

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS EM FRUTOS DE HÍBRIDOS EXPERIMENTAIS DE MORANGUEIRO

Douglas Correa de Souza¹, Sylvia Dantas Vieira¹, Luciane Vilela Resende¹, Alexandre Gonçalves Galvão¹, Andrew Kim Lopes Ferraz², Juliano Tadeu Vilela de Resende³, Heloisa Helena de Siqueira Elias¹

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA), campus universitário, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil, douglascorrea@ymail.com; sylvia.vieira@bol.com.br; luciane.vilela@dag.ufla.br; galvao.alexandre@hotmail.com;

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, São Paulo, Brasil; andrewkim.lf@gmail.com; ³Universidade Estadual do Centro-Oeste (CEDETEG), Guarapuava, Paraná, Brasil, jvresende@uol.com.br; ⁴Universidade Federal de Lavras, heloisa.elias@yahoo.com.br

Programas de melhoramento do morangueiro tem buscado aprimorar atributos de qualidade, aumentar a produtividade bem como reduzir custos de produção. O desenvolvimento e a caracterização de novos materiais são fundamentais para alavancar a cultura no país, assim como atender a demanda dos consumidores quanto aos aspectos de aparência e propriedades químicas do fruto. Objetivou-se com o presente trabalho analisar as propriedades físico-químicas de híbridos experimentais de morangueiro, visando à caracterização e seleção de genótipos mais promissores para o mercado *in natura* e para o processamento, a partir de genótipos do programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Lavras. As características avaliadas foram: teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), firmeza de polpa, açúcares totais, pectina solúvel, pectina total, pH, SS/AT, tamanho, formato e coloração externa e interna do fruto. As análises foram realizadas em 103 híbridos experimentais e sete cultivares comerciais. Conforme a caracterização, os híbridos MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 e MFA12-448 destacaram-se principalmente para as variáveis: firmeza de polpa (2,18 a 2,79N) e para SS/AT com valores entre 10,93 a 11,85%, apresentando elevado potencial para comercialização quando comparados as cultivares comerciais normalmente plantadas no Brasil.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Melhoramento do morangueiro. Pós-colheita.

Physico-chemical properties of experimental hybrid fruit strawberry. The strawberry breeding programs are seeking for quality attribute improvement, increase yield as well as reduce the production costs. The characterization of the newly released materials is very important in order to understand and explore the external aspects and chemical parameters of the fruit. The objective of this work was to measure the physicochemical properties of experimental strawberry hybrids, aiming at the characterization and selection of the most promising genotypes for the *in natura* market and for the processing, from genotypes the breeding program of the Universidade Federal de Lavras, according to the evaluate characteristic: soluble solids (SS), titratable acidity (TA), firmness, total sugars, soluble pectin, total pectin, pH, ratio SS/TA, size, shape and external and internal colour of the fruit. The experiment design was a completely randomized with 103 hybrid and seven commercial cultivar. According to the characterization, hybrids MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 and MFA12-448 stood out mainly for the variables: pulp firmness (2.18 to 2.79 N) and for SS/AT ranging from 10.93 to 11.85%, presented high potential for commercialization when compared to commercial cultivars usually planted in Brazil.

Key words: *Fragaria x ananassa* Duch. Strawberry breeding. Post-harvest.

Introdução

A produção de morangos no Brasil contribui significativamente com o PIB interno e caracteriza-se como uma atividade com intenso uso de mão de obra. Embora o país não se destaque no cenário mundial como produtor de morangos, a produção nacional tem sido suficiente para abastecer o mercado interno de frutos para consumo *in natura*, porém dependente da importação de polpa para o processamento (Antunes e Junior, 2007).

É notório o aumento da rentabilidade deste agronegócio nos últimos anos, no entanto, vários fatores ainda contribuem para afunilar os gargalos da cultura no país, sendo o principal, a dependência de cultivares importadas, não adaptadas, portanto vulneráveis aos fatores bióticos e abióticos das regiões de cultivo. Esta situação indica a dependência do produtor de recursos externos ao sistema para atender às exigências do mercado consumidor, em especial, quanto ao quesito qualidade do fruto (Oliveira e Bonow, 2012). O uso de cultivares não adaptadas impacta fortemente nos custos de produção da cultura, em função do uso intenso de insumos como fertilizantes e defensivos, bem como a aquisição de mudas. Na ausência de cultivares nacionais os produtores têm maiores gastos, pois pagam indiretamente por *royalties* (Galvão, 2014).

Considerando a importância para o país e visando aumentar ainda mais a rentabilidade e diminuir custos de produção e a dependência de materiais genéticos importados, torna-se primordial desenvolver genótipos que sejam adaptados às condições climáticas das regiões de cultivo. Para assegurar uma recomendação mais eficiente, é necessário atenuar o efeito da interação genótipo x ambientes, procurando materiais com melhor adaptabilidade e maior previsibilidade de comportamento nos ambientes considerados (Ramalho et al., 2012).

Outro aspecto que precisa ser considerado no cultivo no Brasil é a alta perecibilidade do fruto, relacionada principalmente, à perda de firmeza associada ao ataque de pragas e doenças. Estratégias que buscam reduzir essas perturbações, mediante manipulação pós-colheita e também por meio do desenvolvimento de genótipos resistentes devem ser implementadas (Maksimovic et al., 2015). Além de colocar no mercado cultivares adaptadas, e produtivas, estas também devem atender

a demanda do consumidor por frutos com boas qualidades físico-químicas tais como aparência, *flavor* (aroma, sabor e textura), durabilidade pós-colheita e maior rendimento no processamento, no caso, de cultivares desenvolvidas para a indústria.

Sendo assim objetivou-se com este trabalho analisar as propriedades físico-químicas de híbridos experimentais de morangueiro, visando à caracterização e seleção de genótipos mais promissores para o mercado *in natura* e para o processamento.

Material e Métodos

As análises físico-químicas foram realizadas em frutos de morango, de sete cultivares comerciais plantadas no Brasil ('Aromas', 'Camarosa', 'Dover', 'Festival Flórida', 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Tudla Milsey') e 103 híbridos experimentais (Tabela 1).

O experimento foi realizado em Lavras-MG (21° 14' de latitude Sul, a 40° 17' de longitude Oeste e altitude de 918, 8 metros) entre os meses de outubro de 2011 e novembro de 2013, conduzido em casa de vegetação e os tratos culturais realizados conforme as recomendações técnicas para a cultura (Dias et al., 2007). O clima da região é classificado como Cwb, segundo Köppen, com temperatura e pluviosidade média anual de 19,4° C e 1.529,7 mm (Antunes, 1986).

