

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

**Herdabilidade da massa e do teor de sólidos solúveis de amora-preta
(*Rubus* sp.) e conservação pós-colheita**

Patrícia Milech Einhardt

Pelotas, 2017

Patrícia Milech Einhardt

Engenheira Agrônoma

**Herdabilidade da massa e do teor de sólidos solúveis de amora-preta
(*Rubus* sp.) e conservação pós-colheita**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Ciências (Área de conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientadora: PhD. Maria do Carmo Bassols Raseira

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Márcia Wulff Schuch

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

E11h Einhardt, Patrícia Milech

Herdabilidade da massa e do teor de sólidos solúveis de amora-preta (*Rubus* sp.) e conservação pós-colheita / Patrícia Milech Einhardt ; Maria do Carmo Bassols Raseira, orientadora ; Márcia Wulff Schuch, coorientadora. — Pelotas, 2017.

73 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Pequena fruta. 2. Cultivar. 3. Melhoramento genético. I. Raseira, Maria do Carmo Bassols, orient. II. Schuch, Márcia Wulff, coorient. III. Título.

CDD : 631.521

Patrícia Milech Einhardt

**Herdabilidade da massa e do teor de sólidos solúveis de amora-preta
(*Rubus* sp.) e conservação pós-colheita**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestra em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 30/08/2017

Banca examinadora:

PhD. Maria do Carmo Bassols Raseira (Orientadora)
Pesquisadora, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

PhD. Luis Eduardo Corrêa Antunes
Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Dr. Rodrigo Cezar Franzon
Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias
Professor, Fruticultura, Universidade Federal de Pelotas, RS.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar nesse mundo e pela força incondicional que me dá todo dia.

À minha família e todos que estiveram comigo nessa jornada.

À minha orientadora Dr^a Maria do Carmo Bassols Raseira, que sempre me incentivou a realizar o mestrado e não mediu esforços para ajudar a concretizar esse meu sonho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Sede Clima Temperado, onde foi realizado o trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), que permitiu realizar os estudos.

À todos colegas e amigos da Embrapa, da UFPel e da Emater, meu muito obrigado, pela ajuda, compreensão e contribuição na execução das atividades do mestrado.

À todos pesquisadores da Embrapa e professores da UFPel, pela atenção e compreensão em todos os momentos.

À todos que torceram por mim e que de alguma forma contribuíram para tornar esse sonho, uma realidade, meus sinceros agradecimentos.

Resumo

EINHARDT, Patrícia Milech. **Herdabilidade da massa e do teor de sólidos solúveis de amora-preta (*Rubus* sp.) e conservação pós-colheita**, 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

As estimativas dos parâmetros genéticos desempenham papel fundamental nos programas de melhoramento, pois permitem a predição dos valores genéticos dos candidatos à seleção, propiciando um processo mais acurado. Os objetivos do presente estudo foram: a) avaliar a variação genética de genitores e progênies na geração F_1 e estimar a herdabilidade no sentido amplo e restrito dos caracteres de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis; b) caracterizar a forma das frutas de duas cultivares e nove seleções e seus descendentes F_1 ; e c) avaliar a capacidade de conservação pós-colheita de frutas de sete seleções e duas cultivares de amoreira-preta e seus índices de mercadabilidade. Os genótipos estudados foram provenientes do Programa de Melhoramento da Embrapa Clima Temperado. O valor médio estimado da herdabilidade no sentido amplo, para massa da fruta (0,79) e sólidos solúveis (0,68) foi alto. Já no sentido restrito, para massa da fruta (0,05) foi baixo e para o teor de sólidos solúveis (0,47) foi médio. Isso demonstra que a eficiência de seleção é maior para teor de sólidos solúveis do que para massa das frutas. Observou-se que o formato das frutas das progênies tende a ser próximo daquele dos genitores. Na avaliação pós-colheita as seleções Black 139, 170 e 276 e as cultivares BRS Xingu e Tupy apresentaram boa conservação após sete dias de armazenamento a 4°C, com índice de mercadabilidade acima de 85%, o que é considerado aceitável para comercialização. Foi observado também que a cultivar BRS Xingu é similar a cultivar Tupy em firmeza e massa média das frutas e inferior em sólidos solúveis, porém, apresentou melhor conservação pós-colheita.

Palavras-chave: pequena fruta, cultivar, melhoramento genético

Abstract

EINHARDT, Patrícia Milech. **Heritability of the mass and soluble solids content of blackberry (*Rubus* sp.) and post-harvest conservation**, 2017. 73 f. Dissertation (Master in Agronomy) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Estimation of genetic parameters play a key role in the improvement on breeding programs because they allow the prediction of the genetic values of the candidates to selection, providing a more reliable process. The objectives of the present study were: a) to evaluate the genetic variation of parents and their F1 progenies and to estimate heritability in the broad and restricted sense of the average fruit mass and soluble solids content; B) characterize the fruit shape of two cultivars and nine selections and their F1 descendants; and c) to evaluate the fruit post-harvest conservation capacity of seven selections and two blackberry cultivars and their indices of marketability. The genotypes studied were from the Embrapa Clima Temperado Improvement Program. The broad sense heritability for average fruit mass (0.79) and soluble solids (0.68) was high, whereas the restricted sense heritability was low for fruit mass (0.05) and medium for soluble solids content (0.47). This demonstrates that the selection efficiency is higher for soluble solids content than for fruit mass. It was observed that the fruit format of the progenies tends to be close to that of the parents. In the post-harvest evaluation, it was possible to conclude that the Black 139, 170 and 276 selections and the BRS Xingu and Tupy cultivars had good conservation after seven days of storage at 4°C, with a marketability index above 85%, which is considered acceptable by the market. It was also observed that the cultivar BRS Xingu is similar to Tupy cultivar in firmness and average mass of fruits and inferior in soluble solids, however, it has a better post harvest conservation.

Key-words: small fruit, cultivar, improvement genetic

Lista de Figuras

Capítulo I	Herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis totais em amora-preta e sua caracterização quanto ao formato	
Figura 1	Refratômetro utilizado para avaliar SS em frutas de amoreira-preta nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	35
Figura 2	Graus atribuídos à forma das frutas de amoreira-preta nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	37
Figura 3	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter massa média das frutas de indivíduos das progênes de amoreira-preta C.2011-07, C-2011-20, C-2011-26 e C-2012-03, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	41
Figura 4	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter massa média das frutas de indivíduos das progênes de amoreira-preta C-2012-06, C-2012-13, C-2012-14 e C-2012-19, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	42
Figura 5	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter massa média das frutas de indivíduos da progênie de amoreira-preta C.2012-24, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	43
Figura 6	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter sólidos solúveis das frutas de indivíduos das progênes de amoreira-preta C.2011-07, C-2011-20 e C-2011-26, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	44
Figura 7	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter sólidos solúveis das frutas de indivíduos das progênes de amoreira-preta C-2012-03, C-2012-06, C-2012-13, C-2012-14, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	45

Figura 8	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter sólidos solúveis das frutas de indivíduos da progênie de amoreira-preta C-2012-19 e C-2012-24, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -	46
Figura 9	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter forma das frutas de indivíduos da progênie de amoreira-preta C.2011-07, C.2011-20, C-2011-26 e C-2012-03 safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	47
Figura 10	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter forma das frutas de indivíduos das progênies de amoreira-preta C-2012-06, C-2012-13, C-2012-14 e C-2012-19, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	48
Figura 11	Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter forma das frutas de indivíduos das progênies de amoreira-preta C.2012-24, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	49
Figura 12	Estimativas de herdabilidade no sentido restrito para massa média em frutas de plantas de amoreira-preta, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	51
Figura 13	Estimativa de herdabilidade no sentido restrito para sólidos solúveis em frutas de progênies de amoreira-preta, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	52
Capítulo II	Estudo da conservação pós-colheita de seleções avançadas de amoreira-preta (<i>Rubus sp.</i>)	
Figura 14	Visão das frutas de amoreira-preta nas bandejas, prontas para serem transferidas para câmara fria. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	58
Figura 15	Penetrômetro utilizado para avaliar firmeza de frutas de amoreira-preta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	59
Figura 16	Refratômetro utilizado para avaliar SS de frutas de amoreira-preta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	59
Figura 17	de frutas de amoreira-preta na saída da câmara fria, após 7 dias (frutas degeneradas, com extravazamento e com reversão). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	60

Figura 18	Perda de massa média (%) de frutas de amoreira-preta em diferentes genótipos, após sete dias armazenamento à temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	61
Figura 19	Perda e ganho de firmeza (%) de frutas de amoreira-preta em diferentes genótipos, após sete dias armazenamento à temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	63
Figura 20	Perda e ganho de SS (%) de frutas de amoreira-preta em diferentes genótipos, após sete dias armazenamento à temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	64
Figura 21	Percentuais de frutas com extravazamento, degenerescência e reversão de cor em frutas de amoreira-preta, safra 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 ----	67
Figura 22	Índices de mercadabilidade de frutas de amoreira-preta, safra 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 ----	68

Lista de Tabelas

Capítulo I	Herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis totais em amora-preta e sua caracterização quanto ao formato	
Tabela 1	Progênes, genitores e origem dos genitores utilizados no estudo da herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis e da caracterização quanto ao formato em frutas de amoreira-preta, nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	34
Tabela 2	Número de plantas de amoreira-preta utilizadas no estudo da herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis e da caracterização quanto ao formato das frutas nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	35
Tabela 3	Valores médios da massa (gramas) e SS (°brix) das frutas de amoreira-preta, avaliadas em cultivares e seleções utilizados como genitores, nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	38
Tabela 4	Valores médios da massa (gramas) e SS (°brix) das frutas de amoreira-preta, avaliadas em nove progênes, nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	38
Tabela 5	Valores de herdabilidade no sentido amplo para massa média e sólidos solúveis em frutas de progênes de amoreira-preta, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	50
Capítulo II	Estudo da conservação pós-colheita de seleções avançadas de amoreira-preta (<i>Rubus sp.</i>)	
Tabela 6	Valores médios da massa (gramas), firmeza (Lb.cm ⁻²) e sólidos solúveis (°brix) de frutas de amoreira-preta da coleção experimental da Embrapa Clima Temperado na safra 2016/2017. Pelotas/RS, 2017 -----	60
Tabela 7	Comparação entre genótipos de amoreira-preta aos zero e sete dias de armazenamento a temperatura de 4 °C ± 1 °C, safra 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017 -----	65

Sumário

1	Introdução geral	12
2	Revisão da literatura	15
2.1	Fruticultura e Pequenas Frutas	15
2.2	O cultivo da amoreira-preta	16
2.2.1	Introdução	16
2.2.2	Origem e botânica	17
2.2.3	Clima e cultivares	19
2.2.4	Propagação, plantio e manejo da cultura	20
2.2.5	Características e propriedades da fruta da amora-preta	21
2.2.6	Pós-colheita	22
2.3	Melhoramento Genético e Herdabilidade	23
3	Referências bibliográficas	25
4	Capítulo I – Herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis totais em amora-preta e sua caracterização quanto ao formato	32
4.1	Introdução	32
4.2	Material e métodos	34
4.3	Resultados e discussão	37
4.4	Conclusões	52
4.5	Referências bibliográficas	53
5	Capítulo II – Estudo da conservação pós-colheita de seleções avançadas de amoreira-preta (<i>Rubus sp.</i>)	56

5.1	Introdução	56
5.2	Material e métodos	57
5.3	Resultados e discussão	60
5.4	Conclusões	68
5.5	Referências bibliográficas	69
6	Considerações finais	72

1 Introdução geral

A produção mundial de frutas se caracteriza pela grande diversidade de espécies cultivadas, adaptadas aos diferentes climas (tropical, subtropical e temperado. Essa produção é estimada em 800 milhões de toneladas ao ano, com área de aproximadamente 61,4 milhões de hectares, sendo que apenas a China responde por 227,5 milhões de toneladas. Esses resultados são do ano de 2012, o último dado divulgado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (TREICHEL et al., 2016).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás apenas da China e da Índia (OCDE-FAO, 2015). Favorecido pela extensão territorial, pela posição geográfica, pelo solo e pelas condições climáticas, o país produz frutas tropicais, subtropicais e temperadas e possui pleno potencial para aumentar a produção atual, que em 2014 ficou em torno de 41 milhões de toneladas (TREICHEL et al., 2016).

Como atividade econômica, a fruticultura envolve mais de cinco milhões de pessoas, que trabalham de forma direta ou indireta no setor (FACHINELLO et al., 2011). Possui elevado efeito multiplicador de renda e, portanto, com força suficiente para dinamizar economias locais estagnadas e com poucas alternativas de desenvolvimento (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

Segundo Fachinello et al. (2011), a fruticultura de clima temperado apresenta grande importância no contexto mundial e está distribuída em 11 dos 26 estados brasileiros, expandindo-se tanto em área cultivada quanto em produtividade.

Essa expansão ocorreu principalmente devido à modernização e melhor gestão da propriedade rural e de todos os fatores de produção, à adoção de tecnologias de baixo impacto ambiental, visando a qualidade, segurança do produto e preservação do meio ambiente e, deste modo, atendendo às exigências do mercado consumidor brasileiro e transpondo as rigorosas barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores (FACHINELLO et al., 2011).

No contexto da produção de frutas de clima temperado, as pequenas frutas ainda são pouco expressivas, embora se verifiquem avanços (FACHINELLO et al.,

2011). Esse grupo de frutas engloba uma série de espécies, como amoreira-preta, framboeseira, mirtilheiro, morangueiro e physalis. O desconhecimento dos produtores quanto às “pequenas frutas” ainda é grande, porém existe um enorme esforço de técnicos brasileiros em pesquisas e difusão das mesmas para o desenvolvimento do setor no país (SILVA, 2007).

Estima-se que há aproximadamente 20 mil hectares (ha) cultivados com amoreira-preta, em todo o mundo. A Europa possui ao redor de oito mil ha cultivados com amoreiras. No caso da América do Norte, a área cultivada é de aproximadamente 7.200 ha. Na América do Sul a área cultivada com amoreira-preta é superior a 2.500 ha, sendo o Equador e o Chile os principais países produtores (PIO, 2016).

