

Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro

Carolina I Domenico¹; Janclei P Coutinho²; Helena T Godoy²; Arlete MT de Melo¹

¹IAC-APTA, Centro de Horticultura, C. Postal 28, 13012-970 Campinas-SP; ciatesta@hotmail.com; arlete@iac.sp.gov.br; ²FEA-UNICAMP, R. Monteiro Lobato 80, Cidade Universitária, 13035-388 Campinas-SP; janclei_coutinho@yahoo.com.br; helena@fea.unicamp.br

RESUMO

Nove acessos de *Capsicum chinense* do Banco Ativo de Germoplasma de pimentas do Instituto Agrônômico (IAC) foram caracterizados e avaliados nas condições edafoclimáticas de Campinas (SP). O experimento foi realizado de janeiro a outubro de 2010, em blocos casualizados, com nove tratamentos, cinco repetições e oito plantas por parcela. Foram avaliados altura da planta, hábito de crescimento da planta, antese da primeira flor, produtividade, massa fresca do fruto, comprimento do fruto, largura do fruto, conteúdo de capsaicina do fruto fresco, cor do fruto maduro, formato do fruto e superfície do fruto. Para a caracterização da planta e do fruto consideraram-se as quatro plantas centrais de cada parcela; para a extração da capsaicina, utilizaram-se três amostras de cinco frutos de cada acesso. A quantificação de capsaicina foi feita por meio de cromatografia líquida de ultra pressão. A altura das plantas variou de 1,13 a 0,85 m. Constatou-se hábito de crescimento compacto das plantas para a maioria dos acessos. Os acessos mais precoces para antese da primeira flor foram IAC 1644, IAC 1645 e IAC 1643, respectivamente. O acesso IAC 1646 apresentou alta produtividade e maiores largura e massa fresca do fruto e IAC 1641 apresentou os frutos mais longos. IAC 1552 ('Murupi') destacou-se com o maior conteúdo de capsaicina, superando IAC 1646 ('Scotch Bonnet') e IAC 1644 ('Fidalga'), do tipo habanero. Observaram-se as cores amarela, laranja, salmão e vermelha para os frutos. Quanto ao formato do fruto, os acessos classificaram-se em alongados, redondos, triangulares campanulados e bloco. Quanto à superfície, caracterizaram-se os frutos como lisos, semi-rugosos e rugosos. Concluiu-se que, nas condições edafoclimáticas em que a pesquisa foi desenvolvida e considerando os acessos avaliados, existe alta variabilidade em pimenta de cheiro para características agrônômicas e conteúdo de capsaicina. IAC 1552 destacou-se com o maior conteúdo de capsaicina, resultado inédito para uma pimenta de cheiro brasileira.

Palavras-chave: *Capsicum chinense*, diversidade, capsaicina, hortaliça, condimento.

ABSTRACT

Agronomic traits and pungency of chilli pepper

Nine accessions of the Active *Capsicum chinense* Germplasm Bank of Instituto Agrônômico were characterized and evaluated in climate and soil conditions of Campinas, São Paulo state, Brazil. The experiment was carried out from January to October 2010. The experimental design was randomized blocks, with nine treatments, five replications and eight plants per plot. Evaluated traits were plant height, plant growth habit, first flower anthesis, fruit yield, fresh fruit weight, fruit height and width, capsaicin content, ripe fruit color, fruit shape and fruit surface. For fruit and plant characterization were considered the four central plants of each plot; for capsaicin content evaluation were used three samples of five fruits of each accession. Capsaicin content was measured by ultra-high pressure liquid chromatography. Plant height ranged from 1.13 to 0.85 m. The most accessions presented compact growth habit of plants. Accessions IAC 1644, IAC 1645 and IAC 1643 were the earliest for anthesis of first flower. IAC 1646 showed high fruit yield, fruit width and fresh weight, and IAC 1641 showed the longest fruits. IAC 1552 ('Murupi') stood out with highest capsaicin content, outperforming IAC 1646 ('Scotch Bonnet') and IAC 1644 ('Fidalga'), habanero types. Fruits presented yellow, orange, salmon and red colors. The fruits presented the elongated, round, triangular, campanulated and blocked shape. The fruit surface was characterized as smooth, semi-rough and rough. In the climate and soil conditions where the research was developed and, regarding the accessions evaluated, there was high variability in chili peppers for agronomic traits and capsaicin content. IAC 1552 stood out with highest capsaicin content, first result for a Brazilian chilli pepper.

Keywords: *Capsicum chinense*, diversity, capsaicin, vegetable, spice.