As colheitas foram iniciadas após a observação das primeiras plantas com frutos maduros e posteriormente foram coletados frutos de cada genótipo, semanalmente, distribuídas ao longo do período de colheita, durante os meses de junho a novembro de 2012. Os frutos foram colhidos quando pelo menos 75% da superfície estavam no estágio de coloração vermelho-intenso. Foram realizadas as seguintes análises físicas e químicas dos frutos:

- Coloração externa e interna: Foram amostrados cinco frutos representativos de cada genótipo. A coloração foi determinada em escala de notas por dois avaliadores, de acordo com adaptação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Morango, PBMH & PIMo (2009), sendo 1- vermelho-alaranjado, 3- vermelho-médio, 5- vermelho-escuro, 7- vermelho-enegrecido; e 1- vermelho na margem, 3- vermelho em direção ao

Tabela 1. Híbridos experimentais e cultivares comerciais utilizados no experimento

Genótipos avaliados				
MDA12-1	MDA12-32	MCA12-98	MFSC12-225	MFA12-451
MDA12-2	MDA12-35	MCA12-99	MFSC12-228	MFA12-457
MDA12-4	MDA12-36	MCA12-105	MFSC12-229	MFA12-461
MDA12-5	MDA12-37	MCA12-106	MFSC12-230	MOGSC12-468
MDA12-6	MDA12-40	MCA12-111	MFSC12-238	MOGSC12-469
MDA12-7	MOGA12-43	MCA12-112	MSCA12-263	MOGSC12-475
MDA12-8	MOGA12-44	MCA12-121	MSCA12-265	MOGSC12-477
MDA12-10	MOGA12-46	MDSC12-128	MSCA12-272	MOGSC12-479
MDA12-11	MOGA12-53	MDSC12-131	MTSC12-343	MOGSC12-483
MDA12-12	MOGA12-56	MDSC12-132	MTSC12-347	MOGSC12-485
MDA12-13	MOGA12-58	MDSC12-137	MTSC12-363	MOGSC12-487
MDA12-17	MOGA12-63	MDSC12-145	MTSC12-375	MOGSC12-495
MDA12-18	MOGA12-65	MDSC12-146	MCSC12-385	MOGSC12-496
MDA12-19	MOGA12-70	MDSC12-149	MCSC12-407	MOGSC12-499
MDA12-22	MOGA12-73	MDSC12-162	MCSC12-415	MOGSC12-501
MDA12-23	MOGA12-75	MDSC12-164	MFA12-423	'Aromas'
MDA12-24	MOGA12-81	MDSC12-167	MFA12-427	'Camarosa'
MDA12-25	MCA12-86	MDSC12-168	MFA12-439	'Dover'
MDA12-27	MCA12-88	MOGT12-188	MFA12-441	'Festival Flórida'
MDA12-28	MCA12-89	MOGT12-191	MFA12-443	Oso Grande'
MDA12-29	MCA12-93	MOGT12-198	MFA12-448	'Sweet Charlie'
MDA12-31	MCA12-94	MFSC12-214	MFA12-449	'Tudla Milsey'

centro, 5- vermelho uniforme em toda polpa, respectivamente.

- Tamanho de frutos: Foram amostrados cinco frutos representativos de cada genótipo, e determinado o diâmetro longitudinal e transversal, mensurados por meio de paquímetro digital, e os resultados expressos em milímetros (mm).

- Formato dos frutos: Foram amostrados cinco frutos representativos de cada genótipo, e classificados por escala de nota por dois avaliadores (1- reniforme; 2- cônico; 3- cordiforme; 4- ovoide; 5- quase-cilíndrico; 6- romboide; 7- obloide; 8- globoso; 9- cunhada) de acordo com PBMH e PIMo (2009).

- Firmeza de frutos: Foram amostrados 10 frutos representativos de cada genótipo. Foi mensurada em dois pontos equidistantes na parte central do fruto, com auxílio de penetrômetro manual, com ponteira de 3 mm marca Instrutherm, modelo PTR-300, e os resultados expressos em Newton (N).

Para as análises químicas, os frutos foram congelados imediatamente à -18°C. Foram utilizados 12 frutos de cada genótipo selecionados para processamento da polpa, logo após utilizou-se amostras

entre 20-30 gramas (g) e as análises foram realizadas em triplicata.

- Para pH: Foi mensurado com auxílio de pHmetro Tec-3MP (Tecnal), segundo a metodologia descrita na Association of Official Analytical Chemists, AOAC (2012).

- Acidez titulável (AT): Determinada por titulometria com solução de NaOH (0,1 N), utilizando como indicador, a fenolftaleína, de acordo com metodologia descrita na AOAC (2012). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa.

- Teor de sólidos solúveis (SS): Foi determinado por leitura direta, em refratômetro digital de bancada Reichert AR 200 (temperatura ambiente), de acordo com metodologia descrita na AOAC (2012), e os resultados expressos em % de sólidos solúveis.

- SS/AT: Avaliado por meio da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

- Açúcares totais: Esta avaliação foi realizada pelo método de Antrona descrito por Dische (1962) e os resultados expressos em % de açúcares totais.

- Teor de pectina total e solúvel: Foram mensurados os teores de pectina total e solúvel, extraídos com álcool

etílico (95%), segundo método adaptado por McCready & McComb (1952) e determinados colorimetricamente, com reação em carbazol, de acordo com metodologia descrita por Bitter e Muir (1962). Os resultados foram expressos em mg 100g⁻¹ de ácido galacturônico.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística (ANAVA), adotando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em modelo estatístico: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$, em que y_{ij} : é o valor do caractere no tratamento i na repetição j ; μ : é a média geral; τ_i : é o efeito do tratamento i , ($i = 1, 2, 3, \dots$); ϵ_{ij} : é o erro experimental. Sendo que o número de repetições variou de acordo com a análise realizada, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott (1974) a 5 % de probabilidade. A análise estatística foi realizada com o auxílio do pacote estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), em adição, os dados foram submetidos à correlação de Person.

