

Herdabilidade do tamanho da fruta de morangueiro

Heritability of strawberry fruit size

Priscila Monalisa Marchi¹, Flavia Lourenço da Silva², Maximiliano Dini³, Tais Barbosa Becker⁴, Sandro Bonow⁵

Resumo: O morangueiro é uma frutífera de clima temperado pertencente ao grupo das pequenas frutas, sendo a de maior importância econômica no Brasil e no mundo. O tamanho das frutas é uma característica muito importante, pois influencia a cotação do produto, e está entre os caracteres que se busca melhorar dentro dos programas de melhoramento genético. O objetivo deste trabalho foi estimar a herdabilidade do caráter tamanho (diâmetro longitudinal e transversal) de frutas de morangueiro, no sentido amplo e restrito. Para as estimativas das herdabilidades, foram utilizadas 12 progênies F1, e seus genitores, as cultivares Albion, Aromas, Benícia, Camarosa, Dover e San Andreas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições, sendo que cada unidade experimental continha seis plantas. As plantas foram cultivadas em sistema convencional, no solo. O tamanho das frutas foi mensurado na primeira quinzena de dezembro de 2016 para todos os tratamentos, avaliando-se amostras de três a cinco frutas de cada planta quanto aos diâmetros longitudinal e transversal, determinados com um paquímetro digital, com os resultados foram expressos em milímetros. Foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo (H^2) e no sentido restrito (h^2) dos diâmetros longitudinal e transversal de morangos. Foi detectada alta variabilidade associada aos caracteres dentro das progênies e entre os genitores. Verificou-se segregação transgressiva para os dois caracteres estudados. Os valores estimados de H^2 foram médios a altos para o diâmetro longitudinal e transversal (0,74 e 0,83, respectivamente); e as estimativas de h^2 revelaram valores médios (0,45 para o diâmetro longitudinal e 0,55 para o diâmetro transversal). Com base nos resultados obtidos, verifica-se ação de componentes aditivos e não aditivos na herança de diâmetro longitudinal e transversal da fruta de morangueiro para o conjunto de genótipos avaliado.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, melhoramento genético, pequenas frutas.

Abstract: *Strawberry is a temperate fruit included in a small fruits group, and is the main economically crop from this group in Brazil and the world. Fruit size is a very important characteristic, because it influences on the product price, and it is between the characters that breeding programs want to improve. This study aimed to estimate*

¹Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências – UFPel

²Graduanda em Agronomia – UFPel

³Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências – UFPel

⁴Engenheira Agrônoma, - UFPel

⁵Dr. Engenheiro Agrônomo – Embrapa Clima Temperado

the inheritability, in broad and narrow sense, of strawberry fruit size (longitudinal and transversal diameter). To achieve the goals, it was used F1 progenies from 12 crosses, and his parents, the cultivars Albion, Aromas, Benícia, Camarosa, Dover and San Andreas. The experimental design was randomized blocks, with five replications, and six plants each experimental unit. Plants were grown in conventional system. Fruit size was measured in first half of December, 2016, for all treatments, and it was evaluated samples of three to five fruits by plant. The fruits longitudinal and transversal diameter were sized by a digital caliper, and the results were expressed in millimeters. Inheritabilities were estimated in broad sense (H^2) and narrow sense (h^2). The results showed high variability associated to longitudinal and transversal diameter, within the progenies and between the parents. It was observed transgressive segregation for the two characters studied. The H^2 estimated values ranged from middle to high for the longitudinal and transversal diameter (0.74 and 0.83, respectively); and h^2 estimates revealed middle values (0.45 for longitudinal diameter and 0.55 for the transversal diameter). Based on the results obtained, there are additive and non-additive gene effects in inheritance of strawberries fruit longitudinal and transversal diameter for the studied genotype set.

*Keywords: *Fragaria x ananassa*, fruit breeding, berries.*

INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) é uma frutífera de clima temperado com expressiva importância no Brasil e no mundo. Dentro do grupo das pequenas frutas, é a espécie que mais se destaca tanto em superfície quanto em produção e importância econômica (STRIK, 2007). Atualmente, existem 4.200ha cultivados com morangueiro no Brasil, que fornecem uma produção média de 150.000t. São doze os estados brasileiros comercialmente produtores de morangos, sendo que Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul detém 75% da quantidade total produzida (FAGHERAZZI et al., 2017).