O cultivo de amoreira-preta apresenta importância em regiões brasileiras de clima temperado, subtropical e tropical. Os estados mais representativos, em área cultivada com essa espécie frutífera, são Rio Grande do Sul e São Paulo. No Rio Grande do Sul, estima-se uma área de 245 ha (LIBERMAN, 2015), sendo os municípios de maior expressão, Vacaria, Campestre da Serra e Ipê. Em São Paulo, a área cultivada é de aproximadamente 215 ha. No entanto, também é cultivada nos de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. Em Minas Gerais, os principais municípios produtores encontram-se na serra da Mantiqueira e sul de Minas (PIO, 2016), com área estimada em 40 ha (ANTUNES et al., 2014). No Paraná, são cultivados em torno de 77 ha dessa espécie frutífera (JORNAL DA FRUTA, 2015). Já em Santa Catarina, dados da safra 2012/13, mostram uma área de 11,9 ha cultivados com amoreira-preta (BORCHARDT et al., 2014).

Seu cultivo apresenta baixo custo de implantação e de manutenção do pomar, alta produtividade e rusticidade das plantas e, principalmente, uma reduzida utilização de agroquímicos (RASEIRA; FRANZON, 2012). Além disso, a amoreira-preta é uma cultura de retorno rápido, pois no segundo ano entra em produção, dando ao pequeno produtor opções de renda, comercializando seu produto ao mercado in natura, indústria de produtos lácteos e congelados, e fábrica de geléias (ANTUNES, 2002).

Contudo, o período de conservação pós-colheita da amora-preta é relativamente curto, já que suas frutas possuem uma elevada taxa respiratória e são muito perecíveis, o que a torna suscetível a danos mecânicos durante a colheita e o manuseio (SCHAKER; ANTONIOLLI, 2009). Estudos nesse sentido são importantes,

tanto para validar condições de armazenamento adequadas para as cultivares já existentes, quanto para auxiliar na seleção de genótipos que se destaquem na preservação do aspecto íntegro e das características químicas e nutricionais da fruta de amoreira-preta na pós-colheita, sendo esse o motivo para um dos capítulos a seguir apresentados.

No trabalho de melhoramento de amoreira-preta, desenvolvido na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas/RS, são realizados vários estudos na busca de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região e que possam também ser cultivadas no Sudeste e Centro do país (RASEIRA, 2008). A mesma autora cita, ainda, como objetivos prioritários do referido programa, a qualidade das frutas (equilíbrio entre acidez e açúcar, tamanho, uniformidade, cor, brilho, tamanho de sementes, firmeza), produtividade, época de maturação, plantas sem espinhos nas hastes, hastes eretas, conservação pós-colheita, resistência a pragas e doenças, entre outros.

Para que um programa de melhoramento genético tenha sucesso, é importante conhecer os parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais que, de forma direta ou indireta, influenciam nos caracteres em questão. A herdabilidade de um caráter agrônômico expressa o grau de semelhança entre indivíduos aparentados (FALCONER, 1970), ou seja, a extensão pela qual ele é transmitido de uma geração para outra. Entretanto, não se encontram na literatura, estudos sobre herdabilidade de caracteres interessantes para o melhoramento da amoreira-preta do germoplasma com que se trabalha, no Brasil. Esta é a razão para a realização do primeiro capítulo desse estudo.

Neste sentido, os objetivos do presente estudo foram: a) avaliar a variação genética de genitores e progênies na geração F1 e estimar a herdabilidade no sentido amplo e restrito dos caracteres: massa média das frutas e teor de sólidos solúveis; b) caracterizar a forma das frutas de duas cultivares e nove seleções e seus descendentes F1; e c) avaliar a capacidade de conservação pós-colheita de frutas de sete seleções e duas cultivares de amoreira-preta e seus índices de mercadabilidade.

2 Revisão da literatura

2.1 Fruticultura e Pequenas Frutas

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas, sua produção é, na maior parte, absorvida pelo mercado interno e as áreas e volumes produzidos são difíceis de determinar, pois uma grande parcela da produção ocorre em pequenas propriedades para autoconsumo, ou venda nos mercados locais (OCDE-FAO, 2015). No entanto, Fachinello et al. (2011) enfatizam que o País vem somando resultados positivos com as exportações de frutas frescas e que é notável a importância da fruticultura de clima temperado para o desenvolvimento da fruticultura nacional.

Na última década, a maior ênfase tem sido dada exatamente à produção de produtos orgânicos, com assistência técnica e medidas de suporte sendo ampliadas e destinadas a agricultores familiares envolvidos nesse tipo de cultivo (OCDE-FAO, 2015). A disponibilidade de imensas áreas com condições adequadas para o cultivo de frutíferas, tanto de clima temperado, quanto de tropicais, oportuniza a produção de muitas e variadas espécies (FRUTICULTURA, 2003).

Além disso, há um grande número de propriedades agrícolas familiares, nas quais o agricultor necessita criar formas alternativas de produção, que permitam mantê-lo no campo e em condições dignas. Também há um reconhecimento, por parte dos agricultores, de que os efeitos da diversificação da produção com a inclusão da fruticultura impactam positivamente na disponibilidade de renda e, por consequência, na melhoria da qualidade de vida (RATHMANN et al., 2008).

As pequenas frutas (mirtilo, amora-preta, morango, physalis, entre outras) representam uma oportunidade para o fruticultor diversificar a sua produção e obter bons lucros, já que são espécies capazes de dar um alto retorno em pequenas áreas. Além disso, na alimentação humana contribuem com minerais e vitaminas e também assumem o caráter de frutas com propriedades funcionais ou nutracêuticas, especialmente, a partir do reconhecimento das propriedades antioxidantes ligadas

aos pigmentos e compostos do grupo das antocianinas (ALMEIDA et al., 2010). Assim, verifica-se uma tendência de aumento e diversificação do cultivo de frutas vermelhas, dentre elas, a amora-preta, podendo ser utilizadas no mercado interno ou para exportação, visando a atender à entressafra do Hemisfério Norte (FACHINELLO et al., 2011).

No Brasil, também houve sensível crescimento na área cultivada, especialmente no Rio Grande do Sul (principal produtor brasileiro), sendo que há elevado potencial em outros estados com características climáticas semelhantes ao estado gaúcho (ANTUNES et al., 2010). O aumento do poder aquisitivo da população e mudanças do hábito alimentar também contribuíram para o incremento da produção e do consumo destas frutas, nos últimos anos (ILHA, 2012).

2.2 O cultivo da amoreira-preta

2.2.1 Introdução

No cultivo da amoreira-preta destaca-se, entre outras características, a boa adaptação aos sistemas de cultivos com pouca tecnificação, como no caso de produtores familiares com baixa capacidade de investimento, e ainda melhor produtividade, quando adotados sistemas de produção com maiores investimentos em adubação, irrigação, fertirrigação, entre outras práticas (ANTUNES, 2002).

São fatores que influem na adoção de cultivo dessa espécie, o baixo custo de produção, graças à sua rusticidade, que reflete, por exemplo, na reduzida necessidade de aplicação de defensivos agrícolas (ATTILIO et al., 2009). Considera-se que a produtividade média da amoreira-preta pode alcançar mais de 10 ton ha ano⁻¹ sob condições adequadas de cultivo (ANTUNES et al., 2000).

No Brasil a colheita de frutas desta cultura, em média, estende-se de outubro a fevereiro, sendo que a produção, fora dos picos de oferta da fruta, pode ser uma opção bastante interessante economicamente, já que, como observado em outras culturas, com essa estratégia pode-se alcançar preços acima do que os praticados na safra normal (ANTUNES et al., 2014).

A amoreira-preta caracteriza-se como uma planta arbustiva e, em geral, apresenta hastes bianuais, que podem ter ou não espinhos. É uma planta exigente em frio e os aspectos fenológicos da cultura podem variar de ano para ano, em função desta exigência em frio ter sido ou não satisfeita. Além de aspectos climáticos, fatores inerentes à espécie e/ou variedade podem afetar o comportamento da planta (ANTUNES et al., 2000).

2.2.2 Origem e botânica

A amoreira-preta é uma frutífera de clima temperado, nativa da Ásia, Europa, América do Norte e América do Sul, a qual cresce bem em regiões com clima frio no inverno (VIZZOTTO, 2007). Faz parte do grupo de plantas do gênero *Rubus* e pertence à família Rosaceae (OLIVEIRA et al., 2008). Esse gênero é bastante diversificado, estima-se existir entre 400 e 500 espécies de framboeseira e amoreira-preta (ANTUNES, 2002).

Segundo Poling (1996), na América do Norte, antes da chegada dos colonizadores, havia poucas espécies distintas de amoreira-preta. Porém com a colonização, derrubada e eliminação de matas, as amoreiras espalharam-se, dando oportunidade para diferentes espécies crescerem lado a lado. Insetos como as abelhas e outros polinizadores ajudaram na troca de pólen, e os pássaros, na disseminação das sementes pelo país, originando um melhoramento natural de espécies.

Três grupos de amoreiras-preta foram domesticados. O primeiro, das amoreiras-preta européias, inclui um grande número de formas poliplóides, com a maioria tetraplóide ($2n = 4x = 28$). O segundo, no leste da América do Norte, é composto por plantas de porte ereto e também inclui muitas formas poliplóides. O terceiro grupo, no oeste da América do Norte, geograficamente separado do anterior pelas pradarias e pelas Montanhas Rochosas, possui plantas de hábito prostrado e tem números de cromossomos mais elevados, sendo comuns as formas octaplóides ($2n = 8x = 56$) e dodecaplóides ($2n = 12x = 84$) JENNINGS (1995 apud RASEIRA; FRANZON, 2012).

No Brasil, ocorrem cinco espécies nativas de amoreiras-preta: *R. urticaefolius*, *R. erythroclados*, *R. brasiliensis*, *R. sellowii* e *R. imperialis*, as quais produzem frutas pequenas e com coloração branca, rosa, vermelha ou preta (REITZ, 1996). Nenhuma das espécies brasileiras foi domesticada. As cultivares de amoreiras-preta utilizadas no país são o resultado de introduções, hibridações e seleções de cultivares americanas (RASEIRA et al., 2004).

O cultivo de amoreira-preta tornou-se popular nos Estados Unidos após 1840 e sua exportação comercial começou nas décadas de 1850 e 1860 (ADECA, 2005). No Brasil, a pesquisa com amoreira-preta teve início em 1972 e, em 1974, foi realizado o primeiro plantio semi comercial, na cidade de Canguçu/RS (ATTILIO et al., 2009).

Há algumas espécies de amoreira-preta que frutificam em hastes primárias, mas em geral, as plantas têm hastes bianuais, as quais necessitam de um período de dormência antes de frutificar. A amoreira-preta apresenta hábito de crescimento das hastes variando de ereta a prostrada, podendo ter hastes com ou sem espinhos (RASEIRA et al., 2004).

Em geral, as cultivares de amoreira-preta de hábito ereto e semi-ereto são utilizadas para o consumo in natura e as cultivares rasteiras para o processamento. Em 2007, a área plantada no mundo era representada por 50% de cultivares semi-eretas, 25% eretas e 25% rasteiras (STRIK et al., 2007). Provavelmente, a porcentagem com plantas eretas seja maior nos dias atuais, já que a maior parte das cultivares mais modernas é de hábito ereto, a exemplo da cultivar Natchez, desenvolvida pela Universidade do Arkansas (CLARK; MOORE, 2008).

As flores da amoreira-preta apresentam, normalmente, cinco pétalas e cinco sépalas, muitos estames e carpelos dispostos ao redor de um receptáculo em forma cônica (RASEIRA et al., 2004). O número básico de cromossomos é sete, mas pode existir poliploidia (ANTUNES, 2002).

2.2.3 Clima e cultivares

Sabe-se que a amoreira-preta se adapta bem em regiões com temperaturas moderadas no verão, sem intensidade luminosa elevada, com chuva adequada, mas sem excesso durante o período de frutificação, e com temperaturas baixas no inverno, de modo que atenda à necessidade de frio da cultivar (WREGGE; HERTER, 2004).

São cultivadas desde regiões com invernos amenos (em torno de 200 horas de frio), até regiões com frios extremos (mais de 1.000 horas com temperaturas inferiores a 7,2°C) (PAGOT et al., 2007). Porém, se esse frio ocorrer fora da fase de dormência da planta, principalmente com geadas tardias de primavera, pode causar sérios danos às gemas, flores e frutas em desenvolvimento (WREGGE; HERTER, 2004).

Dependendo da necessidade em frio ter sido ou não satisfeita, os aspectos fenológicos da amoreira-preta podem variar de ano para ano. Dentre estes aspectos, destacam-se: baixos percentuais de brotação e florescimento e, conseqüentemente, baixa produtividade (SEGANTINI et al., 2011). Em locais com insuficiência de frio hibernal, é prática comum, nos cultivos de frutíferas de clima temperado, a utilização de produtos químicos que promovam a superação da dormência e uniformizem a brotação e o florescimento (CITADIN et al., 2006).

As cultivares lançadas pelo programa de melhoramento da Embrapa Clima Temperado são as seguintes: 'Ébano', em 1981; 'Negrita', em 1983; 'Tupy' e 'Guarani', em 1988; 'Caingangue', em 1992, e 'Xavante', em 2004 (RASEIRA; FRANZON, 2012). A cultivar mais plantada no Brasil é a Tupy (com espinhos), sendo essa também a cultivar mais importante no mundo (VOLK et al., 2013).

Em 2015, a Embrapa Clima Temperado lançou a cultivar BRS Xingu, que tem como característica a produção de 800 g a mais por planta, e ainda, a extensão da colheita para mais 15 dias, ao se comparar com a cultivar Tupy (EMBRAPA, 2015).

