

CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO BASEADA NO INTER-RELACIONAMENTO DE CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA

Murielli Sabrina Gemeli¹
Paulo Henrique Cerutti²
Rita Carolina de Melo³
Cleiton Wille⁴
Cristiane Rosa Adams⁵
Sandro Bonow⁶

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi caracterizar a variabilidade genética em onze genótipos de morangueiro para sete caracteres morfológicos de frutos e selecionar genitores promissores quando cultivados nas condições edafoclimáticas do município de Pelotas, RS. Foram avaliados onze genótipos, sob o delineamento de blocos casualizados, com três repetições, em quatro épocas de colheita. A unidade experimental foi composta por nove plantas. Os caracteres avaliados foram número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza (FM), cor de fruto (CF), brilho (BH), cor de polpa (CP) e sólidos solúveis totais (BX). Os dados foram submetidos a análise de variância multivariada ($p < 0,05$). Sendo a interação genótipo*época significativa foi necessário fazer um estudo dessa interação através da decomposição dos graus de liberdade. As similaridades genéticas foram calculadas por meio de análise multivariada e os genótipos agrupados com base no coeficiente da distância generalizada de Mahalanobis, usando-se UPGMA. Os dendrogramas alocaram os genótipos em diferente número de grupos, conforme a época avaliada. Os genótipos Daewang e Campinas em nenhum dendrograma são agrupados juntos. A técnica de contrastes multivariados foi utilizada para verificar se havia diferença significativa entre as médias de cada grupo formado e quais as variáveis que contribuíram para a discriminação. Os caracteres brilho, cor do fruto e da polpa não foram utilizados nos contrastes da terceira e quarta época de avaliação. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que há diferença significativa entre os genótipos para os caracteres morfológicos de fruto avaliados. Esses resultados revelam que as médias dos grupos diferem e que esses grupos são divergentes, possibilitando cruzamentos e a obtenção de progênes promissoras.

-
- 1 Doutoranda, Universidade do Estado de Santa Catarina.
 - 2 Mestrando, Universidade do Estado de Santa Catarina.
 - 3 Doutoranda, Universidade do Estado de Santa Catarina.
 - 4 Graduando, Universidade do Estado de Santa Catarina.
 - 5 Mestranda, Universidade do Estado de Santa Catarina.
 - 6 Doutor, Embrapa Clima Temperado.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch, Análise multivariada, Divergência genética.

CHARACTERIZATION AND SELECTION OF STRAWBERRY GENOTYPES BASED ON THE INTER-RELATIONSHIP OF CHARACTERISTICS OF AGRONOMIC IMPORTANCE

ABSTRACT: *The aim of this study was to characterize the genetic variability in eleven genotypes of strawberry for seven morphological characters of fruits and select promising parents when grown in soil and climatic conditions in the municipality of Pelotas, Brazil. They were evaluated eleven genotypes in a randomized block design with three replications. The experimental unit consisted of 9 plants. The characters evaluated were number of fruits (NF), fruit weight (PF), firmness (FM), fruit color (CF), brightness (BH), color pulp (CP) and total soluble solids (BX). The data were subjected to multivariate analysis of variance ($p < 0.05$). With a significant interaction was necessary to make a study of this interaction through the decomposition of degrees of freedom. Genetic similarities were calculated by multivariate analysis and cultivars grouped based on the coefficient of the Mahalanobis distance, using UPGMA. The dendrograms allocated genotypes in different number of groups as the evaluated time. Genotypes Daewang Campinas and at no time are grouped together. The technique of multivariate contrasts was used to check whether there was a significant difference between the means of each group formed and which variables contributed to discrimination. The brightness characters, color of the fruit and pulp were not used in the contrasts of the third and fourth evaluation time. According to the results, it is concluded that there are significant differences among genotypes for morphological characters evaluated fruit. These results show that the averages of the groups differ and that these groups are divergent, enabling promising intersections.*

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch, Multivariate analysis, Genetic divergence.

