



## HERDABILIDADE DE SÓLIDOS SOLÚVEIS EM MORANGOS

Priscila Monalisa Marchi<sup>1</sup>; Maximiliano Dini<sup>1</sup>; Flavia Lourenço da Silva<sup>2</sup>; Maria do Carmo Bassols Raseira<sup>3</sup>, Sandro Bonow<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFPeL/PPGA – Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS,  
priscilammarchi@yahoo.com.br;maxidini@hotmail.com;

<sup>2</sup>UFPeL/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas-RS;flavia.lourencodasilva@hotmail.com;

<sup>3</sup>Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, maria.bassols@embrapa.br,sandro.bonow@embrapa.br.

**Resumo:** Dentro do grupo das pequenas frutas, o morangueiro é a cultura de maior importância econômica. O teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) nas frutas é uma característica que tem relação com a aceitação da fruta pelo consumidor, sendo prioritário o conhecimento da herdabilidade deste caráter para permitir prever o progresso dentro de um programa de melhoramento. O objetivo deste trabalho foi estimar a herdabilidade do caráter SST de frutas de morangueiro, no sentido amplo e restrito. O experimento foi conduzido no ciclo 2016-2017, na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. Foram utilizadas 10 progênies F1 e seus genitores ('Albion', 'Aromas', 'Camarosa', 'Daewang', 'Dover' e 'San Andreas'). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco repetições e a unidade experimental constou de parcelas de seis plantas. O teor de SST foi mensurado na primeira quinzena de dezembro de 2016, por refratometria, sendo expresso em °Brix. Foi constatada alta variabilidade fenotípica e segregação transgressiva, nas populações avaliadas. A estimativa da herdabilidade no sentido amplo para o caráter SST foi igual a 0,60 (média), e a herdabilidade no sentido restrito foi igual a 0,37. O ambiente e os componentes genéticos não aditivos exercem forte influência sobre o teor de SST de morangos.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa*; herança de caracteres; pequenas frutas.

### INTRODUÇÃO

Dentro do grupo das pequenas frutas, o morangueiro (*Fragaria x ananassa*, Rosaceae) é a cultura de maior importância econômica, tanto no Brasil quanto no mundo. No ano de 2015, no Brasil, relatou-se um total de, aproximadamente, 4.000 hectares; e produção anual estimada de 105 mil toneladas de frutas por ano. Os estados do Rio Grande do Sul e São Paulo concentram as maiores produtividades do Brasil, seguidos de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Espírito Santo e Distrito Federal (REISSER Jr et al., 2015).

O sabor, aroma e cor da fruta são os caracteres mais importantes de uma cultivar de morangueiro. O sabor é determinado, principalmente, pela relação de sólidos solúveis e acidez, e ambos os parâmetros são controlados por níveis variáveis de variância aditiva e dominância (FRANQUES, 2008; BRACKMANN et al., 2011).

Para o progresso de qualquer programa de melhoramento, o conhecimento da coleção de germoplasma e a avaliação da variabilidade genética é um importante passo. Por isso, é essencial a partição da variabilidade observada em herdável e não herdável, componentes mensurados através do coeficiente de variação genotípica, do coeficiente de variação fenotípica, da herdabilidade no sentido amplo e da herdabilidade no sentido restrito (MISHRA et al., 2015). O conhecimento da herdabilidade dos caracteres que se busca incorporar nas novas gerações permite prever o progresso que pode ser esperado com as hibridações.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estimar a herdabilidade do caráter sólidos solúveis totais em morangos, no sentido amplo e restrito.



## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no ciclo de 2016-2017, nas instalações da Embrapa Clima Temperado (Sede), em Pelotas-RS, sob latitude de 31° 46' 19" S, longitude 52° 20'33" W e altitude de 60 metros. O clima da região, segundo Köpen, é do tipo "cfa" (clima temperado) (ALVARES et al., 2014).

