

INFLUÊNCIA DA REDUÇÃO DO APORTE HÍDRICO EM PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ACESSOS DE PIMENTA (*Capsicum baccatum*)

INFLUENCE OF THE REDUCTION OF WATER SUPPORT IN PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF PEPPER ACCESS (*Capsicum baccatum*)

Bianca Aranha¹, Eliane Lemke², Giovana Zandoná³, Rosane Crizel⁴, Fábio Chaves⁵

Resumo

O gênero *Capsicum*, nativo do continente Americano, é muito utilizado na culinária por apresentar frutos com cor, sabor e pungência atrativa aos seus consumidores. Além das características sensoriais, esse fruto é fonte de diversos compostos com potencial benéfico à saúde, como ácido ascórbico (vitamina C), carotenoides (provitamina A), tocoferóis (vitamina E), flavonoides e capsaicinoides. Estudos têm demonstrado que a aplicação controlada de fatores de estresse em níveis moderados pode induzir o acúmulo de compostos do metabolismo especializado, sem reduzir a produtividade das culturas. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da redução do aporte hídrico em parâmetros físico-químicos de frutos de três acessos de pimenta (*Capsicum baccatum*) incluindo pH, teor de acidez, sólidos solúveis e carotenoides, além de cor e peso médio de frutos dos acessos. Cada acesso respondeu diferentemente ao tratamento estressor aplicado. O déficit hídrico levou ao acúmulo de metabólitos especializados mas também levou a redução de produtividade e estas respostas foram dependentes do genótipo.

Palavras-chave: Sólidos solúveis, peso médio de fruto, carotenoides.

ABSTRACT

The genus Capsicum, native to the American continent, is widely utilized in cooking because it presents fruit with color, taste, and pungency attractive to consumers. In addition to the sensory characteristics, this fruit is a source of several compounds with potential health benefits, such as ascorbic acid (vitamin C), carotenoids (provitamin A), tocopherols (vitamin E), flavonoids, and capsaicinoids. Studies have shown that the controlled application of stress factors at moderate levels can induce the accumulation of compounds from the specialized metabolism without reducing crop productivity. Therefore the objective of the current study was to evaluate the influence of reduced water supply in physic-chemical parameters of fruit from three pepper (Capsicum baccatum) acessions, including pH, acidity, soluble solids, and carotenoid contents, as well as color and fruit average weight. Each accession

¹Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFPel

²Graduanda em Química de Alimentos pela UFPel

³Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFPel

⁴Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFPel

⁵Professor Adjunto, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPel

responded differently to applied stressor treatment. Water deficit lead to the accumulation of specialized metabolites but also to the reduction of productivity and these responses were dependent on the genotype.

KEYWORDS: Soluble solids, average fruit weight, carotenoids.

INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum*, pertencente à família Solanaceae, é nativo da América tropical e seus frutos são utilizados na culinária por apresentar cor, sabor e pungência atrativa aos consumidores. Possui grande diversidade de tamanhos, formas, cores e grau de pungência devido à sua capacidade de autofecundação e polinização cruzada, tendo mais de 30 espécies já identificadas. Além disso, esse fruto é fonte de compostos com potencial benéfico à saúde, como ácido ascórbico (vitamina C), carotenoides (provitamina A), tocoferóis (vitamina E), flavonoides e capsaicinoides (LANNES et al., 2007; ARANHA, 2016).

A pungência presente em diversos tipos de pimenta *Capsicum* spp. é promovida por compostos alcaloides denominados capsaicinoides. Além da pungência, estes compostos têm potencial farmacológico antioxidante, anticâncer, antiartrite, antimicrobiana, anti-inflamatória, termogênica e analgésica (LUO et al., 2010). Outra importante classe de compostos presente nesse gênero são os carotenoides que contribuem para a coloração amarela, laranja e vermelha de diversas pimentas e também possuem atividade antioxidante e estimulam a atividade das células imunológicas, além de prevenir a formação de células tumorais, doenças cardiovasculares e degeneração muscular (GIUFFRIDA et al., 2013).

Estima-se que atualmente a produção nacional de pimentas *Capsicum* seja de aproximadamente 75 mil toneladas/ano ocupando uma área em torno de cinco mil hectares (RIBEIRO et al., 2016). No Brasil são cultivadas variedades crioulas de pimentas do gênero *Capsicum*, com grande diversidade genética que é conservada em Bancos Ativos de Germoplasmas (BAG). Atualmente no BAG de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS), que tem como um dos objetivos conservar a biodiversidade, há mais de 400 acessos de cinco espécies domesticadas (*C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*)

provenientes de doações de sementes feitas por agricultores (variedades locais) e colecionadores de pimenta, e aquisição em mercados populares.

