

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO

GOMES, G. C.<sup>1</sup>; NICIO, T. T.<sup>1</sup>; PINHEIRO, R. R.<sup>1</sup>; MUNIZ, N. S.<sup>1</sup>; RESENDE, J. T. V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Londrina-PR, Brasil;

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Centro Oeste, Campus CEDETEG, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Guarapuava-PR, Brasil;

### RESUMO

O tomate é dentre as hortaliças a espécie mais cultivada no mundo, com grande importância socioeconômica. Os minitomates vêm ganhando destaque no mercado de hortaliças por apresentar praticidade no consumo, sabor adocicado e alto valor nutricional. No entanto, a baixa disponibilidade de cultivares de minitomates adaptados as diferentes condições climáticas do Brasil é fator limitante para a produção. Neste estudo, objetivou-se avaliar e identificar genótipos de tomateiro a partir da caracterização física dos frutos relacionando a influência de diferentes genes sobre a coloração e qualidade pós-colheita. Foram avaliados trinta e um genótipos em ambiente protegido e realizadas análises físico-químicas. A presença do gene “gf” (*green flesh*), promoveu maiores teores de sólidos solúveis nos materiais T1, T6, T9, T10, T30 e T31. Os genes “rin e nor” conferiu as linhagens T10, T18, T25, T26, T27, T28 e T32 maior firmeza nos frutos.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*; teor de sólidos solúveis; pós colheita.

### INTRODUÇÃO

Um dos desafios enfrentados pela população mundial atualmente é o aumento de casos da fome oculta (1/3 da população mundial), esta é definida como uma deficiência em micronutrientes essenciais (vitaminas e minerais) no funcionamento do organismo humano, sua ocorrência está associada ao consumo insuficiente de alimentos fontes de nutrientes essenciais tais como, legumes, verduras, frutas, peixes, entre outros e o consumo de alimentos ultra processados. Diferentemente da desnutrição clássica, a fome oculta pode acometer indivíduos que consomem calorias de forma adequada ou até mesmo indivíduos obesos, logo este é associado ao consumo de alimentos pouco nutritivos (Wu, et al., 2015).

O tomateiro é uma hortaliça de grande importância econômica, pois, é a mais produzida no mundo, atingindo 177 milhões de toneladas distribuídas em 4,9 milhões de hectares no ano de 2020, resultando em uma produtividade de 36t ha<sup>-1</sup>; (FAO; 2021). Entre os tomates de mesa os minitomates ganham mercado ano a ano no Brasil, devido as suas características de fruto

pequeno que facilitam o consumo aliados ao sabor e doçura (Preczenhak, et al., 2014). Ressalta-se a baixa disponibilidade de cultivares de minitomates adaptados às condições ambientais nas diferentes regiões do Brasil. A maioria das cultivares ofertadas são importadas e as sementes apresentam preço elevado, o que acaba aumentando os custos de produção.

A crescente demanda pelos minitomates, tem despertado interesse dos agricultores e consumidores, demandando mão-de-obra no campo. Em se tratando de um mercado gourmet, os minitomates têm destaque aos outros tomates de mesa convencional, de frutos tipicamente vermelhos (Rocha, et al., 2013a). Assim, vem sendo introduzidos no mercado cultivares de frutos vermelho intenso, amarelados, alaranjados, marrons e índigo (azul escuro e roxo), bem como de diferentes formatos (redondos, oblongos, piriformes e cordiforme). Alguns destes, apresentam maior qualidade como alimento funcional, pelos maiores teores de licopeno, betacaroteno, vitamina C e compostos fenólicos como as antocianinas (Chaudhary, et al., 2018; Granger e Eck, 2018; Martin e Li, 2017; Preczenhak, et al., 2014).

Há um aumento no número de programas de melhoramento com foco em compostos bioativos, que promovem diversos benefícios para a saúde humana, com destaque para os carotenoides como licopeno e betacaroteno, compostos fenólicos e vitamina C (Patil, et al., 2014; Kaushik, et al., 2015; Leiva-Brondo, et al., 2016;).

Para iniciar um programa de melhoramento é necessário o conhecimento das diferentes características ou genes dos recursos fito genéticos presentes no banco de germoplasma (Nick, et al., 2010). Uma vez caracterizado o banco de germoplasmas com potencial para uso no programa de melhoramento, é definido a estratégia que maximize os ganhos das características desejadas (Bai e Lindhout; 2007). Sendo assim, a proposta do presente trabalho foi avaliar e identificar genótipos de tomateiro promissores, a partir da caracterização física dos frutos em relação a diferentes tipos de genes e sua influência sobre a coloração e qualidade pós-colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material vegetal

Os experimentos foram realizados na Universidade Estadual de Londrina, adotando-se o delineamento em blocos completos ao acaso (31 tratamentos x 4 repetições x 4 plantas por repetição= 496 plantas) Tabela 1.