INTRODUÇÃO

O morango é uma das frutas mais valorizadas no mercado global. A cultura do morangueiro tem importância econômica consolidada nos continentes americano, europeu e asiático. Na América do Sul, está em crescimento, com boas perspectivas de aproximação, em quantidade e qualidade, dos grandes produtores mundiais (MADAIL, 2016). A produção brasileira de morangos, que é a maior da América do Sul, ficou em 155 mil toneladas em 4.300 hectares, no ano de 2017 (ANTUNES, 2018)

Nesse sentido, os programas de melhoramento do morangueiro alcançam grande importância econômica. No Brasil, houve também, intensificação das pesquisas para obtenção de cultivares mais produtivas e de melhor qualidade (GONÇALVES et al., 2016). No melhoramento de diferentes espécies verifica-se que

várias características de planta foram modificadas no processo de seleção, visando principalmente, maior rendimento. Com a evolução das técnicas de avaliação de variabilidade genética, um ideótipo de planta claro e bem definido pode potencializar o uso desta variabilidade, embora não exista um modelo de planta ideal para todos os sistemas de cultivo (ALMEIDA et al., 1998). Para o morangueiro, um ideótipo desejável é produtivo, com frutos grandes, adocicados, firmes, com período de colheita estendido e uma boa conservação pós-colheita, além de resistência da planta aos estresses bióticos e abióticos.

Para que a diversidade genética disponível nos bancos de germoplasma seja utilizada, é necessário que os genótipos sejam caracterizados de forma que o melhorista possa identificar os acessos potencialmente úteis para o seu programa de melhoramento (BORÉM & MIRANDA, 2009). Muitos métodos estão disponíveis para avaliar a divergência genética em populações de plantas, diferenciando-se na habilidade em detectar diferenças entre genótipos, facilidade de uso, custos e repetibilidade dos resultados (MILACH, 1998).

A utilização de caracteres morfoagronômicos na avaliação da divergência genética proporciona uma simplificação da quantificação da variação genética e, simultaneamente, possibilita avaliar o desempenho dos genótipos no ambiente de crescimento (FUFA et al., 2005). A análise de variância multivariada (MANOVA) é uma técnica de grande relevância para a derivação de inferências referentes a variação de um conjunto de variáveis-resposta entre dois ou mais tratamentos (COIMBRA *et.al*, 2007). Devido ao inter-relacionamento entre as variáveis, de maneira que a seleção se baseia num conjunto de caracteres. A utilização da distância genética por meio de caracteres fenotípicos representa uma técnica auxiliar de grande importância nos programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a variabilidade genética em onze genótipos de morangueiro baseando-se em sete caracteres morfológicos de frutos e selecionar genótipos para futuras hibridações.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, localizada na latitude 31° 40' 41,29" e longitude 52° 26' 22,05" a 60 metros de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo "Cfa", ou seja, é temperado úmido com verões quentes. A adubação e a correção do pH da área experimental foram realizadas conforme recomendações para a cultura do morangueiro (CQFS, 2004). Na produção foram utilizados "mulching" (filme de polietileno preto), sob túnel baixo. A irrigação utilizada foi localizada com gotejadores espaçados em 0,20m.

Os dados são oriundos de um experimento constituído por onze genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa*) sendo eles: Aromas, Camino Real, Camarosa, Campinas, Daewang, Monterey, Oso Grande, San Andreas, Sel1, Sel2 e Sel3 (Seleção 1, 2 e 3 são genótipos que estão sendo desenvolvidos pela Embrapa Clima Temperado). Durante o experimento, o controle das plantas daninhas, as remoções de folhas secas ou com sintomas de doenças, estolões e frutas estragadas foram feitas manualmente. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições e nove plantas por parcela, sendo dispostas em três linhas por canteiro, com espaçamento entre linhas e entre plantas de 0,30m.

O plantio das mudas foi realizado no final do mês de maio de 2015, sendo que todas as flores produzidas até o final de julho de 2015 foram arrancadas, priorizando-se o desenvolvimento vegetativo da planta. A colheita foi realizada, duas vezes por semana, sendo colhidos os frutos que apresentavam 70% de cor avermelhada até totalmente vermelhos, durante os meses de setembro a dezembro de 2015. Foram determinados quatro períodos de colheita.

Os caracteres avaliados foram número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza (FM), cor de fruto (CF), brilho (BH), cor de polpa (CP) e sólidos solúveis totais °Brix (BX). O peso foi aferido em balança analítica de precisão (gramas), cor de fruto e polpa, brilho e firmeza foram determinados de acordo com a tabela de descritores de morango (adaptado de SNPC, 2009) utilizando uma escala de códigos com valores que variam de 1 a 9 e o °Brix foi obtido por meio de refratometria.

Na análise dos dados, primeiramente foi realizado um teste global de variância multivariada a 5% de probabilidade de erro pelo critério de Lambda de Wilks, com a utilização do procedimento GLM do SAS 9.3. O modelo estatístico empregado é: $Y_{ijk} = \mu + b_i + g_j + ep_k + gep_{jk} + e_{ijk}$. Onde Y_{ijk} : refere-se ao conjunto de

caracteres avaliados; μ : média geral; b_i : efeito do bloco; g_j : efeito associado a j-ésimo nível do genótipo; ep_k : efeito associado ao k-ésimo nível de época, gep_{jk} : efeito diferencial da interação do j-ésimo nível do genótipo com o k-ésimo nível de época; e e_{ijk} : é o erro experimental.