Resultado e Discussão

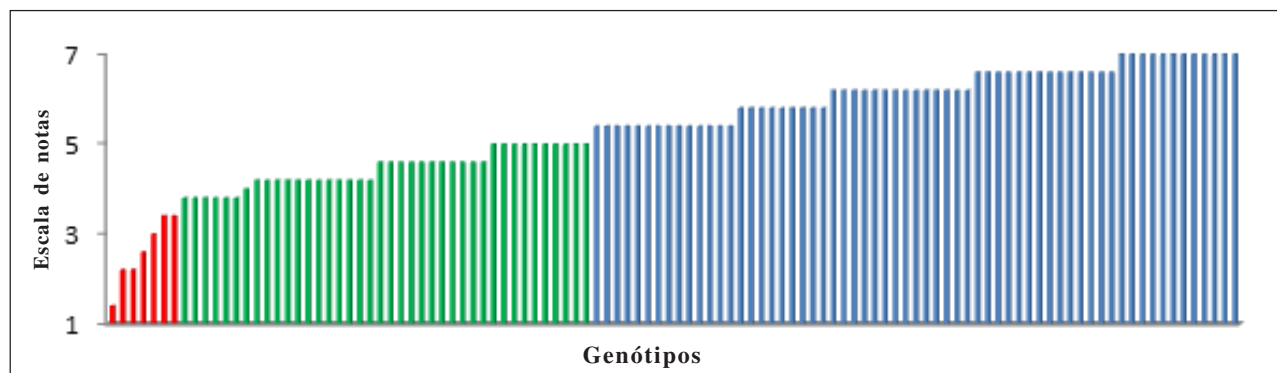
No resumo da análise de variância verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os caracteres entre os genótipos avaliados.

Considerando-se as classes estabelecidas pelo PBMH e PIMO (2009) para coloração externa de frutos de morangueiro, 3,64% dos genótipos foram classificados como vermelho-alaranjado, 30% como vermelho-médio, 55,45% como vermelho-escuro e 10,91% como vermelho-enebecido. Os genótipos se posicionaram em 3 grupos distintos (Figura 1), onde os híbridos MOGSC12-479, MDA12-7, MDSC12-128,

MOGT12-191, MOGSC12-468, MOGSC12-496 e MCSC12-407, apresentam coloração externa pouco intensa, tendendo para o vermelho alaranjado, as cultivares comerciais ‘Sweet Charlie’, ‘Oso Grande’, ‘Festival Flórida’, ‘Tudla Milsey’ e outros 36 híbridos não diferiram entre si, apresentando coloração intermediária (vermelho médio) e as cultivares ‘Aromas’, ‘Dover’, ‘Camarosa’ e 60 híbridos se posicionaram no mesmo grupo com uma coloração mais intensa. Sendo assim, 85,44% dos híbridos apresentaram coloração com médias entre 3 a 6,9 que corresponde a uma coloração vermelho brilhante sendo esta a mais apreciada pelo consumidor, entre as cultivares comerciais apenas ‘Camarosa’ não se encontra nessa faixa. Para comercialização de morangos destinados ao consumo *in natura*, a cor externa é um importante atrativo para o consumidor, pois influencia na sua expectativa sobre sabor e qualidade do produto (Moura et al., 2012).

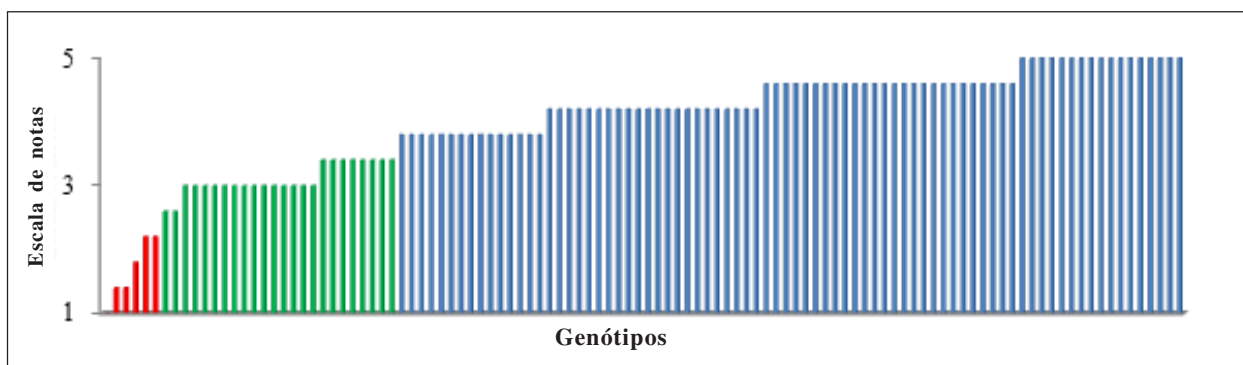
Para coloração interna, os genótipos também se posicionaram em três grupos distintos onde 7,27% apresentaram polpa vermelha na margem, 77,27% tem a cor vermelha em direção ao centro, enquanto que 15,46% dos materiais avaliados possuem coloração vermelha uniforme em toda polpa (Figura 2). A determinação da cor é um importante atributo na seleção de materiais comerciais por ser uma característica de qualidade crucial em alimentos e o principal parâmetro de compra, especialmente se os produtos são embalados, como é o caso do morango (Aday et al., 2013), além do fato de servir de base para a classificação de produtos comerciais e para

Figura 1. Classificação da coloração externa de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras vermelhas representam os genótipos com notas de 1,4 a 3,4; Verde: notas de 3,8 a 5,0; e Azul: notas de 5,4 a 7,0.

Figura 2. Classificação da coloração interna de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barra com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras vermelhas representam os genótipos com notas de 1,0 a 2,2; Verde: notas de 2,6 a 3,4; e Azul: notas de 3,8 a 5,0.

diferenciar as cultivares. Isso exige que melhoristas de morangueiro selecionem genótipos também com base em atributos de cor, lançando cultivares altamente atraentes para os consumidores. Tradicionalmente, os melhoristas têm como objetivo, desenvolver morangos com coloração externa e interna vermelho-brilhante (Hasing et al., 2012).

Na análise das correlações entre essas duas características, observou-se uma correlação positiva, de 0,42, considerada uma correlação moderada a baixa, demonstrando que não é recomendável selecionar-se para coloração interna tomando por base a coloração externa. Estas informações estão de acordo com as encontradas por Shaw (1991) que afirma que correlação genética entre coloração interna e externa é baixa, indicando que essas características são condicionadas por genes diferentes. Contudo, o mesmo autor, cita que coloração avermelhada interna e vermelha escura externa pode ser obtida.

