

Avaliação da microsporogênese em acessos de Mini Tomate

Evaluation of microsporogenesis in accessions of Mini Tomato

Jessica Cordeiro de Oliveira Squariz¹

Juliano Tadeu Vilela de Resende²

Kellen Regina Boldrini Tolomeotti³(*)

Resumo

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é originário da América do Sul e dessa região espalhou-se para os demais continentes. Uma das variedades do tomateiro é o tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), considerado uma hortaliça exótica, devido a seu pequeno tamanho e sabor característicos. Em consequência da sua importância econômica e alimentar, os recursos genéticos do tomateiro têm sido exaustivamente explorados em todo o mundo, porém, há poucas cultivares de tomate cereja selecionadas, existindo uma grande variabilidade ainda não explorada. Dessa forma, o trabalho objetivou a caracterização citogenética de acessos pertencentes a uma coleção de germoplasma de tomate cereja, coletados nas regiões Sul, Sudeste e Norte do Brasil. O número cromossômico, o comportamento meiótico e o índice meiótico foram analisados em 16 acessos de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*. Todos os acessos são diplóides com $2n=2x=24$. A frequência de anormalidades meióticas variou entre 2,77% e 12,11% nos acessos. O índice meiótico foi superior a 90% em todos os acessos, sendo considerados meioticamente estáveis. Do ponto de vista do melhoramento, todos os 16 acessos possuem potencial para serem utilizados seja para ampliar a base genética da espécie ou para a produção de novas cultivares e/ou híbridos intraespecíficos e interespecíficos.

Palavras-chave: índice meiótico; melhoramento genético; número cromossômico.

Abstract

The tomato (*Solanum lycopersicum*) originates from South America, from this region spread to other continents. One of the varieties of tomato is the cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) that is considered an exotic vegetable, due to the small size and taste. In consequence economic importance and feed the tomato genetic resources has been exploited extensively throughout the world, however, there are few selected cherry tomato cultivars, there is a great variability unexplored. Thus the study aimed cytogenetic characterization of accessions belonging to a collection of cherry tomato germplasm, collected in South, Southeast and north of Brazil. The chromosome number,

1 Bióloga, Graduada da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, UNICENTRO; Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: jessika_squariz@hotmail.com

2 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor Associado do Departamento de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, UNICENTRO; Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: jvresende@uol.com.br

3 Dra.; Bióloga, Professora do Departamento de Biologia na Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, UNICENTRO; Endereço: Rua Simeão Varela de Sá, 03, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: kellendrini@yahoo.com (*) Autora para correspondência.

meiotic behavior and meiotic index were analyzed in 16 accessions of *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*. All accessions were diploid with $2n = 2x = 24$. The frequency of meiotic abnormalities ranged between 2.77% and 12.11% accessions. The meiotic index was greater than 90% in all accessions, being considered meiotically stable. From the viewpoint of improving every 16 accesses have the potential to be used to enlarge the genetic basis of the species or for the production of new varieties and/or intraspecific and interspecific hybrids

Key words: genetic improvement; meiotic behavior; number of chromosomes.

Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) pertence à família Solanaceae, constituída por cerca de 90 gêneros, abrangendo 3.000 espécies (CATTELAN, 2008). O gênero *Solanum* é o quinto maior gênero dentre as angiospermas (Magnoliophyta), distribuído em todas as regiões tropicais e subtropicais das Américas, África e Austrália, com um menor número de espécies euro-asiáticas (MIZ, 2006).

A espécie *S. lycopersicum* é originária da América do Sul, na região onde se localiza o Chile, Peru e Equador. Dessa região, espalhou-se para os demais continentes (BRESOLIN et al., 2010). Sua domesticação ocorreu na América, no entanto, o local de origem e os primeiros eventos de domesticação são ainda desconhecidos (PERALTA; SPOONER, 2007).

Duas hipóteses têm sido propostas para a possível região de domesticação, onde presume-se que o México seja a região mais provável de domesticação, e o Peru como sendo o centro de diversidade para parentes silvestres (LARRY; JOANNE, 2007). Seu ancestral selvagem provavelmente é o *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate cereja), com base na sua ampla distribuição na América Tropical e Subtropical, por ser o único tomate selvagem encontrado fora da sua área de distribuição (WARNOCK, 1988) e pela morfologia da sua flor (COX, 2000 apud BAI; LINDHOUT, 2007). No entanto, recentes investigações genéticas demonstraram que as plantas conhecidas como “*cerasiforme*” são uma mistura de tomates selvagens e cultivados, em vez de ser o ‘ancestral’ para os tomates cultivados (NESBITT; TANKSLEY, 2002 apud BAI; LINDHOUT, 2007).

