

## Herança de características físico-químicas em famílias de tomateiro visando sistema de base ecológica

## Heritability of physical and chemical characteristics in tomato families aiming at an ecological based system

### RESUMO

Os agricultores de base ecológica são atingidos pela falta de variedades adaptadas ao sistema de produção, inviabilizando e/ou dificultando o plantio das culturas, pelo baixo rendimento, alto custo de sementes e cuidados redobrados com o manejo. O trabalho em questão visa estudar indivíduos de gerações F2 de tomateiro, possibilitando encontrar famílias promissoras para o desenvolvimento de variedades de polinização aberta destinadas ao sistema orgânico de produção. Foram avaliados os Sólidos Solúveis Totais, pH, Acidez Total Titulável e a Relação Sólidos Solúveis/Acidez Total Titulável para gerações F2, e a partir desses caracteres foram estimadas os parâmetros genéticos. Em paralelo a essa avaliação, está sendo realizado o avanço de gerações até F6, utilizando-se o método SSD. A maioria das variáveis apresentou herdabilidades negativas ou menores que 20%, com o efeito ambiental apresentando forte influência no comportamento das mesmas. Esses resultados indicam uma seleção mais eficiente em gerações avançadas. Foi verificada baixa depressão endogâmica indicando que a continuidade das autofecundações para posterior seleção dessas características será viável a fim de originar variedades adaptadas para a condição orgânica de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura familiar. Ecologia agrícola. Segurança alimentar.

### ABSTRACT

Ecologically based farmers are affected by the lack of varieties adapted to the production system, making the cultivation of crops unfeasible and / or difficult, due to low yield, high cost of seeds and extra care with management. The work in question aims to study individuals of generations F2 of tomato, making it possible to find promising families for the development of open pollination varieties destined to the organic production system. The Total Soluble Solids, pH, Total Titratable Acidity and the Soluble Solids / Total Titratable Acidity ratio for F2 generations were evaluated, and from these characters the genetic parameters were estimated. In parallel to this assessment, the generation is progressing up to F6, using the SSD method. Most variables showed negative heritabilities or less than 20%, with the environmental effect having a strong influence on their behavior. These results indicate a more efficient selection in advanced generations. Low inbreeding depression was observed, indicating that the continuity of self-fertilization for subsequent selection of these characteristics will be feasible in order to originate varieties adapted to the organic condition of production.

**KEYWORDS:** Family farming. Agricultural ecology. Food security.

**Bruna Carlim da Gama**  
[brunacarlim@alunos.utfpr.edu.br](mailto:brunacarlim@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Thiago de Oliveira Vargas**  
[thiagovargas@utfpr.edu.br](mailto:thiagovargas@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Jessica Cardoso**  
[jessicacardoso@alunos.utfpr.edu.br](mailto:jessicacardoso@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Taciane Finatto**  
[tfinato@utfpr.edu.br](mailto:tfinato@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças tem grande importância social e econômica para a comunidade. Esta atividade produz alimento, gera emprego e renda, fortalece a agricultura familiar, diminui o êxodo rural, além de promover o desenvolvimento regional (CARVALHO et al., 2014). Dentre as olerícolas produzidas no Brasil, o tomate tem um destaque especial de produção, sendo plantados anualmente em torno de 64 mil hectares da cultura, o que resulta em uma produção de aproximadamente 65 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016).

As variedades híbridas dominam o mercado de semente de hortaliças (COLOMBO; GALMARINI, 2017). No caso do tomateiro, a maior parte das sementes disponíveis no mercado é constituída por híbridos F1, com a base genética reduzida e que apresentam elevado custo agregado de sementes (BOYHAN, 2014); (VARGAS et al., 2015).

Desse modo, a obtenção de genótipos melhorados e adaptados aos sistemas de base ecológica se tornam de grande importância para a agricultura familiar. Sendo recomendada a utilização de variedades mais rústicas e com maior variabilidade, a exemplo, as variedades de polinização aberta, que podem resgatar características perdidas durante o processo de melhoramento intensivo da cultura, reintroduzindo atributos que beneficiem a agricultura ecológica (DIAS, 2010); (ANDERSEN, 2015).

