



ARTIGO

Comportamento meiótico em acessos de *Capsicum chinense* Jacq. do Banco de Germoplasma da Embrapa, Brasil

Marisa Toniolo Pozzobon^{1*}, Luciano de Bem Bianchetti¹, Sileuza dos Santos¹, Sabrina Isabel Costa de Carvalho², Francisco José Becker Reifschneider³ e Cláudia Silva da Costa Ribeiro²

Recebido: 3 de dezembro de 2014 Recebido após revisão: 29 de maio de 2015 Aceito: 2 de junho de 2015
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3239>

RESUMO: (Comportamento meiótico em acessos de *Capsicum chinense* Jacq. do Banco de Germoplasma da Embrapa). Estudos sobre esterilidade e estabilidade intra-específica são fundamentais para a conservação e seleção de genótipos de interesse do programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa. O objetivo deste trabalho foi realizar a identificação de genótipos potencialmente férteis para incorporação em programas de melhoramento. Foram analisados citologicamente seis acessos de pimentas (*C. chinense*) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças. Observou-se uma baixa frequência de anormalidades meióticas para a maioria dos acessos, que são potencialmente aptos para uso no programa, à exceção do CNPH 4327 com um comprometimento de 41,15% das células analisadas. Isso pode ser também constatado pelo baixo índice meiótico e viabilidade polínica deste acesso. De forma geral, a viabilidade do pólen esteve correlacionada com as anormalidades meióticas. Dessa forma, as diferenças observadas entre os acessos indicam que a viabilidade polínica é afetada pelo genótipo, mas também pode sofrer alguma influência do estágio de maturação do grão de pólen e de fatores ambientais.

Palavras-chave: meiose, citologia, pólen, pimenta.

ABSTRACT: (Meiotic behavior in accessions of *Capsicum chinense* Jacq. from the Embrapa Germplasm Bank, Brazil). Studies on intraspecific sterility and stability are fundamental to the conservation and selection of the most promising genotypes to Embrapa's *Capsicum* breeding program. The aim of this study was to identify potentially fertile genotypes for incorporation into breeding programs. Six accessions of chili pepper (*C. chinense*) belonging to Embrapa's Active Bank of *Capsicum* Germplasm were cytologically analyzed. We observed a low frequency of meiotic abnormalities in most accessions, which are potentially suitable for use in the program, except for CNPH 4327, which showed 41.15% of compromised cells. This fact was reinforced by the low meiotic index and pollen viability showed by this accession. In general, pollen viability was correlated with meiotic abnormalities. Thus, the differences between the accessions indicate that pollen viability is affected by the genotype, but may also be influenced to some extent by the pollen grain maturation stage as well as by environmental factors.

Keywords: cytology, meiosis, pepper, pollen

INTRODUÇÃO

Capsicum chinense Jacq. tem sua área de maior diversidade na Bacia Amazônica (Casali & Couto 1984), tendo sido domesticada pelos indígenas e, portanto, considerada como a mais brasileira entre as espécies domesticadas de *Capsicum* (Reifschneider 2000). Formas domesticadas de *C. chinense* destacam-se pela ampla variabilidade morfológica, expressa na diversidade de formas, tamanhos e cores dos frutos, que são geralmente muito picantes e aromáticos. Os tipos de pimenta mais conhecidos dessa espécie são habanero, pimenta-de-cheiro, murupi, pimenta-de-bico (biquinho), pimenta-de-bode e cumari-do-Pará (Ribeiro & Reifschneider 2008).

A espécie *C. chinense* é muito popular em toda a região tropical e é muito usada para dar sabor e pungência à cozinha caribenha (Moses & Umaharan 2012), como a pimenta habanero com seus frutos extremamente picantes. No Brasil, o cultivo de pimentas, incluindo as pimentas *C. chinense*,

tem sido uma importante fonte de renda para a população agrícola de diferentes regiões do país. A pimenta murupi, por exemplo, é o morfotipo preferido pelos indígenas e não-indígenas do Estado de Roraima (extremo Norte da Amazônia brasileira) para preparar molhos e jequitaita (pó de pimentas) (Barbosa *et al.* 2010). Seus frutos são de formato alongado, superfície rugosa, com coloração amarela ou vermelha quando maduro, peso inferior a 4,5 gramas, aroma característico e pungência elevada (Barbosa *et al.* 2010), que pode atingir valores acima de 220.000 SHU (Scoville Heat Unit) (Ribeiro & Reifschneider 2008). Vale ressaltar algumas formas com baixa pungência como a pimenta biquinho, comum no Estado de Minas Gerais, Brasil.