As correlações têm grande importância em programas de melhoramento, principalmente quando a seleção de um caráter desejável apresenta dificuldades por se tratar de um caráter de baixa herdabilidade e/ou apresenta problemas de medição ou identificação, é uma estratégia de seleção para aumentar os ganhos genéticos indiretos (Santos et al., 2012). Segundo Carvalho et al. (2004) os coeficientes de correlação podem ser classificados como nulos ($r = 0$), fracos ($0 < |r| < 0,3$), médios ($0,3 < |r| < 0,6$), fortes ($0,6 < |r| < 0,9$), fortíssimos ($0,9 < |r| < 1$) e perfeitos ($|r| = 1$).

Com relação ao formato do fruto, 30% dos genótipos avaliados apresentam formato ovoides, 27,27% formato

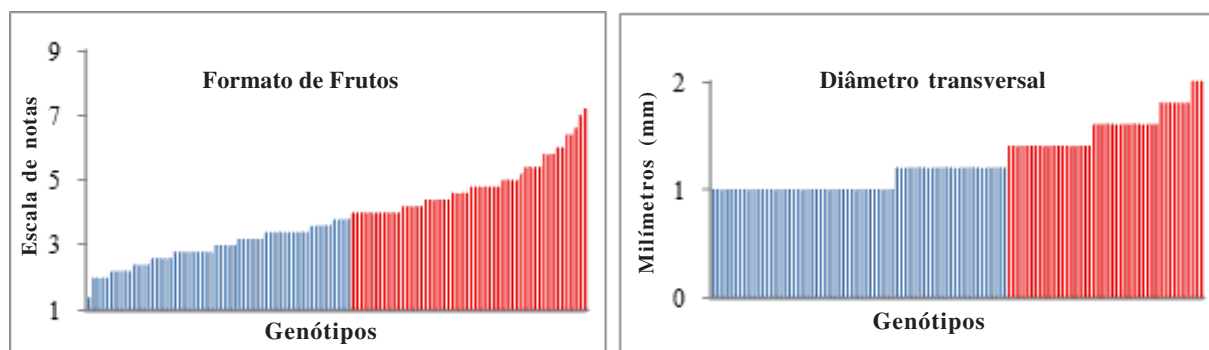
cordiforme, 24,55% formato cônico, 10,91% quase-cilíndrico, 4,55% romboide, 1,81% obloide e 0,91% reniforme. Logo, 81,82% dos genótipos avaliados foram classificados como cônico, cordiforme ou ovoide com médias que variaram de 2 a 4,9, formato estes característicos de morango aceitos no mercado (Figura 3). Apenas a cultivar 'Tudla Milsey' (formato quase-cilíndrico) e 19 híbridos experimentais não apresentaram formatos desejados para consumo *in natura*.

Quanto ao tamanho, tanto para as cultivares comerciais como para os híbridos, observou-se maior frequência de frutos com diâmetro transversal superior a 25 mm, classificados como classe 1, de acordo com a normativa do Regulamento Técnico do Mercosul de Identidade e Qualidade de Morango nº 85 (1996). Assim, presume-se que o diâmetro transversal da classe 1 não será uma característica difícil de se obter na seleção, uma vez que foi observado mais de 97% dos híbridos nesta classe.

A relação média entre o diâmetro longitudinal e transversal permite o conhecimento do formato médio dos frutos, sendo que valores próximos a 1 indicam morangos mais achatados, e valores maiores que 1 indicam frutos mais alongados (Junior et al., 2004). O híbrido MOGSC12-483 possui essa relação inferior a 1, e na análise do formato foi classificado como reniforme. Enquanto que para os demais materiais, inclusive para as cultivares comerciais, essa relação foi superior, o que é desejado para mercado *in natura*.

A forma é um dos critérios utilizados para distinguir diferente cultivares de uma mesma espécie, frutos com formatos anormais são pouco aceitos no mercado e

Figura 3. Classificação do formato e diâmetro transversal de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott



Barra com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Para formato de frutos barras com coloração azul representam os genótipos com notas de 1,4 a 3,8; Vermelho: notas de 4,0 a 7,2. Para diâmetro transversal a cor azul: notas de 1,0 a 1,2; Vermelho: notas de 1,4 a 2,0.

apresentam baixo valor econômico. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o tamanho e formato dos frutos são atributos físicos correlacionados e exerce influência direta na escolha do produto pelo consumidor, porém neste trabalho a correlação observada para essas características foi fraca com 0,12.

Diante as análises de aparência do fruto (coloração externa, formato e tamanho do morango) 35 híbridos experimentais e duas cultivares comerciais, ‘Camarosa’ e ‘Tudla’, não são indicadas para o consumo de mesa, por não expor características estimadas pelo consumidor, no entanto podem ser usadas na indústria.

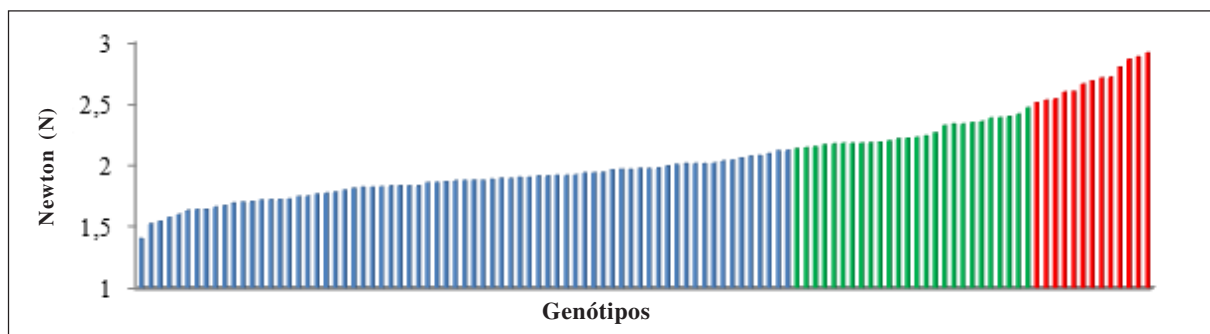
Para o atributo firmeza do fruto (Figura 4), os genótipos foram separados em três grupos distintos, sendo que 13 híbridos, MOGA12-65, MDA12-32, MFA12-441, MOGSC12-501, MFA12-449, MDA12-10, MSCA12-272, MSCA12-265, MCA12-99, MFA12-423, MCA12-121, MOGA12-75 e MTSC12-347, se

destacaram por apresentar as maiores médias, com uma amplitude de variação entre 2,51 (MTSC12-347) a 2,91 (MOGA12-65), valores estes superiores a cultivar comercial com maior firmeza (‘Tudla Milsey’ - 2,32N).