O tomateiro é uma espécie autógama cultivada que teve sua diversidade genética reduzida drasticamente. Primeiro, devido à domesticação fora do seu centro de origem e, segundo, pelo melhoramento genético que tem sido realizado ao longo dos anos com base em um número limitado de genótipos. Além disso, muitos genótipos foram perdidos ao longo do tempo, em consequência da substituição ou do desaparecimento de espécies silvestres, cultivares obsoletas e cultivares locais (SAAVEDRA et al., 2001). A sua grande riqueza nutricional, especialmente quanto à presença de vitaminas, aliado ao seu agradável sabor e cor, contribuíram para a rápida popularização de seu consumo no mundo (ESPINOZA, 1991). O teor de cada elemento presente no tomate depende da variedade, nutrição e condições de cultivo. O fruto fresco do tomateiro é rico em vitamina C e seu conteúdo calórico é baixo, devido a sua escassez em massa seca e gordura, é também uma excelente fonte de vitaminas A e ferro (GOULD, 1991). Em vista das propriedades antioxidantes, está associado ao decréscimo do risco de câncer no esôfago, estômago, pulmão e vias respiratórias (RAO, 2002).

Ao compará-lo com outras hortaliças, o tomate é classificado com uma das mais importantes, não apenas em produção, mas também em aspecto econômico e social (KROSS et al., 2001). O

mercado é formado por duas classes produtivas distintas, caracterizadas pelos segmentos de mesa e processamento (NASCIMENTO, 2011).

A produção mundial de tomate, englobando o tomate para consumo *in natura* e para processamento, na safra 2014, totalizou cerca de 170 milhões de toneladas em área cultivada de 5 milhões de hectares, com rendimento médio de 34 toneladas por hectare (FAO, 2014). Os maiores países produtores foram China, EUA, Índia, Turquia, Egito, Itália, Irã, Espanha, Brasil e México (FAO, 2014). No Brasil, a produção agrícola de tomate é bastante desenvolvida, cujos estados responsáveis pela sua produção são: São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás e Rio Grande do Sul. Nas regiões do Sudeste e Centro-Oeste estão localizadas as maiores áreas de cultivo e empresas de processamento do fruto (FAO, 2009).

Os tomateiros são distribuídos didaticamente em cinco grupos: Santa Cruz, Salada (Maçã, Caqui ou Tomatão), Cereja, Italiano (Saladete ou San marzano) e Agroindustrial (FILGUEIRA, 2008).

Dentre os vários tipos de tomate, o tomate cereja pertence a um novo grupo de cultivares para mesa, tendo, recentemente, crescido em importância nos mercados das grandes cidades. Talvez a melhor denominação para esse grupo fosse mini tomate, pois existe uma gama de materiais que fogem ao padrão do chamado tomate cereja, seja pela forma, pela coloração, ou também pelo tamanho. Na maioria das vezes, apresentam pencas que podem apresentar de 6 a 18 ou mais frutos, redondos ou compridos pesando entre 4 e 30 g (DIEZ NICLOS, 1995; ALVARENGA, 2004). É considerado como uma hortaliça exótica, incorporada em cardápios de restaurantes trazendo novos sabores e ornamentação de pratos e aperitivos, com vantagem de ter tamanho reduzido evitando desperdício. Seu grande diferencial é ser muito saboroso e adocicado (MACHADO et al., 2003).

Diante da sua importância econômica e alimentar os recursos genéticos do tomateiro têm sido exaustivamente explorados em todo o mundo. Por ser uma espécie na qual a polinização cruzada ocorre em baixa frequência, possui um alto grau de homozigose, e suas populações, em geral, apresentam diversidade inexpressiva, sendo a endogamia predominante. Por isso, a importância da introdução de germoplasma de diferentes procedências constitui uma etapa essencial em programas de melhoramento, quando se deseja ampliar a base genética da espécie.

Desse modo, o estudo citogenético em grupos vegetais de importância econômica pode proporcionar benefícios aplicáveis a curto, médio e a longo prazo. A simples e direta análise cariotípica pode identificar alterações ou aberrações cromossômicas numéricas e/ou estruturais, além de possibilitar a descrição do comportamento meiótico provendo informações, como taxa de fertilidade, problemas em relação ao pareamento ou reconhecimento dos cromossomos homólogos nos parentais e na progênie híbrida, além dos casos de não disjunção, ou seja, não segregação das cromátides nas anáfases o que pode levar à formação de gametas aneuplóides (SINGH, 1993).

Estudos citogenéticos em relação ao registro do número cromossômico são bem documentados para o gênero *Solanum* (OKOLI, 1983; SWAMINATHAN, 1954; EDMONDS; CHWEYA, 1997). Por outro lado, $x=12$ parece ser o número básico geral para *Solanum*, assim como para a família Solanaceae (DARLINGTON; WYLIE, 1955). Segundo Rick (1978), nove espécies pertencentes ao gênero *Solanum* são reconhecidas taxonomicamente. Essas espécies constituem-se num valioso banco de alelos, que poderão ser usados mediante cruzamentos interespecíficos.