Dentro de um novo contexto de mercado brasileiro, aberto à exploração de novos tipos e desenvolvimento de novos produtos à base de pimentas, a Embrapa Hortaliças, ao longo de mais de duas décadas, tem ampliado constantemente sua coleção com a incorporação de novos

1. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Parque Estação Biológica, PqEB, Av. W5 Norte (final), Caixa Postal 02372, CEP 70770-917, Brasília, DF, Brasil.

2. Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060, Km 09 (Brasília/Anápolis), Fazenda Tamanduá, Caixa Postal 218, CEP 70351-970, Brasília, DF, Brasil.

3. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº, CEP 70770-901, Brasília, DF, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: marisa.pozzobon@embrapa.br

acessos no banco de germoplasma de *Capsicum* spp.. Coletas na região Amazônica brasileira nas décadas de 1980 e 90 possibilitaram o enriquecimento do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças (BAG) com populações de *C. chinense*. Dentre os acessos de *C. chinense* foram selecionados seis genótipos com características de interesse para o programa de melhoramento e o subsequente uso no desenvolvimento de novas cultivares.

É comum a observação de algumas irregularidades cromossômicas (instabilidade meiótica) decorrentes da prática de hibridação (geração de híbridos) ou da própria autofecundação (Shopova 1966, Novák & Betlach 1970). Por sua vez, as irregularidades passam a ter reflexo na viabilidade de pólen que, por consequência, influenciam a taxa de pegamento de frutos em cruzamentos e autofecundações e, conseqüentemente, a produção de sementes híbridas ou de sementes autofecundadas. Informações sobre a viabilidade do pólen, ou seja, sobre a capacidade do grão de pólen em germinar no estigma da flor e fertilizar o óvulo, são essenciais para a conservação e caracterização de germoplasma, assim como para o melhoramento genético. O estudo sobre a biologia reprodutiva de espécies de plantas tem permitido a confirmação e compreensão dos resultados relatados de certos cruzamentos.

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização meiótica e verificar a viabilidade dos grãos de pólen de acessos de *C. chinense* com uso potencial pelo programa de melhoramento e, também, para conservação de germoplasma através de autofecundação. A identificação de genótipos potencialmente férteis é de fundamental importância para sua incorporação em programas de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa, visando principalmente à obtenção de novas cultivares que atendam as crescentes demandas dos mercados nacional e internacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Os acessos de *C. chinense* CNPH 4325, CNPH 4327, CNPH 4328, CNPH 4332, CNPH 4334 e CNPH 4352, em multiplicação para conservação no BAG da Embrapa e com potencial uso em programas de melhoramento, foram utilizados para o estudo do comportamento meiótico e viabilidade dos grãos de pólen.

Botões florais, em diferentes fases de desenvolvimento, foram coletados de plantas mantidas em casa

de vegetação na Embrapa Hortaliças (CNPB), Brasília, DF. Após a fixação dos botões em etanol/ácido acético (3:1 v/v) por 24 horas, os mesmos foram transferidos para etanol 70 %, e acondicionados sob refrigeração até a análise. Na preparação das lâminas, as anteras foram maceradas e coradas em carmim acético a 2 %. Células disponíveis nas diferentes fases da divisão meiótica foram examinadas ao microscópio óptico (Tab. 1).

Utilizou-se o número de tétrades (quartetos de micrósporos) observadas para calcular o índice meiótico (IM), que de acordo com Love (1949) é o número de tétrades normais/número total de tétrades x 100. Consideraram-se normais aquelas com quatro células ou micrósporos de igual tamanho e anormais com número diferente de quatro (mônade, díade, tríade e políade) ou, ainda, micrósporos de tamanhos diferentes, micrócitos, assim como a presença de micronúcleos nos micrósporos.