Estudos tem mostrado que fatores abióticos causadores de estresses são indutores do acúmulo de metabólitos especializados, como carotenoides, compostos fenólicos e capsaicinoides. Esses compostos têm relação com o mecanismo de defesa contra predadores, patógenos, estresses abióticos e também agem como atrativos para polinizadores e dispersores de sementes. Compostos carotenoides e compostos fenólicos, auxiliam no combate aos radicais livres, que são responsáveis pelo estresse oxidativo na célula. Em condições de estresse há aumento de radicais livres e conseqüentemente ativação da síntese de compostos do metabolismo especializado (DUTHIE et al., 2000; MIKULIC-PETKOVSEK, 2013).

A aplicação de luz ultravioleta durante o cultivo de morangueiros (*Fragaria x ananassa* Duch.), cv. Camarosa, alterou o metabolismo e aspectos de qualidade dos morangos. Foi verificado um aumento do teor de compostos fenólicos, antocianinas e acúmulo de ácido L-ascórbico, carotenoides e aumento da capacidade antioxidante (OLIVEIRA, 2013). Rodoni et al., (2015) ao avaliar o comportamento dos compostos de frutos de *C. annuum in natura* sob tratamento UV-C observaram que a radiação de 10 kJ m⁻² induziu um acúmulo superficial de compostos fenólicos nas pimentas. Outros estudos demonstraram que o estresse hídrico pode agir como indutor de acúmulo de compostos bioativos em *Capsicum* (PHIMCHAN et al., 2014).

Assim, no presente estudo objetivou-se avaliar a influência do estresse hídrico nos seguintes parâmetros pH, teor de acidez, sólidos solúveis e carotenoides, além de cor, peso médio de frutos de três acessos de pimenta (*Capsicum baccatum*) com diferentes graus de pungência (alto, médio e ausente) e com potencial agrônômico para tornarem-se cultivar.

MATERIAL E MÉTODOS

Dez plantas de cada um dos três acessos do BAG de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, todos da espécie *C. baccatum*, P232 (pungente), P337 (baixa pungência) e P323 (sem pungência) foram cultivados em substrato orgânico e terra vegetal (1:1 m/m) em vasos (10 L) em casa de vegetação na safra de 2016/2017. O tratamento por déficit hídrico foi aplicado a partir do momento que

os frutos imaturos atingiram seu desenvolvimento completo até o momento da colheita. O tratamento controle recebeu 500mL de água diariamente e o tratamento com redução de aporte hídrico recebeu 500 mL em três dias alternados na semana.

Os frutos foram coletados quando maduros, no período da manhã do campo experimental da Embrapa Clima Temperado, entre os meses de fevereiro a maio nas safras de 2016/2017. Após a coleta, os frutos foram transportados até o laboratório de Recursos Genéticos da Embrapa Clima Temperado (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), onde selecionou-se os frutos sem lesões e retirou-se outras partes da planta, como folhas e pedúnculos. Imediatamente após a colheita avaliou-se cor, peso dos frutos, pH, acidez e teor de sólidos solúveis. Após, os frutos coletados foram congelados a -18°C e subsequentemente secados em liofilizador (Liobras, L101) e macerados em moinho de bola (Marconi, MA350) com auxílio de nitrogênio líquido. Posteriormente foram novamente liofilizados para retirar totalmente a água.

Todas as análises foram realizadas em triplicata. A determinação de pH foi feita por potenciometria à 20°C , em pHmetro. A acidez total foi determinada por titulação com NaOH 0,1mol/L até a solução atingir pH 8,1 e os resultados expressos em g 100^{-1} g de ácido cítrico. O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado a 20°C usando refratômetro digital e os valores expressos em $^{\circ}\text{Brix}$ (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O peso médio de frutos foi determinado através da medida da massa em gramas de 10 frutos por tratamento, em balança analítica. Os parâmetros colorimétricos das pimentas foram determinados no sistema CIE-L*a*b*, utilizando-se um colorímetro (Minolta Chromometer Modelo CR 300). Os resultados foram expressos nos parâmetros: L* que representa a luminosidade (L*=0 é preto e L*=100 é claridade total); a* que define a escala verde/vermelho e b* a escala amarelo/azul. O ângulo Hue ($^{\circ}\text{Hue}$), que representa tonalidade da cor (cor propriamente dita), foi calculado usando a fórmula $^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1}b^*/a^*$.

