

Análise da viabilidade polínica na avaliação
e seleção de genótipos de *Capsicum*
spp. para o melhoramento genético



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
341**

**Análise da viabilidade polínica na avaliação
e seleção de genótipos de *Capsicum*
spp. para o melhoramento genético**

*Marisa Toniolo Pozzobon
Sileuza dos Santos
Luis Alberto Martins Palhares de Melo
Sabrina Isabel Costa de Carvalho
Cláudia Silva da Costa Ribeiro*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Parque Estação Biológica
PqEB, Av. W5 Norte (final)
70970-717 , Brasília, DF
Fone: +55 (61) 3448-4700
Fax: +55 (61) 3340-3624
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Marília Lobo Burle

Secretária-Executiva
Ana Flávia do N. Dias Côrtes

Membros
Antonieta Nassif Salomão; Diva Maria Alencar Dusi; Francisco Guilherme V. Schmidt; João Batista Teixeira; João Batista Tavares da Silva; Maria Cléria Valadares Inglis; Rosameres Rocha Galvão; Tânia da Silveira Agostini Costa

Supervisão editorial
Ana Flávia do N. Dias Côrtes

Revisão de texto
João Batista Teixeira

Normalização bibliográfica
Ana Flávia do N. Dias Côrtes

Tratamento das ilustrações
Adilson Werneck

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Adilson Werneck

Foto da capa
Sabrina Isabel Costa de Carvalho

1ª edição
1ª impressão (ano): tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Análise da viabilidade polínica na avaliação e seleção de genótipos de Capsicum spp. para o melhoramento genético / Marisa Toniolo Pozzobon... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2018.

18 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 341).

ISSN: 0102-0110
Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader
Modo de Acesso: World Wide Web

1. Citogenética. 2. Coloração do pólen. 3. Índice meióticos. I. Pozzobon, Marisa Toniolo. III. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. III. Série

Ana Flávia do N. Dias Côrtes (CRB-1999)

581.87 – CDD 21

© Embrapa, 2018

Sumário

Resumo5

Abstract6

Introdução.....7

Material e Métodos8

Resultados e Discussão10

Referências15

Análise da viabilidade polínica na avaliação e seleção de genótipos de *Capsicum* spp. para o melhoramento genético

Marisa Toniolo Pozzobon¹

Sileuza dos Santos²

Luis Alberto Martins Palhares de Melo³

Sabrina Isabel Costa de Carvalho⁴

Cláudia Silva da Costa Ribeiro⁵

Resumo – A análise da viabilidade polínica de genótipos de *Capsicum chinense* Jacq. e *C. frutescens* L. foi feita visando auxiliar na seleção daqueles potencialmente férteis para o programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF. Para isso, grãos de pólen maduros foram corados comorceína acética 2% e a viabilidade polínica estimada através da porcentagem de grãos bem formados e bem corados, que foram considerados viáveis. O teste colorimétrico mostrou ser um método simples e eficaz na distinção dos genótipos para a viabilidade polínica das espécies analisadas, confirmando a esterilidade da planta 47 da população F2 CNPH 40.490, de *C. chinense*, incluída neste estudo pelo não pegamento dos frutos de flores que foram autofecundadas e também por não apresentar frutos sob condições de polinização aberta. Para *C. frutescens* foi, também, calculado o índice meiótico a partir da análise das tétrades de micrósporos. Plantas dos genótipos CNPH 3821 e CNPH 4195 com maior número de irregularidades observadas nas tétrades, possivelmente um reflexo do comportamento ao longo de todo o processo meiótico, foram as que apresentaram menor viabilidade do pólen. A análise estatística corrobora com os dados citológicos.

Termos para indexação: *Capsicum chinense*, *C. frutescens*, citogenética, coloração do pólen, índice meiótico.