2.2.4 Propagação, plantio e manejo da cultura

A forma comercial mais utilizada de propagação da amoreira-preta se dá por meio de rebentos (brotos), estacas herbáceas e lenhosas, além de estacas de raízes (ANTUNES, 1999). Sendo que o uso de estacas herbáceas é uma das alternativas mais viáveis (ANDRADE et al., 2007). Além destas, a multiplicação através da técnica de micropropagação pode ser utilizada, apresentando vantagens em relação aos demais métodos utilizados na propagação de amoreira-preta, principalmente em relação a maior sanidade das mudas (LEITZKE et al., 2009).

A amoreira-preta desenvolve-se bem em solos drenados e medianamente ácidos, com pH entre 5,5 e 6,5. Recomenda-se a subsolagem total da área, com gradagem e incorporação de calcário e fertilizante a 30 cm de profundidade, com o objetivo de corrigir a acidez e a fertilidade do solo, conforme resultado da análise do mesmo (PAGOT et al., 2007).

O elemento utilizado em maior quantidade é o nitrogênio (N) (STRIK, 2008), seguido do potássio (K) (PEREIRA et al., 2012). Pereira et al. (2012) também afirmam que o fósforo (P) contribui para o crescimento do sistema radicular, interagindo com outros elementos e podendo aumentar a produção e a qualidade das frutas da amoreira-preta.

O espaçamento recomendado varia de 0,30 a 0,70 m entre plantas e de 2,5 a 3,0 m entre as linhas de plantio (PAGOT et al., 2007), espaçamento este que pode ser reduzido dependendo do tipo de cultivo adotado pelo produtor (ANTUNES et al., 2004). Devido ao hábito de crescimento e com o intuito de evitar que as frutas entrem em contato com o solo, um sistema de suporte é adotado na maioria dos plantios. Na prática, normalmente a condução é feita com espaldeira simples e espaldeira em “T” (PAGOT et al., 2007).

Entre as práticas de cultivo adotadas na cultura, a poda é fundamental, sendo importante se conhecer o hábito de crescimento e frutificação da planta. São recomendadas duas podas na cultura da amoreira-preta: uma no verão, que visa a retirada dos ramos que produziram na safra anterior e encurtamento das novas hastes que brotam do solo e; outra no inverno, que visa a redução no comprimento dos ramos laterais (PAGOT et al., 2007). Visando a produção fora de época da safra da amoreira-preta, outro tipo de poda poderia ser adotada, a poda extemporânea,

além da aplicação de reguladores de crescimento, e do controle de fatores ambientais, como temperatura e umidade, através do cultivo protegido (ANTUNES et al., 2014).

As pragas e doenças na cultura da amoreira-preta podem ser controladas associando métodos culturais, físicos, biológicos e a proteção química das plantas, com inseticidas ou fungicidas, dependendo do sistema de produção adotado pelo produtor. Juntamente com estas práticas, procura-se utilizar mudas saudáveis, adubação equilibrada, condução aberta das plantas, manutenção baixa da cobertura verde e o controle químico com produtos cúpricos, enxofre e calda sulfocálcica (PAGOT et al., 2007).

2.2.5 Características e propriedades da fruta da amoreira-preta

A amoreira-preta produz frutas agregadas, de coloração escura e sabor ácido a doce-ácido, com cerca de 4 a 7 gramas (ANTUNES, 2004; ANDRADE et al., 2007). O fruto verdadeiro da amoreira é denominado de mini drupa ou drupete, na qual se encontra a semente. A junção dessas mini drupas forma o que é chamado de fruta agregada (ANTUNES, 2004; RASEIRA et al., 2004).

A amora-preta é uma fruta que possui sabor marcante com propriedades nutracêuticas comprovadas (RASEIRA; FRANZON, 2012). Contém 85% de água, 10% de carboidratos, elevado conteúdo de minerais, vitaminas A e B, e cálcio (ANTUNES, 2004). Pode ser utilizada para consumo in natura ou industrializada sob forma de sucos naturais e concentrados, fruta em calda, polpa para sorvetes, corantes naturais e produtos geleificados, ou ainda como geléias e doces cremosos (ANTUNES, 2002).

As frutas de amoreira-preta também são ricas em antocianinas, taninos hidrolisáveis e alguns compostos nutricionais, como o elevado conteúdo de manganês e, em menor quantidade, cálcio, ferro e vitamina C. Essas características estão sendo associadas por diversos autores como fonte promissora na prevenção do envelhecimento precoce e também na prevenção do desenvolvimento de alguns tipos de cânceres (WANG et al., 2009).

Antunes (1999), também cita que, dentre as substâncias benéficas à saúde, a fruta de amoreira-preta apresenta na sua composição o ácido elágico (C₁₄H₆O₈). Estudos já demonstraram que o esse ácido possui funções anti-mutagênica, anticancerígena, além de ser um potente inibidor da indução química do câncer WANG et al. (1994 apud VIZZOTTO et al., 2012).

2.2.6 Pós-colheita

As práticas realizadas no cultivo, antes da colheita, estão diretamente relacionadas com as etapas posteriores à colheita e na comercialização, pois afetam a qualidade da fruta (COUTINHO et al., 2004). Geralmente, as frutas são comercializadas em bandejas de 120 a 150 gramas, quando destinadas ao mercado in natura. Já para a utilização na forma processada, podem ser congeladas para facilitar o armazenamento (BEZERRA, 2003).

Quando ofertadas in natura, as frutas devem se conservar intactas por um maior tempo possível. Nesse sentido, é importantíssimo que a colheita seja realizada nas primeiras horas da manhã e que as frutas sejam rapidamente retiradas do campo. A exposição das mesmas ao sol durante o transporte pode ocasionar a perda da coloração característica das frutas, além de favorecer a desidratação das mesmas pela transpiração (SCHAKER; ANTONIOLLI, 2009). O limite de acondicionamento das amoras-pretas, sob as condições de ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$ / 80% UR) é de um dia, devido ao excesso de perda de massa e à elevada incidência de podridões (CIA et al., 2007).

Várias técnicas podem ser utilizadas para aumentar esse tempo de conservação pós-colheita, tais como, o armazenamento em atmosfera modificada (AM) por meio do uso de filmes e ceras, em atmosfera controlada (AC), sob baixa temperatura, utilização de reguladores de crescimento e uso de irradiação (LIMA, 2016). O armazenamento refrigerado vem se mostrando o método mais eficiente para manter a qualidade das frutas, retardando os processos fisiológicos, tais como a respiração, transpiração e produção de etileno, e reduzindo o desenvolvimento de podridões nos mesmos (COUTINHO et al., 2004).

Apesar desse conhecimento, as condições ideais de armazenamento variam em função de muitos fatores, que devem ser considerados no momento da escolha do método a ser utilizado para o armazenamento de frutas, buscando manter sua qualidade. Desta forma, é de grande importância o conhecimento da fisiologia pós-colheita das frutas a fim de ampliar esse tempo de armazenamento sem, no entanto, alterar suas características físicas, organolépticas e nutricionais (BISCHOFF et al., 2013).

2.3 Melhoramento Genético e Herdabilidade

O melhoramento de plantas é definido como a “arte e a ciência que visam à modificação gênica das plantas para torná-las mais úteis ao homem” (BORÉM, 1998).

Baseando-se em estudos de variabilidade genética, o fitomelhoramento é capaz de tornar o processo de domesticação de espécies mais rápido. Os principais objetivos dos programas de melhoramento são: obter genótipos superiores em características morfológicas e fisiológicas da espécie em estudo, melhor qualidade nutricional, tolerantes aos estresses ambientais, resistentes a pragas e doenças e com características que facilitem o manejo da cultura (NASS, 2001).

A pesquisa com amoreira-preta, no Brasil, só teve início em 1972, com a introdução de uma pequena coleção de cultivares, da qual faziam parte 'Brazos', 'Cherokee', 'Cheyenne', e 'Comanche', além de um clone originário do Uruguai, cuja identidade era desconhecida. Em 1975 foram plantadas sementes oriundas de cerca de 50 hibridações, efetuadas na Universidade de Arkansas, Estados Unidos da América, que originaram mais de 12.000 seedlings e deram origem às primeiras seleções brasileiras (RASEIRA; FRANZON, 2012).

O conhecimento da variação fenotípica auxilia o processo de domesticação e viabilização do cultivo comercial das espécies. As características agrônômicas são particularmente importantes por representarem a base da seleção em programas de melhoramento (DEGENHARDT et al., 2007). Essas informações são imprescindíveis para o melhorista, quando da definição dos métodos de melhoramento, seleção de

genitores, escolha dos locais para a condução dos testes de rendimento, definição do número de repetições e predição dos ganhos por seleção (JUNG et al., 2008).

Assim, a estimação de parâmetros genéticos na unidade de seleção, tais como herdabilidade, é de suma importância para obtenção de informações sobre a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres (CRUZ; CARNEIRO, 2003). A herdabilidade é uma medida da influência genética e informa que parte da variação da população em um fenótipo pode ser atribuída à variação no genótipo, possibilitando estimativas como o ganho genético esperado com a seleção (ALLARD, 1999).

Há várias formas de estimar a herdabilidade. No caso de espécies frutíferas perenes, para estimar a herdabilidade no sentido amplo (H^2) nessas populações pode ser utilizada a variância média dos clones genitores como variância ambiental média (σ_e^2). Geralmente os genitores são cultivares ou seleções dos quais se possui mais de uma planta multiplicada por técnicas assexuais (ex.: estaquia), ou seja, são clones, sendo assim, a variância genética é considerada nula. A variância fenotípica total (σ_p^2) será a variância entre indivíduos de uma progênie, ou seja, o efeito genético mais ambiental. A variância genética (σ_g^2) é calculada subtraindo a variância ambiental da variância total (CÔRREA, 2007).

A herdabilidade no sentido restrito (h^2), é calculada como a razão entre a variância genética aditiva (σ_a^2) e variância fenotípica total (MILATOVIĆ et al., 2010), onde os componentes genéticos da variância podem ser estimados a partir da covariância entre os genitores e as progênies (ELER, 2014). Também pode-se estimar a h^2 através da regressão dos valores médios das progênies e das médias dos genitores, ou seja, média da progênie no eixo Y, sobre o valor médio dos genitores no eixo X, sendo que a inclinação da reta estima a herdabilidade no sentido restrito (aditiva). Se a herança é totalmente aditiva, a média da progênie será igual a dos genitores e a inclinação da reta será igual a 1. No entanto, se a progênie não tiver relação alguma com os genitores, a inclinação da reta de regressão será igual a zero (GRIFFITHS et al., 2002).

3 Referências bibliográficas

ADECA “Estudo da viabilidade sócio-econômica de determinadas culturas no município de Amparo”. **Administração e Economia Aplicados ao Agronegócio** – ESALQ/USP, São Paulo, 2005.

ALLARD, Robert W. **Principles of plant breeding**. John Wiley & Sons, 1999.

ALMEIDA, Ivan R. de.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, Carlos. Gargalos da produção de pequenas frutas regiões potenciais para produção de morango e mirtilo no Rio Grande do Sul. In: V Simpósio Nacional do Morango e IV Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul – Pelotas, 2010. **Palestras e resumos**. Embrapa Clima Temperado, 2010, p. 59-62.

ANDRADE, Renata A. et al. Propagação da amora-preta por estaquia utilizando ácido indolbutírico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.2, p.79-83, 2007.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa. Aspectos fenológicos, propagação e conservação pós-colheita de frutas de amoreira-preta (*Rubus* spp) no sul de Minas Gerais. 1999. 129 p. 1999. **Tese** (Doutorado em Agronomia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 151-158, jan./fev. 2002.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa. Características da fruta da amoreira-preta. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta. **Documento 122**. Ed. ANTUNES, L. C.; RASEIRA, M. do C. B., Embrapa-CPACT, Pelotas, Dezembro, 2004, p.43-44.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa. et al. Fenologia e produção de variedades de amora-preta nas condições do Planalto de Poços de Caldas-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.89-95, 2000.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa.; TREVISAN, Renato; GONÇALVES, Emerson Dias. Propagação, plantio e tratos culturais. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta Cultivo. **Documento 122**. Ed. ANTUNES, L. C.; RASEIRA, M. do C. B., Embrapa-CPACT, Pelotas, Dezembro, 2004, p.37-41.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa; GONÇALVES, Emerson Dias; TREVISAN, Renato. Fenologia e produção de cultivares de amoreira-preta em sistema agroecológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.9, p.1929-1933, 2010.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa et al. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 100-111, Mar. 2014.

ATTILIO, Lísia Borges; BOLIANI, Aparecida Conceição; TARSITANO, Maria Aparecida Anselmo. Custo de produção de amora-preta em região tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.1042-1047, 2009.

BEZERRA, V. S. Pós-colheita de Frutos - Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 26p. il.; 21 cm (Embrapa Amapá. **Documentos**, 51).

BISCHOFF, Tábata Zingano et al. Conservação pós-colheita da amora-preta refrigerada utilizando biofilme e embalagem plástica. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 28, n.2, p.109-114, abril-junho, 2013.

BORCHARDT, I. et al. **Fruticultura catarinense em números-2012/13**. Florianópolis: Epagri, 2014. 61p.

BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998, 453 p.

BUAINAIN, Antônio Márcio; BATALHA, M. O. Cadeia produtiva de frutas. Brasília: **IICA/MAPA/SPA**, 2007. v.7, 102 p.

CIA, Patricia et al. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.3, p.11-16, 2007.

CITADIN, Idemir et al. Uso de cianamida hidrogenada e óleo mineral na floração, brotação e produção do pessegueiro "Chiripá". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.1, p. 3235, 2006.

CLARK, John R.; MOORE, James N. 'Natchez' thornless blackberry. **HortScience**, v. 43, n. 6, p. 1897-1899, 2008.

CORRÊA, Elisia Rodrigues Estudo da herdabilidade de alguns caracteres em pessegueiro: ciclo, tonalidade da cor da polpa e compostos fenólicos. 2007. 52f. **Dissertação** (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

COUTINHO, Enilton Fick; MACHADO, Nicácia Portella; CANTILLANO, Rufino Fernando Flores. Conservação pós-colheita de amora-preta. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta. **Documento 122**. Ed. ANTUNES, L. C.; RASEIRA, M. do C. B., Embrapa-CPACT, Pelotas, Dezembro, 2004, p.45-49.