Para obtenção das herdabilidades no sentido amplo e no sentido restrito, foram utilizadas as progênies F1 oriundas de cruzamentos descritos na Tabela 1, e seus genitores, as cvs. Albion, Aromas, Camarosa, Daewang, Dover e San Andreas.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco repetições. A unidade experimental constou de parcelas de seis plantas, espaçadas em 30cm x 30cm. As plantas foram cultivadas no sistema convencional (no solo). Foi utilizado, como cobertura do solo, filme de polietileno preto, túnel baixo de polietileno transparente de 150micra, e irrigação por gotejamento, com gotejadores a cada 15cm. A recomendação de adubação em pré-plantio foi baseada nos resultados da análise do solo, e também foram realizadas fertirrigações com macro e micro minerais. O controle de insetos-praga e doenças foi realizado de maneira preventiva. Além da aplicação de tratamentos químicos, folhas velhas e com injúrias foram retiradas sempre que verificado sintomas de doenças. Todos os procedimentos de manejo foram realizados da mesma forma, para todos os tratamentos.

O teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) foi mensurado na primeira quinzena de dezembro de 2016 para todos os tratamentos. Apesar de diferenças entre indivíduos (plantas) quanto ao início de maturação, foram avaliadas amostras de três a cinco frutas de cada planta que apresentava, no momento, frutas com maturação padronizadas para as avaliações, ou seja, que apresentavam, no mínimo, 75% da epiderme de coloração vermelha. As amostras foram coletadas no campo e levadas ao Laboratório de Melhoramento de Plantas Frutíferas, onde o teor de SST foi determinado por refratometria, utilizando refratômetro digital Atago modelo PR-101, e expresso em °Brix.

Foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo e no sentido restrito. A variância observada quanto ao caráter SST dos clones de um mesmo genitor deve-se ao efeito ambiental, e a média das variâncias dos genitores foi utilizada como a variância ambiental média ( $\sigma_e^2$ ). A variância observada entre plantas pertencentes a uma mesma progênie foi utilizada como a variância fenotípica total ( $\sigma_p^2$ ), ou seja, o efeito genético mais o ambiental. A variância genética ( $\sigma_g^2$ ) foi calculada subtraindo a variância ambiental da variância total de cada progênie (CORREIA, 2007). O cálculo da herdabilidade no sentido amplo ( $H^2$ ), foi estimado dividindo-se a variância genética de cada população pela variância total (ALLARD, 1960; GRIFFITHS et al., 2002). A herdabilidade no sentido restrito ( $h^2$ ), foi estimada pela regressão linear entre os valores médios dos genitores e os valores médios das progênies (GRIFFITHS et al., 2002).

**Tabela 1** – Relação dos 10 cruzamentos gerados a partir de seis cultivares de morangueiro. Pelotas, RS, 2017.

Cruzamento	Genitores		Nº de indivíduos
	♀	♂	
1	Daewang	Aromas	30
2	Dover	Aromas	30
3	Dover	Albion	30
4	Dover	San Andreas	30
5	Dover	Camarosa	30
6	Aromas	Albion	30
7	Aromas	Camarosa	30
8	Albion	San Andreas	30



9	Albion	Camarosa	30
10	San Andreas	Camarosa	30

♀ - Genitor feminino; e ♂ - Genitor masculino.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