(Recebido para publicação em 29 de julho de 2011; aceito em 30 de julho de 2012)

(Received on July 29, 2011; accepted on July 30, 2012)

O cultivo de pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil é de grande importância, seja por suas características de rentabilidade, principalmente quando o produtor agrega valor ao produto, ou por sua importância social, já que o cultivo de pimenta é feito por agricultores familiares que geram empregos, pois a cultura exige grande quantidade de mão de obra, em especial durante a colheita (Moreira *et al.*, 2006). De acordo com a Embrapa Hortaliças, desde o preparo

do solo até a colheita, a atividade gera de três a quatro empregos diretos, com uma renda bruta que oscila entre R\$ 4 e 12 mil/ha/ano (Panorama Rural, 2006).

O mercado de pimenta hortícola é um segmento com grande potencial de crescimento em todos os continentes, tanto para consumo *in natura* quanto para processamento. A produção de pimenta como especiaria e como hortaliça teve aumento mundial de 21%, de 1994 a 1998 (Bosland & Votava, 1999).

De acordo com a ABCSEM (2011), em 2007 foram comercializados 590,1 kg de sementes de cultivares de pimentas pungentes e não pungentes no Brasil, permitindo estimar uma área cultivada aproximada de 1,9 mil 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.*, 2010).

No mercado brasileiro, as pimentas de cheiro são muito apreciadas e são caracterizadas pela grande variabilidade no formato, na pungência e na coloração dos frutos (Rufino & Penteado, 2006; Moreira *et al.*, 2006).

Os frutos de *Capsicum* são fontes importantes de três antioxidantes naturais, as vitaminas C e E e os carotenóides (Ribeiro *et al.*, 2008). As pimentas, 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). As substâncias responsáveis pela pungência são alcalóides denominados de capsaicinóides, exclusivos do gênero *Capsicum* (Ishikawa *et al.*, 1998). Dos 14 capsaicinóides já identificados, os de maior ocorrência nos frutos são a capsaicina, que responde por 71% do total, e a dihidrocapsaicina (Bosland & Votava, 1999; Nwokem *et al.*, 2010).

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

Assim é que, concordando com autores como Jarret & Berke (2008), Lannes *et al.* (2007) e Sudré *et al.* (2010), é preciso ampliar as pesquisas de caracterização dos BAG a fim de fornecer subsídios aos programas de melhoramento genético de modo que cultivares melhoradas para as características apontadas possam ser obtidas.

Independentemente da técnica utilizada, a caracterização deve ser feita a fim de garantir o conhecimento prévio das espécies conservadas dispondo-o de uma forma mais efetiva para a utilização.

Na opinião de Jarret & Berke (2008), a literatura atual contém pouca ou nenhuma informação sobre a gama de características morfológicas de *C. chinense*. Para esses autores, descrições detalhadas sobre morfotipos, disponibilidade de sementes ou o registro fotográfico ainda não foram realizadas. Por sua vez, para Lannes *et al.* (2007), apesar da importância de *C. chinense* no Brasil, pouco se sabe sobre o desenvolvimento do fruto, a variabilidade no conteúdo de capsaicinóides e a intensidade da cor nos acessos coletados em todo o país durante as últimas três décadas. Da mesma forma, Sudré *et al.* (2010) enfatizaram que a caracterização de espécies domesticadas de *Capsicum* são de grande interesse, particularmente para os BAG, visto que a ampla variabilidade existente na espécie ainda não está inteiramente conhecida e explorada.

O objetivo desse trabalho foi avaliar dez características agronômicas e o conteúdo de capsaicina em acessos de pimenta de cheiro do banco ativo de germoplasma de *Capsicum* do Instituto Agronômico (IAC) nas condições edafoclimáticas de Campinas.

MATERIAL E MÉTODOS

Germoplasma, localização do experimento e condições experimentais - Nove acessos de *C. chinense* do BAG de pimenta do IAC foram utilizados neste estudo de caracterização e avaliação. A escolha desses acessos levou em conta a variabilidade do grau de pungência conhecido por meio de prova gustativa. Exceto 'Scotch Bonnet', cujo conteúdo de pungência já foi determinado (Yao *et al.*, 1994), para os demais, essa informação não existe. A tabela 1 descreve os acessos estudados.

O experimento foi realizado no Centro de Horticultura do Instituto Agronômico (IAC), em Campinas (22°54'S, 47°05'W, altitude 674 m), de janeiro a outubro de 2010, com delineamento experimental em blocos casualizados, com nove tratamentos, cinco repetições

e oito plantas por parcela.