A aplicação de técnicas de citogenéticas em *Solanum lycopersicum* tem ajudado a esclarecer muitos dos problemas ocorrentes em híbridos, como, a causa da não frutificação em cultivares híbridas de tomate resultantes da aneuploidia e do comportamento irregular da meiose (CHARLES, 1945). MacArthur e Chiasson (1947) apud Vreugdenhil et al. (2007) relataram a possibilidade de introgressão gênica entre espécies selvagens e cultivadas de tomate, para solucionar questões como resistência a pragas e doenças. Dessa forma, observa-se que a avaliação citogenética por meio da análise cariotípica e do comportamento meiótico, são estudos que contribuem para o sucesso dos programas de melhoramento para obtenção de híbridos intra e/ ou interespecíficos.

Nos últimos 20 anos, o Brasil tem experimentado resultados animadores com os programas de melhoramento genético do tomateiro. Houve aumento de produtividade de 37 t ha⁻¹, em 1990, para 60 t ha⁻¹, em 2010 (IBGE, 2012). Hoje os programas de melhoramento de tomateiro são realizados por instituições públicas e privadas, sendo a maioria dos híbridos produzidos por multinacionais (MARINHO et al., 2011; RAMALHO et al., 2011). Esses programas visam, não apenas ao aumento na produtividade, mas também a redução do ciclo de produção, à incorporação de genes de tolerância a estresses bióticos e abióticos, à versatilidade de formas e de coloração dos frutos (NETO et al., 2009; BOITEUX et al., 2012). Para fins industriais, tem-se buscado elevação dos teores de sólidos solúveis, bem como aumento na firmeza dos frutos, além da maior retenção do pedúnculo na planta, com tamanho adequado, cor vermelha intensa (MELO, 2012).

Ao considerar a importância econômica, alimentar e, principalmente, a falta de variabilidade genética na espécie, a associação de novos caracteres com a introdução de novas variedades ajudaria os criadores, assim como contribuiria para o desenvolvimento de programas de melhoramento bem sucedidos (ISLAM et al., 2012). Desse modo, o tomate cereja poderia ser usado em programas de melhoramento, porém, primeiramente, faz-se necessário um estudo citogenético para que possam ser selecionados os melhores acessos.

Portanto, o objetivo do trabalho foi a caracterização citogenética de 16 acessos de tomate cereja (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), visando à determinação do número cromossômico, do comportamento meiótico e avaliação do índice meiótico.

Material e Métodos

A coleção de germoplasma de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate cereja) é composta por 71 acessos provenientes da região Sul, Sudeste e Norte do Brasil. Estes estão alocados no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Guarapuava, PR. Foram realizados estudos citogenéticos em dezesseis acessos dessa coleção, RVTC-08 (Santa Maria do Oeste-SC), RVTC-10 (Chopinzinho-PR), RVTC-14 (Ivaiporã-PR), RVTC-18 (Lapa-PR), RVTC-22 (Guarapuava-PR), RVTC-24 (Prudentópolis-PR), RVTC-30 (Prudentópolis-PR), RVTC-35 (Turvo-PR), RVTC-36 (Mariópolis-PR), RVTC-41 (Itumirim-MG), RVTC-50 (Viçosa-MG), RVTC-56 (Viçosa-MG), RVTC-62 (Passos-MG), RVTC-64 (Guaraciaba-SC), RVTC-63 (Gurupi-TO), RVTC-68 (Itapeva-SP). Esses acessos foram plantados no campo do Departamento de Agronomia da UNICENTRO.

Para as análises citogenéticas, foram coletadas inflorescências em estágio ideal para estudos meióticos, e fixadas em Carnoy (3 partes de etanol: 1 parte de ácido acético glacial). Após 24 horas de fixação, as inflorescências foram transferidas para álcool 70% e mantidas sob refrigeração para

conservação. Os microsporócitos foram preparados pelo método de esmagamento e corados com carmim propiônico a 1% (GUERRA, 2002).

A contagem de cromossomos foi realizada na fase de diacinese, na qual se avaliaram as formas de associações cromossômicas. Para a análise do comportamento meiótico, todas as fases da meiose, a partir da diacinese, foram consideradas. As anormalidades meióticas mais significativas foram fotografadas em microscópio Olympus X31TM de captura de imagem, usando a objetiva de 100 X (imersão a óleo). As imagens foram capturadas pelo programa Pixelview station v5. 23 TV e digitalizadas pelo Corel Photo-Paint X6. O índice meiótico (IM) foi calculado de acordo com Love (1951): $IM = \text{número de tétrades normais} / \text{número total de tétrades} \times 100$. As células-mãe de pólen (CMP) com quatro micrósporos foram consideradas tétrades normais e como anormais aquelas com números de micrósporos diferentes de quatro: díades, tríades, políades (CORRÊA et al., 2005). A contagem dos grãos de pólen foi feita em 1000 células por acesso, utilizando o corante lugol.