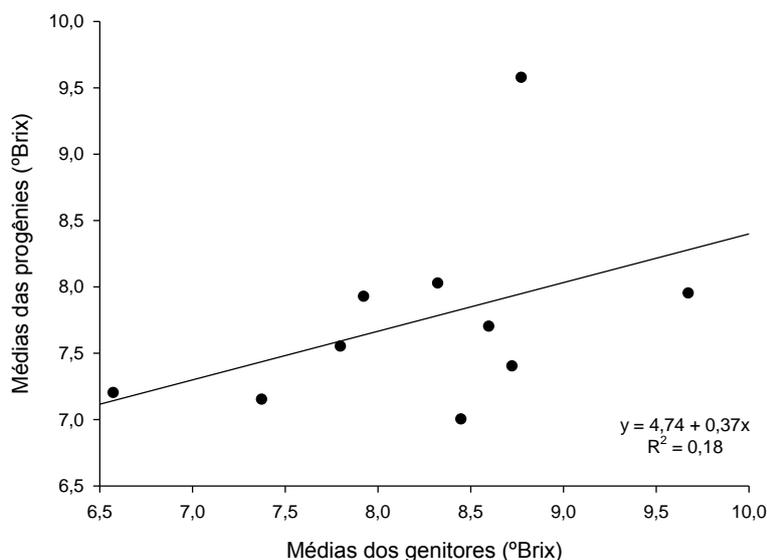
Foi possível determinar o caráter Sólidos Solúveis Totais de um total de 268 plantas, sendo 73 plantas dos genitores (clones das cultivares) e 195 *seedlings*, de um total de 480 indivíduos plantados inicialmente, isto é, 180 plantas dos genitores e mais 300 *seedlings* (Tabela 2). Não foi utilizada a totalidade dos indivíduos para as avaliações, pois muitos não produziram frutas no momento da avaliação, ou estas não estavam no ponto de maturação adequado.

Foi detectada alta variabilidade associada ao caráter SST considerando todos os *seedlings* estudados, sendo 4,1°Brix o mínimo observado e, 14,4°Brix o maior conteúdo encontrado, com média de 7,62±1,83°Brix e uma variância fenotípica de 3,35. Entre os genitores esta variação também foi alta, de 3,8 a 14,2°Brix, com uma variância fenotípica de 1,37. Com base nos valores observados, foi verificada a ocorrência de segregação transgressiva, isto é, indivíduos na progênie com valores mais extremos que qualquer um dos genitores. Este comportamento foi observado em 50% das progênies estudadas (dados não apresentados). A herdabilidade no sentido amplo ( $H^2$ ) observada neste estudo para o caráter SST foi média ( $H^2 = 0,60$ ). Na literatura, os valores para este caráter variam de 0,39 (GHOCHANI et al., 2015) a 0,94 (MISHRA et al., 2015).

**Tabela 2.** Estatística descritiva do caractere Sólidos Solúveis Totais (°Brix), avaliado em 6 genitores e 10 progênies de morangueiro do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, no ciclo 2016-2017, Pelotas-RS.

	Genitores	Progênies
Nº de observações	73	195
Média (°Brix)	8,60	7,62
Variância fenotípica	1,37	3,35
Desvio Padrão	1,16	1,83
Mínimo	3,80	4,10
Máximo	14,20	14,40
Herdabilidade no sentido amplo ( $H^2$ )		0,60
Herdabilidade no sentido restrito ( $h^2$ )		0,37

A  $H^2$  é de pouca utilidade para os melhoristas, sendo a herdabilidade no sentido restrito de maior importância, pois o efeito da seleção depende da magnitude da variância genética aditiva e não da variância genética total (GRIFFITHS et al., 2002). No entanto, em espécies de propagação vegetativa, ações gênicas aditivas e não aditivas são transferidas para a progênie e fixadas, através da clonagem, sendo, portanto, a  $h^2$  também muito importante (ACQUAAH, 2007). A  $h^2$  foi estimada em 0,37, sendo esse valor correspondente à inclinação direta de regressão, ou seja, o coeficiente de regressão "b" da equação da reta  $Y = a + bx$  (Figura 1).



**Figura 1.** Herdabilidade no sentido restrito ( $h^2$ ) para o teor de Sólidos Solúveis Totais em progênes de morangueiro do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, ciclo 2016-2017, Pelotas-RS.

O valor estimado para a  $h^2$  foi consideravelmente menor que a  $H^2$ , sugerindo uma significativa contribuição dos efeitos genéticos não aditivos na variância genética total. Estes componentes não aditivos podem consistir de dominância ou epistasia (RAMALHO et al., 2012). Em estudos encontrados na literatura sobre as estimativas de  $h^2$  para este caráter, os valores variam de 0,14 (SPANGELO et al., 1971) a 0,68 (MURTI et al., 2012). O valor observado no presente estudo se encontra nesta faixa.