O cultivo de morangueiro começou a se expandir no Brasil na década de 60, devido, principalmente, ao lançamento de cultivares nacionais (CASTRO, 2004). Porém, as últimas cultivares nacionais lançadas datam de 1999, e são, atualmente, obsoletas e muito pouco utilizadas em cultivos comerciais; e as cultivares mais plantadas provém de Programas de outros países. Em 2008, o Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado retomou as atividades,

visando o estudo da espécie e o desenvolvimento de novas cultivares nacionais (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Para o progresso de qualquer programa de melhoramento, conhecer a coleção de germoplasma é um importante passo. Da mesma maneira, o estudo e conhecimento dos parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais que influenciam direta ou indiretamente nos caracteres de importância econômica são fundamentais para o delineamento do programa, pois permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção de diferentes genótipos em diferentes ambientes (DINI, 2016). Neste sentido, a partição da variabilidade de uma característica que se busca incorporar nas novas gerações em herdável e não herdável permite prever o progresso que pode ser esperado com as hibridações (MISHRA et al., 2015).

Dentre as características de importância econômica na cultura do morangueiro, se destaca o tamanho das frutas, que vem sendo estudada por diversos autores, pois influencia a cotação do produto (ANDRIOLO et al., 2010; CHRISLENE et al., 2015; ZORZETO et al., 2016), além de ser determinante na escolha do consumidor ao produto no mercado.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estimar a herdabilidade dos caracteres diâmetro longitudinal e transversal de frutas de morangos, no sentido amplo e restrito.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo 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-Geiger, é do tipo "cfa" (clima temperado) (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

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

Tabela 1. Relação dos 12 cruzamentos gerados a partir de seis cultivares de morangueiro. Pelotas, RS, 2017.

Cruzamento	Genitores		Nº de indivíduos
	♀	♂	
1	Dover	Aromas	30
2	Dover	Albion	30
3	Dover	Benícia	30
4	Dover	San Andreas	30
5	Dover	Camarosa	30
6	Aromas	Albion	30
7	Aromas	Benícia	30
8	Aromas	San Andreas	30
9	Albion	Benícia	30
10	Albion	San Andreas	30
11	Albion	Camarosa	30
12	Benícia	San Andreas	30

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental continha seis plantas, espaçadas em 30cm x 30cm.

As plantas foram cultivadas em sistema convencional no solo. Os canteiros foram revestidos com filme de polietileno preto, e cobertos com túnel baixo de polietileno transparente com 150 micras de espessura, e irrigação e fertirrigação por gotejamento, com gotejadores a cada 15cm. A recomendação de adubação em pré-plantio foi baseada nos resultados da análise do solo. 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 de igual modo para todos os tratamentos.

O tamanho das frutas foi mensurado na primeira quinzena de dezembro de 2016 para todos os tratamentos (Figura 1), pois se assumiu que neste período todos os genótipos estavam em plena produção. Foram avaliadas amostras de três a cinco frutas de cada planta que apresentava, no momento, frutas com maturação homogênea 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 os diâmetros longitudinal e transversal foram determinados com um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

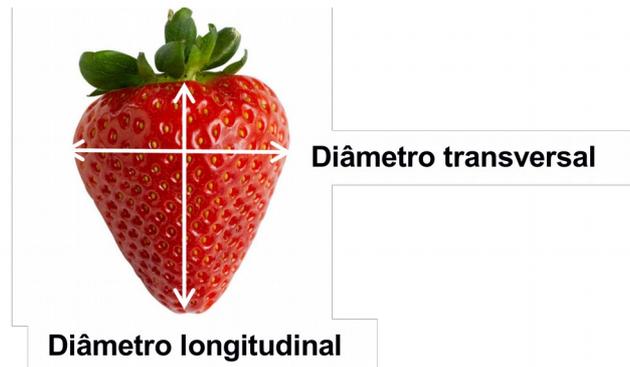


Figura 1. Representação das avaliações de diâmetro longitudinal e diâmetro transversal da fruta de morangueiro.

Foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo e no sentido restrito. A variância observada quanto aos caracteres diâmetro longitudinal e diâmetro transversal dos clones de um mesmo genitor, se deve ao efeito ambiental, e a média das variâncias dos genitores foi utilizada como a variância ambiental média (σ_e^2). A variância observada entre plantas pertencentes a uma mesma progênie foi utilizada como a variância fenotípica total (σ_p^2), ou seja, o efeito genético mais o ambiental. A variância genética (σ_g^2) foi calculada subtraindo a variância ambiental da variância total de cada progênie (DINI, 2016). Os cálculos das herdabilidades no sentido amplo (H^2), foram estimados dividindo-se a variância genética de cada população pela variância total (ALLARD, 1999; GRIFFITHS et al., 2002). As herdabilidades no sentido restrito (h^2), foram estimadas pela regressão linear entre os valores médios dos genitores e os valores médios das progênies (GRIFFITHS et al., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os caracteres diâmetro longitudinal e transversal foram determinados em um total de 397 frutas, sendo 112 de plantas dos genitores (clones das cultivares) e 285 de *seedlings*, de um total de 540 indivíduos plantados inicialmente, isto é, 180 plantas dos genitores e mais 360 *seedlings* (Tabela 2). Não foi utilizada a totalidade dos indivíduos para as avaliações, pois muitos não produziram frutas no momento da avaliação.