Resultados e Discussão

O número cromossômico foi determinado em 16 acessos (Tabela 1), e todos apresentaram $2n=2x=24$ cromossomos, com associações bivalentes em diacinese (Figura 1 a). Para *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* outros estudos determinaram como número básico $x=12$ com $2n=2x=24$ cromossomos, assim como encontrado no presente estudo (SPOONER ; PERALTA, 2005).

Em *S. lycopersicum*, os estudos citogenéticos realizados têm relatado o número cromossômico de $2n=2x=24$, trabalhos que apresentam dados importantes para o entendimento da organização e funcionalidade da espécie dentro do processo evolutivo e citológico (WINKLER, 1909; QUIROS, 1991).

Sabe-se que a meiose caracteriza-se pela ocorrência de uma série de eventos mecânicos e bioquímicos que resultam na formação de quatro micrósporos haploides. Tal sequência de eventos envolve pareamento de cromossomos homólogos, ocorrência de permuta genética, formação de quiasmas e segregação cromossômica, todos controlados por um grande número de genes (GOLUBOVSKAYA, 1979).

O curso normal e harmonioso da meiose garante a viabilidade do gameta (PAGLIARINI, 2000); entretanto, os eventos da meiose são controlados por fatores genéticos, sendo, assim, mutáveis, o que podem comprometer a fertilidade de muitas espécies e causar diversas modificações meióticas como aderência cromossômica, fusões (BOLDRINI et al., 2006 a, UTSUNOMIYA et al., 2005), falhas na citocinese (BOLDRINI et al., 2006 b) segregação cromossômica irregular (BOLDRINI et al., 2011; PAGLIARINI et al., 2001; SHAMINA, 2005; CONSOLARO et al., 1996).

A análise citológica dos 16 acessos revelaram diferentes frequências de anormalidades meióticas (Tabela 1). Nove acessos apresentaram variação entre 2 a 4% de anormalidades; em quatro acessos, a variação foi de 4 a 6%; em dois acessos, a variação foi de 7 a 10% e apenas um acesso apresentou uma frequência de anormalidade superior a 10%. Entre eles, os acessos 18, 24 e 30 apresentaram maior frequência de anormalidades, variando entre 7,17 a 12,11%.

Tabela 1 - Número do acesso, local de coleta, número cromossômico (2n), porcentagem de células anormais em cada fase da meiose e frequência de anormalidades em acessos *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*

Nº do acesso	Local de coleta	Porcentagens de células anormais							Freq. de anormalidades (%)
		2n	MI	AI	TI	MII	AII	TII	
RVTC-08	Sta Maria do Oeste-SC	24	11	8	0	0	10	9	5,52
RVTC-10	Chopinzinho-PR	24	3	3	3	2	1	1	3,23
RVTC-14	Ivaiporã-PR	24	6	3	3	2	5	3	4,28
RVTC-18	Lapa-PR	24	14	14	12	16	10	16	7,94
RVTC-22	Guarapuava-PR	24	3	3	7	3	8	2	3,71
RVTC-24	Prudentópolis-PR	24	9	2	2	8	6	2	7,17
RVTC-30	Prudentópolis-PR	24	39	16	0	8	3	3	12,11
RVTC-35	Turvo-PR	24	6	5	4	5	7	3	4,63
RVTC-36	Mariópolis-PR	24	4	3	3	2	1	1	2,87
RVTC-41	Itumirim-MG	24	5	4	4	3	3	3	3,43
RVTC-50	Viçosa-MG	24	4	4	3	3	2	2	2,99
RVTC-56	Viçosa-MG	24	2	2	4	3	2	2	4,47
RVTC-62	Passos-MG	24	3	3	2	1	6	3	2,77
RVTC-63	Gurupi-TO	24	3	5	3	1	5	2	2,92
RVTC-64	Guaraciaba-SC	24	3	5	5	4	7	3	3,66
RVTC-68	Itapeva-SP	24	3	1	4	4	5	3	3,19

Fonte: Autores.