CRUZ, C. D. ; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 579p.

DEGENHARDT, Juliana et al. Goiabeira Serrana: estimativa de variabilidade para características de frutos com base no coeficiente de repetibilidade. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 51**. ISSN 1981-5980 Dezembro, 2007.

ELER, Joanir Pereira. Teorias e métodos em melhoramento genético animal; **I-Bases do melhoramento genético animal**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga: USP, 2014. 249 p.

EMBRAPA Cultivar de amoreira-preta BRS Xingu. **Folder**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015.

FACHINELLO, José Carlos et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p.109-120, 2011. Volume especial.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York. Ronald Press Company. Reprinted, 1970. 365 p.

FRUTICULTURA 2003. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/prognostico/fruti-0106.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2015.

GRIFFITHS, Anthony J. F. et al. **Genética**, Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2002. 860 p.

ILHA, L. L. H. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima temperado. **Informe Agropecuário**, v. 33, p. 58-68, 2012.

JORNAL DA FRUTA. Pesquisa do lapar mostra que amora-preta é boa opção para para regiões mais frias do Estado. **Agencia de Notícias do Paraná**, agosto de 2015, edição 297, Lages/SC. Disponível em: <http://www.jornaldafruta.com.br>; Acesso em: 15 set. 2015.

JUNG, Maricelma Simiano et al. Herdabilidade e ganho genético em caracteres do fruto do maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 209-214, Março 2008.

LEITZKE, Luciane Nolasco; DAMIANI, Cláudia Roberta; SCHUCH, M. Wulff. Multiplicação e enraizamento in vitro de amoreira-preta 'Xavante': efeito da concentração de sais, do tipo de explante e de carvão ativado no meio de cultura. **Ciência Agrotecnologia**, v. 33, p. 1959-1966, 2009.

LIBERMAN, Rosa No país são cultivados cerca de 270 hectares de mirtilo e na região a área não passa de 6 hectares. **Jornal bom dia**, Erechin/RS. Brasil. 2015. Disponível em: <http://www.jornalbomdia.com.br/noticia/661/no-pais-sao-cultivados-cerca-de-270-hectares-de-mirtilo-e-na-regiao-a-area-nao-passa-de-6-hectares>. Acesso em: 08 ago 2017.

LIMA, J. A. D. Métodos para conservação de frutas e hortaliças. **TCC**. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Curso de Graduação em Agronomia. Brasília, 2016, 53 p.

MILATOVIĆ, D.; NIKOLIĆ, D.; DUROVIĆ, D. Variability, heritability and correlations of some factors affecting producing in peach. **Horticultural Science**, Prague, v. 37, n. 3, p. 79-87, 2010.

NASS, L. L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. Capítulo 2. In: **Recursos genéticos e melhoramento – plantas**, NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C.(Ed.). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Rondonópolis: Fundação MT, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2001, 1183 p.

OCDE-FAO PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS 2015-2024. Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024. **Capítulo 2. Agricultura brasileira: Perspectivas e Desafios**. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – 2015. Tradução do site <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>.

OLIVEIRA, Roberto Pedroso de; NINO, Antonio Fernando Pacheco; FERREIRA, Letícia Vanni. Potencial de multiplicação in vitro de cultivares de amoreira-preta. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.585-589, 2008.

PAGOT, Eduardo et al. Cultivo da Amora-preta. **Circular Técnica 75**, Bento Gonçalves-RS: EMBRAPA UVA E VINHO, 11p. 2007.

PIO, Rafael O cultivo da amora-preta no Brasil e em regiões subtropicais. **Fruticultura de Clima Temperado, Blog**. 2016. Disponível em: <http://frutastemperadas.blogspot.com.br/2016/02/o-cultivo-da-amoreira-preta-no-brasil-e.html>. Acesso em: 11 ago 2017.

PEREIRA, Ivan Santos et al. Avaliações da subtração dos elementos N, P e K sobre o crescimento vegetativo da amoreira-preta. **Comunicado Técnico, 276**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 8p.

POLING, E. B. Blackberries. **Journal of Small Fruit and Viticulture**. v.14, n.1-2, p.38-69, 1996.

RASEIRA, Maria do Carmo Bassols; SANTOS, Alverides Machado; BARBIERI, Rosa Lia Barbieri. Classificação botânica, origem e cultivares. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta. **Documento 122**. Ed. ANTUNES, L. C.; RASEIRA, M. do C. B., Embrapa-CPACT, Pelotas, Dezembro, 2004, p. 17-28.

RASEIRA, Maria do Carmo Bassols. Melhoramento da amora-preta: programa da Embrapa Clima Temperado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 4.; ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 3., 2008, Pelotas. **Palestras & resumos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008, p. 75-79.

RASEIRA, Maria do Carmo Bassols; FRANZON, Rodrigo Cesar Melhoramento genético e cultivares de amora-preta e mirtilo. **Informe Agropecuário** (Belo Horizonte), v. 33, p. 11-20, 2012

RATHMANN, R. et al. Diversificação produtiva e as possibilidades de desenvolvimento: um estudo da fruticultura na região da Campanha no RS. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 325-354, 2008.

REITZ, Raulino. Flora Ilustrada Catarinense – **Rosáceas**. Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, 1996. 135p.

SCHAKER, Patricia Dayane Carvalho; ANTONIOLLI, Lucimara Rogéria. Aspectos econômicos e tecnológicos em pós-colheita de amoras-pretas (*Rubus* spp). **Current Agricultural Science and Technology**, v. 15, n. 1-4, 2009.

SEGANTINI, Daniela Mota et al. Uso de reguladores de crescimento para a superação da dormência e sua influência na brotação, no florescimento e na produção da amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online], v.33, n.spe1, p. 275-280, 2011.

SILVA, Priscilla Rocha. Mercado e comercialização de pequenas frutas; In: IV Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas, **Anais**. Editores: HOFFMANN, Alexandre; SEBBEN, Sandra de Souza, Bento Gonçalves, RS 2007, p. 45-48.

STRIK, Bernadine C. et al. Worldwide Blackberry Production. **Hortechology**, Alexandria, v.17, n. 2, p. 205-213, April June, 2007.

STRIK, Bernadine C. A review of nitrogen nutrition of *Rubus*. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 777, p. 403-410, 2008.

TREICHEL, Michelle et al. **Anuário brasileiro da fruticultura 2016** – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.

VIZZOTTO, Marcia **Amora-preta - uma fruta antioxidante**. 2007. Disponível em:< <http://www.todafruta.com.br/noticia/16514/AMORA-PRETA%3A+UMA+FRUTA+ANTIOXIDANTE>>. Acesso em: 20 de set. de 2015.

VIZZOTTO, Marcia et al., Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* sp.). **Embrapa Clima Temperado- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2012.

VOLK, Gayle M. et al. The ASHS outstanding fruit cultivar award: a 25-year Retrospective. **Hortscience**, Alexandria, v. 48, n. 1, p. 4-12, 2013.

WANG, Li-Shu et al. Anthocyanins in Black Raspberries prevent esophageal tumors in rats. **Cancer Prevention Research**, Phila Pa. v. 2, n. 1, p. 83-94, 2009.

WREGGE, Marcos Silveira; HERTER, Flávio Gilberto. Condições de clima. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta. **Documento 122**. Ed. ANTUNES, L. C.; RASEIRA, M. do C. B., Embrapa-CPACT, Pelotas, Dezembro, 2004. 54 p.

4 Capítulo I

Herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis em amora-preta e sua caracterização quanto ao formato

4.1 Introdução

A qualidade das frutas de amoreira-preta é um objetivo prioritário em programas de melhoramento genético desta espécie frutífera, especialmente no que diz respeito à aparência (tamanho, uniformidade, cor, brilho), firmeza e, principalmente, sabor.

O mercado consumidor busca por frutas com uniformidade de cor, brilho, bom tamanho e sabor equilibrado entre acidez e açúcar. O perfil do consumidor de pequenas frutas aponta que ele paga pela qualidade do produto, sendo que, quando a fruta não está com sabor ou textura agradável há uma retração do consumo (FAGUNDES, 2007).

Neste sentido, o melhoramento genético visando a obtenção de novas cultivares que atendam às exigências dos produtores e consumidores, torna-se de suma importância para a expansão da cultura.

Para plantas perenes, as estimativas dos parâmetros genéticos desempenham papel fundamental nos programas de melhoramento, pois permitem a predição dos valores genéticos dos candidatos à seleção, propiciando um processo mais acurado. Porém, para essas avaliações, necessita-se de estimativas fidedignas de parâmetros genéticos das populações base e, entre esses, a herdabilidade é o mais importante (RESENDE et al., 1998).

Segundo Cruz e Carneiro (2003), a utilização de parâmetros genéticos no melhoramento de plantas permite identificar a variabilidade genética e analisar a eficiência das estratégias de melhoramento utilizadas para aumentar os ganhos e, ao mesmo tempo, manter a base genética da população.

Para que um determinado caráter seja desenvolvido em um indivíduo, é necessário que os genes para tal estejam presentes, portanto, seria interessante ter uma expressão quantitativa que representasse a importância da herança e do ambiente na expressão dos caracteres. A herdabilidade em sentido amplo (H^2) fornece a proporção da variância genética que está presente e influencia na variância fenotípica (GRIFFITHS et al., 2002). A variância fenotípica total de uma população (σ_p^2) decompõe-se em duas partes: variância genética (σ_g^2) e variância ambiental (σ_e^2).

A herdabilidade no sentido restrito (h^2) é o parâmetro que indica a confiabilidade da utilização do desempenho fenotípico (valor fenotípico) para determinar o valor genético para um caráter específico em uma população (ELER, 2014). Esta estimativa é a mais importante para os melhoristas, pois indica a variância genética aditiva, ou seja, a parte previsível na seleção, a qual mede o que vai ser expresso na próxima geração, portanto, o que pode ser rapidamente selecionado.

Essas estimativas podem variar em função do caráter analisado, do método utilizado, da diversidade na população, do tamanho da amostra, do número e tipo de ambientes considerados, do nível de endogamia da população, da unidade experimental considerada, da precisão na condução e da coleta de dados do experimento (BORÉM, 1998).

No entanto, não se encontra na literatura, ou são raros, trabalhos que valorem esse percentual de herdabilidade de caracteres interessantes para o melhoramento da amoreira-preta, motivo pelo qual o presente trabalho foi realizado.

O objetivo do estudo foi avaliar a variação genética e estimar a herdabilidade no sentido amplo e restrito da massa fresca e do teor de sólidos solúveis (SS) de frutas de amoreira-preta em progênies (geração F1) do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado. Também, caracterizá-las quanto ao formato e indicar genótipos com potencial para a utilização em cruzamentos, no referido programa, com objetivo de desenvolver indivíduos com superioridade nos caracteres de massa média das frutas e conteúdo de SS.

4.2 Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Melhoramento Genético de Plantas Frutíferas, na Sede da Embrapa Clima Temperado, localizada na rodovia BR-392, Km 78, 9º distrito, Monte Bonito, Pelotas/RS, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017.

Foram avaliadas as características de massa média, sólidos solúveis (SS) e formato de frutas de nove seleções, duas cultivares e nove progênes resultantes de hibridações, totalizando 208 indivíduos (153 indivíduos e 55 genitores) e 194 indivíduos (147 progênes e 47 genitores), nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Progênes, genitores e origem dos genitores utilizados no estudo da herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis e da caracterização quanto ao formato em frutas de amoreira-preta, nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima temperado, Pelotas/RS, 2017.

Progênes	Genitores		Origem das seleções utilizadas como genitores
C. 2011-07	Cherokee	Sel. Black 124	Sel. Black 124 = Sel. 6/96 x Caingangue
C. 2011-20	Sel. Black 124	Sel. Black 128	Sel. Black 128 = Tupy x Xavante
C. 2011-26	Sel. Black 158	Caingangue	Sel. Black 158 = Tupy x Xavante
C. 2012-03	Sel. Black 128	Sel. 5/96	Sel. 5/96 = Introd. EEUU; genitores s/ ident.
C. 2012-06	Sel. Black 141	Cherokee	Sel. Black 141=(Caingangue x Xavante) PI.**
C. 2012-13	Sel. Black 158	Caingangue	Sel. Black 158 = Tupy x Xavante
C. 2012-14	Sel. Black 159	Caingangue	Sel. Black 159 = Cherokee x Tupy
C. 2012-19	Sel. Black 198	Sel. 22/96	Sel. Black 198 = Caingangue x Sel. 5/96 Sel. 22/96 = Introd. EEUU; genitores s/ ident.
C. 2012-24	Sel. 22/96	Sel. Black 232	Sel. Black 232= (Sel. 2/96 x Tupy) PI.**

* Sel. = seleção.

** PI. = polinização livre

Tabela 2: Número de plantas de amoreira-preta utilizadas no estudo da herdabilidade de massa média das frutas e teor de sólidos solúveis e da caracterização quanto ao formato das frutas nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima temperado, Pelotas/RS, 2017.

Genitores	2015/2016	2016/2017	Progênies	2015/2016	2016/2017
Sel. Black 124	5	5	C.2011-07	19	19
Sel. Black 128	5	3	C.2011-20	13	13
Sel. Black 141	5	5	C.2011-26	20	20
Sel. Black 158	5	5	C.2012-03	16	14
Sel. Black 159	5	5	C.2012-06	20	19
Sel. Black 198	5	2	C.2012-13	20	20
Sel. Black 232	5	2	C.2012-14	20	19
Caingangue	5	5	C.2012-19	20	19
CHEROKEE	5	5	C.2012-24	5	4
Sel. 5/96	5	5			
Sel. 22/96	5	5			
Total	55	47	Total	153	147

Foram colhidas 10 frutas maduras, por planta, as quais foram levadas ao laboratório de melhoramento genético e pesadas conjuntamente em balança digital (gramas). O teor de sólidos solúveis (SS) foi medido em cada fruta separadamente (°brix), com refratômetro digital, marca Atago (Figura 1).