¹ Agrônoma, Doutora, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

² Assistente, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

³ Analista de Sistemas, Doutor, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

⁴ Agrônoma, Doutora, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

⁵ Agrônoma, Doutora, pesquisadora da Embrapa Hortaliças

Pollen viability in the evaluation and selection of *Capsicum* spp. genotypes for breeding

Abstract – The analysis of the pollen viability of *Capsicum chinense* Jacq. and *C. frutescens* L. genotypes was used to assist in the selection of those potentially fertile for the Embrapa Hortaliças, Brasília, DF breeding program. Mature pollen grains were stained with 2% acetic orcein and the pollen viability estimated by the percentage of well-formed and well-stained grains, which were considered viable. The colorimetric test showed to be a simple and efficient method to distinguish the genotypes for the pollen viability of the analyzed species, confirming the sterility of plant 47 of the F2 CNPH 40.490 population of *C. chinense* included in this study due to the unsuccessful fruit set of self fertilized flowers and for lack of fruit under open pollinated conditions. For *C. frutescens*, the meiotic index was also calculated from the analysis of the microspore tetrads. Plants with the highest number of irregularities observed in the tetrads, possibly a reflection of the behavior throughout the meiotic process, were the ones that presented the lowest viability of the pollen. Statistical analysis corroborates with cytological data.

Index terms: *Capsicum chinense*, *C. frutescens*, cytogenetics, meiotic index, pollen coloration.

Introdução

O intercâmbio e coletas de germoplasma possibilitaram enriquecimento do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, com genótipos de diversas espécies de pimenta, em especial *Capsicum chinense* e *C. frutescens*. Estudos realizados a partir desses materiais envolvem a caracterização morfológica, a multiplicação, a seleção de genótipos com características de interesse para o programa de melhoramento e o subsequente uso no desenvolvimento de novas cultivares de pimentas *Capsicum* spp. que atendam a diferentes segmentos da cadeia produtiva (Reifschneider et al., 2016). Durante essas etapas, a instabilidade genética em alguns genótipos tem sido observada por meio de variação fenotípica acentuada, incluindo a não formação de frutos ou produção de sementes.

A seleção de genótipos e a manipulação genética do germoplasma de determinada espécie por meio de cruzamentos visando à criação de novas populações e autofecundações de indivíduos selecionados para o avanço no processo de melhoramento são dependentes da viabilidade polínica (Techio et al., 2006). De acordo com Dafni (1992), a viabilidade do grão do pólen é o fator primário para que o mesmo tenha a oportunidade de germinar no estigma da flor, sendo este um estágio decisivo à fertilização e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de frutos e de sementes.

Associada a aspectos citológicos, a fertilidade dos grãos de pólen pode variar dentro e entre populações de plantas e ser um reflexo da ocorrência de irregularidades meióticas (Pagliarini, 2000; Ranjbar et al., 2011; Kumar et al., 2016). Fatores ambientais e características genéticas, incluindo morfologia do pólen, crescimento do tubo polínico, viabilidade e capacidade germinativa, também podem influenciar a qualidade do pólen expressa como viabilidade e germinabilidade (Criollo-Escobar; Domingues, 2018).

Existem diferentes métodos para avaliar a viabilidade do pólen; alguns como os testes colorimétricos utilizam corantes químicos específicos, que reagem com componentes celulares presentes no grão de pólen maduro, fornecendo uma estimativa da viabilidade dos grãos de pólen (Techio et al., 2006; Buta et al., 2015). Embora esses testes tendam, em alguns casos, a superestimar a viabilidade e germinação real dos grãos de pólen, tem como vantagem a simplicidade e rapidez quando comparados com a germinação

do pólen e outros. Assim, este trabalho teve por objetivo a análise citológica de grãos de pólen de diferentes genótipos, por meio de coloração com orceína acética 2%, visando estudar a sua viabilidade e possíveis anormalidades que possam refletir na fertilidade de plantas selecionadas pelo programa de melhoramento, informações imprescindíveis para o uso e conservação do germoplasma.

Material e Métodos

Botões florais de diferentes genótipos de *C. chinense* e *C. frutescens* foram coletados de plantas mantidas em telado na Embrapa Hortaliças, DF, em maio de 2016. Um único indivíduo foi analisado para cada genótipo.