Além disso, as variedades de polinização aberta são passíveis de multiplicação, não sendo necessária a compra de sementes de empresas a cada novo ciclo produtivo, o que pode contribuir para o maior investimento na propriedade, auxiliando indiretamente na segurança alimentar, através da contribuição ao acesso físico e econômico, de alimentos mais seguros e nutritivos para a população (FAO, 2005). Desse modo, o trabalho em questão visa estudar características físico-químicas de gerações F2 de tomateiro, possibilitando encontrar famílias promissoras para o desenvolvimento de variedades de polinização aberta destinadas ao sistema de base ecológica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O local de execução do trabalho reside na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, localizada na cidade de Pato Branco-PR, com uma latitude 26° 06' 59"S, longitude 52° 40' 59"W e com altitude média de 721,80 m. Sendo o clima caracterizado para o município do tipo "cfa" subtropical úmido, utilizando-se a classificação climática de Köppen.

As gerações F1 utilizadas no estudo foram originadas a partir de cruzamentos simples, utilizando-se 2 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Tomateiro da UTFPR - Campus Pato Branco (Acesso 1 e Acesso 2), duas variedades comerciais de polinização aberta ('Santa Clara' e 'Gaúcho') e um híbrido comercial, resultando em 4 gerações: Acesso 1 x híbrido comercial (C1); Acesso 2 x híbrido comercial (C2); Gaúcho x híbrido comercial (C3); Santa Clara x híbrido comercial (C4).

As sementes resultantes da autofecundação controlada das gerações F1 foram semeadas, dando origem às gerações F2. Estas foram conduzidas a campo, sob manejo orgânico de produção, conforme previsto pela legislação vigente para cultivo orgânico na Instrução Normativa n°46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL,

2014) em um espaçamento de 1,2 m entre as linhas e 0,6 m entre plantas dentro da linha (Fig. 1). O plantio dessa progênie foi realizado de maneira concomitante aos parentais, parte das sementes F1 e os retrocruzamentos RC1 (F1XP1) e RC2 (F1XP2) em setembro de 2019.

Figura 1 – Plantas de tomate cultivadas em sistema orgânico de produção.



Fonte: Autoria própria (2019)

Foram avaliadas os Sólidos Solúveis Totais (SS), pH, Acidez Total Titulável (AT) e a Relação Sólidos Solúveis/Acidez Total Titulável (SS/AT).

Os SST foram calculados em °brix utilizando-se um refratômetro digital portátil colocado diretamente sob amostras de suco de cinco frutos maduros de tomateiro (EL-GABRY; SOLIEMAN; ABIDO, 2014). O pH foi determinado com um pHmetro, em polpa de cinco frutos previamente triturados, sendo o resultado expresso em unidades de pH. A ATT foi determinada pelo método de volumetria com indicador (IAL, 2008). A Relação SST/ATT foi determinada a partir dos teores de sólidos solúveis e de acidez total titulável obtidas anteriormente.

As gerações F2 estudadas foram avaliadas e as herdabilidades e variâncias foram estimadas para características físico-químicas, permitindo um melhor entendimento do comportamento das plantas para posterior seleção em gerações mais avançadas. A partir das médias e variâncias das gerações parentais, F1, F2 e os retrocruzamentos (RC1 e RC2) para cada caractere avaliado, foram estimadas as variâncias ambiental ( $\sigma^2_E$ ), fenotípica ( $\sigma^2_P$ ), genética ( $\sigma^2_G$ ) e aditiva ( $\sigma^2_A$ ) e herdabilidades no sentido amplo ( $h^2_a$ ) e restrito ( $h^2_r$ ). Foi utilizado o método dos mínimos quadrados ponderados e as médias das gerações foram realizadas segundo o modelo aditivo-dominante (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

As herdabilidades foram avaliadas considerando-se valores altos quando maiores que 50%, moderados de 20 a 50% e baixos quando menores que 20% (STANSFIELD, 1988).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As gerações F2 estudadas foram avaliadas e as herdabilidades e variâncias foram estimadas para características físico-químicas, permitindo um melhor entendimento do comportamento das plantas para posterior seleção em gerações mais avançadas. As herdabilidades foram avaliadas considerando-se valores altos quando maiores que 50%, moderados de 20 a 50% e baixos quando menores que 20% (STANSFIELD, 1988).