Figura 1: Refratômetro utilizado para avaliar SS em frutas de amoreira-preta nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Fonte: Arquivo pessoal.

O delineamento utilizado foi completamente casualizado e os dados relativos à massa média das frutas e teor de SS foram, separadamente, submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias, Scott e Knott ($p \leq 0,05$) usando o programa Genes. O teste de agrupamento de médias Scott e Knott, idealizado por estes autores, em 1974, determina a constituição de grupos de médias disjuntos, sempre que for encontrada significância na aplicação do teste F na análise de variância (ZIMMERMANN, 2014).

Foram também estimadas as herdabilidades no sentido amplo (H^2) e restrito (h^2) para os dois caracteres (massa média e SS). Para cálculo da herdabilidade no sentido amplo (H^2) levou-se em consideração que, no caso dos genitores, as repetições são clones, portanto, geneticamente iguais, e a média da variância entre estes, expressa a variância ambiental média (σ_e^2). A variabilidade entre os indivíduos de cada progênie representa a estimativa da variância total (σ_p^2), ou seja, efeito genético mais ambiental.

A variância genética (σ_g^2) foi obtida através da subtração da variância média dos genitores (σ_e^2) da variância total, ou seja, da variância observada de cada progênie (σ_p^2).

A H^2 foi calculada dividindo-se a variância genética de cada progênie pela variância total (GRIFFITHS et al., 2002):

$$H^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2)$$

Onde:

H^2 : herdabilidade no sentido amplo;

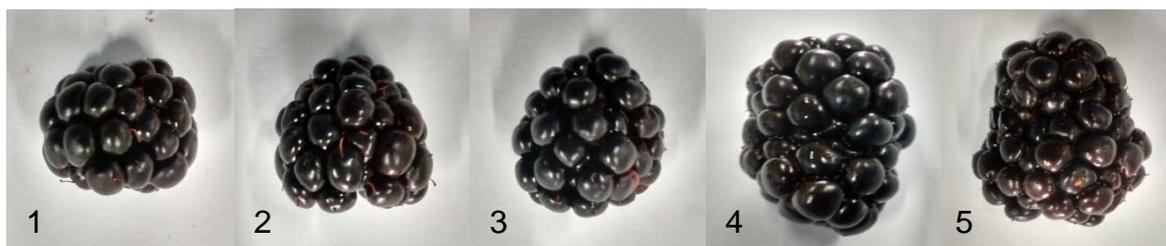
σ_g^2 : variância genética;

σ_e^2 : variância ambiental;

$\sigma_g^2 + \sigma_e^2 = \sigma_p^2$: variância fenotípica total

A herdabilidade no sentido restrito (h^2) foi estimada pela regressão linear entre as médias dos genitores (X) e das progênies (Y). A regressão de Y sobre X é dita ser linear se o gráfico da equação de regressão é uma linha reta, e nesse caso, a equação é da forma $y=A+Bx$, onde o parâmetro A é o ponto de inserção e B, a inclinação ou coeficiente angular. O valor estimado de h^2 é correspondente à inclinação da reta de regressão (ZIMMERMANN, 2014).

Também foram feitas observações visuais quanto ao formato das frutas, atribuindo-as graus de acordo com a seguinte escala: 1=oblata; 2=redondo; 3=redondo/oblongo; 4=oblongo; 5=oblongo com base larga (Figura 2).



1=oblata; 2=redondo; 3=redondo/oblongo; 4=oblongo; 5=oblongo com base larga

Figura 2: Graus atribuídos à forma das frutas de amoreira-preta nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Fonte: Arquivo pessoal.

4.3 Resultados e discussão

Todas as características analisadas, tanto nos genitores quanto nas progênes e nas duas safras avaliadas apresentaram diferenças significativas, segundo análise ANOVA e teste de agrupamento Scott e Knott ($p \leq 0,05$) (Tabelas 3 e 4).

Em relação à massa média das frutas dos genitores, a Seleção 22/96 foi a que se destacou nas duas safras diferindo, significativamente das demais, na safra de 2016/2017 e se igualando às Seleções Black 128 e Black 124, na safra 2015/2016. A menor massa média das frutas foi observada na Seleção 5/96, nas duas safras (Tabela 3).

A Seleção 22/96 apresentou valores de massa média de frutas de 7,8 g e 6,8 g, nas duas safras de estudo, respectivamente, sendo os mesmos inferiores aos referendados por Raseira et al. (2004), nas cvs. Tupy (8-10 g) e Brazos (8 g). No entanto, se igualaram as cvs. Cherokee e Comanche, e foram superiores às cvs. Arapaho, Cainguangue, Choctow, Ébano e Xavante, segundo avaliações feitas pelos mesmos autores na região de Pelotas/RS.

Já em resultados encontrados por Antunes et al. (2000), avaliando cultivares de amora-preta em Caldas/MG, a cultivar Tupy apresentou massa média de frutas de 6,4 g, se aproximando dos maiores valores encontrados no presente estudo para a mesma característica em progênes nas quais a cv. Tupy era um dos ancestrais.

Tabela 3: Valores médios da massa (gramas) e SS (°brix) das frutas de amoreira-preta, avaliadas em cultivares e seleções utilizados como genitores, nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Genitores	Massa média				Teor médio de SS			
	2015/2016		2016/2017		2015/2016		2016/2017	
Caingangue	5,0	B	4,0	C	8,7	A	11,0	A
Cherokee	3,9	C	3,0	D	7,7	B	9,3	B
Sel. 22/96	7,8	A	6,8	A	8,1	B	7,0	C
Sel. 5/96	1,4	E	1,9	E	5,3	D	12,0	A
Black 124	7,4	A	5,0	B	9,0	A	9,5	B
Black 128	8,0	A	5,2	B	7,9	B	8,9	B
Black 141	2,8	D	3,0	D	9,2	A	13,4	A
Black 158	4,9	B	4,0	C	8,5	A	9,0	B
Black 159	3,2	D	4,7	B	6,6	C	8,8	B
Black 198	2,6	D	3,4	D	4,9	D	6,6	C
Black 232	4,1	C	3,7	D	4,7	D	3,7	C

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 4: Valores médios da massa (gramas) e SS (°brix) das frutas de amoreira-preta, avaliadas em nove progênies, nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Progênies	Genitores	Massa média				Teor médio de SS				
		2015/2016		2016/2017		2015/2016		2016/2017		
C-2011-07	Cherokee	Sel. Black 124	3,4	B	2,9	B	8,6	B	10,4	B
C-2011-20	Sel. Black 124	Sel. Black 128	6,0	A	4,6	A	9,8	A	10,0	B
C-2011-26	Sel. Black 158	Caingangue	5,3	A	2,8	B	7,7	B	8,7	B
C-2012-03	Sel. Black 128	Sel. 5/96	4,0	B	3,5	A	9,3	A	10,2	B
C-2012-06	Sel. Black 141	Cherokee	4,0	B	3,6	A	9,3	A	11,0	A
C-2012-13	Sel. Black 158	Caingangue	5,0	A	3,7	A	9,2	A	12,3	A
C-2012-14	Sel. Black 159	Caingangue	4,0	B	3,4	A	10,0	A	10,6	B
C-2012-19	Sel. Black 198	Sel. 22/96	5,1	A	3,8	A	8,1	B	9,6	B
C-2012-24	Sel. 22/96	Sel. Black 232	5,1	A	3,6	A	7,0	B	9,0	B

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($p \leq 0,05$).

A cv. Caingangue apresentou massa média de frutas de 5,0 g e 4,0 g, nas safras 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente. Estes valores são levemente inferiores aos apresentados por Raseira et al. (2004), os quais observaram massas médias de 5 g a 6 g nas avaliações realizadas na região de Pelotas/RS. A cv. Cherokee apresentou valores inferiores aos descritos por esses autores (5 g a 8 g), sendo no presente trabalho, encontrados os valores de 3,9 g e 3,0 g nas duas safras avaliadas, respectivamente.

Valores diferentes, entre anos, na mesma região de estudo, para uma mesma cultivar, podem ser devidos a vários fatores, dentre os quais pode-se citar a

polinização. Apesar da amoreira-preta ser autofértil, pode sofrer interferências ambientais que poderiam resultar em uma redução na frutificação efetiva, ou de insetos, que promoveriam a polinização cruzada (melhorando o rendimento e a qualidade das frutas) DICKERSON (2000 apud FERREIRA, 2012).

Os valores de SS, observados nas frutas da Seleção Black 141, foram superiores às demais, porém não diferiram significativamente das seleções Black 124 e Black 158 e cv. Caingangue, na safra 2015/2016 e da Seleção 5/96 e cv. Caingangue, na safra seguinte. Os menores teores de SS foram encontrados na Seleção Black 232, não diferindo significativamente das Seleções 5/96 e Black 198, nem das Seleções 22/96 e Black 198, nas safras 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente (Tabela 3).

Segundo Raseira et al. (2004), os valores de SS nas principais cultivares adaptadas à região Sul do Brasil ficam em torno de 7 a 11°brix. No entanto, no presente estudo foram encontrados valores abaixo dessas médias nas seleções Black 232, Black 198, Sel. 5/96 e Black 159, na safra 2015/2016 e nas Seleções Black 232 e Black 198 na safra 2016/2017, e valor superior na Seleção Black 141 (Tabela 3).

O teor de SS é uma característica de interesse para frutas comercializadas in natura, já que a preferência dos consumidores é por frutas mais doces (CONTI et al., 2002). Entretanto, esse valor é muito variável, tanto entre seleções ou cultivares de amora-preta, como entre anos, locais e manejos dentro da mesma seleção ou cultivar. Fatores como tipo de solo, adubação, irrigação, manejo de poda, técnicas de cultivo e estágio de colheita das frutas podem influenciar nos valores de SS encontrados nas mesmas.

Além disso, a sensação de sabor mais doce depende não só do conteúdo de açúcares, mas também da acidez (ANTUNES, 2002). Por essa razão, é sempre mais interessante utilizar-se o ratio, ou seja a relação açúcar/acidez. Entretanto, devido ao elevado número de indivíduos para medidas de acidez titulável, não foi possível executar esta análise.

Na safra 2015/2016, quando avaliadas as progênies, a maior massa média foi encontrada nas frutas do cruzamento C.2011-20, seguido de C.2011-26, C.2012-24, C.2012-19 e C.2012-13, que diferiram significativamente das demais progênies avaliadas. Já para SS, os cruzamentos C.2012-14, C.2011-20, C.2012-06, C.2012-03 e C.2012-13 foram os que se sobressaíram (Tabela 4).

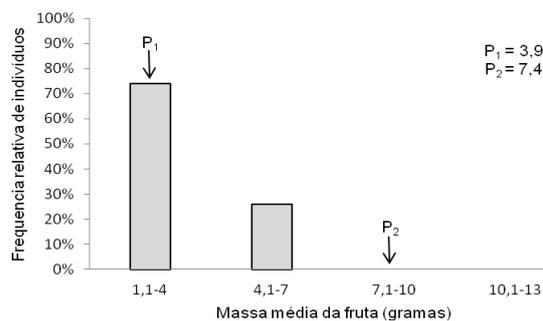
Ainda analisando as progênies, agora na safra 2016/2017, observou-se as maiores massas médias de frutas nos cruzamentos C.2011-20, C.2012-19, C.2012-13, C.2012-06, C.2012-24, C.2012-03 e C.2012-14, que diferiram dos demais. Nos resultados de SS, os cruzamentos C.2012-13 e C.2012-06 se sobressaíram, diferindo significativamente dos demais (Tabela 4).

É interessante notar que embora os cruzamentos C.2011-26 e C.2012-13 tenham os mesmos genitores, o comportamento dos indivíduos em relação à massa das frutas e teor de SS foi diferente, sendo inferior no cruzamento C.2011-26. Apesar disso e, considerando os resultados nos cruzamentos C.2011-07, C.2012-06, C.2012-13 e C.2012-14, em que um dos genitores é a cv. Cherokee ou a cv. Caingangue (que tem como genitor feminino a cv. Cherokee), pode-se acreditar que a cv. Cherokee seja um genótipo interessante a ser usado em cruzamentos visando aumentar o teor de SS. Também a cv. Caingangue e a Seleção Black 141 podem ser utilizadas para a mesma finalidade. A seleção Black 141, entretanto, tem o inconveniente de produzir frutas pequenas, o que foi observado também em sua progênie (C.2012-06).

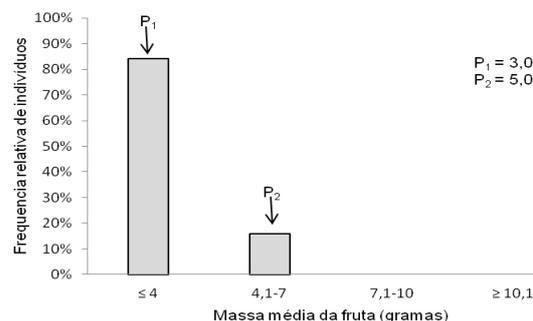
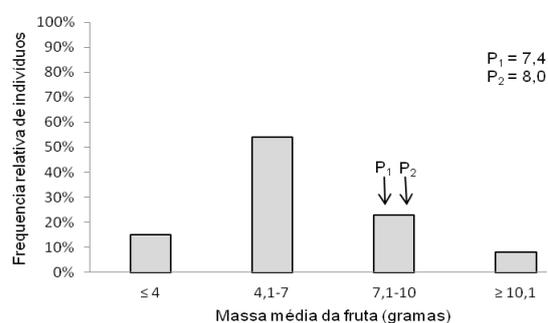
Outra observação importante a ser destacada, é que as progênies que produziram frutas com maior massa média são, com algumas exceções, progênies que possuem a cv. Tupy como ancestral de um de seus genitores. Acredita-se, portanto, que a cv. Tupy possa ser interessante para ser usada em cruzamentos na busca de aumentar a massa das frutas de amoreira-preta. As Seleções Black 124 e Black 128 também podem ser usadas para a mesma finalidade.