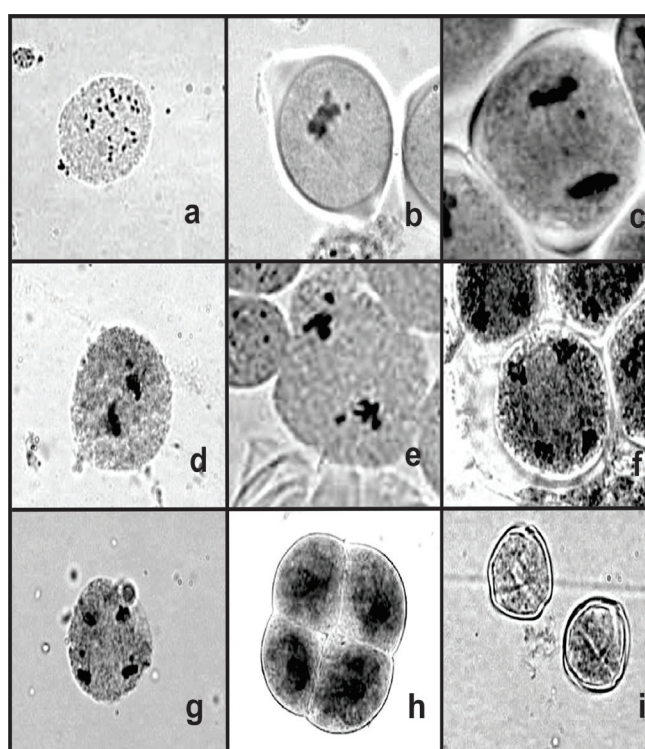
Nota: MI metáfase I; AI anáfase I; TI telófase I; MII metáfase II; AII anáfase II; TII telófase II

As anormalidades observadas em todos os acessos são decorrentes da segregação cromossômica irregular observada em todas as fases da meiose I e II. As anormalidades mais representativas foram cromossomos em ascensão precoce nas metáfases I e II (Figura 1b e 1e), cromossomos retardatários nas anáfases I e II (Figura 1c e 1f) e micronúcleos nas telófases I e II (Figura 1d e 1g).

Segundo Pagliarini (2000), a segregação cromossômica irregular é a anormalidade meiótica mais encontrada em espécies cultivadas e nativas, sendo caracterizada pela presença de cromossomos em ascensão precoce e retardatários. Esse tipo de anormalidade foi descrito

em milho (RICCI et al., 2007), cana de açúcar (PAGLIARINI et al., 1990) em *Avena sativa* (BAPTISTA-GIACOMELLI et al., 2000) muitas espécies de *Paspalum* (PAGLIARINI et al., 2001; DAHMER et al., 2008) e de *Brachiaria* (BOLDRINI et al., 2009; 2011; MENDES-BONATO et al., 2006).

Figura 1- Aspectos da microsporogênese irregular nos acessos diplóides ($2n=2x=24$) de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate cereja). a) Diacinese com 12 II, b) Metáfase I com cromossomo em ascensão precoce, c) Anáfase I com cromossomos retardatários, d) Telófase I com micronúcleo, e) Metáfase II com cromossomo em ascensão precoce, f) Anáfase II com cromossomos retardatários, g) Telófase II com micronúcleo, h) Tétrade normal, i) Grãos-de polens férteis (aumento de 1000x).



Fonte: Autores.

As causas dessas anormalidades podem ser diversas como: presença de cromossomos univalentes em diacinese ou em metáfase I pode ser resultante da baixa frequência de quiasmas, precoce terminalização dos mesmos ou devido a presença de genes sinápticos ou desinápticos em profase I (KODURU; RAO, 1981). Independentemente, a origem desse comportamento meiótico é sempre o mesmo, com a presença de univalentes em ascensão precoce em metáfase I ou como cromossomos retardatários em anáfase I. Geralmente, a presença de cromossomos retardatários também está relacionada com a formação de micronúcleos e essa segregação irregular dos cromossomos é decorrente da não ligação dos mesmos com as fibras do fuso formando os micronúcleos. Estes quando formados em telófase I podem persistir durante a meiose II e até chegar à tetrade ou serem reincorporados a placa equatorial da segunda divisão e não mais visualizados (RISSO-PASCOTTO et al., 2003). Em todas as espécies estudadas que

apresentaram segregação cromossômica irregular houve uma correlação entre a fertilidade do pólen e a produção de sementes.

Neste estudo, apesar de todos os acessos apresentarem segregação cromossômica irregular esta não foi suficiente para afetar a produção de tétrades, pois resultaram em tétrades normais (Figura 1h).

Os 16 acessos apresentaram IM acima de 90% (Tabela 2) sendo, portanto, considerados meioticamente estáveis. Desse modo, a normalidade da meiose gera gametas viáveis e uma alta porcentagem de grãos de pólen viáveis é esperada como resultado de um alto percentual de tétrades normais, as quais refletem um processo meiótico regular (TECHIO et al., 2005).