As mudas foram obtidas na casa de vegetação da Universidade Estadual de Londrina, sendo semeadas em bandejas de polipropileno no dia 1º de março de 2021 e transplantadas dia 30 do mesmo mês, em uma estufa de 500 m<sup>2</sup> com 7 canteiros, com 2 linhas cada e 1,5m de largura. A estufa está localizada nas coordenadas 23,34° S, 51,20° O. As plantas receberam fertirrigação com solução nutritiva para o adequado suprimento das necessidades nutricionais da cultura e os frutos colhidos se encontravam em estágio de maturação comercial para as análises físicas.

Tabela 1. Linhagens de tomateiro caracterizadas no estudo.

Nome	Gene	Obs
T1 UEL BLUE BERRY	Aft/Aft atv/atv -	Indeterminado
T2 UEL INDIGO ROSE	Aft/Aft atv/atv -	Determinado
T3 UEL INDIGO APPLE	Aft/Aft atv/atv -	Não identificado
T4 TOM-818	Aft/Aft atv/atv	Indeterminado
T6 UEL ATOMIC GRAPE	Aft/Aft atv/atv -	Não identificado
T7 UEL BLUE CHERRY	Aft/Aft atv/atv -	Indeterminado
T8 UEL BLACK VERNISAGE	Aft/Aft atv/atv -	Indeterminado
T9 BPX-503B-01	gf/gf	Indeterminado
T10 BPX-503B-12	gf/gf	Indeterminado
T11 TOM-793	Vermelho normal	Determinado
T12 Nemadoro	Vermelho normal	Determinado
T13 TOM-648	t/t (tangerine)	Determinado
T14 TOM-647	t/t (tangerine)	Determinado
T15 TOM-542	ogc/ogc hp/hp	Determinado
T16 TOM-543	ogc/ogc hp/hp	Determinado
T17 TOM-655	ogc/ogc	Indeterminado
T18 TOM-654	norA/norA	Determinado
T19 TOM-709	ogc/ogc	Indeterminado
T20 TOM-499	b/b	Determinado
T21 TOM-498	b/b	Determinado

---

T22 TOM-596	ogc/ogc	Determinado
T23 Caro Red	b/b	Indeterminado
T24FloraDade	+/+ +/+ +/+	Determinado
T25 TOM-559	norA/norA	Indeterminado
T26 TOM-595	hp/hp	Determinado
T27 TOM-591	norA/norA ogc/ogc	Determinado
T28 TOM-593	norA/norA hp/hp	Determinado
T29 TOM-588	ogc/ogc hp/hp	Indeterminado
T30 Negro de Pontevedra	gf/gf	Indeterminado
T31 Black Cherry	gf/gf	Indeterminado
T32 TOM-589	norA/norA ogc/ogc hp/hp	Determinado

---

### Caracterização agrônômica

Foram mensurados quanto à massa (g), comprimento (cm) e diâmetro (cm), espessura do pericarpo (mm) e número de lóculos.

### Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi medido por meio de refratômetro digital de bancada, expressado em °Brix.

### Firmeza

A firmeza de dezesseis frutos por genótipo foi determinada por meio de penetrometria (resistência à punção). Para o teste de punção, uma agulha (P/2N) foi aplicada na região equatorial do fruto, sem remoção do exocarpo, perfurando até 5 mm do fruto.

### Análise estatística

O programa estatístico R foi empregado para análise, em que os dados de caracterização agrônômica e física foram submetidos ao Teste F ( $P < 0,05$ ), por meio da análise de variância,

uma vez atendido os pressupostos paramétricos de homoscedasticidade e normalidade de erros. O teste de agrupamento de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ) foi aplicado para comparação das médias, para análises que atenderam aos pressupostos, para aqueles que não atenderam foi feita a comparação múltipla com Kruskal-Wallis. O teste post hoc usa o critério de diferença mínima significativa de Fisher e Kruskal-Wallis seguido pelo teste de diferença mínima significativa de Fisher para comparar os pares de médias. Em caso de variáveis em que os pressupostos paramétricos não foram atendidos, os dados foram submetidos ao teste não-paramétrico de Friedman ( $P < 0,05$ ) para comparação dos genótipos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os materiais com maiores teores de sólidos solúveis foram: T1, T6, T9, T10, T30 e T31. Algumas linhagens pertencentes a esses tratamentos possuem um padrão de gene “gf” (*green flesh*) mais conhecido como gene mutante, sendo elas BPX-503B-12, TOM-793, BLACK CHERRY e TOM-589. Por se tratarem de genótipos do tipo “grape”, menores valores para características relacionadas ao tamanho e, ao mesmo tempo, maior °Brix (Abh; 2021), são resultados esperados.