Para o estudo dos grupos de similaridade foi realizada a análise de agrupamento, com a utilização da distância generalizada de Mahalanobis. Para visualização e formação de grupos foi construído um dendrograma ilustrativo, com base neste foram estabelecidos os grupos de similaridade. Os vetores de média de cada grupo foram testados por meio de contrastes multivariados ($p < 0,05$) nas quatro épocas avaliadas.

RESULTADOS

O resultado da análise de variância multivariada (MANOVA) revelou a existência de diferença significativa para todos os efeitos principais avaliados (genótipo e época) e para o efeito da interação genótipo x época a 5% de probabilidade de erro, demonstrando a existência de um comportamento diferenciado entre os genótipos nas diferentes épocas de colheita (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância multivariada ($p < 0,05$), indicando os graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL), valor do teste Lambda de Wilks, valor do teste F e a significância, para as sete variáveis-resposta: número de frutos, peso de frutos, firmeza, cor de fruto, cor da polpa, brilho e °Brix entre os onze genótipos de morangueiro para o teste de hipótese.

Table 1. Multivariate analysis of variance ($p < 0.05$), indicating numerator degrees of freedom (NGL) and denominator (DGL), Wilks Lambda test value, F test value and significance for the seven response variables: number of fruits, fruit weight, firmness, fruit color, pulp color, brightness and ° Brix among the eleven strawberry genotypes for the hypothesis test.

Fontes de Variação	NGL	DGL	Valor λ
Bloco	14	154	0,6986
Genótipo	70	455,80	0.0008
Época	21	221,65	0,0472
Época*genótipo	203	537,49	0,0068

Os valores de distância, gerados pelos coeficientes de Mahalanobis, fornecem medidas de natureza preditiva quanto à dissimilaridade entre as populações, de suma importância para os programas de melhoramento destinados a seleção. Os dendrogramas representam o agrupamento de onze genótipos de morangueiro, conforme o método de UPGMA, onde se observa a distribuição dos genótipos ao longo das quatro épocas de avaliação. O corte no dendrograma gerado pelo método UPGMA foi efetuado a 50%, ponto em que se observou mudança de

nível, conforme a recomendação de Cruz (1990). A partir da análise de agrupamento, com base nas similaridades genéticas dos onze genótipos, foi possível a formação de três grupos nas épocas 1 e 4 (Figura 1 e 4, respectivamente) e formação de dois grupos nas épocas 2 e 3 (Figura 2 e 3, respectivamente).

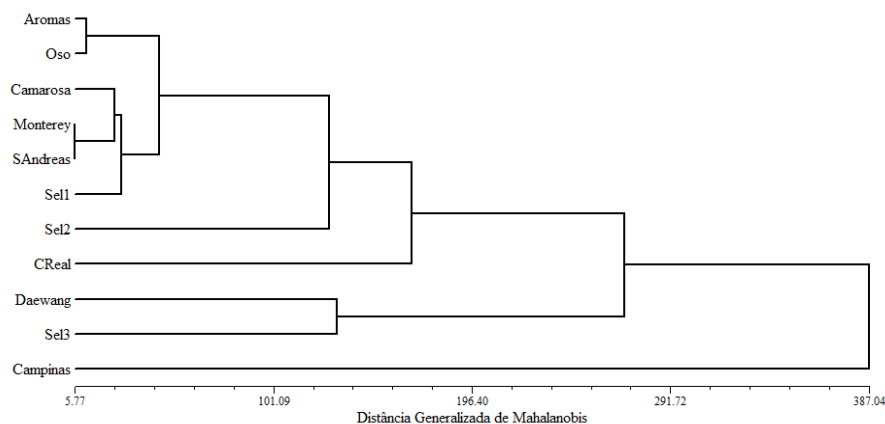


Figura 1- Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 1.

Figure 1. Dendrogram representative of genetic dissimilarity among eleven strawberry genotypes, obtained by the mean linkage between groups (UPGMA) using Mahalanobis as a measure of dissimilarity for season 1.