Foi detectada alta variabilidade associada ao caráter diâmetro longitudinal, indicado pela diferença entre 20,85mm e 58,20mm de diâmetro longitudinal entre a fruta de menor e a de maior tamanho, com média de 35,89mm, e variância fenotípica de 53,29mm² (Tabela 2). Esta variabilidade foi alta, frente ao valor de variância fenotípica encontrado para os genitores dos indivíduos para esta mesma característica (26,19mm²). A média das progênes (35,89mm) foi similar à média dos genitores (38,44mm), o que indica grande contribuição de genes de ação aditiva para a característica estudada (ALLARD, 1999).

O diâmetro transversal da fruta apresentou valor médio de 29,72mm, com alta variabilidade, explicada pelo valor mínimo de 16,60mm e máximo de 50,43mm. Neste caso, a variância fenotípica foi mais próxima da encontrada para os genitores, e a média foi consideravelmente semelhante, revelando efeito principalmente aditivo na herança do diâmetro transversal de morangos (ALLARD, 1999).

As médias das progênes, para ambas as características, foram menores do que as médias dos genitores. No entanto, com base nos valores máximos observados para as progênes e para os genitores, se verifica que houve segregação transgressiva para as características, isto é, existem indivíduos nas progênes com valores mais extremos que qualquer um dos genitores, reforçando, ainda mais, a variabilidade existente.

Os valores de herdabilidade no sentido amplo (H^2) observados para as características diâmetro longitudinal e transversal são considerados médios a altos (0,74 e 0,83, respectivamente). Embora estas características sejam quantitativas, os altos valores podem ser explicados pela alta contribuição do genótipo na expressão

das características, sendo, evidentemente, pouco influenciadas pelas condições ambientais. Além disso, as plantas estavam em condições controladas e homogêneas, diminuindo, assim, a influência do ambiente nas estimativas de H^2 .

Tabela 2. Estatística descritiva dos caracteres diâmetro longitudinal e diâmetro transversal da fruta, avaliados em 6 genitores e 12 progênies de morangueiro do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, no ciclo 2016-2017, Pelotas-RS.

	Diâmetro longitudinal		Diâmetro transversal	
	Médias dos genitores	Médias das progênies	Médias dos genitores	Médias das progênies
Nº de observações	112,00	285,00	112,00	285,00
Média (mm)	38,44	35,89	31,48	29,72
Variância fenotípica	26,19	53,29	19,24	29,71
Desvio Padrão	5,11	7,30	4,38	5,45
Mínimo	19,40	20,85	19,10	16,60
Máximo	54,71	58,20	46,87	50,43
Herdabilidade no sentido amplo (H^2)		0,74		0,83
Herdabilidade no sentido restrito (h^2)		0,45		0,55

Para fins de melhoramento genético, a herdabilidade no sentido restrito (h^2) é a mais adequada, pois considera somente a aditividade, que é a porção herdável da variância genética, e pode ser passado nas gerações. (GRIFFITHS et al., 2002; JUNG et al., 2008). 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, ambas as estimativas de herdabilidade, H^2 e h^2 , muito importantes (ACQUAAH, 2007).

As h^2 foram estimadas em 0,45 para o diâmetro longitudinal, e 0,54 para o diâmetro transversal, sendo estes valores correspondentes à inclinação da reta de regressão, ou seja, o coeficiente de regressão “b” da equação da reta $Y = a + bx$ (Figura 2). O fato de os valores estimados de h^2 serem consideravelmente menores que a H^2 , para as duas características estudadas, sugere contribuição, também, dos

efeitos genéticos não aditivos na variância genética total. Estes componentes não aditivos podem consistir de dominância ou epistasia (RAMALHO et al., 2012).