Por sua vez, o destaque para firmeza dos frutos pode ser observado nas linhagens T10, T18, T25, T26, T27, T28 e T32 (Tabela 2) com os genes mutantes *hp/hp* e *norA*, sendo que estes genótipos formaram pares de similaridade conforme apresentado no dendrograma (Figura 1). O gene *nor* (“non ripening”), é utilizado para a produção de tomates longa vida (“long shelf life” = vida longa de prateleira), em frutos de linhagens com o gene, durante o processo de amadurecimento, ocorrem reduções drásticas na degradação das paredes celulares do pericarpo, na síntese do etileno e de carotenoides e na respiração do fruto, o que lhes proporciona uma vida pós-colheita mais prolongada (Della Vecchia e Koch; 2000). Os mutantes, apesar de produzirem frutos com maiores níveis de firmeza, não constituem grandes teores de  $\beta$ -caroteno e ácido-ascórbico, e seus híbridos não se enquadram às exigências organolépticas para a venda de frutos de mesa. O gene “*High Pigment*”, (*hp*), oferece a oportunidade de aumentar os níveis de carotenoides, como o licopeno no fruto, e também elevar a atividade da pró-vitamina A e a quantidade de vitamina C nos tecidos vegetais (Park; 2009). De acordo com Wann e Jourdain (1985), alguns mutantes como *hp*, *og<sup>C</sup>* e *dg* conferem maior teor em vitamina A e C, enquanto as plantas são menos vigorosas do que as normais.

Tabela 2. Comparação de médias de características de pós-colheita de frutos de tomateiro dos genótipos avaliados.

Linhagem	Firmeza (N)	SST (°Brix)
T1 UEL BLUE BERRY	12,47 fghi	4,97 abcd
T2 UEL INDIGO ROSE	7 mnopq	3,93 efg

T3 UEL INDIGO APPLE	5,14	Pq	3,43	hij
T4 TOM-818	5,12	Opq	4,52	bcde
T5 MATERIAL PERDIDO				
T6 UEL ATOMIC GRAPE	5,88	nopq	5,18	abc
T7 UEL BLUE CHERRY	2,99	Q	4,03	def
T8 UEL BLACK VERNISAGE	4,87	Opq	4,39	cde
T9 BPX-503B-01	11,16	ghijk	5,62	abc
T10 BPX-503B-12	16,72	abcdef	5,86	ab
T11 TOM-793	9,22	ijklm	3,43	hij
T12 Nemadoro	11,01	ghijk	3,23	ijklm
T13 TOM-648	23,43	bcdefg	3,1	ijklm
T14 TOM-647	12,39	hijkl	3,57	ghi
T15 TOM-542	14,76	cdefgh	3,31	hijk
T16 TOM-543	15,92	defgh	3,23	ijk
T17 TOM-655	10,82	hijkl	3,86	efg
T18 TOM-654	22,04	abcd	2,8	mno
T19 TOM-709	8,02	lmnop	3,94	efg
T20 TOM-499	8,4	klmn	3,6	fgh
T21 TOM-498	7,27	mnop	3,68	fgh
T22 TOM-596	8,53	ijklmn	2,78	klmn
T23 Caro Red	8,59	klmn	3,67	gh
T24 FloraDade	12,51	efghi	3,25	hijk
T25 TOM-559	25,36	abc	2,38	o
T26 TOM-595	22,12	abcde	3,05	ijklmn
T27 TOM-591	22,44	abcd	2,78	no
T28 TOM-593	29,86	ab	2,71	no
T29 TOM-588	11,79	fghij	2,85	lmno
T30 Negro de Pontevedra	7,92	klmno	5,06	abc
T31 Black Cherry	11,32	ghijk	6,45	a
T32 TOM-589	28,95	a	3,12	klmn

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de diferença mínima significativa de Fisher a 5% de significância.