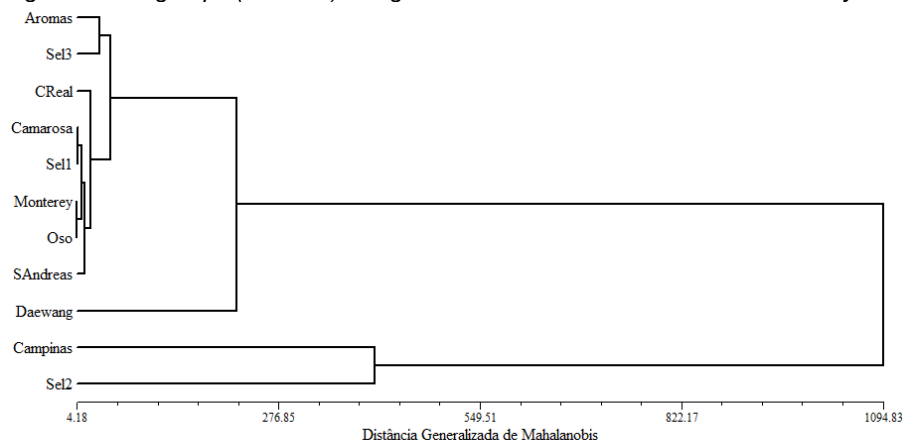


Figura 2. Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 2.

Figure 2. Dendrogram representative of genetic dissimilarity among eleven strawberry genotypes, obtained by the mean linkage between groups (UPGMA) using Mahalanobis as a measure of dissimilarity for season 2.

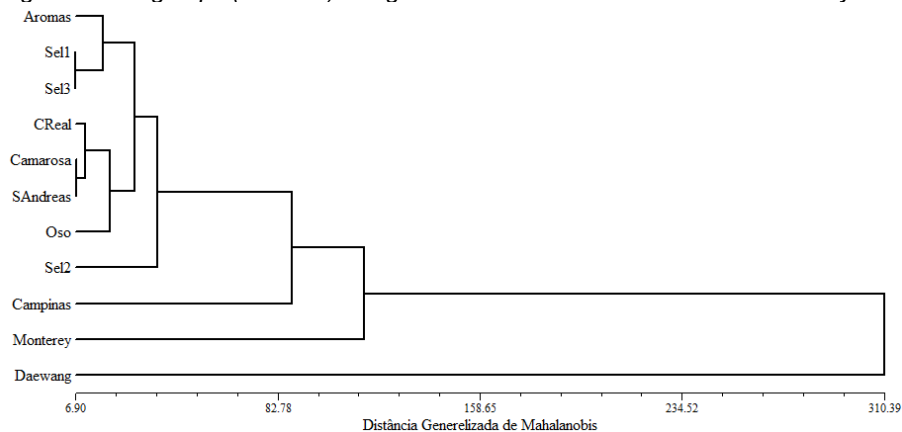


Figura 3. Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 3.

Figure 3. Dendrogram representative of genetic dissimilarity among eleven strawberry genotypes, obtained by the method of the average linkage between groups (UPGMA) using Mahalanobis as a measure of dissimilarity for season 3.

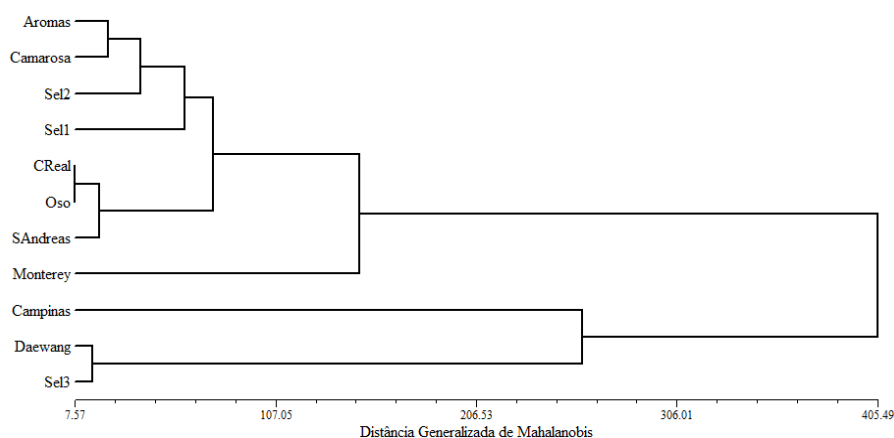


Figura 4- Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 4.

Figure 4. Dendrogram representative of the genetic dissimilarity among eleven strawberry genotypes, obtained by the method of the average link between groups (UPGMA) using Mahalanobis as a measure of dissimilarity for season 4.

Na Tabela 2 estão inseridos os contrastes com a significância a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Lambda de Wilks e as variáveis consideradas para a discriminação de cada comparação. Ao observar as variáveis canônicas inseridas na tabela 2 para o contraste 1 (C1) a variável cor da polpa (4,2189) foi a que mais contribuiu para diferenciar os grupos. Nas Tabelas 3 a 6 estão inseridos os coeficientes de distância de Mahalanobis para cada época avaliada.