Produção das mudas e manejo da cultura no campo

A semeadura foi realizada em janeiro de 2010, em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células preenchidas com substrato comercial (Plantmax HT®), colocando-se três sementes por célula. Após a semeadura, aplicou-se uma camada de vermiculita sobre a bandeja com o objetivo de manter a umidade. As bandejas foram colocadas em bancadas para produção de mudas dentro do viveiro de mudas do Centro de Horticultura. Em fevereiro, no estádio de primeira folha verdadeira, foi realizado o desbaste das mudas, mantendo-se apenas a plântula mais vigorosa em cada célula. As mudas foram adubadas duas vezes por semana com nitrato de cálcio (32% N e 26% Ca) e nitrato de potássio (12% N e 45% K), na dosagem de 1,5 g L⁻¹ de cada formulação. Os cuidados nessa etapa visaram à produção de mudas uniformes e sadias capazes de expressar o seu potencial de produção de capsaicina. O transplântio para o local definitivo foi realizado em março, aos 37 dias após a semeadura, quando as plantas estavam com três a quatro pares de folhas verdadeiras e com, aproximadamente, 12 cm de altura, conforme as recomendações propostas por Bosland & Votava (1999) e Ribeiro *et al.* (2008). As mudas foram transplantadas para canteiros de 1,0 m de largura e 0,20 m de altura, preparados com roto-encanteirador. Em cada canteiro foram colocadas duas linhas de plantas com espaçamento de 0,7 m entre as mesmas e 0,5 m entre plantas. O espaçamento entre linhas foi de 1 m. Para evitar competição com plantas espontâneas e manter a umidade do solo, os canteiros foram cobertos com filme plástico de cor preta (*mulching*).

Adotou-se o sistema de irrigação localizado por meio de gotejamento, o qual foi instalado antes da colocação do *mulching*, com espaçamento de 0,20 m entre emissores. A irrigação foi realizada procurando-se manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. As adubações de plantio e de cobertura e os tratamentos culturais no experimento foram realizados sempre que necessário de acordo com as recomendações da cultura preconizados por Melo &

Nagai (1998).

Descritores utilizados - Para a caracterização das plantas, foram utilizados os seguintes descritores, conforme IPGRI (1995): altura da planta (m); hábito de crescimento da planta (prostrado, compacto, ereto); antese da primeira flor, medida em função de dias após a semeadura. Essas observações foram realizadas em outubro de 2010, no final do experimento.

Para os componentes de produção e caracteres de fruto, foram avaliadas as seguintes características: produtividade (g/planta); massa fresca do fruto (g); comprimento do fruto (cm); largura do fruto (cm); conteúdo de capsaicina do fruto fresco (mg/g), cor do fruto maduro; formato do fruto e superfície do fruto. Foram considerados os dez primeiros frutos maduros provenientes de cada uma das quatro plantas centrais de cada parcela, exceto para produtividade, obtida pela pesagem dos frutos colhidos semanalmente de cada uma das plantas avaliadas, de junho a outubro de 2010.

Quantificação da capsaicina - As análises foram realizadas na Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em outubro de 2010.

O conteúdo de capsaicina nos frutos de cada acesso foi quantificado por meio da técnica de cromatografia líquida de ultra pressão (UPLC). Vinte frutos maduros colhidos aleatoriamente das quatro plantas centrais de cada parcela foram misturados, obtendo-se uma amostra composta para cada acesso. Antes de iniciar as análises, obteve-se a curva de calibração por meio da comparação com o padrão de capsaicina comercial (*Cayman Chemical*, Michigan, USA), com pureza maior que 95%. A quantificação foi realizada por integração da área do pico obtido com a injeção de 3 µL de extrato da amostra. Os dados obtidos da análise foram interpolados à curva de calibração construída com sete pontos da substância padrão (Ha *et al.*, 2010). O tempo de retenção da capsaicina na coluna foi de 3,1 minutos.

A análise foi feita de acordo com o protocolo estabelecido para este estudo, pelo Laboratório de Análise de Alimentos da Unicamp.

Para extração da capsaicina, utili-

zaram-se três amostras de cinco frutos frescos de cada acesso. Após a retirada dos pedúnculos, os frutos inteiros foram cortados e macerados com gral e pistilo. Em seguida, 1 g de pimenta macerada e homogeneizada foi transferido para um becker, adicionando-se 20 mL de metanol (JT Baker) grau cromatográfico. Submeteu-se a solução a banho de ultrassom (Arruda Ultrassom Ltda), por 20 minutos. Posteriormente, filtrou-se o extrato, utilizando papel analítico qualitativo, completando-se o filtrado com metanol até a marca de 25 mL do balão volumétrico. Uma alíquota de 1 mL desse extrato foi filtrada em membrana 0,22 µm de PVDF (fluoreto de polivinilideno), armazenando o extrato obtido em um vial (Barbero *et al.*, 2008) para posterior análise.

A análise cromatográfica foi realizada em cromatógrafo UPLC[®]Acquity, da Waters, equipado com detector DAD (*diode array detector*) monitorado a 280 nm e coluna *Thermo Gold[®] C18* (octadecil) com 100 mm de comprimento, 3,0 mm de diâmetro interno e tamanho de partícula de 1,9 µm. A fase móvel inicial foi composta de 30% de água ultra-pura (A) e 70% da mistura metanol: acetone nitrila (95:5) (B) a um fluxo de 0,4 mL min⁻¹. Com alteração gradativa, aos sete minutos, o fluxo passou para 0,65 mL min⁻¹ e 100% de B. O fluxo manteve-se constante até o tempo de nove minutos e, gradativamente, voltou à condição de fluxo e composição da fase móvel inicial, totalizando dez minutos de análise. As mudanças de fases seguiram a curva sete do *software* operacional (*Empower*).