A viabilidade do pólen foi avaliada por meio de teste de coloração comorceína acética a 2 % e estimada a partir da análise de pelo menos 1.000 grãos de pólen/flor (em pré-antese). Grãos bem corados e bem formados foram considerados viáveis. As amostras foram coletadas em 30/08/2011 e 08/12/2011, meses de pleno florescimento, entre 08h00min e 11h00min. Os dados climatológicos obtidos na estação meteorológica da Embrapa Hortaliças foram os seguintes: temperatura máxima de 33,2 °C, mínima de 18,4 °C e umidade relativa de 40% (às 09h00min) para o dia 30/08/2011; temperatura máxima de 29,2 °C, mínima de 18,3 °C e umidade relativa de 65% (às 09h00min) para o dia 08/12/2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os acessos de *C. chinense* avaliados mostraram 12 bivalentes em diacinese e metáfase I, portanto $2n=2x=24$ cromossomos, de acordo com dados já publicados para a espécie (Pozzobon & Wittmann 2006, Moscone *et al.* 2007). A análise revelou a presença de frequências variáveis de diversos tipos de anormalidades cromossômicas (Fig.1), cujas porcentagens relacionadas ao número de células analisadas, por acesso, podem ser visualizadas na Tabela 1. Foram observados cromossomos fora da placa equatorial nas células metafásicas e aderências cromossômicas, as quais dificultaram a análise das configurações meióticas em metáfase I e II. As demais irregularidades,

Tabela 1. Porcentagem de irregularidades observadas durante a microsporogênese em diferentes acessos de *Capsicum chinense*.

Número acesso ¹	4334		4327		4352		4328		4332		4325	
	Total CMPs ²	Irreg.	Total CMPs	Irreg.								
Metáfase I	132	-	-	-	70	1,43	46	-	11	-	333	34,53
Anáfase I	25	-	-	-	293	1,37	12	-	-	-	70	15,71
Telófase I	125	0,81	57	3,51	127	11,02	-	-	34	14,7	336	2,08
Metáfase II	102	20,00	58	17,24	49	-	-	-	-	-	109	10,10
Telófase II	283	0,71	214	24,30	157	5,73	1569	4,02	74	25,68	124	28,23
Tétrades	328	1,83	1090	47,71	183	1,09	1356	3,83	296	13,85	1501	5,26
Total geral	995	2,61	1419	41,15	879	3,41	2983	3,86	415	15,66	2473	10,39

1. Número acesso da Embrapa Hortaliças (CNPB). 2. Número de células-mãe de pólen analisadas.

no entanto, foram relacionadas à segregação dos cromossomos em meiose I e II: retardatários e pontes em anáfase e telófase I e II, micronúcleos em telófase I e II, e organização irregular dos fusos durante a segunda divisão meiótica. Fusos irregulares foram observados desde a metáfase II até a telófase II. Como consequência, o padrão de citocinese também foi irregular originando tétrades com micronúcleos e micrócitos, díades, tríades ou mais células, resultando em micrósporos desbalanceados e o que pareceu ser núcleo restituído (2n).



Figura 1. Irregularidades na meiose em *Capsicum chinense*, acesso CNPH 4327. A. Telófase II com núcleos e micronúcleos de tamanhos variados. B. Tétrade com micrócitos (setas). C. Grão de pólen viável e três não viáveis (setas). Escala (em C): 10µm

A formação bipolar dos fusos é essencial para produção de gametas viáveis e sua constituição genética equilibrada. A atividade irregular dos fusos pode resultar na orientação aleatória dos cromossomos nas células mãe de pólen e, conseqüentemente, agrupamentos de cromossomos que atuam independentemente (Rana *et al.* 2013). Núcleos de restituição são citados para *Capsicum* (Pozzobon & Wittmann 2006), provavelmente devido a uma reorganização dos cromossomos entre prometáfase e anáfase II. Em muitas plantas estas irregularidades são relacionadas à anormalidade na orientação dos fusos e falhas na citocinese (Pagliarini 2000, Ricci *et al.* 2007, Masoud *et al.* 2010, Godoy *et al.* 2012; Kumar & Singh 2012).

Para Souza *et al.* (2012), a segregação irregular dos cromossomos na meiose I e II, observada em acessos de *C. baccatum* L. e *C. chinense*, pode ser resultado da não orientação dos cromossomos na placa equatorial, levando ao agrupamento muitos conjuntos de cromossomos em telófase II, bem como micronúcleos, divisão incorreta do citoplasma e poliades. Essas irregularidades observadas durante a microsporogenese são comuns em *Capsicum*, mas não chegam a comprometer a fertilidade das espécies (Souza *et al.* 2002, 2012, Pozzobon & Wittmann 2006, Pozzobon *et al.* 2011).