A partir do dendrograma (Figura 1), podemos dividir os 31 materiais em 3 grupos, de acordo com a similaridade de característica de frutos. Pode se correlacionar as variáveis massa, comprimento, diâmetro e espessura com os 3 grupos apresentados no dendrograma. Os materiais T6, T7, T31, T9, T10, T1, T4, T30, T8, T2 e T3 que

constituem o primeiro grupo, possuem frutos classificados como cereja, enquanto que os outros dois grupos possuem frutos de maior porte, fato que se comprova observando o genótipo T12 que apresentou maior massa em relação aos outros tratamentos, seguido por T13, ambos de grupos diferentes do primeiro (Tabela 3).

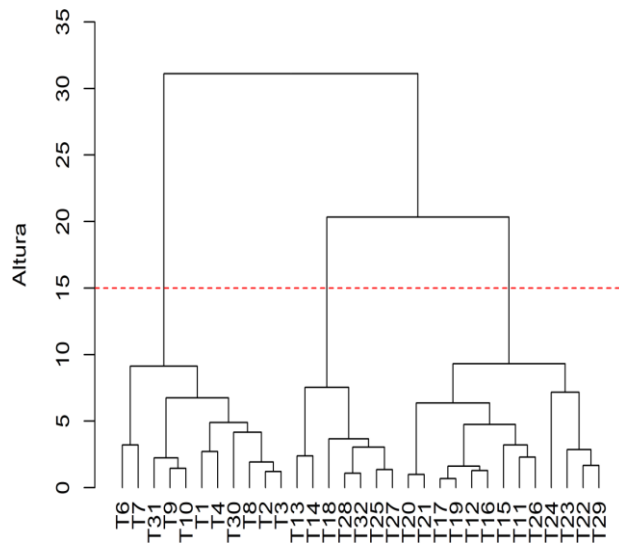


Figura 1. Dendrograma formado a partir dos níveis de similaridade entre as linhagens relacionado as características de frutos avaliadas no estudo.

Tabela 3. Comparação de médias de características físicas de frutos de tomateiros dos genótipos avaliados.

Linhagem	Massa		Comprimento		Diâmetro		Espessura		Lóculos	
	---	g ---	---	cm ---	---	cm ---	---	mm ---	---	n° ---
T1 UEL BLUE BERRY	17,87	j	29,09	g	32,74	kl	3,65	pq	2,5	fghij
T2 UEL INDIGO ROSE	60,07	f	47,21	e	54	fg	6,75	def	2,18	ijkl
T3 UEL INDIGO APPLE	54,12	f	39,08	f	47,3	jk	2,86	mnp	2,18	ijkl

T4 TOM-818	22,42	i	30,05	g	33,78	jk	2,86	q	3,25	bcde
T5 MATERIAL PERDIDO										
T6 UEL ATOMIC GRAPE	34,58	g	50	e	31,81	kl	5,87	ghij	2,62	fgh
T7 UEL BLUE CHERRY	11,26	k	24,74	h	27,11	l	2,75	q	3	def
T8 UEL BLACK VERNISAGE	54,44	f	39,79	f	47,28	i	4,95	lmno	2,37	ghijk
T9 BPX- 503B-01	26,4	h	38,68	f	33,89	k	3,67	opq	2,31	hijkl
T10 BPX- 503B-12	26,21	h	39,8	f	34,06	k	5,01	klmn	2	l
T11 TOM-793	86,73	e	63,21	c	52,83	fg	5,27	jklm	2,62	fgh
T12 Nemadoro	115,33	d	71,53	b	56,18	fg	7,7	cde	2,56	fghij
T13 TOM-648	306,65	a	74,7	b	83,51	a	7,5	bcde	4	abcd
T14 TOM-647	207,31	b	69,37	b	74,62	a	6,9	def	3,68	abc
T15 TOM-542	153,92	c	41,95	f	30,48	kl	4,2	nopq	2,12	kl
T16 TOM-543	118,2	d	72,78	b	51,87	gh	8,25	Abc	2	l
T17 TOM-655	135,61	c	74,37	b	54	fg	9,03	abc	2,37	ghijk
T18 TOM-654	111,62	d	65,13	c	57,24	ef	8,08	abcd	2,18	jkl
T19 TOM-709	140,52	c	79,93	a	54,12	fg	8,9	ab	2,18	ijkl
T20 TOM-499	80,43	e	58,28	d	52,33	gh	5,73	hijkl	2,56	fghi
T21 TOM-498	87,71	e	60,43	c	45,03	ij	7,03	cde	2,81	efg
T22 TOM-596	113,55	d	53,64	d	59,83	ef	6,4	efg	3,56	abc
T23 Caro Red	181,96	b	60,33	c	76,43	ab	5,89	ghijk	4,43	ab
T24 FloraDade	209,33	b	63,26	c	76,15	a	20,9	abc	4,56	a