Os dados foram submetidos a análises de variância, empregando-se o teste F. Quando houve significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se diferenças para todas as características de planta e de frutos estudadas. A altura das plantas variou de 1,13 a 0,85 m nos acessos de hábito de crescimento ereto (IAC 1641 e IAC 1647) e de 0,76 a 0,59 m nos acessos de hábito compacto (IAC 1552, IAC 1592, IAC 1643, IAC 1644, IAC 1645, IAC 1646, IAC 1648). Smith & Heiser (1957) observaram variação entre 0,45 e 0,76 m de altura no grupo de *C. chinense* estudado. As diferenças se devem à diversidade genética dos grupos de acessos estudados.

O número de dias para a antese da primeira flor variou de 95 a 118 dias (Tabela 2). Esses valores mostraram-se próximos aos verificados por Silva Filho *et al.* (2009) e Castro & Dávila (2008), respectivamente, de 70 a 93 dias e de 93 a 120 dias após a semeadura. Os acessos mais precoces foram IAC 1644, IAC 1645 e IAC 1643, iniciando a produção aos 95, 100 e 102 dias, respectivamente.

Em relação à produtividade, IAC 1646 apresentou 566,7 g planta⁻¹, não diferindo estatisticamente de IAC 1643 (526,4 g planta⁻¹), IAC 1648 (508,2 g planta⁻¹), IAC 1552 (448,1 g planta⁻¹) e IAC 1645 (414,8 g planta⁻¹) (Tabela 2). Souza & Maluf (2003) avaliaram a pro-

Tabela 1. Número do acesso, nome vulgar e procedência de nove acessos de *Capsicum chinense* (accession number, common name and origin of nine *Capsicum chinense* accessions). Campinas, IAC, 2010.

Acesso	Nome vulgar	Procedência
IAC 1552	Murupi	Companhia das Ervas
IAC 1592	De cheiro	Hortivale
IAC 1641	Murupi vermelha	CEAGESP
IAC 1643	Biquinho	Mercado Municipal de Campinas
IAC 1644	Fidalga	Mercado Municipal de Campinas
IAC 1645	Bode	Mercado Municipal de Campinas
IAC 1646	Scotch Bonnet	CEAGESP
IAC 1647	De cheiro	Supermercados Dalben
IAC 1648	De cheiro	Supermercados Dalben

Tabela 2. Valores médios e características qualitativas de altura da planta (AP), hábito de crescimento da planta (HC), antese da primeira flor (AF), produtividade (PP), massa fresca do fruto (MF), comprimento (CF) e largura do fruto (LF), conteúdo de capsaicina em fruto fresco (CC), cor do fruto maduro (CO), formato do fruto (FF) e superfície do fruto (SF) de nove acessos de *Capsicum chinense* (means of plant height, plant growth habit, first flower anthesis, fruit yield, fruit fresh weight, fruit length, fruit width, capsaicin content of fresh fruit, ripe fruit color, fruit shape, and fruit surface of nine *Capsicum chinense* accessions). Campinas, IAC, 2010.

Acesso	AP (m)	HC	AF (dias)	PP (g/planta)	MF (g)	CF (cm)
IAC 1641	1,13 ¹ a ²	ereto	104 bc	356,1 bcd	4,8 c	7,4 a
IAC 1647	0,85 b	ereto	107 bc	360,5 bcd	2,0 fg	3,7 cde
IAC 1644	0,76 c	compacto	95 a	380,7 bcd	2,7 ef	3,1 cde
IAC 1645	0,73 c	compacto	100 ab	414,8 abcd	2,8 de	2,8 de
IAC 1648	0,69 cd	compacto	112 cd	508,2 abc	5,6 b	3,9 cd
IAC 1592	0,68 cde	compacto	117 d	282,6 bd	3,4 d	2,5 de
IAC 1646	0,63 def	compacto	118 d	566,7 a	7,7 a	4,4 bc
IAC 1643	0,60 ef	compacto	102 abc	526,4 ab	1,4 g	2,3 e
IAC 1552	0,59 f	compacto	106 bc	448,1 abc	2,9 de	5,8 b
CV (%)	11,6		9,23	23,8	14,7	24,2