Dos genótipos analisados, o acesso CNPH 4327 apresentou comprometimento no comportamento meiótico com a maior porcentagem total de células com irregularidades, 41,15%, seguidos pelos acessos CNPH 4332 e CNPH 4325 com 15,66% e 10,39%, respectivamente (Tab. 1). Os dois primeiros acessos, em função das irregularidades observadas que culminaram em produtos pós-meióticos anormais, apresentaram valores mais baixos para o índice meiótico (Tab. 2): 52,29 e 86,15%, respectivamente. De acordo com Love (1949), esses acessos seriam considerados citologicamente instáveis, pois apresentam um índice meiótico abaixo de 90%.

Souza *et al.* (2011), a partir de dados cariomorfológicos, evidenciaram a presença de citótipos entre os acessos de *C. chinense* em populações divergentes provenientes de diferentes localidades. Essas variações cariotípicas intraespecíficas são consequência de rearranjos estruturais e podem significar respostas desses genomas aos diferentes ambientes nos quais são encontrados (Souza *et al.* 2011). A presença de citótipos intraespecíficos indica processos ativos de diversificação cromossômica em *Capsicum* (Moscone *et al.* 2007). Essas variações, assim como fatores ambientais, não devem ser descartadas como causas das irregularidades observadas no presente trabalho.

Na Tabela 2 podem ser visualizados os resultados de estimativa da viabilidade polínica pelo teste colorimétrico. Esse teste normalmente é usado como um método indireto para avaliar a viabilidade do pólen e pode superestimar os resultados, já que a capacidade de coloração não depende da viabilidade, mas do conteúdo celular nos grãos de pólen. Associado ao comportamento meiótico, porém, pode ser considerado um método rápido e um

Tabela 2. Comparação entre índice meiótico (IM) e valores médios percentuais de grãos de pólen viáveis, estimativa por época de coleta em *Capsicum chinense* e média geral.

Número acesso ¹	Nº Tétrades	IM (%)	1ª Coleta (08/2011)		2ª Coleta (12/2011)		Média (%)
			Pólen ²	Pólen Viável	Pólen	Pólen Viável	
4327	1090	52,29	6000	73,10	7369	56,57	64,84
4334	328	98,17	6000	74,13	6659	67,98	71,06
4332	296	86,15	6000	82,98	-	-	-
4328	1356	96,17	6000	84,95	6000	88,42	86,69
4325	1501	94,74	6000	87,45	6018	92,84	90,15
4352	183	98,90	6000	91,08	-	-	-

1. Número acesso da Embrapa Hortaliças (CNPH).

2. Número de grãos de pólen observados.

resultado de partida na avaliação da viabilidade. Uma alta percentagem de grãos de pólen viáveis normalmente é esperada como resultado de um alto percentual de tétrades normais, as quais refletiriam diretamente um processo meiótico regular (Corrêa *et al.* 2005).

A caracterização reprodutiva baseada na viabilidade polínica, por meio de testes colorimétricos, em coleções de *Capsicum*, que incluem *C. chinense*, tem mostrado alta viabilidade polínica dos acessos, normalmente acima de 90% (Campos 2006, Souza 2008, Martins 2010). Esse comportamento reflete a ocorrência de uma meiose e um índice meiótico regular e indica potencial uso desses acessos em cruzamentos (Campos 2006, Souza 2008, Martins 2010). Resultado semelhante foi obtido somente para os acessos CNPH 4325 e CNPH 4352, que apresentaram meiose regular e uma viabilidade polínica superior a 90%. Para Souza *et al.* (2002), a viabilidade polínica pode ser considerada alta para valores acima de 70%, e esse percentual seria suficiente para trabalhos de melhoramento genético da espécie.