Hussain et al. (2010) afirmam que uma manipulação inadequada durante o armazenamento e transporte de produtos frescos, como frutas, pode ocasionar perdas entre 20% e 40%, além da contaminação microbiológica, a qual pode causar prejuízos a saúde humana. É importante ressaltar que um dos principais gargalos da comercialização de frutos de morangueiro hoje no Brasil se refere à baixa durabilidade pós-colheita, daí a importância de selecionar materiais genéticos mais firmes.

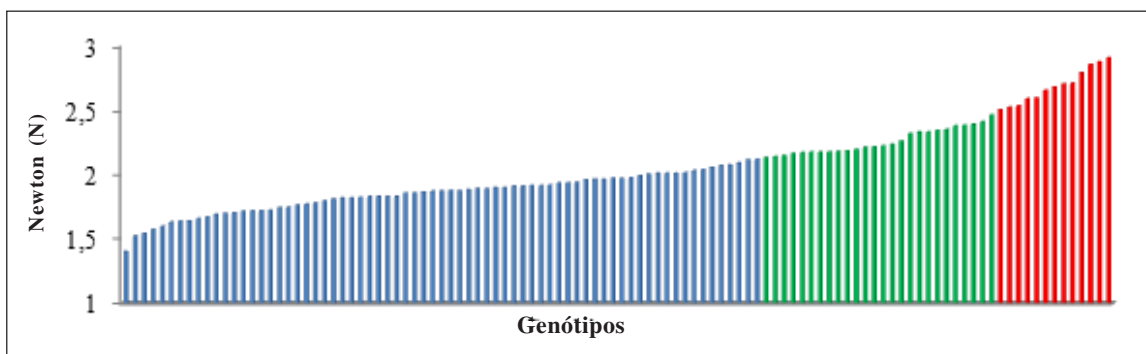
Considerando os atributos químicos de qualidade, pectina total e solúvel, observa-se nas Figuras 5 e 6 uma grande variação entre os genótipos. Com relação à pectina total, a amplitude de variação das médias

Figura 4. Classificação da firmeza de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



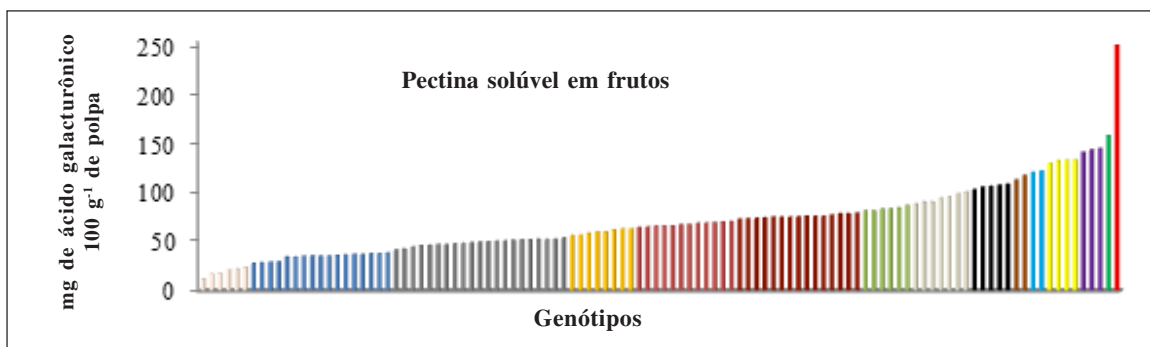
Barra com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com coloração azul tem firmeza que variam de 1,41 N a 2,12 N; Verde de 2,13N a 2,47 N; e vermelho varia de 2,51N a 2,91 N.

Figura 5. Classificação da pectina total de frutos de morango expresso em mg ácido galacturônico 100^{-1} g de polpa, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

Figura 6. Classificação da pectina solúvel de frutos de morango expresso em mg ácido galacturônico 100^{-1} g de polpa, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

dos materiais avaliados foi de 155,35 (cultivar ‘Camarosa’) a 670,41 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa (MFSC12-214). Os genótipos se distribuíram em nove grupos diferentes conforme o teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. Destaque deve ser dado para os híbridos MFSC12-214 (670,41), MSCA12-272 (669,46) e MCA12-121 (650,34 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa), que apresentaram valores substancialmente superiores a todas as cultivares comerciais.

Da mesma forma observou-se uma ampla variação entre os genótipos para os valores de pectina solúvel, 12,09 (híbrido MDA12-1) a 251,17 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa (MDSC12-167). Os genótipos MDA12-1, MDA12-27, MDA12-24, MFA12-441, ‘Camarosa’ e MOGSC12-501, não diferiram estatisticamente e apresentaram os menores teores de pectina solúvel, o que os torna interessantes para a

seleção, pois, quanto mais alto for o teor de pectina solúvel, menos firmes serão os frutos.

Os teores de pectina total e solúvel estão diretamente relacionados com a firmeza dos frutos e é um importante atributo para o processamento. Segundo Taiz e Zeiger (2013) a pectina total é um dos principais polissacarídeos com função de promover resistência à parede celular, entretanto teores elevados de pectina solúvel os tornam menos firmes. Neste trabalho a correlação entre a firmeza e pectina total foi positiva, porém, baixa (0,23). Observa-se que o genótipo com maior valor de firmeza (MOGA12-65 com 2,91 N) apresentou valores intermediários de pectina total e solúvel (434,77 e 69,24 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa, respectivamente), ao passo que o híbrido com maior teor de pectina total (MFSC12-214), também apresentou alto valor de pectina solúvel (99,66 mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de polpa) e valor intermediário para firmeza (2,01 N).

Estes resultados exemplificam a baixa correlação observada, mostrando que outros compostos ou processos metabólicos estão envolvidos na firmeza dos frutos, como descrito por Guimarães et al. (2013) que relatam que o amolecimento do fruto pode ser proveniente da ocorrência de transformações durante o amadurecimento, que libera cálcio e ocorre a solubilização de protopectina das paredes celulares, por ação enzimática. Atress et al. (2010) ainda afirmam que a principal causa de amolecimento em morangos é a degradação da lamela intermédia da parede da célula no parênquima cortical, o que ocorre devido a processos enzimáticos, à perda de água pela respiração e a danos aos tecidos estruturais causadas por fungos.