Acesso	LF (cm)	CC (mg/g)	FF	CO	SF
IAC 1641	1,4 c	41,7 bc	Alongado	Vermelha	Rugosa
IAC 1647	1,2 de	18,8 d	Triangular	Salmão	Lisa
IAC 1644	1,4 cd	36,2 c	Bloco	Amarela	Lisa
IAC 1645	1,8 b	25,1 d	Redondo	Amarela	Semi rugosa
IAC 1648	2,5 a	37,9 c	Campanulado	Laranja	Semi rugosa
IAC 1592	1,8 b	0,0 e	Triangular	Laranja	Semi rugosa
IAC 1646	2,4 a	50,9 b	Campanulado	Salmão	Semi rugosa
IAC 1643	1,1 e	0,0 e	Triangular	Vermelha	Lisa
IAC 1552	1,3 cde	71,5 a	Alongado	Amarela	Rugosa
CV (%)	19,5	4,86			

¹Dados originais; para a análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x+1}$ (original data; for statistical analysis the data were transformed in $\sqrt{x+1}$); ²Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) (means followed by same letter in column do not differ significantly by Tukey test, p<0,05).

dução total de frutos em quatro parentais e dez híbridos de *C. chinense*, obtendo de 76,8 a 591,1 g planta⁻¹ para os pais e de 80,3 a 705,5 g planta⁻¹ para os híbridos. A divergência de valores, obtidas nesse estudo e nos trabalhos descritos acima, deve estar relacionada com as características do fruto de cada acesso e também com a diferença edafoclimática do local de realização dos experimentos. Segundo Jarret & Berke (2008) algumas pimentas de cheiro com características preferidas pelo consumidor foram submetidas à maior pressão de seleção para produtividade.

A massa fresca do fruto variou de 1,4 a 7,7 g (Tabela 2), mostrando que essa variação é consequência da diversidade de tamanho de fruto observada entre os nove acessos. Resultados similares foram obtidos por Lannes *et al.* (2007),

de 0,9 a 19,1 g, Schuelter *et al.* (2010), de 2,8 a 12,8 g, Jarret & Berke (2008), de 0,1 a 22,7 g, e Castro & Dávila (2008), de 1,8 g a 22,2 g, ainda que em outros acessos de *C. chinense*.

Em relação ao comprimento, observaram-se valores de 2,1 a 7,7 cm. IAC 1641 apresentou os frutos mais longos, com 7,7 cm, diferindo estatisticamente dos demais acessos. Quanto à largura do fruto, houve variação de 1,1 a 2,5 cm, sendo IAC 1646 e IAC 1648 os mais largos, com 2,4 e 2,5 cm, respectivamente, que não diferiram entre si (Tabela 2). Jarret & Berke (2008) observaram variação de 0,8 a 11,4 cm para comprimento e de 0,6 a 4,0 cm para largura do fruto nos acessos avaliados; para Lannes *et al.* (2007), o comprimento e a largura variaram de 1,4 a 7,6 cm e de 0,8 a 4,2 cm, respectivamente. Para comprimento

do fruto, Fonseca *et al.* (2008) determinaram cinco classes, com medidas de 1 a 12 cm, enquanto que, para a largura, houve três classes, com médias variando entre menor que 1,0 e maior que 2,5 cm.

Os resultados obtidos para conteúdo de capsaicina mostraram diferenças significativas entre os acessos avaliados, com valores variando de 18,8 a 71,5 mg g⁻¹ (Tabela 2). A concentração dessa substância nos frutos de pimenta depende de fatores genéticos e de ambiente e do manejo da cultura. Em relação a fatores genéticos, há variabilidade entre acessos da mesma espécie e de espécies distintas. O estágio de desenvolvimento do fruto também interfere no conteúdo de capsaicinóides, observando-se acúmulo até o início do amadurecimento e decréscimo a partir desse estágio (Bosland & Votava, 1999).