Pode-se observar que para o acesso CNPH 4334, que teve a segunda média mais baixa para a viabilidade polínica (71,06 %), o percentual de índice meiótico foi elevado (98,17%). Isso demonstra que a infertilidade das plantas desse acesso, pode não ser consequência direta do processo meiótico. Souza *et al.* (2012) mostram viabilidade polínica acima de 80% para dois acessos de *C. chinense* e sugerem que, pelo tipo de grãos de pólen inviáveis observados, a esterilidade ocorreu durante o desenvolvimento do gametófito, provavelmente a partir da fase de micrósporo. Já a menor percentagem de grãos de pólen viáveis (64,84 %) do acesso CNPH 4327 pode ser uma consequência direta do comportamento irregular dos cromossomos durante a divisão, levando à formação de grãos de pólen geneticamente desbalanceados e estéreis e que, possivelmente, afetará a qualidade da semente dessas plantas.

As causas das diferenças de viabilidade polínica, entre os diferentes acessos, observadas neste estudo não foram definidas, entretanto, podem ser atribuídas à constituição inerente dos genótipos, às pequenas diferenças na hora da coleta dos botões florais, ao estágio de maturação do grão de pólen, entre outros fatores (Souza *et al.* 2002, Nunes *et al.* 2012, Cabral *et al.* 2013). Pelos dados climatológicos, observamos maior variação na umidade relativa do ar do

que na variação de temperaturas entre as duas épocas de coleta dos botões florais, o que pode ter influenciado os resultados obtidos, principalmente na menor viabilidade polínica encontrada no acesso CNPH 4327, na segunda coleta, quando a umidade relativa foi maior. Já em *Panicum virgatum* L., o aumento da temperatura e a irradiação ultravioleta-B mostraram afetar negativamente a viabilidade e longevidade do pólen, enquanto que a umidade relativa teve apenas um impacto limitado (Ge *et al.* 2011). Estudos mais aprofundados com os acessos mais discrepantes são importantes para verificar esta tendência, incluindo avaliações de um maior número de indivíduos por acesso em condições controladas de temperatura e umidade, para comprovar a influência ou não desses fatores na viabilidade polínica.

Concluindo, a compreensão da meiose é fundamental e tem implicações na reprodução, fertilidade e, conseqüentemente, na viabilidade econômica da produção de sementes comerciais de uma nova cultivar gerada. A variação individual da viabilidade polínica observada entre os diferentes acessos de *C. chinense* demonstra a importância de estudos onde a fertilidade masculina é avaliada. Por apresentar alta instabilidade meiótica, o acesso CNPH 4327 é o menos apto ao programa de melhoramento. Os resultados obtidos ampliam o conhecimento sobre os acessos conservados no BAG de *Capsicum* da Embrapa agregando valor ao germoplasma por meio de atividades de caracterização citogenética e auxiliam os melhoristas, os principais usuários dos acervos de Recursos Genéticos, na seleção de genótipos que deverão ser utilizados nos programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, R.I., MOURÃO JÚNIOR, M. & LUZ, F.J.F. 2010. Morphometric patterns and preferential uses of *Capsicum* peppers in the State of Roraima, Brazilian Amazonia. *Horticultura Brasileira*, 28(4): 477-482.
- CABRAL, J.C., ROSSI, A.A.B., KLEIN, M.E., VIEIRA, F.S. & GIUSTINA, L.D. 2013. Estimativa da viabilidade polínica em acessos de *Theobroma cacao* L. baseada em testes calorimétricos. *Enciclopédia Biosfera*, 9(17): 2013-2780.
- CAMPOS, K.P. 2006. *Obtenção, caracterização molecular, morfológica e reprodutiva de híbridos entre espécies de Capsicum*. 126f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- CASALI, V.W.D. & COUTO, F. A. A. 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. *Informe Agropecuário*, 10(113): 8-10.