Para todas as variáveis estudadas a  $h^2a$  apresentou estimativas negativas (nulas) ou menores que 20%, com exceção do C3 que apresentou uma  $h^2a$  moderada para AT (33,4%) e o C4 que apresentou uma  $h^2a$  de 27,3% para a SS/AT, indicando que essas características apresentam baixa influência genotípica. Isso se deve, pois a herdabilidade permite quantificar o quanto da variação fenotípica observada em um genótipo é controlada por efeitos genotípicos, sendo um atributo relevante para se realizar a seleção de genótipos superiores (MOOSE; MUMM, 2008).

Considerando a  $h^2r$ , o pH e a SS/AT para o C4 apresentaram estimativas altas de 84,2% e 78,1%, respectivamente. A  $h^2r$  referente aos SS para o C1 foi de 70,6%, e SS/AT apresentou estimativas altas para os C2 e C4, com 81,6% e 78,1% respectivamente. A  $h^2r$  foi superior a  $h^2a$  para essas variáveis, indicando que a aditividade contribui em parte para essas características. Esse resultado é reforçado observando-se as  $\sigma^2_G$  e  $\sigma^2_A$ , onde a  $\sigma^2_A$  foi superior a  $\sigma^2_G$  para essas variáveis.

As demais características avaliadas apresentaram os valores de  $h^2r$  baixos ou nulos. Além disso, o efeito ambiental apresenta forte influência no comportamento das mesmas, com a  $\sigma^2_E$  alta em comparação as demais. Esse fato sugere que as variáveis em questão devem ser selecionadas em gerações mais avançadas, o que se pretende realizar no decorrer do presente estudo, já que o mesmo ainda está em desenvolvimento.

Valores de herdabilidade baixos para SS também foram encontrados por El-Gabry, (2014), em estudo avaliando a capacidade de combinação e herdabilidade de cultivares de tomateiro. No entanto, um resultado distinto foi encontrado por SHALABY, (2013) ao avaliar o modo de ação gênica, heterose e depressão endogâmica em tomateiro, as estimativas de  $h^2a$  e  $h^2r$  para essa característica foi alta e moderada, respectivamente.

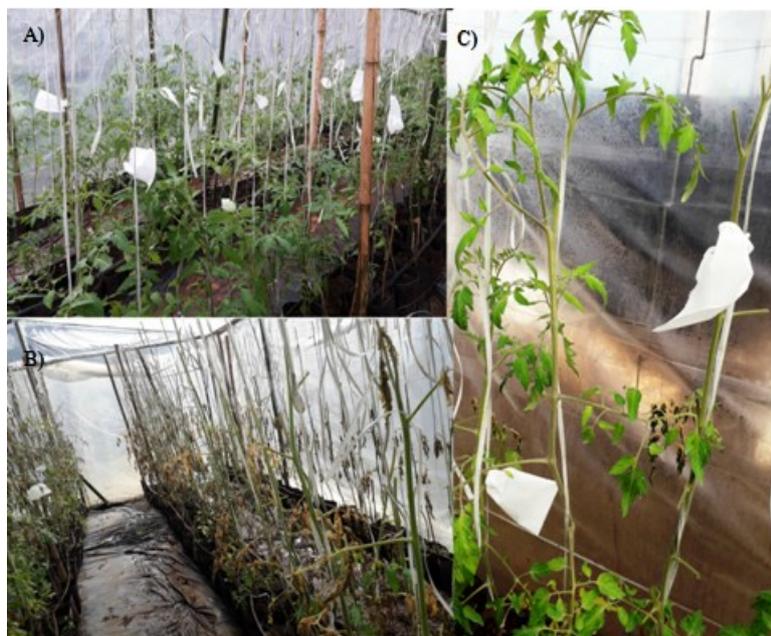
Essas discrepâncias de resultados nas herdabilidades são encontradas com frequência na literatura. Isso ocorre, pois essas análises são dependentes de uma série de fatores como o tipo de material genético, o tamanho amostral, a metodologia empregada, o manejo do experimento, métodos de estimação e efeitos de ligação. Desse modo, é importante considerar esses fatores ao comparar valores entre experimentos (SAID, 2014).

O trabalho em questão ainda está em desenvolvimento. Assim, os avanços de gerações ainda estão sendo realizados. Até o presente momento, foram coletadas sementes até as gerações F5 e estas estão sendo autofecundadas para obtenção das gerações F6, que serão avaliadas posteriormente.