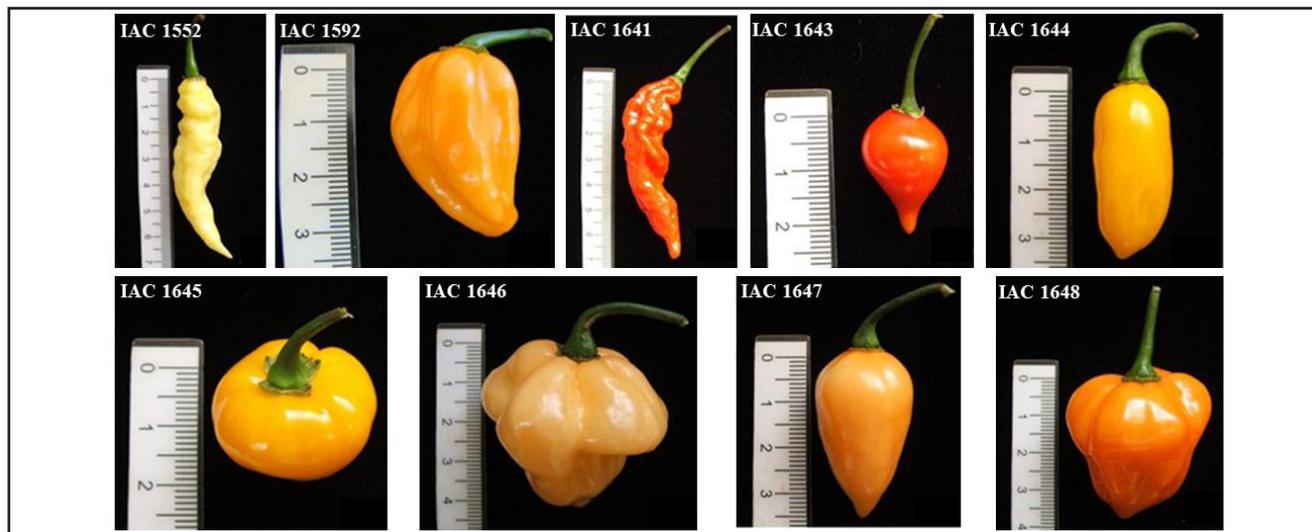


Figura 1. Ilustração do tamanho, formato e cor do fruto de nove acessos de *Capsicum chinense* (size, shape, and color illustration of *Capsicum chinense* fruit accessions) (imagem colorida na versão on-line). Campinas, IAC, 2010.

Os valores de capsaicina encontrados nesse experimento estão além dos resultados encontrados por Antonious *et al.* (2009) que obtiveram, dentre 63 acessos de *C. chinense*, variação na concentração de capsaicina de 0,01 a 1,52 mg g⁻¹ de fruto fresco.

O acesso IAC 1552, 'Murupi', destacou-se produzindo 71,5 mg de capsaicina por grama de matéria fresca de fruto. 'Murupi' é considerada uma pimenta altamente pungente, mas seu conteúdo de capsaicina não havia sido determinado até o momento. O valor médio encontrado de 71,5 mg g⁻¹ diferiu estatisticamente dos demais, porém o acesso IAC 1641, 'Murupi' vermelha, não apresentou valor tão expressivo com 41,7 mg g⁻¹ de fruto fresco, não diferindo do acesso IAC 1648, De cheiro e IAC 1644, 'Fidalga'. Também em *C. chinense*, Nwokem *et al.* (2010) avaliaram frutos frescos e obtiveram, como a concentração mais alta de capsaicina, o valor de 9,17 mg g⁻¹, enquanto Antonious & Jarret (2006) determinaram o valor de 2,9 mg g⁻¹, como o maior conteúdo de capsaicina nos acessos avaliados.

A elevada pungência de 'Murupi', confirmada pelo alto conteúdo de capsaicina obtido, foi um resultado surpreendente e inédito para uma pimenta de cheiro brasileira. Esse resultado é promissor, notadamente para o mercado farmacêutico, que já utiliza a capsaicina como princípio ativo para a produção de diversos fármacos.

Exceto dois acessos para os quais não se detectou capsaicina (IAC 1592 e IAC 1643), todos os demais também mostraram alto conteúdo de capsaicina variando de 18,8 a 50,9 mg g⁻¹ (Tabela 2). Acessos sem capsaicina têm potencial para uso ornamental em vasos e jardins (Lannes, 2005), enquanto que acessos com e sem capsaicina são indicados para processamento e consumo *in natura*.

Verificou-se, ainda, que mesmo os acessos IAC 1645 e IAC 1647, que produziram os menores conteúdos de capsaicina (25,1 e 18,8 mg g⁻¹ de matéria fresca, respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si, foram superiores àqueles descritos em literatura como os mais picantes. Lannes *et al.* (2007) avaliando 49 acessos de *C. chinense*, verificaram que o maior conteúdo de capsaicina foi de 14 mg g⁻¹ de fruto seco. Segundo Masi *et al.* (2007), o valor do conteúdo total de capsaicinóides em frutos frescos de oito populações de *C. annum* variou de 346 mg kg⁻¹ a 1460 mg kg⁻¹, enquanto que o valor mínimo obtido em frutos secos da mesma população foi de 662 mg kg⁻¹, e o máximo foi de 3689 mg kg⁻¹. Esses mesmos autores apontaram que a oscilação entre os valores totais de capsaicinóides em frutos frescos e secos é devida a diferentes porcentagens no conteúdo de água. Quando a água de uma amostra é removida através da secagem, permanece uma fração sólida

de menor peso e maior concentração que em seu estado fresco. Nesse processo, há perda de algumas vitaminas solúveis em água, mas em compensação, essa perda de água aumenta bastante a concentração de açúcar e de outros nutrientes presentes no fruto fresco. Sendo assim, o fruto desidratado difere do fruto fresco, quanto à composição química, havendo necessidade de cuidado na comparação dos dados, pois resultados de análises feitas com a matéria fresca são diferentes daquelas feitas com a matéria seca.