Capsicum chinense: genótipos CNPH 40.001 planta 1 e CNPH 4337 planta 4, que são parentais da população criada para a identificação de genes associados à característica “fácil abscisão de frutos”; os híbridos F_1 CNPH 40.491 (CNPH 40.001 planta 1 x CNPH 4337 planta 4), CNPH 40.492 (CNPH 4337 planta 4 x CNPH 40.001 planta 1) e CNPH 40.490 planta 47 (segregante da população F_2 CNPH 40.490 obtida da autopolinização de CNPH 40.491). A planta 47 da população (F_2) CNPH 40.490 chamou a atenção pelo não pegamento de frutos sob condições de autopolinização e, também, pela não produção de frutos sob polinização aberta. No período em que as plantas da população CNPH 40.490 foram conduzidas em telado (dezembro de 2015 a maio de 2016), as temperaturas máximas, praticamente durante todo o seu ciclo vegetativo, inclusive na fase reprodutiva, variaram de 25°C a 40°C.

Capsicum frutescens: genótipos de Malagueta da região Norte: CNPH 4184, CNPH 4195; região Nordeste: CNPH 3821, CNPH 3944 (Tabasco); material comercial: CNPH 4278, CNPH 4278 B (segregante).

Para a análise da viabilidade foi realizado o seguinte procedimento: para cada genótipo de *C. chinense* e de *C. frutescens* foram obtidas cinco repetições (cinco flores) por planta, onde foram avaliados, através de teste de coloração, 500 grãos de pólen por flor, totalizando 2500 grãos. Conforme Pozzobon et al. (2015), os botões florais foram fixados em solução contendo etanol e ácido acético (3:1 v/v) por 24 horas em temperatura ambiente, e

estocados sob refrigeração em álcool a 70% até a análise. Anteras foram maceradas e coradas comorceína acética a 2%. Grãos de pólen com núcleos corados foram classificados como viável, enquanto o pólen vazio com citoplasma não corado ou pouco corado como não viável (Figura 1).

Para *C. frutescens*, foram também analisadas as tétrades para o cálculo do índice meiótico (IM), de acordo com Love (1949).

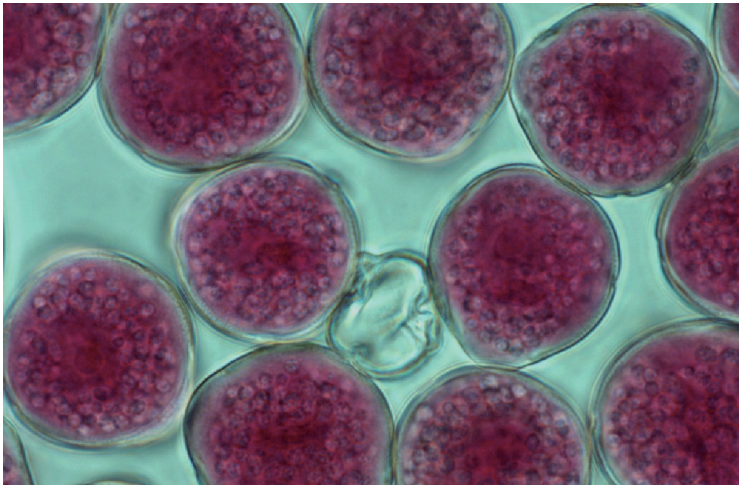


Figura 1. Grãos de pólen corados e um vazio (escala: 10 μ m).

Neste estudo, a variável resposta refere-se à viabilidade polínica ou não (Y = viabilidade polínica). Y é, portanto, uma variável resposta dicotômica (viável / não viável). Assim, a técnica estatística mais adequada para a análise de dados em questão é a regressão logística, um típico modelo linear generalizado (GLM) sendo, portanto utilizada na análise dos dados da amostra.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise da estimativa da viabilidade mostram que as plantas avaliadas dos genótipos de *C. chinense* CNPH 40.001 e CNPH 4337 apresentaram em média 74% de polens viáveis. Enquanto que os híbridos F₁ CNPH 40.491 e CNPH 40.492 mostraram viabilidade polínica um pouco superior, 79 e 85%, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios percentuais de grãos de pólen viáveis (por flor e média por planta), para diferentes genótipos de *Capsicum chinense*.