O teor de carotenoides totais foi determinado de acordo com o método AOAC 970.64. Meio grama de amostra liofilizada foi homogeneizada com 4,5 mL de uma solução de hexano:acetona:etanol:tolueno (10:7:6:7). Após adicionou-se 300 microlitros de hidróxido de potássio (10% em metanol m/v) e subsequentemente a amostra foi saponificada a quente (56°C) por 20 min. A mistura permaneceu em

temperatura ambiente por 1 hora. Posteriormente foram adicionados 7 mL de hexano e aferido para 15 mL com solução de sulfato de sódio (10% m/v). Após 1 hora de repouso, foi realizada a leitura da fase superior em espectrofotômetro no comprimento de onda de 450 nm. A quantificação foi realizada utilizando curva de calibração de β -caroteno. Os resultados foram expressos em mg de β -caroteno 100g^{-1} de amostra seca.

Foi feita análise de variância (ANOVA) e as médias comparados pelos testes de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações físico-químicas dos acessos de pimenta (*Capsicum baccatum*) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados de peso médio de frutos, pH, sólidos solúveis, acidez total, luminosidade, °Hue e carotenoides em três acessos de pimenta *Capsicum baccatum* (P232, P337 e P323) submetidas a redução do aporte hídrico e controle

		PMF ¹	pH	SS ²	AT ³	SS/AT ⁴	L* ⁵	°Hue ⁶	CAT ⁷
P232	Controle	4,9 ^a	5,4 ^b	11,9 ^b	0,3 ^a	43,6	41,9 ^a	32,2 ^a	30,7 ^a
	DH	4,8 ^a	5,5 ^a	13,1 ^a	0,3 ^a	43,5	40,9 ^a	30,7 ^a	29,0 ^a
P337	Controle	16,5 ^a	5,4 ^b	10,7 ^b	0,3 ^a	37,4	42,4 ^a	32,2 ^a	33,9 ^b
	DH	12,4 ^b	5,6 ^a	14,8 ^a	0,3 ^a	57,5	40,9 ^a	32,5 ^a	64,1 ^a
P323	Controle	17,9 ^a	5,6 ^b	10,6 ^b	0,2 ^a	45,9	45,3 ^a	35,3 ^a	40,0 ^a
	DH	13,8 ^b	5,7 ^a	11,9 ^a	0,2 ^a	51,6	43,8 ^a	33,9 ^a	37,0 ^a

Resultados expressos em média \pm desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna, não apresentam diferença significativa entre controle e tratamento por acesso pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ¹ PMF – peso médio de frutos (gramas); ² Sólidos solúveis (°Brix); ³ Acidez Total (g ácido ascórbico 100g^{-1} de fruto); ⁴SS/AT: razão entre sólidos solúveis e acidez total. ⁵ L* - Luminosidade; ⁶°Hue – °Hue = $\tan^{-1} b/a$ ⁷ CAT – Carotenoides (mg de β -caroteno 100g^{-1} de fruto).

A redução do aporte hídrico pode ser considerada como uma estratégia de manejo viável para promover o acúmulo de metabólitos de interesse e melhorar de modo geral atributos de qualidade desde que não haja redução da produtividade das plantas. Neste trabalho o parâmetro de produtividade medido foi o peso médio dos frutos (PMF). Para os acessos P337 e P323 houve uma redução significativa no PMF de aproximadamente 24%, enquanto que o acesso P232 não sofreu influência

do tratamento. As alterações de rendimento podem estar relacionadas ao aumento do gasto de energia da planta para o desenvolvimento de respostas moleculares, bioquímicas e fisiológicas, que podem influenciar na produtividade dos frutos (RHOADES et al., 1992). Os valores de peso médio dos frutos variaram entre 4,8 a 17,9 gramas de acordo com o acesso, a diferença nos resultados entre os acessos está relacionada a diferença genotípica entre esses acessos.

O pH foi influenciado pelo tratamento por déficit hídrico levando a um aumento do pH em relação ao controle para todos os acessos (Tabela 1).

O tratamento por redução do aporte hídrico não promoveu diferença dos frutos controle nos parâmetros avaliados exceto para o teor de sólidos solúveis e pH para o acesso P232 (Tabela 1).

O teor de sólidos solúveis (SS) foi maior em frutos do tratamento por redução de aporte hídrico quando comparado aos frutos controle para os três acessos. Estes resultados são explicados pela necessidade da planta em acumular solutos (açúcares) para manter a homeostase celular e manter a funcionalidade dos seus metabolismos.

A acidez total (AT) não foi alterada pelo tratamento por déficit hídrico e variou de 0,2 a 0,30 g ácido ascórbico 100 g⁻¹ de fruto. A acidez é um parâmetro importante na conservação dos alimentos, pois reflete os processos de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação (OLIVEIRA et al., 1999).