Tabela 2. Coeficientes canônicos padronizados (CCP) e a estatística de teste da razão de verossimilhança (Λ) das sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), separadamente para cada grupo contrastado nas quatro épocas.

Table 2. Standardized canonical coefficients (CCP) and the likelihood ratio test statistic (Λ) of the seven response variables: number of fruits (NF), fruit weight (PF), firmness (FM), fruit color (CF), (CP), brightness (BH) and ° Brix (Bx), separately for each group contrasted in the four seasons.

Contraste	Variável							Λ
	NF	PF	FM	CF	BH	CP	Bx	
C1	-0,9634	1,1497	-0,9721	1,7194	0,5195	4,2189	0,4865	0.0195*
C2	1,2093	-2,4017	-4,3589	-0,1656	0,1604	-1,1787	-2,0326	0.0207*
C3	-0,4468	1,4453	4,8585	-1,0988	-0,5323	-1,9611	1,5787	0.0249*
C4	-0,2466	-0,9719	14,9657	0,0307	0,1601	-2,0064	0,5963	0.0030*
C5	-1,4675	2,0989	-1,1709	0,1903	-	2,9798	-1,3972	0.0243*
C6	2,5141	-5,0690	-1,5863	-	-	-	2,0366	0,0323*
C7	2,6699	-3,8557	-0,7191	-	-	-	7,0183	0.0080*
C8	1,2505	-0,6270	0,4083	-	-	-	7,0351	0.0290*

Tabela 3. Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 1.

Table 3. Estimation of genetic divergence among eleven strawberry genotypes, established by Mahalanobis generalized distance coefficients (D^2), considering the seven response variables: fruit number (NF), fruit weight (PF), firmness (FM), fruit color (CF), pulp color (CP), brightness (BH) and ° Brix (Bx) among the eleven strawberry genotypes in season 1.

	Aromas	Camino Real	Camarosa	Campinas	Daewang	Monterey	Oso Grande	San Andreas	2010.60.11	2010.57.3
Camino Real	258,72									
Camarosa	87,92	65,84	0,00							
Campinas	252,05	685,24	452,70	0,00						
Daewang	231,90	624,85	366,36	460,08	0,00					
Monterey	62,24	140,68	29,17	430,51	275,77	0,00				
Oso Grande	11,33 ^{NS}	209,44	57,42	325,06	231,12	24,71	0,00			
San Andreas	45,34	142,20	20,34	391,74	242,18	5,77 ^{NS}	18,24	0,00		
2010.60.11	40,08	162,69	29,77	341,66	235,84	37,78	33,97	16,29 ^{NS}	0,00	
2010.57.3	136,63	193,47	115,46	256,56	552,70	115,99	126,55	125,60	146,44	0,00
2010.5.8	68,96	427,02	198,57	274,77	131,70	189,14	105,44	137,93	88,39	340,36

Tabela 4. Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza (FM), cor de fruto (CF), cor da polpa (CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 2.

Table 4. Estimation of genetic divergence among eleven strawberry genotypes, established by Mahalanobis generalized distance coefficients (D^2), considering the seven response variables: fruit number (NF), fruit weight (PF), firmness (FM), fruit color (CF), pulp color (CP), brightness (BH) and ° Brix (Bx) among the eleven strawberry genotypes in season 2.

	Aromas	Camino Real	Camarosa	Campinas	Daewang	Monterey	Oso	San Andreas	2010.60.11	2010.57.3
Camino Real	54,38	0,00								
Camarosa	32,08	14,35 ^{NS}	0,00							
Campinas	1735,00	1547,00	1620,00	0,00						
Daewang	261,76	242,12	185,74	2141,00	0,00					
Monterey	39,61	29,20	5,88 ^{NS}	1637,00	193,62	0,00				
Oso	26,89	25,27	9,30 ^{NS}	1628,00	233,66	4,18 ^{NS}	0,00			
San Andreas	69,49	18,63	12,07 ^{NS}	1412,00	224,87	13,63 ^{NS}	19,74	0,00		
2010.60.11	48,59	27,74	4,80 ^{NS}	1631,00	171,91	6,68 ^{NS}	17,12	13,32	0,00	
2010.57.3	491,70	411,57	458,50	406,59	922,87	474,79	452,89	366,90	478,20	0,00
2010.5.8	34,14	92,46	43,61	1762,00	245,26	38,63	42,16	72,46	36,64	536,58

Tabela 5. Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos, número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix (Bx) entre os onze genótipos de morangueiro na época 3.