A variação observada para os valores de pH entre todos os genótipos avaliados foi de 0,59. Os híbridos MOGSC12-496 (4,23), MOGSC12-499 (4,22), MDSC12-128 (4,22) e MOGSC12-479 (4,20) apresentaram menor acidez, não diferindo estatisticamente entre si. Em contrapartida os híbridos MDA12-13 (3,67), MDSC12-167 (3,67), MFA12-441 (3,67) e MDA12-2 (3,64) não diferiram estatisticamente com maior acidez (Figura 7).

Comparativamente às cultivares comerciais, observou-se híbridos com menor acidez, desejáveis para o mercado *in natura*, e híbridos mais ácidos que poderão ser direcionados para o processamento. Morangos com pH mais ácido, menor do que 3,5, são apropriados para o uso industrial, enquanto o mercado *in natura* de morangos frescos têm preferência por frutos menos ácidos (Rodas et al., 2013). A característica de pH torna difícil o desenvolvimento de cultivares de dupla aptidão, já que as exigências para cultivares de uso industrial e consumo *in natura* são opostas.

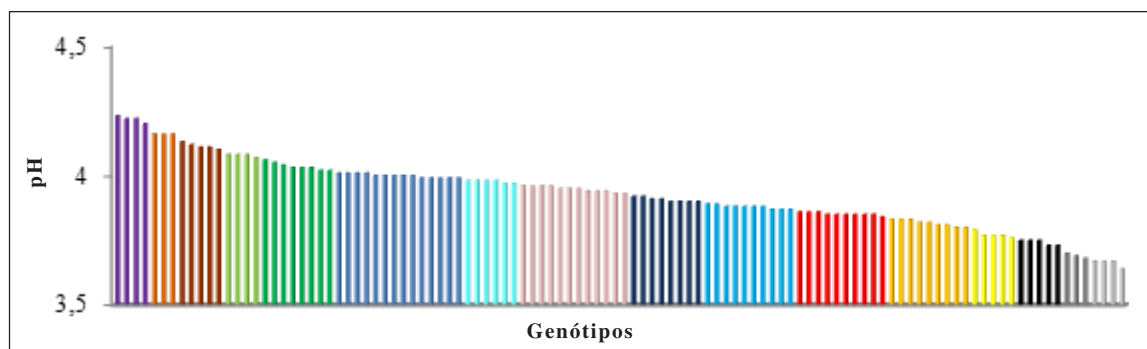
Para acidez titulável (AT) os genótipos MFSC12-229 e MFA12-441 não diferem entre si, com os maiores teores (1,52 e 1,37% respectivamente) (Figura 8). Inversamente, em 30 genótipos não houve diferença estatística, apresentando os menores valores que variaram de 0,77% (MDSC12-162) a 0,60% (MCA12-106). Espera-se que haja uma redução da acidez com o aumento do pH, porém este comportamento é variável entre os genótipos analisados. É comum haver redução da acidez com o amadurecimento dos frutos, porém em alguns casos há um aumento com o avanço da maturação (Chitarra e Chitarra, 2005).

Para sólidos solúveis (SS) a variação entre os genótipos avaliados foi de 4,00% (MFA12-451) a 9,53% (MOGSC12-468), os híbridos foram separados em sete grupos distintos nas quais os genótipos MOGSC12-468, MFSC12-229, MCA12-105, MOGSC12-496, MSCA12-263, MSCA12-272, MOGSC12-477, MOGSC12-501, MFA12-449 e MDA12-40 obtiveram os maiores teores de sólidos solúveis (Figura 9).

Comparativamente às cultivares comerciais, a maioria dos híbridos apresentou teores de sólidos solúveis superiores como observado no híbrido MOGSC12-468, chegando a ser 23% superior a cultivar com maior teor ('Tudla Milsey' - 7,33%). O teor de sólidos solúveis é influenciado pelo grau de maturação e pelo genótipo do fruto (Paz et al., 2013).

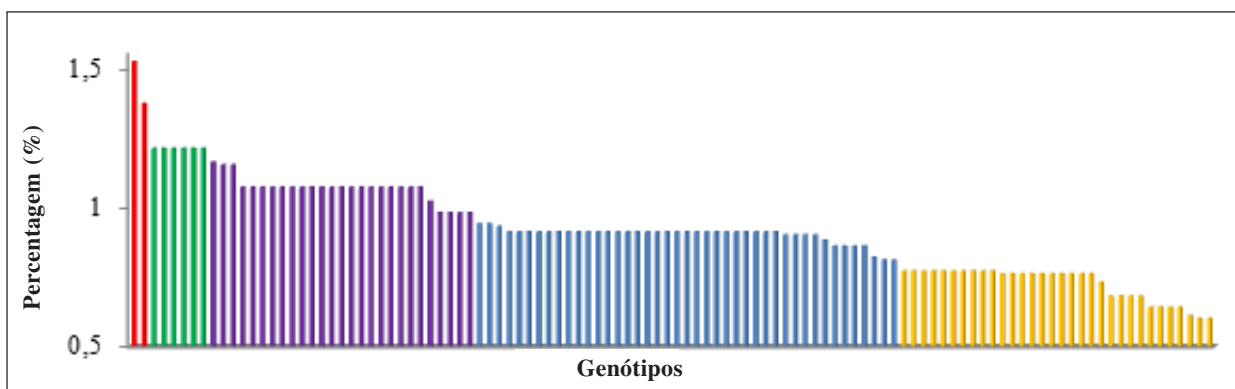
A relação de sólidos solúveis e acidez titulável, entre os genótipos variaram de 12,84 (MDA12-40) a 4,45 (MFA12-451). Os híbridos MDA12-40, MDA12-35, MOGSC12-501, MCA12-106, MCA12-86, MCA12-105 e MDA12-37 apresentaram os maiores teores, seguidos pelos híbridos MFA12-448, MDSC12-145, MDA12-6, MOGSC12-468, MOGA12-46, MDSC12-

Figura 7. Classificação da pH de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott



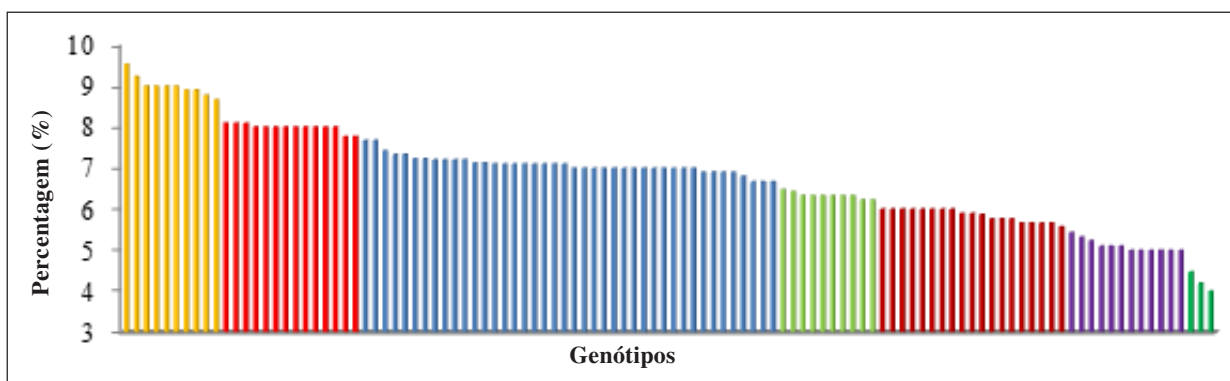
Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

Figura 8. Classificação da acidez titulável de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com cor vermelhas representam os genótipos com notas de 1,52 a 1,37 %; Verde: 1,21 %; Roxo: 1,16 a 0,98%; Azul: 0,94 a 0,81%; e amarelo de 0,77 a 0,60%.

Figura 9. Classificação do teor de sólidos solúveis de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com cor amarela representam os genótipos com percentagem que variam de 9,53 a 8,67; Vermelha: 8,10 a 7,77; Azul: 7,67 a 6,67; Verde claro: 6,47 a 6,23; Vinho: 6,00 a 5,57; Roxo: 5,43 a 5,00; e Verde escuro: 4,47 a 4,00.

162, MOGSC12-499 e MOGA12-70, que são iguais entre si, com valores de 10,93%, 10,77%, 10,67%, 10,57%, 10,54%, 10,41%, 10,38% e 10,32% respectivamente (Figura 10). Dessa forma, presume-se que estes materiais têm potencial para serem selecionados perante a característica SS/AT, uma vez que, para obtenção de um *flavor* aceitável em morango, é altamente recomendado ter no mínimo 7% de sólidos solúveis, e/ou no máximo de 0,80% de acidez titulável, ou seja, essa relação deve ser superior a 8,75 (Kader, 2002).

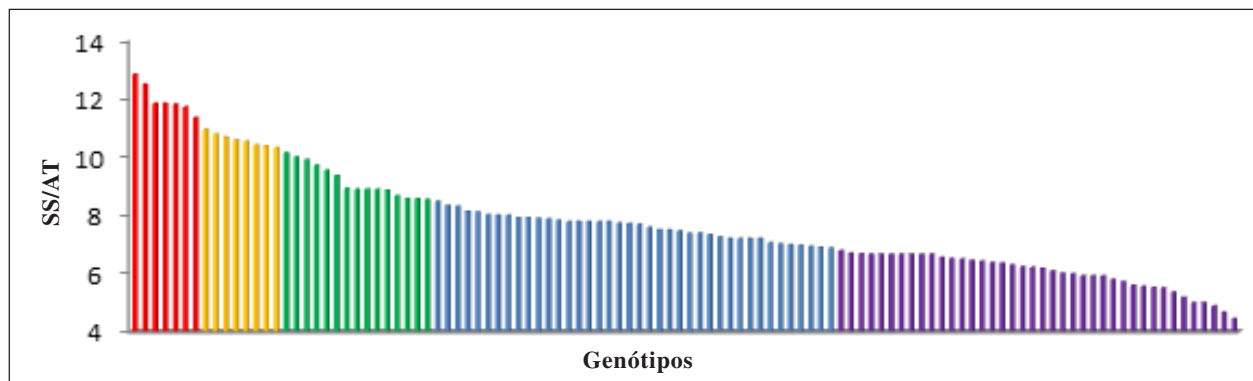
A relação SS/AT é uma avaliação organoléptica, representa o balanço e contribui diretamente para a formação de sabor e aroma. Geralmente, frutos com maiores valores apresentam sabor suave e melhor

aceitação sensorial, sendo preferidos pelos consumidores (Barankevicz et al., 2015).

Para açúcares totais houve variação de 16,11% entre os genótipos, os materiais foram classificados em 18 grupos, onde o híbrido MTSC12-347 diferiu estatisticamente dos demais materiais, com o maior teor de açúcares totais, 18,39%, seguido do MFSC12-230 com 17,39%, enquanto que as médias mais baixas foram apontadas para MDA12-4, MOGSC12-479, MFA12-451, MDA12-29, MOGSC12-487, 'Camarosa', MDA12-18, MOGT12-188, MCA12-121 e MOGA12-58 (Figura 11).

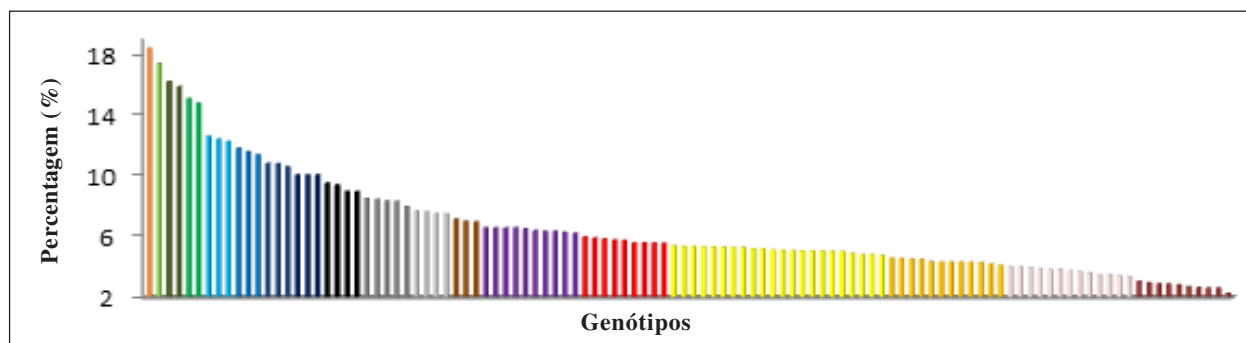
Os frutos não climatéricos, como é o caso do morango, são colhidos na maturidade ou depois, em

Figura 10. Classificação da relação de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos de morango, segundo o teste de Scott & Knott



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott. Barras com cor vermelha representam os genótipos que variam de 12,84 a 11,36; Amarelo: 10,93 a 10,32; Verde: 10,15 a 8,55; Azul: 8,48 a 6,79; e Roxo: 6,79 a 4,45.