Genótipos*	Flor 1	Flor 2	Flor 3	Flor 4	Flor 5	Média
CNPH 40.491	69,8	81,0	82,0	77,0	87,0	79,40
CNPH 40.492	65,8	96,2	95,4	76,0	91,8	85,04
CNPH 40.001 planta1	84,8	60,2	66,8	79,4	76,6	73,56
CNPH 4337 planta4	74,6	76,6	72,2	81,4	65,4	73,92
CNPH 40.490 planta 47	-	-	-	-	-	-

*Número da Embrapa Hortaliças (CNPH)

O modelo GLM de regressão logística testado que melhor acomodou os dados de *C. chinense* foi o modelo “reduzido” $Y \sim 1$ com família quasibinomial e função de ligação logit. Isto significa que os percentuais de viabilidade dos genótipos de *C. chinense* analisados são similares entre si ou, em outras palavras, existe evidência estatística de que o “poder de viabilidade” dos polens é o mesmo para estes acessos analisados.

Os relatos existentes para *C. chinense* é de uma viabilidade relativamente alta, acima de 80%, e normalmente associada à regularidade meiótica (Souza et al., 2011; 2012; Pozzobon et al., 2011, 2015).

Considerando os resultados obtidos para os parentais (CNPH 40.001 e CNPH 4337), a quantidade de pólen viável foi satisfatória para permitir o êxito nos cruzamentos, que resultou na obtenção de híbridos F₁ viáveis. Assim como, o percentual de viabilidade polínica observado foi suficiente para o avanço de geração e a obtenção da população F₂ CNPH 40.490, criada

para o mapeamento genético da característica “fácil abscisão de frutos”, com exceção da planta 47. Na análise das anteras da planta 47 de CNPH 40.490 (F_2), foi constatada a degeneração dos grãos de pólen, anteras praticamente vazias (Figura 2A) em comparação com uma antera normal (Figura 2B). Esse genótipo não foi considerado para a análise estatística dos dados.

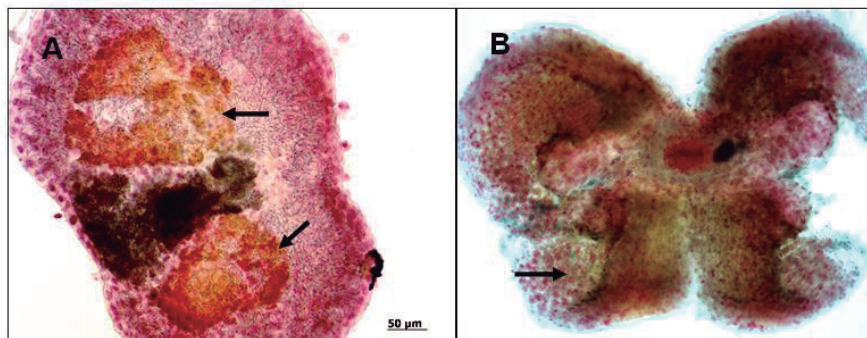


Figura 2. A) *Capsicum chinense* (CNPH 40.490 planta 47), corte transversal de antera estéril. Setas indicam sacos polínicos ou microsporângios com degeneração dos meiócitos. B) *C. frutescens* (CNPH 4278), antera normal. Grãos de pólen (seta).

De acordo com Müntzing (1938), diferenças na estrutura dos cromossomos tornam-se aparentes em espécies autoférteis somente após a hibridação intraespecífica e é provável que essas diferenças influenciem o gametófito masculino causando esterilidade ou indução de crescimento anormal do tubo polínico.

Estudos mostram que a ação dos genes para macho esterilidade pode ocorrer em estádios diferenciados do desenvolvimento do pólen, isto é, durante o processo meiótico, na formação de tetrade de micrósporos, na liberação dos micrósporos da parede de calose que envolve a tetrade ou no momento do estágio de micrósporo vacuolizado (Novák; Betlach, 1970; Tomlekova et al., 2014). Como resultado, as plantas são incapazes de formar pólen funcionalmente ativo ou o pólen se desenvolve normalmente, mas não ocorre a fertilização. Por outro lado, temperaturas extremas, acima de 36°C, podem influenciar a viabilidade do pólen em várias espécies, inclusive em *Capsicum* spp. (Kafizadeh et al., 2008; Gajanayake et al., 2011; Paupière et al., 2014). Diferenças genotípicas em tolerância/suscetibilidade a estresse de calor entre genótipos de pimentas, associadas à viabilidade de pólen e ao comprimento de tubo polínico, foram relatadas por Usman et al. (2014).