Table 5. Estimation of genetic divergence among eleven strawberry genotypes, established by Mahalanobis generalized distance coefficients (D2), considering the seven response variables: fruit number (NF), fruit weight (PF), firmness (FM), fruit color (CF), pulp color (CP), brightness (BH) and ° Brix (Bx) among the eleven strawberry genotypes in season 3

	Aromas	Camino Real	Camarosa	Campinas	Daewang	Monterey	Oso	San Andreas	2010.60.11	2010.57.3
Camino Real	30,38	0,00								
Camarosa	12,26 ^{NS}	9,34	0,00							
Campinas	91,99	131,07	76,88	0,00						
Daewang	200,71	285,48	258,31	435,12	0,00					
Monterey	174,71	89,71	96,47	130,20	604,35	0,00				
Oso	47,87	33,75	16,92 ^{NS}	41,93	364,10	49,22	0,00			
San Andreas	36,20	11,80 ^{NS}	7,25 ^{NS}	77,17	309,26	58,71	9,11 ^{NS}	0,00		
2010.60.11	21,26	19,84	10,05 ^{NS}	105,19	195,32	122,77	34,94	20,09	0,00	
2010.57.3	25,68	52,46	25,82	56,35	277,78	147,83	36,39	35,31	41,73	0,00
2010.5.8	13,38	26,08	15,85 ^{NS}	124,43	173,51	166,72	58,09	37,89	6,90 ^{NS}	46,18

Tabela 6. Estimativa da divergência genética entre seis populações de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos, peso de frutos, firmeza e °Brix entre os onze genótipos de morangueiro na época 4.

Table 6. Estimation of genetic divergence among eleven strawberry genotypes, established by Mahalanobis generalized distance coefficients (D2), considering the seven response variables: fruit number (NF), fruit weight (PF), firmness (FM), fruit color (CF), pulp color (CP), brightness (BH) and ° Brix (Bx) among the eleven strawberry genotypes in season 4.

	Aromas	Camino Real	Camarosa	Campinas	Daewang	Monterey	Oso	San Andreas	2010.60.11	2010.57.3
Camino Real	77,81	0,00								
Camarosa	23,75	47,44	0,00							
Campinas	132,12	317,82	140,19	0,00						
Daewang	485,05	636,48	373,79	285,63	0,00					
Monterey	302,26	110,51	175,08	518,74	566,39	0,00				
Oso	51,31	7,57 ^{NS}	35,00	278,77	589,97	134,39	0,00			
San Andreas	146,71	12,12	96,15	427,90	718,74	71,09	27,06	0,00		
2010.60.11	109,47	69,10	32,38	211,34	303,74	77,45	67,48	89,98	0,00	
2010.57.3	53,77	69,85	26,01	118,50	385,58	170,30	51,88	109,28	43,55	0,00
2010.5.8	427,73	552,90	312,83	232,60	16,06	497,23	525,43	634,68	247,30	328,67

DISCUSSÃO

O emprego da análise multivariada para avaliação de divergência genética é uma das maneiras mais eficientes na identificação de similaridade genética (MACHADO, 1999). Estas análises podem incluir a utilização de contrastes multivariados, a partir do teste Lambda de Wilks. Ainda assim, podem ser questionados quais os caracteres agronômicos que contribuíram de modo relevante para a significância da variação entre os vetores de médias dos genótipos avaliados. Tal resposta pode ser esclarecida com auxílio dos coeficientes canônicos padronizados (CCP) entre as sete variáveis-resposta separadamente para cada contraste testado. De maneira geral os coeficientes canônicos padronizados (CCP) com valores negativos expressam efeito de supressão da variável-resposta em questão, ou seja, a não diferenciação entre os tratamentos. De modo contrário, valores positivos indicam efeito de separação entre os tratamentos, e as variáveis com maiores valores apresentam maior relevância na diferenciação entre os tratamentos (AMARANTE et al., 2006).

Ao analisar o dendrograma correspondente ao primeiro período de colheita (Figura 1), perfazendo assim a primeira época de avaliação, pode-se notar a formação de três grupos distintos. Na Tabela 3 estão inseridos os coeficientes de distância de Mahalanobis. Com base nos coeficientes, as combinações que apresentam a maior magnitude de distância (D^2), podendo conseqüentemente gerar maior variabilidade e heterose na progênie para a característica cor da polpa são Daewang e Camino Real (624,85) e Daewang e Sel2 (552,69).