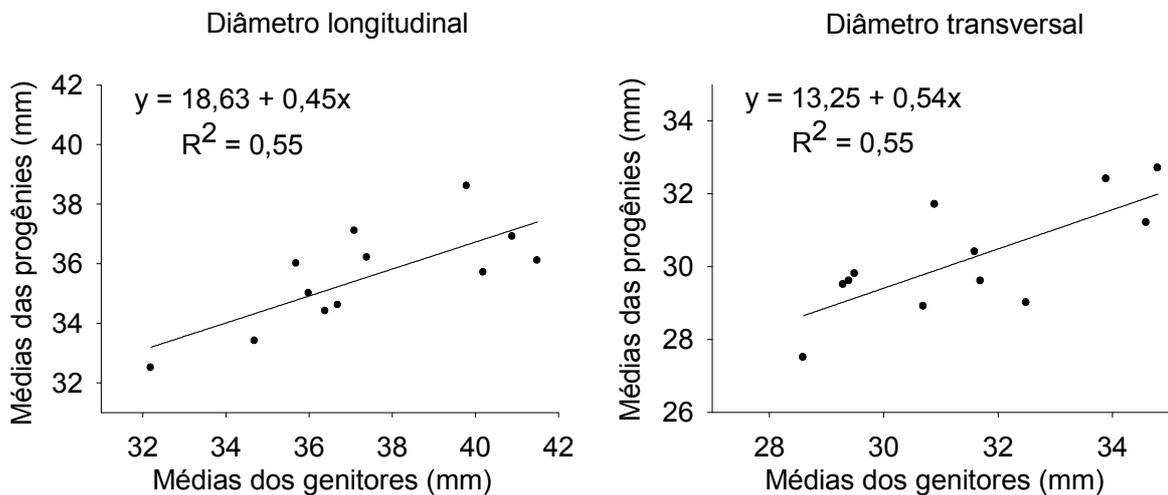


Figura 2. Herdabilidade no sentido restrito (h^2) para o diâmetro longitudinal e transversal da fruta em progênes de morangueiro do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, ciclo 2016-2017, Pelotas-RS.

Os resultados obtidos neste estudo para as estimativas da herdabilidade no sentido amplo e restrito para os caracteres estudados são muito úteis, pois dão uma ideia da importância do conhecimento da herdabilidade de um caráter antes de se iniciar o processo de melhoramento genético (JUNG et al., 2008). No entanto deve-se ressaltar que resultados de estudos quantitativos individuais não devem ser generalizados, pois dependem da composição da população teste de morangueiros, interações com os ambientes em que são cultivadas, e os métodos analíticos usados (GALLETTA; MAAS, 1990).

Nas populações que fizeram parte do estudo, as h^2 medianas estimadas indicam relativamente baixa influência do ambiente sobre as características (KUMAR et al., 2012).

CONCLUSÕES

As estimativas das herdabilidades no sentido amplo para as características diâmetro longitudinal e transversal da fruta de morangueiro foram médias a altas; e as herdabilidades no sentido restrito foram médias, possibilitando um ganho genético a mediano prazo para estas características.

Verifica-se ação de componentes genéticos aditivos e não aditivos na herança das características de tamanho da fruta de morangueiro para o conjunto de genótipos avaliado.

REFERÊNCIAS

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

ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 254p.

ANDRIOLO, J.L.; JÄNISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; PICIO, M.D.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.267-272, 2010.

CASTRO, R.L. Melhoramento genético do morangueiro: avanços no Brasil. In: 2º Simpósio Nacional do Morango, 1º Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas, 2004, **Anais...** Pelotas: Embrapa, 2004. p.21-36.

CHRISLENE, N.D.; MARINHO, A.B.; ARRUDA, R.S.; SILVA, M.J.P.; PEREIRA, E.D.; FERNANDES, C.N.V. Produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes e doses de biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.961-966, 2015.

DINI, M. **Herdabilidade e segregação de caracteres de importância econômica no pessegueiro**. 2016. 151f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016

FAGHERAZZI, A.F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A.A.; MOLINA, A.R.; GONÇALVES, M.A.; ANTUNES, L.E.C.; BARUZZI, G.; RUFATO, L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Hortic.** v.1156, p.937-940, 2017.

GALLETTA, G. J.; MAAS, J. L. Strawberry genetics. **HortScience**, v.25, p.871-879, 1990.

GRIFFITHS, A.J.F.; MILLER, J.H.; SUZUKI, D.T.; LEWONTIN, R.C.; GELBART, W.M. **Genética**, Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2002. 860p.

JUNG, M.S.; VIEIRA, E.A.; BRANCKER, A.; NODARI, R.O. Herdabilidade e ganho genético em caracteres do fruto do maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.209-214, 2008.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

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.

OLIVEIRA, A.C.B.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, p.21-26, 2012.

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.

STRIK, B.C. Berry crops: Worldwide area and production systems. In: ZHAO, Y. **Berry fruit: value-added products for health promotion**. Boca Raton, Flórida: CRS Press. p.3-46, 2007.

ZORZETO, T.Q.; JÚNIOR, F.F.; DECHEN, S.C.F. Substratos de fibra de coco granulada e casca de arroz para a produção do morangueiro 'Oso Grande'. **Bragantia**, v.75, n.2, p.222-229, 2016.