T25 TOM-559	207,53	b	65,05	c	75,88	a	6,96	def	3,5	abcd
T26 TOM-595	101,58	e	56,71	d	54,73	fg	5,85	ghi	3,25	cde
T27 TOM-591	175,63	b	64,73	c	72,15	abc	5,96	ghi	3,75	abc
T28 TOM-593	154,33	c	61,3	c	66,3	bcd	5,48	Ijklm	3,25	cde
T29 TOM-588	171,46	b	62,06	c	70,81	abc	6,01	ghi	4,12	abc
T30 Negro de Pontevedra	149,62	c	60,18	c	63,81	de	11	a	2,62	fgh
T31 Black Cherry	26	h	33,3	g	33,37	k	3,93	pq	2,25	ijkl
T32 TOM-589	183,97	b	64,61	c	65,71	cd	6,35	fgh	3,58	Abc

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de diferença mínima significativa de Fisher a 5% de significância.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho determinaram 3 grupos contendo linhagens que se destacaram positivamente em consequência da similaridade estabelecida a partir dos genes utilizados em seu material genético. A caracterização física das variáveis requisitadas no estudo foi de extrema importância, pois é possível analisar a diversidade genética dos genótipos e o seu uso em programas de melhoramento de plantas. Os materiais que possuem o gene “gf” (green flesh), se destacaram quanto a maiores níveis de Sólidos Solúveis Totais. Os genes “rin e nor” conferiu as linhagens maior firmeza nos frutos por ser um gene mutante pertencente ao grupo longa vida (long shelf life).

## REFERÊNCIAS

- BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future? **Annals of Botany**, v. 100, n. 5, p. 1085–1094, 2007.
- CHAUDHARY, P. et al. Bioactivities of phytochemicals present in tomato. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 8, p. 2833–2849, 2018.

DELLA VECCHIA, P.T.; KOCH, P.S. Tomates longa vida: O que são, como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 3-4, 2000.

FAO. Organização para alimentação e agricultura das nações unidas. FAOSTAT. Disponível em: Acesso em: <https://www.fao.org/brasil/fao-no-brasil/pt/> ., 10 ago. 2021.

GRANGER, M.; ECK, P. Dietary Vitamin C in Human Health. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 83, p. 281–310, 2018.

KAUSHIK, P. et al. Breeding vegetables with increased content in bioactive phenolic acids. **Molecules**, v. 20, n. 10, p. 18464–18481, 2015.

LEIVA-BRONDO, M. et al. New opportunities for developing tomato varieties with enhanced carotenoid content. **Scientia Agricola**, v. 73, n. 6, p. 512–519, 2016.

Marker for Selecting old-gold-crimson (ogc) Fruit Color Mutation in Tomato. **Journal of Life Science**, v.19, n.1., p.152-155, 2009.

MARTIN, C.; LI, J. Medicine is not health care, food is health care: plant metabolic engineering, diet and human health. **The New phytologist**, v. 216, n. 3, p. 699–719, 2017.

NICK, C. et al. Conservação ex situ dos recursos fitogenéticos. In: PEREIRA, T. N. S. (Ed.). **Germoplasma: Conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: Arca, 2010. p. 59–87.

PARK, Y.H., LEE, Y.J.; KANG, J.S.; CHOI, Y.W.; SON, B.G. A Gene-based dCAPS

PATIL, B. S. et al. The intersection of plant breeding, human health, and nutritional security: Lessons learned and future perspectives. **HortScience**, v. 49, n. 2, p. 116–127, 2014.

PRECZENHAK, A.P.; RESENDE, J.T.V.; CHAGAS, R.R.; SILVA, P.R.; SCHWARZ, K.; MORALES, R.G.F. Caracterização agrônômica de genótipos de minitomate. **Horticultura brasileira**, v. 33, n. 2, p. 348–356, 2014.

ROCHA, M. C. et al. A study to guide breeding of new cultivars of organic cherry tomato following a consumer-driven approach. **Food Research International**, v. 51, n. 1, p. 265–273, 2013a.

WANN, E.V.; JOURDAIN, E.L. Effect of mutant genotypes hp ogc and dg ogc on tomato fruit quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.110, p.212-215, 1985.

WU, Z.; BAÑUELOS, G. S.; LIN, Z. Q.; LIU, Y.; YUAN, L.; YIN, X.; LI, M. Biofortification and phytoremediation of selenium in China. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 136, 2015.