A avaliação da estabilidade meiótica dos genótipos ocorreu através do Índice Meiótico (IM) (LOVE, 1951). Esse índice explora os produtos pós-meióticos, como as tétrades, tríades, díades, mónades e poliades. Normalmente, durante a meiose, esperam-se maiores números de tétrades normais. Dessa forma, genótipos que apresentam os índices meióticos abaixo de 90% descrevem uma espécie com baixa estabilidade meiótica. Isso sugere uma tendência para a ocorrência de anormalidades durante o processo de gametogênese; já espécies portadoras de um índice superior a 90% são consideradas com alta estabilidade meiótica, sendo indicadas em programas de hibridação.

Tabela 2 - Índice meiótico (IM) dos acessos de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* avaliado por meio da contagem de tétrades (T)

Nº do acesso	Local de coleta	IM = nº T normais/nº T total x 100 (%)
RVTC-08	Sta Maria do Oeste-SC	100
RVTC-10	Chopinzinho-PR	100
RVTC-18	Lapa-PR	100
RVTC-14	Ivaiporã-PR	100
RVTC-22	Guarapuava-PR	100
RVTC-24	Prudentópolis-PR	100
RVTC-30	Prudentópolis-PR	100
RVTC-35	Turvo-PR	100
RVTC-36	Mariópolis-PR	100
RVTC-41	Itumirim-MG	100
RVTC-50	Viçosa-MG	100
RVTC-56	Viçosa-MG	100
RVTC-62	Passos-MG	100
RVTC-63	Gurupi-TO	100
RVTC-64	Guaraciaba-SC	100
RVTC-68	Itapeva-SP	100

Fonte: Autores.

Contudo, mesmo havendo irregularidades meióticas, estas não foram suficientes para afetar a estabilidade meiótica, já que todos os acessos apresentaram IM superior a 90% que culminaram com uma alta produção de grãos de polens férteis (Figura 1i). Esse comportamento meiótico estável é o que geralmente se espera de espécies diploides. Devido ao tomate cereja ser uma planta autógama e com baixa taxa de polinização cruzada, consequentemente, a diversidade genética da espécie é reduzida. Desse modo, a produção de polens férteis resultante de um comportamento meiótico estável é importante para garantir a sua capacidade reprodutiva.

Conclusão

A caracterização citogenética realizada nos dezesseis acessos de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate cereja), mostraram-se diploides ($2n=24$), derivado de número básico $x=12$ e meioticamente estáveis com IM superior a 90%. Portanto, todos os 16 acessos pertencentes a coleção de germoplasma dessa espécie poderiam ser utilizados nos programas de melhoramento genético, pois são meioticamente estáveis, contribuindo para a seleção e produção de novos cultivares e/ou de híbridos intra ou interespecíficos.

Referências

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004.
- BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? **Annals of Botany**, Bethesda, v.100, n.5, p.1085–1094, 2007.
- BAPTISTA-GIACOMELLI, F. R.; PAGLIARINI, M. S I ALMEIDA, J. L. Meiotic behavior in several Brazilian oat cultivars (*Avena sativa* L.). **Cytologia**, United Kingdom, v.65, n.4, p. 371-375, 2000.
- BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. Melhoramento Genético. In: Maringá, F. M. V. T., Boiteux, L. S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012.
- BOLDRINI, K. R.; PAGLIARINI, M. S.; Valle, C. B. do Cell fusion and cytomixis during microsporogenesis in *Brachiaria humidicola* (Poaceae). **South African Journal of Botanic**, Africa, v.72, p.478-481 (a), 2006.
- BOLDRINI, K. R.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. Abnormal timing of cytokinesis in microsporogenesis in *Brachiaria humidicola* (Poaceae: Paniceae). **Journal of Genetics**, Bangalore, v.228, p. 85-225 (b), 2006.
- BOLDRINI, K. R.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. Meiotic behavior of a nonaploid accession endorses $x=6$ for *Brachiaria humidicola* (Poaceae). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.8, n.4, p. 1444-1450, 2009.
- BOLDRINI, K. R.; ADAMOWSKI, E. V.; MESSAGE, H.; CALISTO, V.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. Meiotic behavior as a selection tool in the breeding of *Brachiaria humidicola* (Poaceae). **Euphytica**, Netherlands, v.182, n.3, p.317-324, 2011.

BRESOLIN, M. et al. **O cultivo do tomate indústria na região da serra do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2010.

CATTELAN, L. V. **Aspectos anatômicos, citogenéticos e palinológicos de espécies de *Solanum***. Lavras: UFLA, 2008.

CHARLES, M. R. A survey os cytogenetic causes of unfruit-fulness in the tomato. **Genetics**, Bethesda, v.30, p.34, 1945.