Como as plantas da população F_2 CNPH 40.490 foram submetidas a temperaturas elevadas durante o seu ciclo produtivo, pode-se especular

que a obtenção de sementes (autofecundadas ou polinização aberta) nessas condições pode levar à seleção de plantas mais adaptadas a condições de estresse de calor.

O resultado da análise da viabilidade do pólen da planta 47 da população CNPH 40.490 mostra a necessidade de estudos citológicos que contemplem a análise das diferentes fases da meiose e seus produtos finais, a análise da germinação do pólen in vitro, estudos anatômicos das anteras, além de estudos da progênie, para que se conclua sobre a esterilidade desse material.

Para *C. frutescens*, os resultados da análise da estimativa da viabilidade estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios percentuais de grãos de pólen viáveis (por flor e média por planta) para diferentes genótipos de *C. frutescens*.

Genótipos*	Flor 1	Flor 2	Flor 3	Flor 4	Flor 5	Média
CNPH 3821	60,0	53,8	70,2	54,8	81,0	63,96
CNPH 3944	91,0	81,6	91,8	92,6	82,6	87,92
CNPH 4184	94,8	91,2	89,9	91,0	90,8	91,54
CNPH 4195	75,4	71,6	73,6	76,4	74,6	74,14
CNPH 4278B	92,2	96,0	90,8	84,2	93,0	91,24
CNPH 4278	80,0	85,4	88,0	89,6	87,4	86,08

*Número da Embrapa Hortaliças (CNPH)

O modelo GLM de regressão logística testado que melhor acomodou os dados de *C. frutescens* foi o modelo $Y \sim G$ com família quasibinomial e função de ligação logit onde G indica que, de fato, o genótipo representou uma variável explicativa da variável resposta viabilidade (Y).

Desta forma, para *C. frutescens* foram realizadas comparações múltiplas de Tukey entre os genótipos ao nível de significância de 5%. Os resultados estão apresentados na Figura 3.

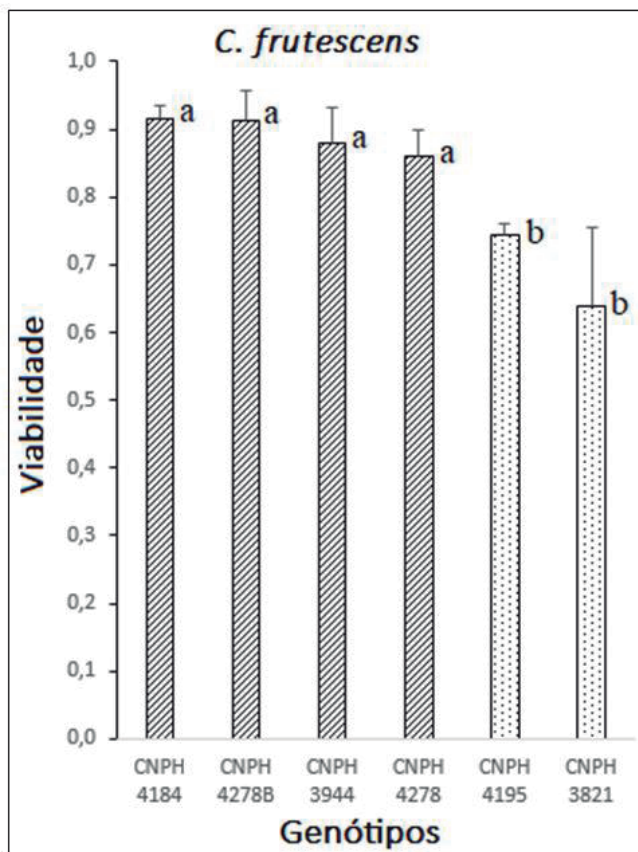


Figura 3. Comparações múltiplas de viabilidade entre genótipos de *C. frutescens*. Letras diferentes indicam diferenças no percentual de viabilidade ao nível de significância de 5%.