Galletta e Maas (1990) ressaltam que resultados de estudos quantitativos individuais não devem ser generalizados, mas dependem da composição da população teste de morangueiros, interações com os ambientes em que são cultivadas, e os métodos analíticos usados. Nas populações que fizeram parte do estudo, a baixa herdabilidade ( $h^2 = 0,37$ ) estimada indica maior influência do ambiente (KUMAR et al., 2012). Isto concorda com o trabalho de Cantillano (2003) que cita influência dos efeitos de cultivar, estágio de maturação e clima (temperatura, luminosidade, precipitações, entre outros) sobre o teor de sólidos solúveis totais de morangos.

## CONCLUSÕES

A estimativa da herdabilidade no sentido amplo para o caráter sólidos solúveis totais em morangos foi 0,60 (média), e a herdabilidade no sentido restrito foi igual a 0,37. Logo, verifica-se que o ambiente e os componentes genéticos não aditivos exercem forte influência sobre a herdabilidade do teor de Sólidos Solúveis Totais para o conjunto de genótipos de morangueiro avaliado.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa Clima Temperado pelo fomento à pesquisa e à CAPES pelo fornecimento de bolsas de estudo.

## REFERÊNCIAS

ACQUAAH, G. Principles of plant genetics and breeding. New Jersey: Wiley-Blackwell, Inc., 2007. 569p.



- ALLARD, R. W. Principles of plant breeding. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1960. 485p.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p.711-728, 2014.
- BRACKMANN, A.; PAVANELLO, E. P.; BOTH, V.; JANISH, D. J.; SCHMITT, O. J.; GIMENÉZ, G. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. Revista Ceres, v. 58, p.542-547, 2011.
- CANTILLANO, R. F. F. (Ed.) Morango: Pós-colheita. Embrapa Clima Temperado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 28p. (Frutas do Brasil, 42).
- CORRÊA, E. R. Estudo da herdabilidade de alguns caracteres em pessegueiro: ciclo, tonalidade da cor da polpa e compostos fenólicos. 2007. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.
- FRANQUEZ, G. G.; Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (Fragaria x ananassa L.). 2008, 118f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- GALLETTA, G. J.; MAAS, J. L. Strawberry genetics. HortScience, v.25, p.871-879, 1990
- GHOOSHANI, R.; VOSOUGH, A.; KARAMI, F. Heritability, genetic variability and relationship among morphological and chemical parameters of strawberry cultivars. Biological Forum – An International Journal, v.1, p.218-224, 2015.
- GRIFFITHS, A. J. F.; MILLER, J. H.; SUZUKI, D. T.; LEWONTIN, R. C.; GELBART, W. M. Genética, Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2002. 860 p.
- KUMAR, R.; KUMAR, S.; SINGH, A. K. Genetic variability and diversity studies in snapdragon (*Antirrhinum majus*) under tarai conditions of Uttarakhand. Indian Journal of Agricultural Science, v.82, p.535-537, 2012.
- MISHRA, P. K.; RAM, R. B.; KUMAR, N. Genetic variability, heritability, and genetic advance in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, v.39, p.451-458, 2015.
- REISSER Jr., ANTUNES, L. E. C.; ALGRIGHI, M.; VIGNOLO, G. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. Campo e Negócios Hortifruti, 2015.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. B. P.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. Genética na agropecuária. Lavras: UFLA, 2012. 565P.
- SPANGELO, L. P. S.; HSU, C. S.; FEJER, S. O.; BEDARD, P. R.; ROUSELLE, G. L. Heritability and genetic variance components for 20 fruit and plant characters in the cultivated strawberry. Canadian Journal of Genetics and Cytology, v.13, p.443-456, 1971.