CONSOLARE, M. E.; PAGLIARINI, M. S.; CHAVES, L. J. Meiotic behavior, pollen fertility and seed production in Brazilian populations of *Centella asiatica* (L.) Urban (Umbelliferae). **Cytologia**, Tokyo, v.381, p.61-375, 1996.

CORRÊA, M. G. S.; VIEGAS, J.; SILVA, J. B.; AVILA, P. F. V.; BUSATO, G. R.; LMES, J. S. Meiose e viabilidade polínica na família Araceae. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.19, n.2, p. 295-303, 2005.

COX, S. I say tomayto, you say tomahto. 2000. Disponível em: <<http://www.landscapeimagery.com/tomato.html>> Acesso em: 10 jan. 2014.

DAHMER, N.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DALL'AGNOL, M.; CASTRO, B. Cytogenetic for *Paspalum notatum* Flügge acessions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, n.4, p. 381-388, 2008.

DARLINGTON, C. D.; WYLIE, A. P. **Chromosom atlas of flowering plants**. Australia: George allen & unwin, 1955.

DIEZ NICLOS, J. Tipos varietables. In: NUEZ, F. (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 1995. [s.p.].

EDMONDS, J. M.; CHWEYA, J. A. **Black nightshades *Solanum nigrum* L. and related species**. United Kingdom: IPGRI, 1997.

ESPINOZA, W. **Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco**. Brasília, DF: IICA, 1991.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 26 dez. 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.

GOLUBOVSKAYA, I. N. Genetic control of meiosis. **International Review of Cytology**, New York, v. 58, p. 247-290, 1979.

GOULD, W. A. Composition of tomatoes. Tomato production, processing and quality evaluation. **Avi Publishing Company**, Westport, Connecticut, p. 344-358. 1991.

GUERRA, M.; SOUZA M. J. **Como observar cromossomos**: Um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. Ribeirão Preto: Funpec, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sidra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa>>. Acesso em: 22 fev. 2014.

ISLAM, M. S.; MOHANTA, H. C.; ISMAIL, M. R.; RAFII, M. Y.; MALEK, M. A. Genetic variability and trait relationship in cherry tomato (*Solanum Lycopersicum* Var. *Cerasiforme* (Dunnal) A. Gray). **Tuber Crops Research Centre**, Bangladesh, v.41, n.2, p.163-167, 2012.

KODURU, P. K. R.; RAO, M. K. Cytogenetics of synaptic mutants in higher plants. **Theor. Applied Genetics**, Alemanha, v.59, p. 197-214, 1981.

KROSS, R. K.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; BRAGA, E. M. Influência Da epiderme do tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) na transferência de massa durante o tratamento osmótico. **Anais do IV Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos (SLACA)**, Campinas, 2001.

LARRY, R. JOANNE, L. Genetic resources of tomato. In: Razdan MK, Mattoo AK, eds. **Genetic improvement of solanaceous crops Tomato**. Science Publishers, Enfield, v.2, p. 5-8, 2007.

LOVE, R. M. Varietal differences in meiotic chromosomes behavior of Brazilian wheats. **Agronomy Journal**, United States, v.43, p.72-76, 1951.

MACHADO, J.O.; BRAZ, L.T. ; GRILLI, G.V.G. Caracterização dos frutos de cultivares de tomateiro tipo cereja cultivados em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 2003.

MACARTHUR, J. W.; CHIASSON, L. P. Cytogenetic notes on tomato species and hybrids. **Genetics**, Bethesda v.32, p.165-177, 1947.

MARINHO, C. D.; MARTINS, F. J. O.; AMARAL, S. C. S.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; MELO, M. P. Revisiting the Brazilian scenario of registry and protection of cultivars: an analysis of the period from 1998 to 2010, its dynamics and legal observations. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v:10, n:2, p.792-809, 2011.

MELO, P. C. T. Cultivares de tomate com características agronômicas e industriais para a produção de atomatados. **Anais do congresso brasileiro de olericultura**, Salvador, v.30, p.8446-8454, 2012.

MENDES-BONATO, A. B.; RISSO-PASCOTTO, C.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. do Chromosome number and meiotic behaviour in *Brachiaria jubata* (Gramineae). **Journal of Genetics**, Bangalore, v.85, n.1, p.83-86, 2006.

MIZ, R. B. **Estudo filogenético das espécies da seção torva do gênero *Solanum* L. (Solanaceae) na região sul do Brasil**. Tese de Mestrado-UFRGS, Porto Alegre, 2006.

NASCIMENTO, I. R. Cresce a demanda por mini tomate italiano. **Revista Campo & Negócios HF**, Uberlândia, v.70, p.42-43, 2011.