Durante o processo de obtenção das sementes F3, as plantas sofreram estresse por frio (Fig. 2), o que acarretou em morte de parte das plantas, permitindo uma seleção prévia para essa característica. A partir das plantas sobreviventes, foi dada continuidade as autofecundações. Atualmente as gerações

F5 estão sendo conduzidas em ambiente protegido, sendo a coleta de sementes F6 estimada para agosto de 2020.

Figura 2 – Gerações F3 de tomateiro em processo de autofecundação. A) plantas antes do estresse por frio; B) plantas após sofrerem estresse por frio; C) planta sobrevivente e planta morta após estresse por frio, da esquerda para a direita, respectivamente.



Fonte: Autoria própria (2019)

As sementes resultantes das autofecundações estão sendo armazenadas, contribuindo para o Banco Ativo de Germoplasma de Tomateiro da UTFPR - Câmpus Pato Branco, o que permitirá estudos futuros envolvendo esses materiais.

## CONCLUSÕES

Através do presente estudo foi possível estudar as herdabilidades e variâncias das características físico-químicas no tomateiro. As estimativas indicaram baixa herdabilidade no sentido amplo e restrito, indicando que a seleção será mais eficiente para tais características, em gerações avançadas. A baixa depressão endogâmica presente indica eficiência na continuidade das autofecundações para posterior seleção dessas características. Espera-se no decorrer do presente estudo obter famílias que apresentem características superiores, almejadas pelo presente programa de melhoramento, a fim de originar variedades adaptadas para a condição orgânica de produção.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FA) pela disponibilidade de bolsa de iniciação científica. A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, e aos colegas Matheus Hermann dos Santos, Silmara Pietrobelli, Victoria de Mattos, Laura Abatti.

## REFERÊNCIAS

ANDERSEN, M. M. et al. Feasibility of new breeding techniques for organic farming. **Trends in Plant Science**, [s. l.], v. 20, n. 7, p. 426–434, 2015.

BOYHAN, G. E. et al. Evaluation of tomato varieties under organic production practices in Georgia. **HortTechnology**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 252–258, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, nº17, de 18 de junho de 2014. Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 jun. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-17-de-18-de-junho-de-2014.pdf/view>. Acesso em: 16 de jul. 2020.

CARVALHO, C. R. F. Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44 n. 12, p. 2293-2299, 2014.

COLOMBO, N.; GALMARINI, C. R. The use of genetic, manual and chemical methods to control pollination in vegetable hybrid seed production: a review. **Plant Breeding**, [s. l.], v. 136, n. 3, p. 287–299, 2017.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P.C.S; **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**, 3. Ed. Viçosa: UFV, 2014.

DIAS, J. C. DA S. Impact of improved vegetable cultivars in overcoming food insecurity. **Euphytica**, [s. l.], v. 176, n. 1, p. 125–136, 2010.

EL-GABRY, M. A. H.; SOLIEMAN T. I. H.; ABIDO, A. I. A. Combining ability and heritability of some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 167, p.153-157, 2014.

FAO - Food and Agriculture Organization, WHO - World Health Organization. **Food Safety Risk Analysis. An Overview and Framework Manual**. Roma, 2005. Disponível em: [http://www.fsc.go.jp/sonota/foodsafety\\_riskanalysis.pdf](http://www.fsc.go.jp/sonota/foodsafety_riskanalysis.pdf). Acesso em: 08 jul. 2020.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p.1020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. Rio de Janeiro, 2016. Acesso em: 20 jul. 2018.

MOOSE, S. P.; MUMM, R. H. Molecular Plant Breeding as the Foundation for 21st Century Crop Improvement. **Plant Physiology**, [s. l.], v.147, n. [-], p. 969–977, 2008.

SAID, A. A. Generation mean analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought stress conditions. **Annals of Agricultural Sciences**, [s. l.], v.59, n.2, p.177-184, 2014.

SHALABY, T. A. Mode of gene action, heterosis and inbreeding depression for yield and its components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.), **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v.164, n. [-], p. 540-543, 2013.

STANSFIELD W. D. **Theory and problems of genetics**, MC Grow Hill Book Co.: Nova York, 1988, p.220-221.

VARGAS, T. O. et al. Diversidade genética em acessos de tomateiro heirloom. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 33, p. 174–180, 2015.