A cor e o brilho da epiderme do fruto são características especiais na comercialização do morangueiro, tanto para o consumo *in natura* como para a industrialização. A cultivar Daewang, inserida no grupo 2, apresenta polpa geralmente branca enquanto os genótipos presentes no grupo 1, tem, em sua maioria, coloração de polpa vermelha intensa. A cor de polpa branca pode não ser interessante, pois pode gerar rejeição por parte do consumidor e depreciação do produto.

O genótipo Campinas, que compõe o grupo três, é caracterizado por produzir um elevado número de frutos, o que certamente contribuiu para que esta variável fosse determinante para a dissimilaridade no contraste 2 (C2). Quando se objetiva desenvolver um novo genótipo busca-se que este produza um elevado número de frutos por planta, sendo essa uma das características que compõe o rendimento, porém, é preciso que seja acompanhado de um peso médio de fruto elevado. Ao

observar as variáveis com efeito de supressão na dissimilaridade, nota-se que a característica peso de frutos (-2,4017) contribui para a semelhança entre os grupos, indicando que cruzamento entre estes grupos pode gerar híbridos com elevado número de frutos e peso médio adequado. Frutos grandes são mais atrativos ao consumidor e podem proporcionar ao produtor uma maior renda, uma vez que podem ser comercializados com maior valor agregado. Observando os coeficientes inseridos na Tabela 3, a maior distância genética para este período de avaliação é entre Campinas e Camino Real (685,24).

A firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema importância. Frutos de textura pouco firme caracterizam uma baixa resistência mecânica, podendo demandar maiores cuidados no manejo pós-colheita e limitar o transporte (SANTOS, 1999). A variável firmeza apresentou maior peso na separação entre os grupos do contraste 3. Os autores Schuch e Barros, (2010) e Silva et al., (2015) relatam uma menor firmeza para o genótipo Campinas. Considerando que os caracteres °Brix (1,5787) e peso de fruto (1,4453) também são caracteres que contribuíram para a dissimilaridade entre os grupos, a hibridação entre Campinas x Daewang (460,07), pode proporcionar maior chance de seleção de indivíduos promissores para caracteres de °Brix e peso de fruto, atenção especial para a firmeza de fruto dos híbridos gerados a partir deste cruzamento. Da mesma forma, o contraste entre o grupo 1 vs grupo 2, na época 2 (C4) o caractere firmeza (14,96) foi o que apresentou maior importância na discriminação entre os grupos. Por meio de D^2 , como pode ser observado na Tabela 4 os cruzamentos promissores, considerando maior dissimilaridade são entre Campinas x Daewang (2141,00) e Campinas x Sel3 (1762,00).

Para a construção do dendrograma referente ao terceiro período de avaliação a variável brilho foi descartada, pois a similaridade entre os genótipos não propiciou uma variação de magnitude tal que permitisse a detecção de diferenças significativas. Da mesma forma para a época 4 além do brilho, as variáveis cor do fruto e da polpa também foram descartadas. Para a época 3 ocorreu formação de dois grupos. Como pode ser observado no contraste 5 (C5), a característica cor da polpa se sobressai e apresenta a maior contribuição na dissimilaridade entre os grupos (2,9798). O genótipo Daewang forma o grupo 2, que apesar de apresentar a cor da epiderme vermelha, a cor da polpa é geralmente branca. Como pode ser

observado na Tabela 5 os cruzamentos promissores são entre Daewang x Monterey (604,35), Daewang x Campinas (435,11) e Daewang e Oso Grande (364,09).

Ao observar o dendrograma da época 4 novamente tem-se a formação de três grupos. Os indivíduos dentro de cada grupo correspondem ao mesmo da época 1, porém da mesma forma que na época 3 algumas variáveis foram descartadas por não produzirem diferenças significativas no agrupamento. Ao observar o contraste 6, onde o grupo dois é formado somente por Campinas é possível observar que a variável número de frutos (2,5141) foi de maior contribuição para a dissimilaridade, assim como ocorreu no contraste 1, na época 1. Da mesma forma que o peso de frutos foi a variável que mais contribuiu para a similaridade (-5,0690) entre os grupos.

Nos contrastes 7 e 8 que eram versus o grupo que continha a cultivar Daewang, a variável de maior contribuição na dissimilaridade foi o grau Brix. Este resultado demonstra importância, uma vez que este genótipo apresenta características de baixa acidez e um sabor doce pronunciado, característica de interesse para composição em cruzamentos que buscam obter materiais com frutos de sabor mais doce. Desta maneira, cruzamentos baseados nas maiores distâncias podem ampliar a variabilidade genética para a característica em questão, os genótipos são Daewang e Camino Real (636,48), Sel3 e San Andreas (634,68) e para o contraste, Campinas e Daewang (285,63), conforme pode ser observado na tabela 6.