NESBITT, T., TANKSLEY, S. Comparative sequencing in the genus *Lycopersicon*. Implications for the evolution of fruit size in the domestication of cultivated tomatoes. **Genetics Society of America**, New York, v.162, p.365-379, 2002.

NETO, F. C. V. O melhoramento genético no contexto atual. Anais do I Simpósio Nordestino de Genética e Melhoramento de Plantas. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, v.1, p.210, 2009.

OKOLI, B. E. Hybridisation, Polyploidy and Apomixis in *Andropogon tectorum* Schum and Thorn. (Graminae). **New Phytologist**, Lancaster, v.93, p.591-597, 1983.

PAGLIARINI, M. S.; SILA, S. P.; MOLLINARI, R. Análise meiótica em cultivares de cana-de-açúcar. **Arquivo de Biologia e Tecnologia, Curitiba**, v.33, p. 283-293, 1990.

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

PAGLIARINI, M. S.; CARRARO, L. R.; FREITAS, P. M.; ADAMOWSKI, E. V.; BATISTA, L. A. R.; VALLS, J. F. M. Cytogenetic characterization of Brazilian *Paspalum* accessions. **Hereditas**, Lund, v.135, p.27-34, 2001.

PERALTA, I. E.; SPONNER, D. M. History, Origin and Early Cultivation of Tomato (Solanaceae) In **Genetic Improvement of Solanaceous Crops – Tomato**, Razdan, M.K.; Mattoo, A.K., Ed. Science Publishers, Jersey, v.2, p.1-637, 2007.

QUIROS, C. F. *Lycopersicon* cytogenetics. In: TSCHUCHIYA, T. Chromosome engineering in plants genetics, breeding and evolution. Part B. **Developments in Plant Genetics and Breeding**, Florida, p.119-137, 1991.

RAMALHO, M. A. P.; ARAÚJO, L. C. A. Breeding self-pollinated plants. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.11, p.1-7, 2011.

RAO, A. V. Lycopene, tomatoes, and the prevention of coronary heart disease. **Experimental Biology and Medicine**, Reino Unido, v.227, p.908-913, 2002.

RICCI, G. L.; SILVA, N.; PAGLIARINI, M. S.; SCAPIM, C. A. Microsporogenesis in inbred line of popcorn (*Zea mays* L.). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v.6, p.1013-1018, 2007.

RICK, C. M. El tomate. **Investigacion y Ciencia**, Santo Domingo, v.25, n.2, p.45-55, 1978.

RISSE-PASCOTTO, C.; MENDES-BONATO, A. B.; PAGLIARINI, M. S.; BIONE, N. C. P.; VALLE, C. B. Comportamento citológico atípico durante a microsporogênese em *Brachiaria ruziziensis* e *B. decumbens*. **Embrapa Gado de Corte**, Sorocaba, p.29, 2003.

SAAVEDRA G. SPOOR W. HARRIER L. Molecular markers and genetic base broadening in *Lycopersicum* spp. **Acta Horticulturae**, Bélgica, v.546, p.503-507, 2001.

SHAMINA, N. V. A catalogue of abnormalities in the division spindles of higher plants. **Cell Biology International**, New York, v.29, p.384-391, 2005.

SINGH, R. J. **Plant cytogenetics**. New York: CRC PRESS, 1993.

SPOONER, D. M., PERALTA, I. E., KNAPP, S. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. Section *Lycopersicon* (Mill) Wettst]. **Taxon**, Longrono, v.54, p.43-61, 2005.

SWAMINATHAN, M. S. Nature of polyploidy in some 48-chromosome species of the genus *Solanum*, Section *Tuberarium*. **Genetics**, Bethesda, v.39, p.59-76, 1954.

TECHIO, V. H.; DAVIDE, L. C., PEREIRA, A. V. Genomic analysis in *Pennisetum purpurum* x *P. glaucum* hybrids. **Caryologia**, Italy, v.58, p.28-33, 2005.

UTSUNOMIYA, K. S., PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. Microsporogenesis in tetraploid accessions of *Brachiaria nigropedata* (Ficalho & Hiern) Stapf (Gramineae). **Biocell**, Argentina, v.29, n.3, p.295-301, 2005.

VREUGDENHIL, D.; RADSHAW, J.; GEBHARDT, C.; GOVERS, F.; MACKERRON, D. K. L.; TAYLOR, M. A.; ROSS, H. A. **Potato Biology and Biotechnology Advanced and Perspectives**, Amsterdam: Elsevier, 2007.

WARNOCK, S. J. A review of taxonomy and phylogeny of genus *Lycopersicon*. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.4, p.669-673, 1988.

WINKLER, H; Über die nachkommenschaft dês *Solanum* pfropfbastard und die chromosomenzahelen ihrer klimzellen. **Zeitschrift für Botanik**, Alemanha, v.2. p. 138, 1909.