Figura 11. Classificação teor de açúcares totais de frutos de morango.



Barras com a mesma coloração são iguais, de acordo com o teste de Scott & Knott.

decorrência, ocorrem pequenas modificações no teor de açúcares, podendo aumentar esse teor inicial. De acordo com estudos de Kafkas et al. (2007), a concentração de açúcares total depende principalmente do grau de maturação das frutas e das diferentes variedades. Em morangos maduros esse teor está em torno de 5,70% (Belitz et al., 2009).

Embora nenhum híbrido tenha se destacado para todas as características avaliadas, os valores *per si* de alguns genótipos foram bem superiores as cultivares comerciais. Os híbridos MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 e MFA12-448, apresentam elevados valores para firmeza (2,18 a 2,79 N), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (10,93 e 11,89%), teor de açúcares totais e pectina total, alcançando até 11,39% e 402,08 mg de ácido galacturônico 100 g⁻¹ de polpa, respectivamente, além da coloração externa e formato do fruto se enquadraram na faixa como atrativas para

os consumidores. Assim, existe potencial de se obter uma cultivar a partir desses híbridos, que seja adaptada as condições de cultivo brasileiro, sobretudo no Sul de Minas Gerais.

Conclusões

De acordo com a caracterização físico-química, os híbridos MOGSC12-501, MCA12-86, MDA12-37 e MFA12-448, possuem elevado potencial, com destaque para firmeza, relação de SS/AT, coloração externa e formato, quando comparado as cultivares comerciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas

Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão dos recursos financeiros necessários a realização da pesquisa.

Literatura Citada

- ADAY, M. S.; BUYUKCAN, M. B.; CANER, C. 2013. Maintaining the quality of strawberries by combined effect of aqueous chlorine dioxide with modified atmosphere packaging. *Journal of Food Processing and Preservation* 37:568-581.
- ANTUNES, F. Z. 1986. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário (Brasil)* 12:9-13.
- ANTUNES, L. E. C.; JUNIOR, C. R. 2007. Fragole, i produttori brasiliani mirano all'importazione in Europa. *Frutticoltura* 69:60-65.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY- AOAC. 2012. Official methods of analysis of International. Gaithersburg. 3000p.
- ATRESS, A. S. H. et al. 2010. Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 2:88-97.
- BARANKEVICZ, G. B. et al. 2015. Armazenamento congelado. *Horticultura Brasileira* 33:7-11.
- BELITZ, H.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. 2009. *Food Chemistry*. Heidelberg, Germany. 1114p.
- BITTENCOURT, K. M. A. 2006. O consumidor responde sobre a aparência e o sabor de diferentes cultivares de morango. *Pesquisa & Tecnologia (Brasil)* 3:1-3.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. 1962. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry* 4:330-334.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras, MG, UFLA. 783p.
- CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. 2004. Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas, RS, UFPel. 142p.
- DIAS, M. S. C. et al. 2007. Morango. In: Paula Júnior, T. J.; Venzon, M. eds. 101 culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas. Belo Horizonte, MG, EPAMIG. 800p.
- DISCHE, Z. 1962. Color reactions of carbohydrates. In: *Methods in carbohydrate chemistry* 1:475-514.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 35:1039-1042.
- GALVÃO, A. G. 2014. Híbridação de morangueiro e seleção de clones com potencial para cultivo no Sul de Minas Gerais. Tese Doutorado. Lavras, MG, UFLA. 85p.
- GUIMARÃES, A. G. et al. 2013. Características físico-químicas e antioxidantes de cultivares de morangueiro no Vale do Jequitinhonha. *Tecnologia & Ciência Agropecuária (Brasil)* 7:35-40.
- HASING, T.; OSORIO, L. F.; WHITAKER, V. M. 2012. Estimation of genetic parameter and gains for color traits of strawberry. *Euphytica* 186:303-331.
- HUSSAIN, P. R. et al. 2010. Carboxymethyl cellulose coating and low-dose Gamma irradiation improves storage Quality and shelf life of pear (*Pyrus Communis* L., Cv. Bartlett/William). *Journal of Food Science* 75:586-596.
- JUNIOR, L. V. E. V.; ARAÚJO, J. A. C. D.; FACTOR, T. L. 2004. Análise do resfriamento da solução nutritiva para cultivo hidrop nico do morangueiro. *Engenharia Agrícola (Brasil)* 24: 338-346.
- KADER, A. A. 2002. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: Kader, A. ed. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Oakland, CA, USA., University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. pp. 287-360.
- KAFKAS, E. et al. 2007. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chemistry* 100:1229-1236.
- MAKSIMOVIC, J. D. et al. 2015. Variation in nutritional quality and chemical composition of fresh strawberry fruit: combined effect of cultivar and storage. *Plant Foods Human Nutrition* 70:74-84.

- McCREADY, R.; McCOMB. 1952. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. *Analytical Chemistry* 24:1986-1988.
- MERCADO COMUM DO SUL. MERCOSUL/GMS/RES. 1996. Regulamento técnico do Mercosul de identidade e qualidade do morango.
- MOURA, S. C. S. R. et al. 2012. Degradation kinetics of anthocyanin of traditional and low-sugar blackberry jam. *Food and Bioprocess Technology* 5:2488-2496.
- OLIVEIRA, A. C. B. D.; BONOW, S. 2012. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. *Informe Agropecuário (Brasil)* 33:21-26.
- PAZ, J. J. O. et al. 2013. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv.Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry* 138:372-381.
- PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE MORANGO - PBMH&PIMo. 2009. Normas de Classificação de Morango. São Paulo, SP, CEAGESP.
- RAMALHO, M. A. P. et al. 2012. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. Lavras, MG, UFLA. 522p.
- RODAS, C. L. et al. 2013. Chemical properties and rates of external color of strawberry fruits grown using nitrogen and potassium fertigation. *Idesia (Brasil)* 31:53-58.
- SANTOS, A. et al. 2012. Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. *Cultivando o Saber* 5:87-102.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30:507-512.
- SHAW, D. V. 1991. Genetic variation for objective and subjective measures of fresh fruit color in strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116:894-898.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. Assimilação de nutrientes. Porto Alegre, RS, Artmed. 918p.