A diversidade de valores encontrados para o conteúdo de capsaicina é explicada por alguns autores como uma resposta afetada pela interação genótipo-ambiente, algumas vezes com predomínio dos fatores ambientais. A mesma cultivar de pimenta plantada em diferentes locais apresenta diferentes conteúdos de capsaicinóides, pois qualquer estresse à planta altera a pungência do fruto (Bosland & Votava, 1999; Ribeiro *et al.*, 2008; Borges-Gómez *et al.*, 2010).

Analisando a relação da cor do fruto com a pungência, Pino *et al.* (2007) sugeriram que o teor dos capsaicinóides pode estar associado à cor do fruto, pois verificaram que as cultivares de cor laranja foram as mais pungentes. Nwokem *et al.* (2010) encontraram maior pungência em frutos de cor amarela. No presente experimento, não se estudou a relação entre teor de capsaicina e cor de fruto.

Os frutos apresentaram formatos alongados, redondos, frutos triangulares, campanulados e bloco (Tabela 2 e Figura 1). Lannes *et al.* (2007) classificaram 49 acessos de *C. chinense* em alongados, quase-redondos, triangulares, campanulados e em bloco. Fonseca *et al.* (2008) caracterizaram 38 acessos de *C. chinense* nos formatos alongado, redondo, triangular e campanulado. Segundo Jarret & Berke (2008), 92% dos frutos de 330 acessos de *C. chinense* apresentaram formato alongado.

Em relação à cor do fruto maduro, observaram-se quatro classes: amarela, laranja, salmão e vermelha (Tabela 2, Figura 1). Lannes *et al.* (2007) observaram somente as cores amarela, laranja e vermelha. Por sua vez, Fonseca *et al.* (2008) classificaram os acessos em nove cores caracterizadas por amarelo, amarelo-pálido, amarelo-limão, amarelo-alaranjado, laranja, salmão, vermelho, vermelho-escuro e roxo. Os acessos avaliados por Jarret & Berke (2008) distribuíram-se em vermelho, laranja, amarelo e chocolate. Pino *et al.* (2007) concluíram que variedades que produzem frutos de cores laranja e marrom apresentaram melhor composição química relacionada ao aroma do que variedades de frutos vermelhos. Segundo Lannes *et al.* (2007), entre os atributos de qualidade desejados para páprica em pó, a intensidade da cor vermelha é considerada um dos mais importantes. Quanto à superfície, os frutos apresentaram superfície lisa, semi-rugosa e rugosa (Tabela 2, Figura 1). Frutos com superfície rugosa têm menor aceitação no mercado *in natura*, pois o consumidor tende a compará-lo com produto deteriorado. Em contrapartida, para obtenção de capsaicina, essa característica não é relevante. As características de formato, cor e superfície do fruto para os nove acessos avaliados concordaram também com os observados por Ribeiro *et al.* (2008).

Do ponto de vista agrônômico, o desejável são plantas precoces, produtivas e de altura mediana, que produzam frutos pungentes ou não pungentes. Ocorre que nem sempre os acessos domesticados e selecionados ao longo de cinco séculos essencialmente para o caráter pungência, possuem as caracte-

terísticas agrônômicas hoje desejáveis pela cadeia produtiva.

De acordo com essas informações e levando em consideração a influência do ambiente no desenvolvimento vegetal e na pungência dos frutos, sugere-se que estudos numa mesma coleção de pimenta de cheiro sejam conduzidos em diferentes locais e condições edafoclimáticas a fim de avaliar o efeito do ambiente.