Para todos os parâmetros estudados, verificou-se segregação transgressiva, isto é, observou-se indivíduos mais extremos que os pais.

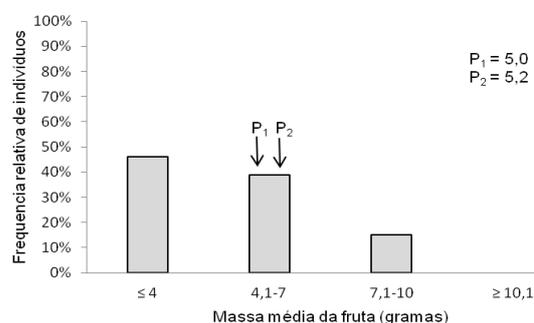
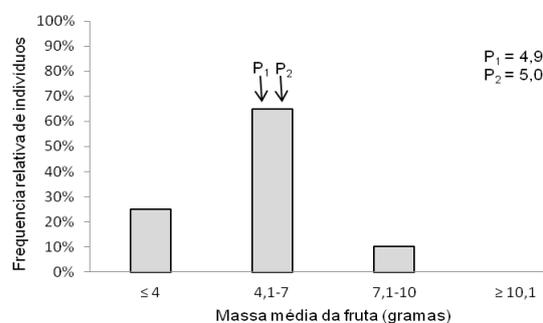
No que se refere às médias da massa das frutas, (Figuras 3 a 5) observou-se uma tendência para a massa menor ou igual ao genitor de menor massa média, com exceção dos cruzamentos C.2012-06, (com indivíduos com massa superior aos pais) e C.2012-13 (com mais de 40% dos indivíduos com massa média maior que os genitores na safra 2016/2017).

C-2011-07 (cv. Cherokee x Sel. Black 124)
2015/2016

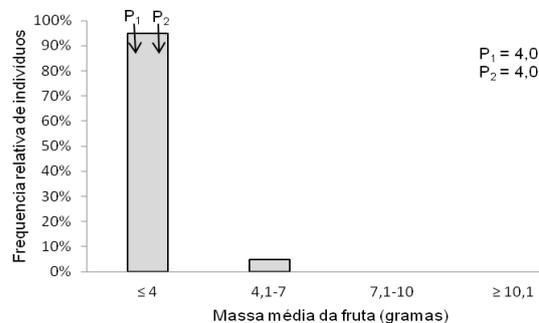
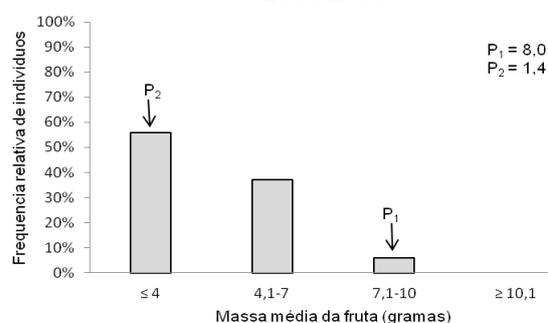
2016/2017

C-2011-20 (Sel. Black 124 x Sel. Black 128)
2015/2016

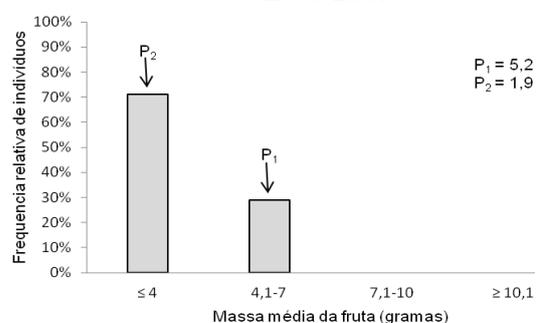
2016/2017

C-2011-26 (Sel. Black 158 x cv. Caingangue)
2015/2016

2016/2017

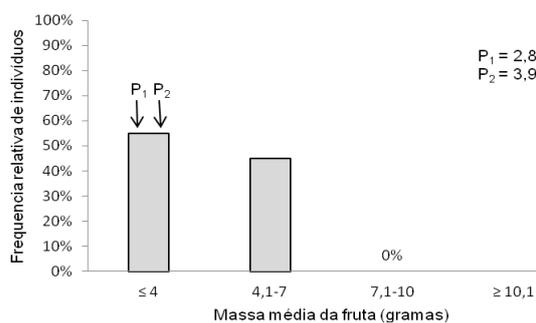
C-2012-03 (Sel. Black 128 x Sel. 5/96)
2015/2016

2016/2017

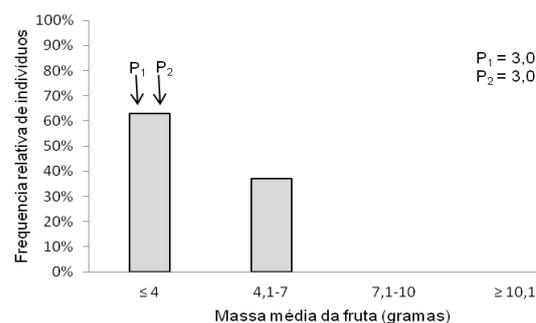
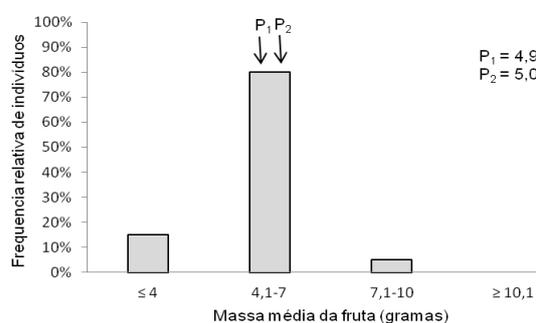


* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

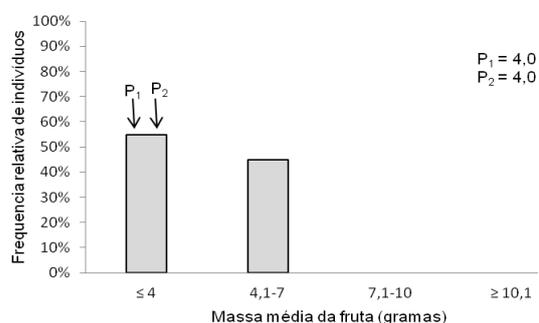
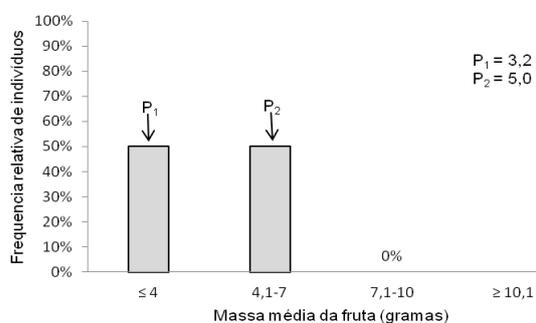
Figura 3: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter massa média das frutas de indivíduos das progênes de amoreira-preta C.2011-07, C-2011-20, C-2011-26 e C-2012-03, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

C-2012-06 (Sel. Black 141 x cv. Cherokee)
2015/2016

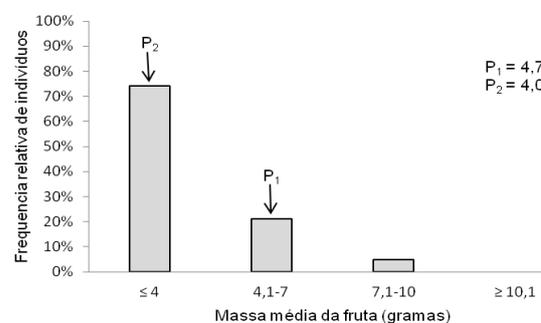
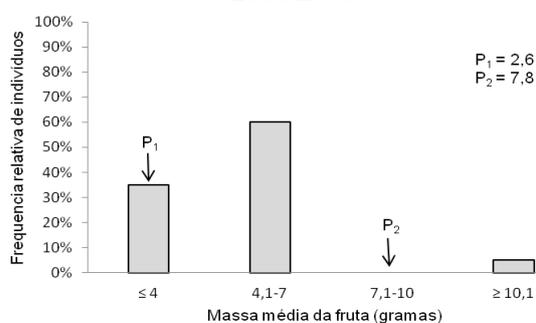
2016/2017

C-2012-13 (Sel. Black 158 x cv. Caingangue)
2015/2016

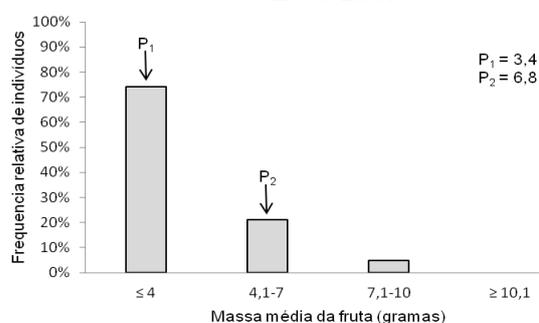
2016/2017

C-2012-14 (Sel. Black 159 x cv. Caingangue)
2015/2016

2016/2017

C-2012-19 (Sel. Black 198 x Sel. 22/96)
2015/2016

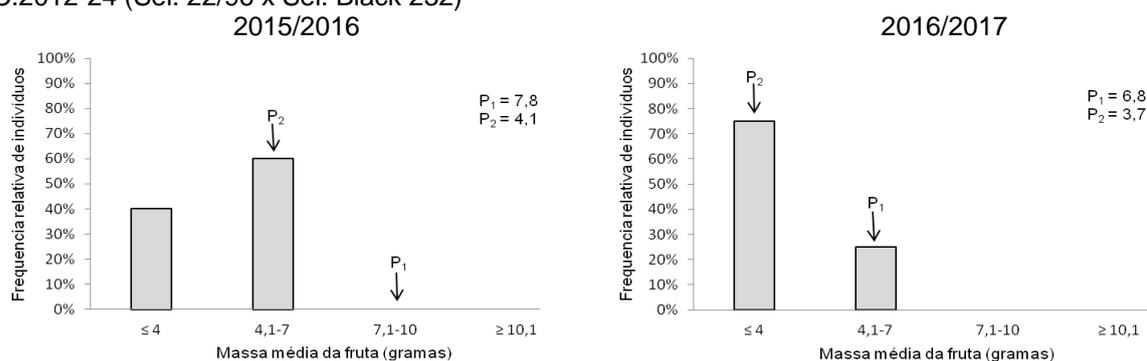
2016/2017



* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

Figura 4: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter massa média das frutas de indivíduos das progênes de amoreira-preta C-2012-06, C-2012-13, C-2012-14 e C-2012-19, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

C.2012-24 (Sel. 22/96 x Sel. Black 232)



* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

Figura 5: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter massa média das frutas de indivíduos da progênie de amoreira-preta C.2012-24, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

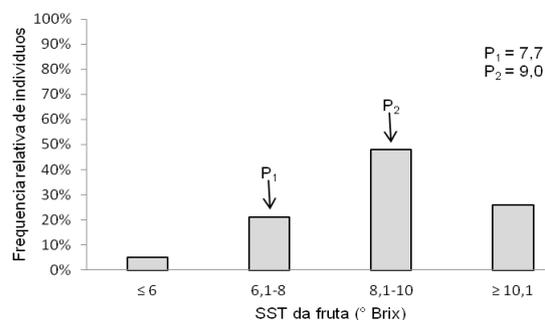
Os caracteres massa e tamanho são altamente correlacionados na maioria das espécies frutíferas. O tamanho da fruta é herdado quantitativamente com dominância parcial para tamanho pequeno CALDWELL; MOORE (1982 apud FINN; CLARK, 2011), no entanto, ocorrem algumas exceções. Por outro lado, frutas muito grandes, com massa acima de 10 gramas não são desejáveis para mercado in natura ou processamento de frutas inteiras, já que dificultam o acondicionamento em embalagens e não são consumidas em uma só mordida (FINN; CLARK, 2011). No presente estudo, somente as progênies C-2011-20 e C-2012-19, ambos na safra 2015-2016 apresentaram frutas com essa característica, não ultrapassando, no entanto, 8 e 5 % de indivíduos, respectivamente.

Quanto ao teor de SS, a tendência foi de concentração nas classes dos genitores, mas com segregação transgressiva, ora superiores aos pais (ex.: C.2011-07 e C.2011-20), ora inferiores aos pais (ex.: C.2011-26 e C.2012-13) (Figuras 6 a 8).

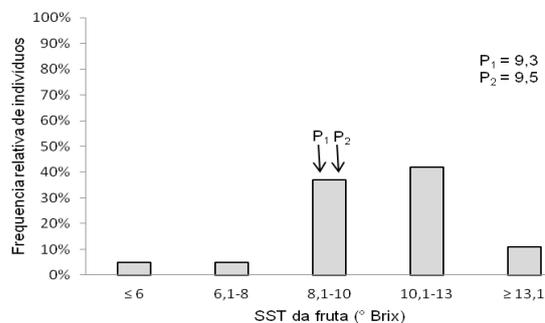
De um modo geral, as médias dos conteúdos de SS nas progênies foram mais altas na safra 2016/17 do que no ano anterior. Isto deve-se provavelmente, ao fato das amostras no segundo ano estarem em maturação mais avançada. O grau de maturação das amoras afeta muito o seu grau de açúcar e acidez. Segundo Perkins; Veazie et al. (2000 apud Finn; Clark, 2011) as frutas de cor preta opaca são mais doces que as que ainda tem o preto brilhoso. Um teor de SS de no mínimo 10º brix é considerado adequado para que a fruta seja agradável ao paladar (FINN; CLARK, 2011). Com exceção de C-2012-24, todas as progênies tiveram uma razoável porcentagem de indivíduos que produziram frutas com os teores nessa

faixa.