O genótipo CNPH 3821 foi identificado como o mais discrepante dentre os 103 acessos avaliados da coleção de *C. frutescens* mantida no BAG *Capsicum* da Embrapa Hortaliças, principalmente quanto ao formato dos frutos, único com ponta afundada, sendo que os demais acessos dessa espécie apresentaram formato da ponta do fruto pontiagudo (Carvalho et al., 2017). O mesmo genótipo apresentou baixo índice meiótico (51%) e menor porcentagem de grão de pólen viável (64%).

O genótipo CNPH 4195, apresentou índice meiótico baixo (42%) , embora tenha apresentado uma viabilidade média de pólen de 75%. Muitas

anormalidades que afetam a fertilidade ou causam esterilidade masculina podem ser detectadas durante a avaliação do comportamento meiótico. As tétrades, nesses dois casos, apresentaram irregularidades decorrentes da presença de micronúcleos e núcleos variados observados em telófase II e, conseqüentemente, grãos de pólen mal formados, não corados ou vazios. Tais irregularidades foram relatadas anteriormente para diferentes genótipos de *Capsicum* spp. (Pozzobon et al. 2011, 2015).

Os demais genótipos, CNPH 3944, CNPH 4184, CNPH 4278 B e CNPH 4278, apresentaram índices meióticos de 98%, 100%, 100% e 99%, respectivamente. Os mesmos com viabilidade de pólen (Tabela 2) acima de 85% e, portanto, meioticamente estáveis e aptos para uso em programa de melhoramento genético.

Em síntese, os resultados da análise estatística corroboram os achados na avaliação citológica e mostram variabilidade entre genótipos de *C. chinense* e *C. frutescens* disponível no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. A caracterização citológica permite inferir sobre a fertilidade do pólen em germoplasma de interesse, auxiliando na seleção de genótipos viáveis, com potencial para uso em novas combinações híbridas e/ou autofecundações para avanço de gerações, visando à obtenção de novas cultivares.

Referências

BUTA, E.; CANTOR, M.; ŞTEFAN, R.; POP, R.; MITRE, I.; BUTA, M.; SESTRĂŞ, R. E. FT-IR characterization of pollen biochemistry, viability, and germination capacity in *Saintpaulia* H Wendl genotypes. **Journal of Spectroscopy**, v. 2015, p. 1-7, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2015/706370>>. Acesso em: jul. 2018.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RAGASSI, C. F.; RIBEIRO, C. S. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; BUSO, G. S. C.; FALEIRO, F. G. Genetic variability of a Brazilian *Capsicum frutescens* germplasm collection using morphological characteristics and SSR markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, 7p. 2017. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr16039689>.

CRIOLLO-ESCOBAR, H.; DOMINGUEZ, J.J. (2018). Germinability and pollen viability of four improved cultivars of palm oil under laboratory conditions. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 71, n. 1, p. 8395-8405, 2018. Doi: <https://dx.doi.org/10.15446/rfna.v71n1.69587>.

DAFNI, A. **Pollination ecology**: a practical approach. Oxford: Oxford University Press, 1992. 265 p.

GAJANAYAKE B., TRADER, B. W., REDDY K. R., HARKESS, R. L. Screening ornamental pepper cultivars for temperature tolerance using pollen and physiological parameters. **HortScience**, v. 46, n. 6, p. 878–884, 2011. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/46/6/878.full.pdf+html>>. Acesso em: jul. 2018.

KAFIZADEH, N.; CARAPETIAN, J.; KALANTARI, K.M. Effects of heat stress on pollen viability and pollen tube growth in pepper. **Research Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 10, p. 1159-1162, 2008. Disponível em: <<http://medwelljournals.com/abstract/?doi=rjbsci.2008.1159.1162>>. Acesso em: jul. 2018.