As condições de ambiente e a constituição genotípica podem influenciar as características físicas e químicas do morangueiro. Portanto, quando um cultivar é selecionado para uma determinada condição de ambiente, mas é cultivado em outro, alterações no rendimento e qualidade dos frutos são esperadas. Diferenças também podem ser observadas entre as estações para uma determinada região (PINELI *et al.*, 2012).

Na maioria das vezes acaba sendo difícil agrupar todas essas características em um único genótipo, podendo ser em função de que características indesejáveis encontram-se ligadas a características desejáveis, assim como o sistema de cultivo e a interação genótipo x ambiente também alteram a resposta do genótipo. A formação de grupos pode representar valiosa informação na escolha de genitores dentro dos programas de melhoramento, pois as novas populações híbridas a serem

estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas distâncias (BERTAN et al., 2006).

Existe variabilidade genética entre os genótipos avaliados neste estudo. A dissimilaridade entre genótipos possibilita a identificação de genitores adequados à obtenção de cruzamentos com maior efeito heterótico, ampliando a possibilidade de obtenção de indivíduos superiores (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Nesse sentido, com base nos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), pode-se inferir que cruzamentos promissores são Sel2 e Daewang, Campinas e Camino Real e Daewang e Caminho Real.

CONCLUSÃO

Os genótipos Daewang e Campinas são os mais divergentes em relação aos demais genótipos avaliados neste estudo, podendo ser indicados para aumentar a base genética em programas de melhoramento genético de morangueiro. Os cruzamentos promissores com base nos caracteres morfoagronômicos são entre os genótipos Campinas x Daewang e Campinas x Sel3.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L. de.; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOI, L. Conceito de ideotipo e seu uso do aumento do rendimento potencial de cereais. *Ciência Rural*, v.28, n.02, 1998, p.325-332.
- AMARANTE, C.V.T., CHAVES, D.V., ERNANI, P.R. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao “bitter bit” em maçãs “Gala”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41, 2006, p. 841-846.
- ANTUNES, L.E.C. Brasil no pódio da produção de morangos. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/brasil-no-podio-da-producao-de-morangos>>. Acesso em: 24 jul 2018.
- BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, J.A G.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; SILVA, G.O.; HARTWIG, I.; VALERIO, I.P.; FINATTO, T. Dissimilaridade genética entre genótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. *Bragantia*, v.65, n.1, 2006, p.55-63.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Melhoramento de plantas. 6. ed. Viçosa: UFV, 2013. 523p.
- COIMBRA, J. L. M.; SCHWANTES, D.; BERTOLDO, J. G.; KOPP, M. M. Introducion of genetic variability in oat. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 7, n. 3, 2007, p. 212 – 220.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

CRUZ, C.D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. 1990. 188 f. (Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV. 2003.

FUFA, H.; BAENZIGER, P.S.; BEECHER, B.S.; DWEIKAT, I.; GRAYBOSCH, R.A.; ESKRIDGE, K.M. Comparison of phenotypic and molecular marker-based classifications of hard red winter wheat cultivars. *Euphytica*, v.145, 2005, p.133–146.

GONÇALVES, M.A.; VIGNHOLO, G.K.; ANTUNES, L.E.C. Produção de mudas de morango. In: NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R. B. Hortaliças de propagação vegetativa: tecnologia de multiplicação, Brasília, DF : Embrapa, 2016, p. 152-174.

MACHADO, C.F. Procedimentos para a escolha de genitores de feijão. 118p. (Dissertação Mestrado) - Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999.

MADAIL, J.C.M. Panorama econômico. In: ANTUNES, L.E.C., Júnior Reisser, C., Schwengber, J.E. (Ed.). Moranguero. Brasília, DF : Embrapa, 2016. 589 p.

MILACH, S.C.K. Marcadores moleculares em plantas. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

PINELI, L. de L. DE O.; MORETTI, C.L.; RODRIGUES, J.S.Q.; FERREIRA, D.B.; CHIARELLO, M.D. Variations in antioxidant properties of strawberries grown in Brazilian savannah and harvested in different seasons. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 2012, p. 831–838.

SANTOS, A. M. Melhoramento genético do moranguero. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, 1999, p. 24-29.

SCHUCH, S. M. L; BARROS, I. B. I. de. Caracterização agrônômica de cultivares de moranguero na região da depressão central no RS. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.16, 2010, p.59-65.

SILVA, M.S., DIAS, M.S.C., PACHECO, D.D. Desempenho produtivo e qualidade de frutos de morangueiros produzidos no norte de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira* v.33, 2015, p.251-256.