Concluiu-se que nas condições edafoclimáticas de desenvolvimento da pesquisa e considerando os acessos avaliados, existe alta variabilidade em *C. chinense* para características agrônômicas e conteúdo de capsaicina; o acesso IAC 1646 apresentou alta produtividade e maiores massa fresca e largura do fruto, e o acesso IAC 1552 destacou-se com o maior conteúdo de capsaicina, resultado inédito para uma pimenta de cheiro brasileira.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Mudas e Sementes. 2007. *Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças*. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>. Acessado em 1 de março de 2011.
- ANTONIOUS GF; JARRET RL. 2006. Screening *Capsicum* accessions for capsaicinoids content. *Journal of Environmental Science and Health* 41: 717-729.
- ANTONIOUS GF; BERKE T; JARRET RL. 2009. Pungency in *Capsicum chinense*: variation among countries of origin. *Journal of Environmental Science and Health* 44: 179-184.
- BARBERO GF; LIAZID A; PALMA M; BARROSO CG. 2008. Ultrasound-assisted extraction of capsaicinoids from peppers. *Talanta* 75: 1332-1337.
- BORGES-GOMEZ L; CÁRDENAS LC; NOVELO JR; FREGOSO MS; OREGEL VR; COUOH EV. 2010. Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana* 28: 35-41.
- BOSLAND PW; VOTAVA EJ. 1999. *Peppers: vegetable and spice Capsicums*. New York: CABI Publishing. p. 66-83.
- CASTRO SP; DÁVILA MAG. 2008. Caracterización morfológica de 93 accesiones de *Capsicum* spp del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. *Acta Agronómica* 57: 247-252.
- DOMENICO CI; LILLIAJO; MELO AMT. 2010. Caracterização de componentes de produção de híbridos intra-específicos de pimenta-hortícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. *Resumos...* Guarapari: ABH (CD-ROM).
- FERREIRA DF. 1999. SISVAR: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA. (Software estatística).
- FONSECARM; LOPES R; BARROS WS; LOPES MTG; FERREIRA FM. 2008. Morphologic characterization and genetic diversity of *Capsicum chinense* Jacq. accessions along the upper Rio Negro – Amazonas. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 8: 187-194.
- HA J; SEO H; SHIN Y; SEO D; SEOG H; ITO M; NAKAGAWA H. 2010. Determination of capsaicinoids in foods using ultra high performance liquid chromatography. *Food Science and Biotechnology* 19: 1005-1009.
- IPGRI - INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCE INSTITUTE. Descriptor for *Capsicum* (*Capsicum* spp.) Rome: International Plant Genetic Resource Institute, 1995. 49p.
- 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 annum* L. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 17: 22-25.
- JARRET RL; BERKE T. 2008. Variation for fruit morphological characteristics in a *Capsicum chinense* Jacq. germplasm collection. *HortScience* 43: 1694-1697.
- LANNES SD. 2005. Diversidade em *Capsicum chinense*: Análise química, morfológica e molecular. Viçosa: UFV. 81p. (Tese doutorado).
- LANNES SD; FINGER FL; SCHUELTER AR; CASALI VWD. 2007. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. *Scientia Horticulturae* 112: 266-270.
- MASI LD; SIVIERO P; CASTALDO D; CAUTELA D; ESPOSITO C; LARATTA B. 2007. Agronomic, chemical and genetic profiles of hot peppers (*Capsicum annum*). *Molecular Nutrition and Food Research* 51: 1053-1062.
- MELO AMT; NAGAI H. 1998. Pimenta-hortícola. *Capsicum* spp. In: FAHL JE; CAMARGO MBP; PZZINATTO MA; BETTI JA; MELO AMT; DEMARIA IC; FURLANI AMC (eds) *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. 6ª Ed. Campinas: Instituto Agrônomo. 396p. (Boletim 200).
- 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. *New York Science Journal* 3: 17-21.
- PANORAMA RURAL. 2006. Pimenta - um mundo de cores e sabores. *Panorama Rural* 7: 30-35.
- PINO J; GONZÁLEZ M; CEBALLOS L; CENTURIÓN-YAH AR; TRUJILLO-AGUIRRE J; LATOURNERIE-MORENO L; SAURI-DUCH E. 2007. Characterization of total capsaicinoids, color and volatile compounds of habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivars in Yucatan. *Food Chemistry* 104: 1682-1686.

- REIFSCHNEIDER FJB. 2000. *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Embrapa Hortaliças. 113p.
- RIBEIRO CSC; LOPES CA; CARVALHO SIC; HENZ GP; REIFSCHNEIDER FJB. 2008. *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças. 200p.
- RUFINO JLS; PENTEADO DCS. 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe Agropecuário* 27: 7-15.
- SCHUELTER AR; PEREIRA AM; AMARAL JÚNIOR AT; CASALI VWD; SCAPIM CA; BARROS WS; FINGER FL. 2010. Genetic control of agronomically important traits of pepper fruits analyzed by Hayman's partial diallel cross scheme. *Genetics and Molecular Research* 9: 113-127.
- SILVA FILHO DF; OLIVEIRA MC; MARTINS LHP; NODA H; MACHADO M. 2009. Diversidade fenotípica em pimenteiros cultivadas na Amazônia. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. São Luiz, MA. 6p.
- SMITH PG; HEISER CB. 1957. Taxonomy of *Capsicum chinense* Jacq. and the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 84: 413-420.
- SOUZA JA; MALUF WR. 2003. Diallel analyses and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) *Scientia Agricola* 60: 105-113.
- SUDRÉ CP; GONÇALVES LSA; ROFRIGUES R; AMARAL JÚNIOR AT; RIVA-SOUZA EM; BENTO CS. 2010. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genetics and Molecular Research*, 9: 283-294.
- SURH YJ; LEE E; LEE JM. 2002. The capsaicin study. *Mutation Research* 41: 259-267.
- TIB - Trade Information Brief. 2005. *Capsicum*. South African Development Community Trade Development: Pretoria. 2005. 44p. Disponível em <http://www.sadctrade.org/tib>. Acessado em 2 de março de 2011.
- YAO J; NAIR MG; GHANDRA A. 1994. Supercritical carbon dioxide extraction of Scotch Bonnet (*Capsicum annum*) and quantification of capsaicin and dihydrocapsaicin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42: 1303-1305
-