KUMAR, R.; RANA, P. K.; SINGHAL, V. K. Chromatin stickiness and abnormal spindle resulting in meiotic irregularities and pollen sterility in *Meconopsis aculeata* Royle from Northwest Himalayas. **Cytologia**, v. 81, n. 1, p. 83–87, 2016.

LOVE, R. M. **Estudos citológicos preliminares de trigo rio-grandenses**. Porto Alegre: Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio, 1949. 13 p. (Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio. Circular, 74).

MÜNTZING, A. Sterility and chromosome pairing in intraspecific *Galeopsis* hybrids. **Hereditas**, v. 24, p. 117–188, 1938.

NOVÁK, F.; BETLACH, J. Meiotic irregularities in pollen sterile sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Cytologia**, v. 35, p. 335–343, 1970.

PAGLIARINI, M. S. Meiotic behavior of economically important plant species: the relationship between fertility and male sterility. *Genetics and Molecular Biology*, v. 23, n. 4, p. 997-1002, 2000.

PAUPIÈRE, M. J.; VAN HEUSDEN, A. W.; BOVY, A. G. The metabolic basis of pollen thermo-tolerance: perspectives for breeding. **Metabolites**, v. 4, n. 4, p. 889–920, 2014. Disponível em: <<http://doi.org/10.3390/metabo4040889>>. Acesso em: jul. 2018.

POZZOBON, M. T.; SOUZA, K. R. R.; CARVALHO, S. I. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Meiose e viabilidade polínica em linhagens avançadas de pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 212-216, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000200013>>. Acesso em: jul. 2018.

POZZOBON, M. T.; BIANCHETTI, L. B.; SANTOS, S.; CARVALHO, S. I. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. C. Comportamento meiótico em acessos de *Capsicum chinense* Jacq. do Banco de Germoplasma da Embrapa, Brasil. **Brazilian Journal of Biosciences**, v. 13, n. 2, p. 96-100, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3239>>. Acesso em: jul. 2018.

RANJHAR, M.; HAJMORADI, Z.; KARAMIAN, R. Cytogenetic study and pollen viability of four populations of *Trigonella spruneriana* Boiss. (Fabaceae) in Iran. **Journal of Cell and Molecular Research**, v. 3, n. 1, p. 19-24, 2011.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C. Continuity, focus and impact: a commented historical perspective on Embrapa Vegetables' extended *Capsicum* breeding program. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 155-160, 2016.

SOUZA, M. M.; PEREIRA, T. N. S.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R. Meiotic irregularities in *Capsicum* L. species. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, vol. 12, n. 2, p. 138-144, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332012000200007>>. Acesso em: jul. 2018.

SOUZA, S. A. M.; MARTINS, K. C.; PEREIRA, T. N. S. Polimorfismo cromossômico em *Capsicum chinense* Jacq. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1777-1783, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011001000017>>. Acesso em: jul. 2018.

TECHIO, V. H.; DAVIDE, L. C.; PEDROZO, C. A.; PEREIRA, A. V. Viabilidade do grão de pólen de acessos de capim-elefante, milheto e híbridos interespecíficos (capim-elefante x milheto). **Acta Scientiarum. Biological**

Sciences, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187115870002>>. Acesso em: jul. 2018.

TOMLEKOVA, N. B.; TIMIN, O.; ARNAOUDOVA. Y.; TIMINA, O.; WANI, M. R.; KOZGAR, M. I. Trends and achievements in F1 hybrids of sweet pepper utilizing induced male-sterility. In: TOMLEKOVA, N. B.; KOZGAR, M. I.; WANI, M. R. (Eds.) **Mutagenesis**: exploring genetic diversity of crops. Wageningen Academic Publishers. 2014. p .15-40. Disponível em: <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-796-7_1>. Acesso em: jul. 2018.

USMAN, M. G.; RAFII, M. Y.; ISMAIL, M. R.; MALEK, M. A.; LATIF, M. A. Heritability and genetic advance among chili pepper genotypes for heat tolerance and morphophysiological characteristics. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-14, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2014/308042>>. Acesso em: jul. 2018.



*Recursos Genéticos e
Biotecnologia*

CGPE: 14910

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