- CORRÊA, M.G.S., VIÉGAS, J., SILVA, J.B., ÁVILA, P.F.V., BUSATO, G.R. & LEMES, J.S. 2005. Meiose e viabilidade polínica na família Araceae. *Acta Botanica Brasileira*, 19(2), 295-303.
- GE Y., FU C., BHANDARI H., BOUTON J., BRUMMER E.C. & WANG Z.-Y. 2011. Pollen viability and longevity of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Crop Science*, 51(6): 2698–2705.
- GODOY, S.M., PEREIRA, A.R.A., ROMAGNOLO, M.B. & RISSO-PASCOTTO, C. 2012. Meiotic behavior during microsporogenesis of *Alchornea triplinervia* (Sprengel) Müller Argoviensis. *Ciência Rural*, 42(6): 1027-1032.
- KUMAR, P. & SINGHAL, V.K. 2012. Erratic male meiosis resulting in 2n pollen grain formation in a 4x cytotype (2n=28) of *Ranunculus laetuis* Wall ex. Royle. *The Scientific World Journal*, 2012: 1-9.
- LOVE, R.M. 1949. *Estudos citológicos preliminares de trigos rio-grandenses*. Porto Alegre: Secretaria do Estado dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio. 23p.
- MARTINS, K.C. 2010. *Palinologia de Capsicum spp.: Caracterização, divergência genética e viabilidade polínica*. 112f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- MASOUD, S., ALIJANPOO, B. & KHAYYAMI, M. 2010. Contribution to cytology of genus *Salvia* L. (Lamiaceae) in Iran. *Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics*, 63(4): 405-410.
- MOSCONE, E.A., SCALDAFERRO, M.A., GRABIELE, M., CECCHINI, N.M., SÁNCHEZ GARCÍA, Y., JARRET, R., DAVIÑA, J.R., DUCASSE, D.A., BARBOZA, G.E. & EHRENDORFER, F. 2007. The evolution of chili peppers (*Capsicum* - Solanaceae): a cytogenetic perspective. *Acta Horticulturae* (ISHS), 745: 137-169.
- MOSES, M. & UMAHARAN, P. 2012. Genetic structure and phylogenetic relationships of *Capsicum chinense*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 137: 250-262.
- NOVÁK, F. & BETLACH, J. 1970. Meiotic irregularities in pollen sterile sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Cytologia*, 35(3): 335–343.
- NUNES, R.C., BUSTAMANTE, F.O., TECHIO, V.H. & MITTELMANN, A. 2012. Morphology and pollen viability of *Lolium multiflorum* Lam.. *Ciência e Agrotecnologia*, 36(2): 180-188.
- PAGLIARINI, M.S. 2000. Meiotic behavior of economically important plant species: the relationship between fertility and male sterility. *Genetics and Molecular Biology*, 23(4): 997-1002.
- POZZOBON, M.T. & WITTMANN, M.T. 2006. A meiotic study of the wild and semi-domesticated Brazilian species of genus *Capsicum* L. (Solanaceae). *Cytologia*, 71(3): 275-287.
- POZZOBON, M.T., SOUZA, K.R.R., CARVALHO, S.I.C. & REIFSCHNEIDER, F.J.B. 2011. Meiose e viabilidade polínica em linhagens avançadas de pimenta. *Horticultura Brasileira*, 29(2): 212-216.
- RANA, P.K., KUMAR, P. & SINGHAL, V.K. 2013. Spindle irregularities, chromatin transfer, and chromatin stickiness during male meiosis in *Anemone tetrasepala* (Ranunculaceae). *Turkish Journal of Botany*, 37(1): 167-176.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.) 2000. *Capsicum: Pimenta e Pimentões no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças. 113p.
- RIBEIRO, C.S.C. & REIFSCHNEIDER, F.J.B. 2008. Genética e melhoramento. In: RIBEIRO, C.S.C., LOPES, C.A., CARVALHO, S.I.C., HENZ, G.P. & REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.). *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 55-69.
- RICCI, G.C.L., SILVA, N., PAGLIARINI, M.S. & SCAPIM, C.A. 2007. Microsporogenesis in inbred line of popcorn (*Zea mays* L.). *Genetics and Molecular Research*, 6(4): 1013-1018.
- SHOPOVA, M. 1966. Studies in the genus *Capsicum*. II. Irregularities in the pollen mother cells. *Chromosoma*, 19(3): 349-356.
- SOUZA, S.A.M. 2008. *Caracterização citogenética, química e molecular em acessos de Capsicum chinense* Jacq.. 55f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- SOUZA, M.M., PEREIRA, T.N.S. & MARTINS, E.R. 2002. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera, e viabilidade polínica em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). *Ciência e Agrotecnologia*, 26(6): 1209-1217.
- SOUZA, S.A.M., MARTINS, K.C. & PEREIRA, T.N.S. 2011. Polimorfismo cromossômico em *Capsicum chinense* Jacq. *Ciência Rural*, 41(10): 1777-1783.
- SOUZA, M.M., PEREIRA, T.N.S., SUDRÉ, C.P. & RODRIGUES, R. 2012. Meiotic irregularities in *Capsicum* L. species. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12(2), 138-144.