI RL; HEIDEN G; NEITZKE, RS; CHOER E; LEITE DL; GARRASTAZÚ MC. 2007. *Capsicum* gene bank of southern Brazil. *Acta Horticulturae* 745: 319-322.
- BARBIERI RL; NEITZKE RS; UENO B. 2011. Agronegócio da pimenta no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. 51. *Palestras do...* Viçosa: UFV. Disponível em [http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_5/Rosa\\_Lia\\_agronegócio\\_pimenta\\_RS.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/Rosa_Lia_agronegócio_pimenta_RS.pdf). Acessado em 30 de setembro de 2012.
- BOSLAND PW; VOLTAVA EJ. 1999. *Peppers: vegetable and spice capsicums*. Wallingford: CABI Publishing, 204 p.
- BRAND-WILLIAMS W; CUEVELIER ME; BERSET C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 28: 25-30.
- BÜTTOW MV; BARBIERI RL; NEITZKE RS; HEIDEN G; CARVALHO FIF. 2010. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural* 40: 1264-1269.
- BIANCHI MLP; ANTUNES LMG. 1999. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Revista de Nutrição* 12: 123-130.
- CARVALHO SIC; BIANCHETTI LB; BUSTAMANTE PG; SILVA DB. 2003. *Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.) da Embrapa Hortaliças*, Embrapa Hortaliças. Documentos n. 49, Brasília: Embrapa Hortaliças, 49p.
- CARVALHO PGB; MACHADO CMM; MORETTI CL; FONSECA MEN. 2006. Hortaliças como alimentos funcionais. *Horticultura Brasileira* 24: 397-404.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. 2004. RS/SC. Hortaliças. In: COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, Porto Alegre, p.181-204.
- CORBELINI D; VIZZOTTO M; FETTER MR; GONZALEZ TN. 2009. Compostos bioativos e atividade antioxidante da uvaia (*eugenia pyriformis*) em diferentes estádios de maturação. In: XVIII CIC XIENPOSI Mostra Científica, *Resumos...* Pelotas: (CD-ROM).
- COSTA LM; MOURA NF; MARANGONI C; MENDES CE; TEIXEIRA AO. 2010. Atividade antioxidante de pimentas do gênero *Capsicum*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30: 51-59.
- CRUZ CD. 2006. *Programa Genes (versão Windows); aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 175p.
- FETTER MR; VIZZOTTO M; CORBELINI DD; GONZALEZ TN. 2010. Propriedades funcionais de arará-amarelo, arará-vermelho (*Psidium cattleianum*) e arará-pera (*P. acutangulum*) cultivados em Pelotas/RS. *Brazilian Journal of Food Technology* 3: 92-95.
- FULEKI T; FRANCIS FT. 1968. Quantitative methods for anthocyanins extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *Journal of Food Science* 33: 72-77.
- FURLONG EB; COLLA E; BORTOLATO DS; BAISCH ALM; SOUZA-SOARES, L.A. 2003. Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. *Vetor* 13: 105-114.
- GULARTE JPA; PEREIRA MC; VIZZOTTO M. 2007. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em produtos da cadeia produtiva da maçã. In: XVI Congresso de Iniciação Científica da UFPEL, *Resumos...* Pelotas: (CD-ROM).
- HA SH; KIM JB; PARK JS; LEE SW; CHO KJ. 2007. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. *Journal of Experimental Botany* 58: 3135-3144.
- HASSIMOTTO NMA. 2005. *Atividade antioxidante de alimentos vegetais. Estrutura e estudo de biodisponibilidade de antocianinas de amora silvestre (Morus sp.)*. São Paulo: USP. 176p. (Tese doutorado).
- LUTZ DL; FREITAS SC. 2008. Valor nutricional. In: RIBEIRO CSC; CARVALHO SIC; HENZ GP; REIFSCHNEIDER FJB (eds). *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 31-38.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ AJ; VICARIO M; HEREDIA FJ. 2004. Importância nutricional de los pigmentos carotenóides. *Archivos Latinoamericano de Nutrición* 54: 149-155.
- NEITZKE RS; BARBIERI RL; HEIDEN G; CASTRO CM. 2008. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. *Magistra* 20: 249-255.

- NEITZKE RS; BARBIERI RL; RODRIGUES WF; CORREA IV; CARVALHO FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira* 28: 47-53.
- PERTUZATTI PB. 2009. *Compostos bioativos em diferentes cultivares de mirtilo (Vaccinium ashei)*. Pelotas: UFPEL. 86p. (Dissertação mestrado).
- ROCHA SA. 2010. *Antioxidantes em vegetais pós-colheita de origem orgânica*. Botucatu: UNESP. 112p (Tese doutorado).
- RUFINO JLS; PENTEADO DCS. 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe agropecuário* 27: 7-15.
- SELLAPPAN S; AKOH CC; KREWER G. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-Grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 2432-2438.
- SEVERO J; SANTOS RS; CASARIL J; TIECHER A; SILVA JA; ROMBALDI, CV. 2010. Destanização e conservação de frutos de jambolão. *Ciência Rural* 40: 976-982.
- SOARES M; WELTER L; KUSKOSKI EM; GONZAGA L; FETT R. 2008. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30: 59-64.
- SWAIN T; HILLIS WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.- The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science Food and Agriculture* 10: 63-68.
- TALCOTT TS; HOWARD RL. 1999. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47: 2109-2115.
-