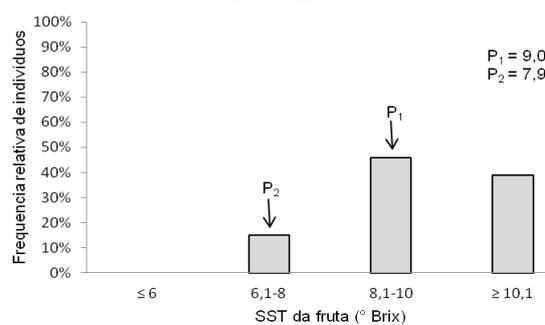
C-2011-07 (cv. Cherokee x Sel. Black 124)
2015/2016



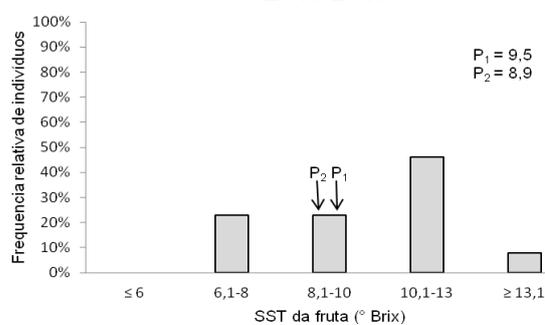
2016/2017



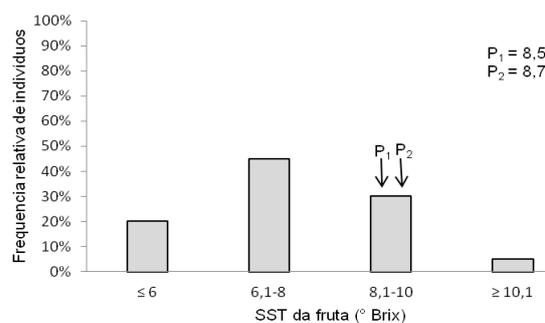
C-2011-20 (Sel. Black 124 x Sel. Black 128)
2015/2016



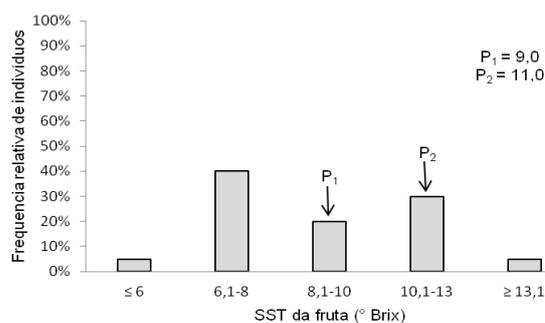
2016/2017



C-2011-26 (Sel. Black 158 x cv. Caingangue)
2015/2016



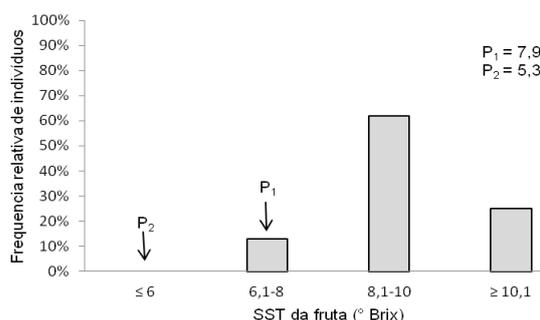
2016/2017



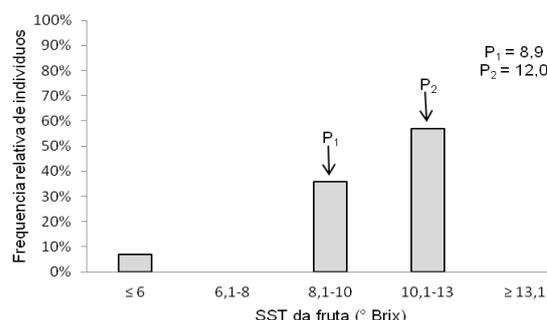
* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

Figura 6: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter sólidos solúveis das frutas de indivíduos das progênes de amoreira-preta C.2011-07, C-2011-20 e C-2011-26, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

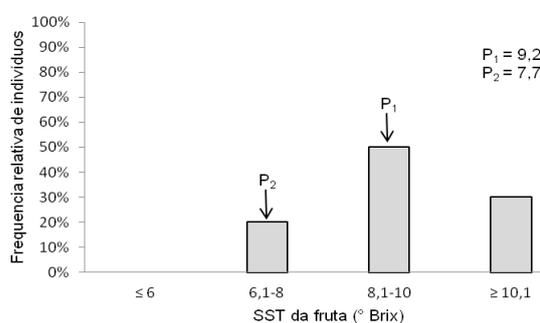
C-2012-03 (Sel. Black 128 x Sel. 5/96)
2015/2016



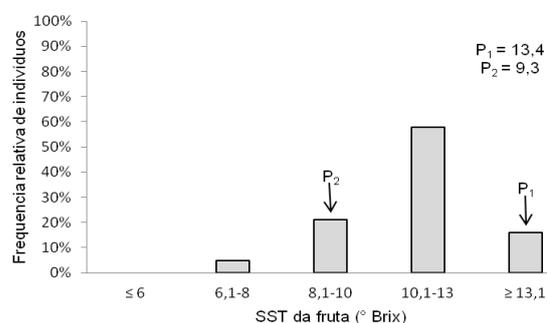
2016/2017



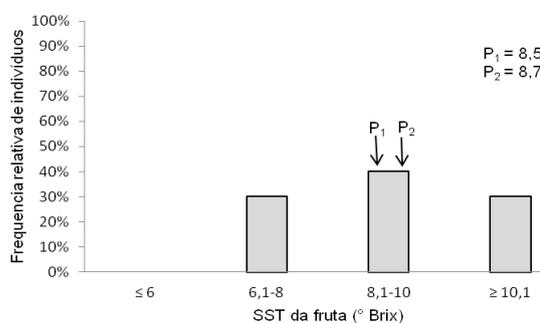
C-2012-06 (Sel. Black 141 x cv. Cherokee)
2015/2016



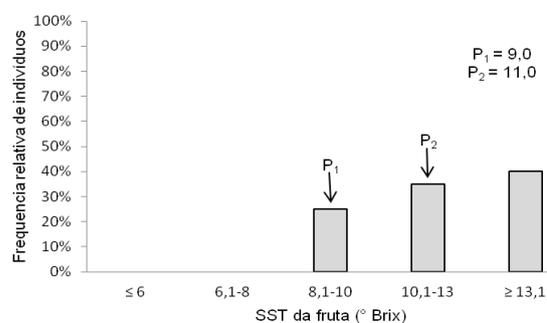
2016/2017



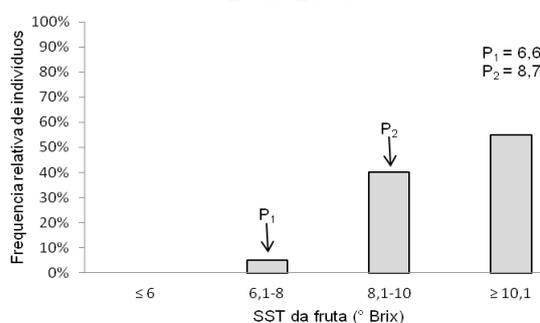
C-2012-13 (Sel. Black 158 x cv. Caingangue)
2015/2016



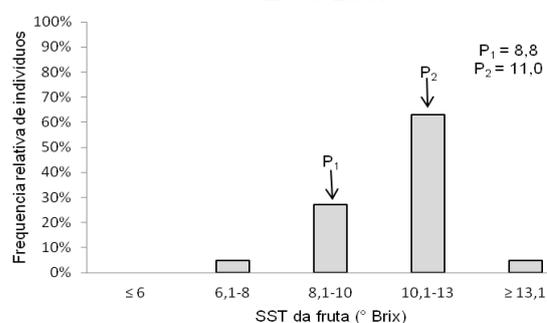
2016/2017



C-2012-14 (Sel. Black 159 x cv. Caingangue)
2015/2016

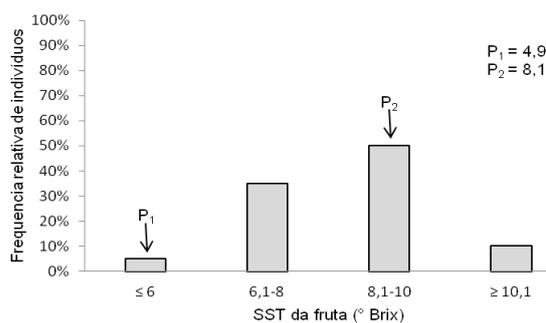


2016/2017

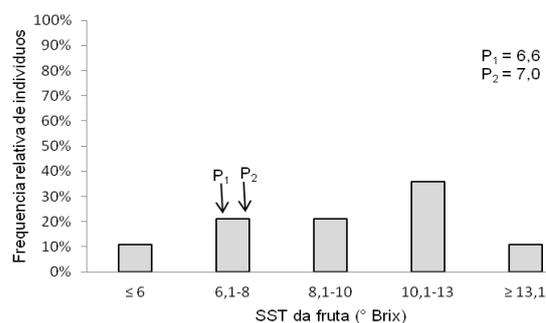
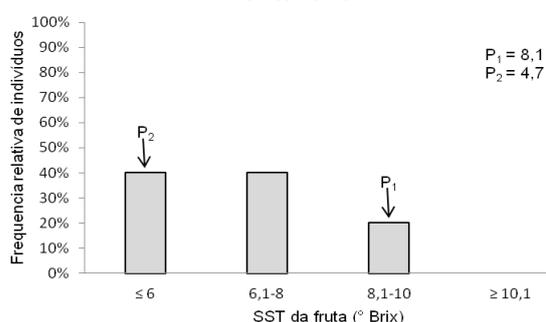


* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

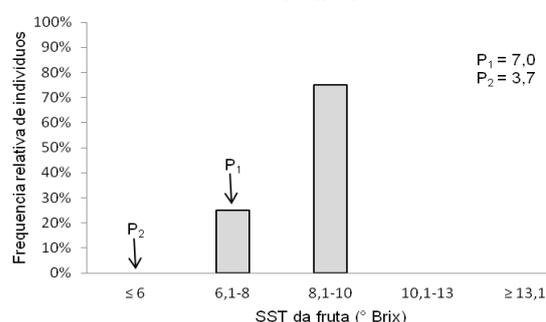
Figura 7: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter sólidos solúveis das frutas de indivíduos das progênies de amoreira-preta C-2012-03, C-2012-06, C-2012-13, C-2012-14, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

C-2012-19 (Sel. Black 198 x Sel. 22/96)
2015/2016

2016/2017

C-2012-24 (Sel. 22/96 x Sel. Black 232)
2015/2016

2016/2017

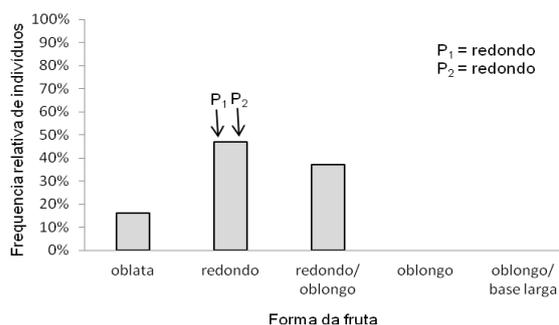


* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

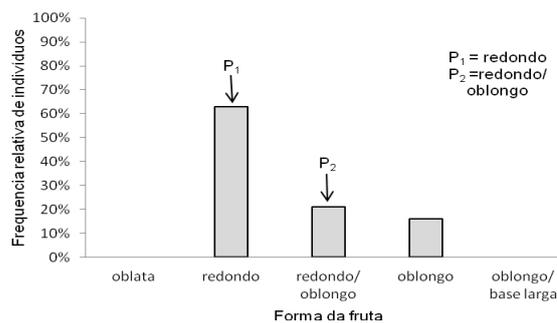
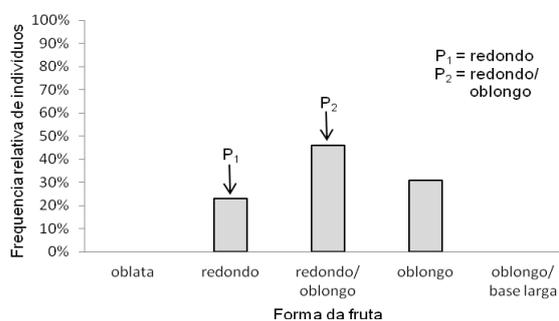
Figura 8: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter sólidos solúveis das frutas de indivíduos da progênie de amoreira-preta C-2012-19 e C-2012-24, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Quanto à forma, houve pequenas variações na classificação dos genitores, devido, principalmente, a ter-se utilizado uma avaliação subjetiva. Mesmo assim, observando os histogramas de distribuição dos seedlings das diversas progênies, em relação à forma (Figuras 9 a 11) pode-se concluir que a maioria situa-se próximo ou na mesma classe dos genitores. A exceção foi observada no cruzamento C.2011-26 no ano 2015/2016, no qual se observou indivíduos bem diferentes dos pais (com fruta oblata e oblongo com base larga).

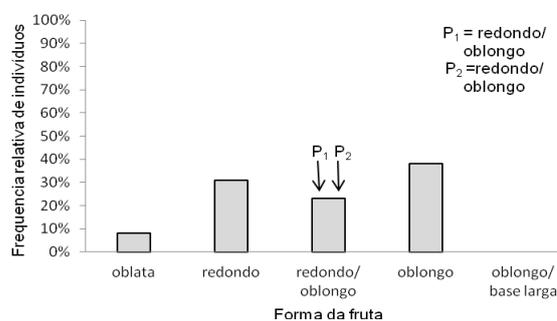
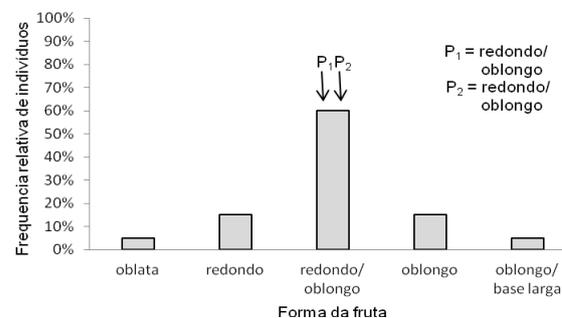
Como a amora-preta é uma fruta agregada, o número de drupéolas pode também influir sobre a forma. Em um próximo trabalho sobre a forma das frutas seria interessante que fossem realizadas as avaliações somente sobre a fruta central de cada cacho floral, pois são as primeiras e em geral, melhor formadas. Isto contribuiria para uma melhor uniformidade de avaliação.