Os valores da razão entre SS/AT foram aparentemente maiores nos acessos P337 (57,5) e P323 (51,6) nos tratamentos sob redução do aporte hídrico influenciados apenas pelo efeito do tratamento no teor de sólidos solúveis, pois a acidez não variou.

Os parâmetros L* (luminosidade) e ângulo Hue, relacionados a cor dos frutos, não foram influenciados pelo tratamento em nenhum dos acessos.

Confirmando a hipótese do trabalho o tratamento por déficit hídrico levou a um aumento no teor de carotenoides, mas apenas para o acesso P337. Os carotenoides são os principais pigmentos encontrados em pimentas *Capsicum*, e também os principais responsáveis pela variabilidade de sua coloração (QUIRÓS; COSTA, 2006). O aumento dos carotenoides em frutos de plantas sob aporte hídrico

reduzido pode estar relacionado a necessidade das plantas em proteger o sistema fotossintético como um mecanismo de defesa a um estresse.

CONCLUSÃO

A redução do aporte hídrico influenciou de forma distinta os parâmetros físico-químicos de cada acesso. A redução do aporte hídrico contribuiu para o acúmulo de carotenoides para o acesso P337, no entanto este acesso apresentou uma redução do parâmetro de produtividade medido. Em contrapartida o acesso P232 não apresentou perda de produtividade média, porém não houve o acúmulo de carotenoides esperado. Portanto o déficit hídrico pode levar ao acúmulo de metabólitos especializados mas pode levar a redução de produtividade e as respostas são dependentes do genótipo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Method 970.64, Carotenes and xanthophylls in dried plant materials and mixed feeds. ED. 18TH, GAITHERSBURG, 2007.

ARANHA, B. C., *Análise metabolômica não-direcionada de pimentas (Capsicum spp.) por CG-EM*. 2016. 74f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

DUTHIE, G.G., DUTHIE, S.J., KYLE, J.A.M., Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants. **Nutrition Research Reviews**, v. 13, p. 79-106, 2000.

GIUFFRIDA, D., DUGO, P., TORRE, G., BIGNARDI, C., CAVAZZA, A., CORRADINI, C., DUGO, G., Characterization of 12 Capsicum varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. **Food Chemistry**, v. 140, p. 794-802, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª Ed., 1ª Ed. Digital. São Paulo, 2008.

LANNES, S.D., FINGER, F.L., SCHUELTER, A.R., CASALI, V.W.D., Growth and quality of Brazilian accessions of Capsicum chinense fruits. **Scientia Horticulturae**, v.112, p.266-270, 2007.

LUO, X.J., PENG, J., LI, Y.J., Recent advances in the study of capsaicinoids and capsinoids. **European Journal of Pharmacology**, v. 650, p. 1-7. 2010.

MIKULIC-PETKOVSEK, M., SCHMITZER, V., JAKOPIC, J., CUNJA, V., VEBERIC, R., MUNDA, A., STAMPAR, F., Phenolic compounds as defence response of pepper fruits to *Colletotrichum coccodes*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 84, p. 138-145. 2013.

OLIVEIRA, M. E. B., BASTOS, M. S. R., FEITOSA, T., BRANCO, M. A. A. C., SILVA, M. G. G., Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

OLIVEIRA, I. R. de, *Radiação UV-C aplicada durante o cultivo de morangueiros (Fragaria x ananassa Duch.), cv. Camarosa, altera o metabolismo e a qualidade dos morangos*. 2013. 80f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

PHIMCHAN, P., CHANTHAI, S., BOSLAND, P. W., & TECHAWONGSTIEN, S., Enzymatic changes in phenylalanine ammonia-lyase, cinnamic-4-hydroxylase, capsaicin synthase, and peroxidase activities in capsicum under drought stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n.29, 7057-7062, 2014.

QUIRÓS, A. R., COSTA, H. S., Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 97–111, 2006.

RHOADES, J. D., KANDIAH, A., & MASHALI, A. M., *The use of saline waters for crop production*. v. 48. **ROME: FAO**, 1992.

RIBEIRO, C.S.C., HENZ, G.P., VILELA, N.J., AMARO, G.B., MELO W.F., REIFSCHNEIDER, F.J.B., **Árvore do Conhecimento: Pimenta**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn05zz5y02wx5ok0liq1mqmbc6m9w.html>. Acesso em: 10/09/2017.

RODONI, L.M., ZARO, M.J., HASPERU, J.H., CONCELL, A., VICENTE, A.R., UV-C treatments extend the shelf life of fresh-cut peppers by delaying pectin solubilization and inducing local accumulation of phenolics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 408-414. 2015.