C-2011-07 (cv. Cherokee x Sel. Black 124)
2015/2016

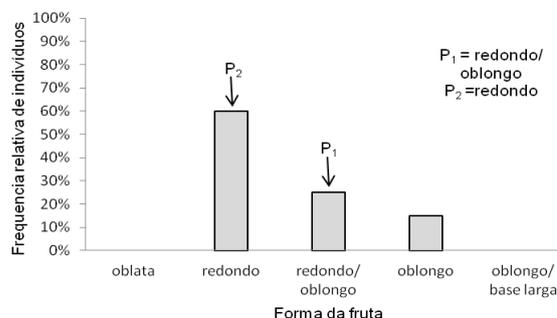
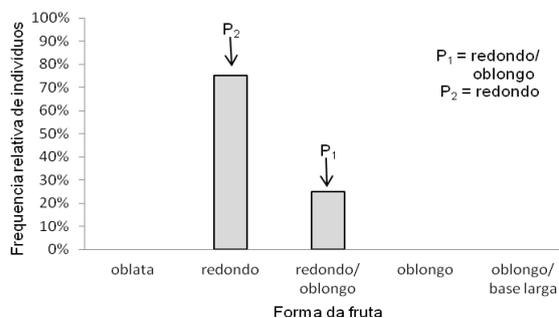
2016/2017

C-2011-20 (Sel. Black 124 x Sel. Black 128)
2015/2016

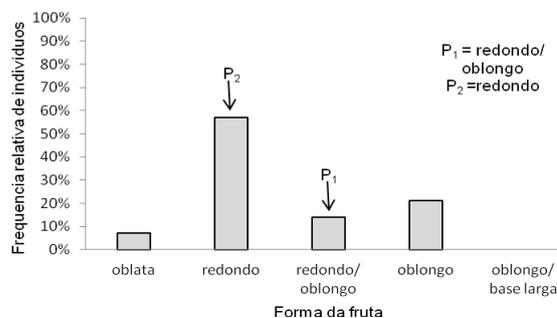
2016/2017

C-2011-26 (Sel. Black 158 x cv. Caingangue)
2015/2016

2016/2017

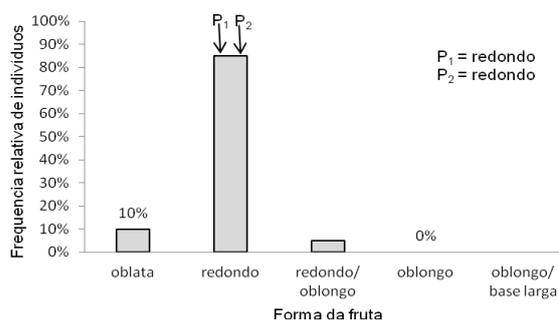
C-2012-03 (Sel. Black 128 x Sel. 5/96)
2015/2016

2016/2017

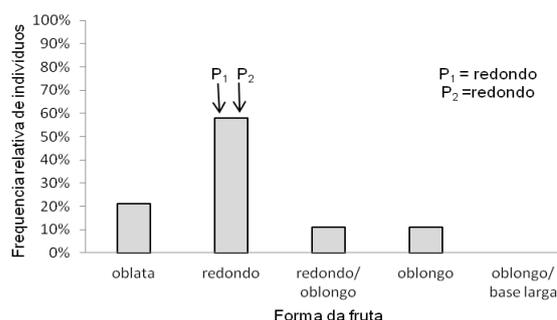
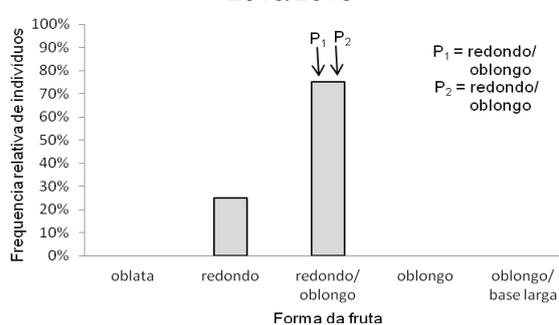


* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

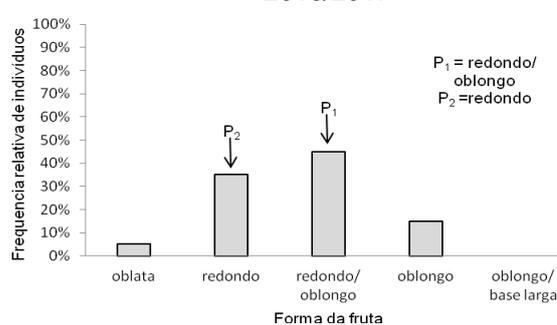
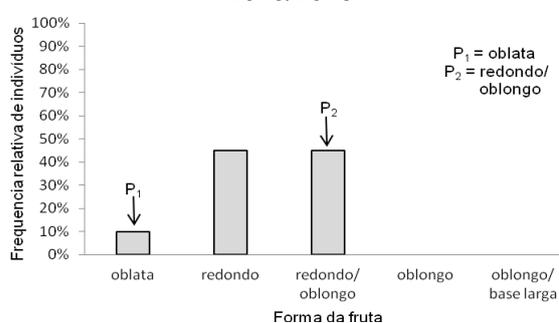
Figura 9: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter forma das frutas de indivíduos da progênie de amoreira-preta C.2011-07, C.2011-20, C.2011-26 e C.2012-03 safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

C-2012-06 (Sel. Black 141 x cv. Cherokee)
2015/2016

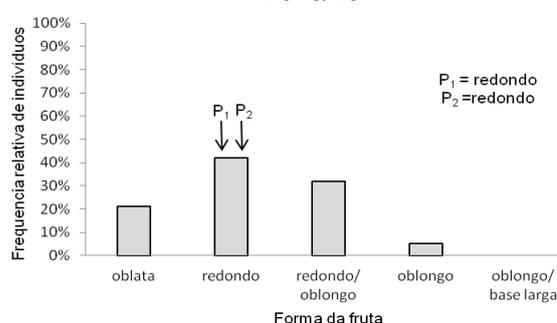
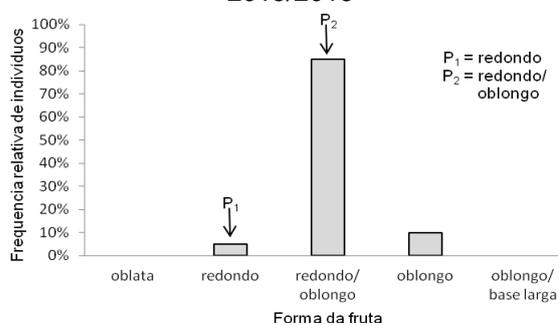
2016/2017

C-2012-13 (Sel. Black 158 x cv. Caingangue)
2015/2016

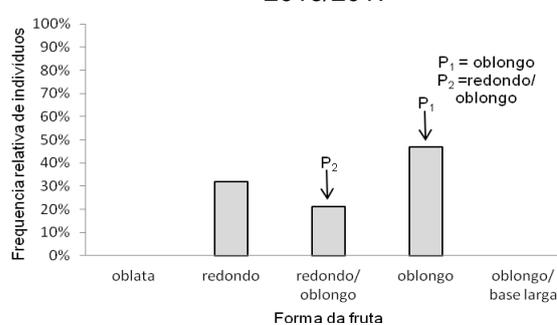
2016/2017

C-2012-14 (Sel. Black 159 x cv. Caingangue)
2015/2016

2016/2017

C-2012-19 (Sel. Black 198 x Sel. 22/96)
2015/2016

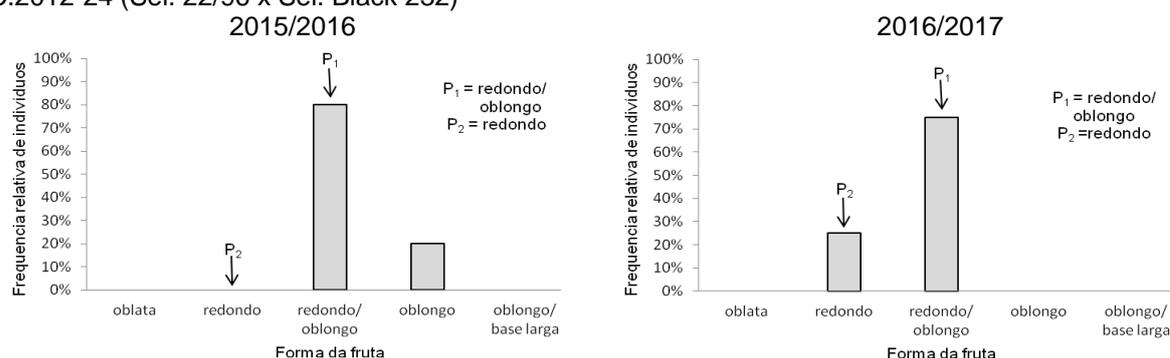
2016/2017



* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

Figura 10: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter forma das frutas de indivíduos das progênies de amoreira-preta C-2012-06, C-2012-13, C-2012-14 e C-2012-19, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

C.2012-24 (Sel. 22/96 x Sel. Black 232)



* O valor médio do genitor feminino é representado por P1 e do genitor masculino por P2.

Figura 11: Histogramas de distribuição de frequências relativas para o caráter forma das frutas de indivíduos das progênies de amoreira-preta C.2012-24, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

A variabilidade existente em determinados caracteres pode ser causada tanto por diferenças genéticas como também por diferenças nos ambientes em que os indivíduos foram expostos (ALLARD, 1960). Na safra 2015/2016, a massa da fruta apresentou uma variância genética oscilando de 0,4 a 4,5 nos cruzamentos C.2012-06 e C.2011-20, respectivamente. Já nos sólidos solúveis, a oscilação foi de 0,1 a 2,8 nos cruzamentos C.2012-03 e C.2011-20, respectivamente. Na safra seguinte (2016/2017), obteve-se variância genética oscilando de 0,3 (C.2011-26) a 3,9 (C.2011-20) para massa e 1,1 (C.2012-14) a 8,0 (C.2012-19) para SS.

Quanto menor é o valor da variância genética, menor será a estimativa da herdabilidade no sentido amplo, o que indica que a variância fenotípica total de determinada característica é menos influenciada pela variância genética e muito influenciada pelo ambiente.

No presente trabalho a estimativa média da herdabilidade no sentido amplo (H^2) para massa média de fruta e SS em todas as progênies analisadas, nos dois ciclos em questão, ficou acima de 50% (Tabela 5). Esta estimativa demonstra o quanto a variância genética influencia na variância fenotípica total, de determinada característica na planta. No entanto, quando analisados os resultados individuais de cada progênie, observou-se uma variação de 0,6 a 0,9 e de 0,5 a 0,9 para massa da fruta e de 0,1 a 0,8 e 0,6 a 0,9 para SS, nas safras 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5: Valores de herdabilidade no sentido amplo para massa média e sólidos solúveis em frutas de progênie de amoreira-preta, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Progênie	Genitores		15/16		16/17	
			Massa	SS	Massa	SS
C.2011-07	Cherokee	Sel. Black 124	0,84	0,78	0,76	0,81
C.2011-20	Sel. Black 124	Sel. Black 128	0,93	0,81	0,93	0,84
C.2011-26	Sel. Black 158	Caingangue	0,86	0,79	0,52	0,85
C.2012-03	Sel. Black 128	Sel. 5/96	0,83	0,12	0,86	0,83
C.2012-06	Sel. Black 141	Cherokee	0,55	0,65	0,61	0,68
C.2012-13	Sel. Black 158	Caingangue	0,79	0,57	0,80	0,77
C.2012-14	Sel. Black 159	Caingangue	0,56	0,33	0,81	0,55
C.2012-19	Sel. Black 198	Sel. 22/96	0,92	0,73	0,78	0,90
C.2012-24	Sel. 22/96	Sel. Black 232	0,93	0,57	0,63	0,57
Média			0,81	0,61	0,76	0,75

Jung et al. (2008), avaliando frutas de maracujá doce, em diversos cruzamentos, no Estado de Santa Catarina, obtiveram valores de H^2 para o caráter massa da fruta e sólidos solúveis, inferiores a 0,51 e 0,28, respectivamente. Já em frutas de mamoeiro, Cattaneo et al. (2007), estimaram a H^2 de 0,29 para massa média de fruta e 0,75 para SS, no Espírito Santo. Souza et al. (1998) relataram que o caráter massa de fruta teve uma herdabilidade no sentido amplo estimada em 0,32, para pessegueiros avaliados no Texas, nos Estados Unidos. No norte da Índia, Mishra et al. (2015), estimaram a H^2 de 0,85 e 0,94, para peso de frutas frescas e sólidos solúveis totais, respectivamente em frutas de morango.

Os melhoristas consideram a herdabilidade no sentido restrito (h^2) como sendo de maior importância do que a no sentido amplo (H^2), isso porque a h^2 estima a variância genética aditiva, que é considerada de maior magnitude na resposta de seleção (GRIFFITHS et al., 2002). A h^2 refere-se à porção das diferenças fenotípicas entre os pais que se espera recuperar entre os descendentes, e a H^2 considera a variabilidade genética total que é transmitida apenas em parte, aos descendentes (VIANA et al., 2005).

De acordo com a classificação descrita por Resende (2002), a herdabilidade pode ser considerada como de baixa magnitude quando h^2 é $<0,15$, média magnitude, quando fica entre 0,15 e 0,50 e, alta magnitude, quando é $>0,50$. A h^2 para massa da fruta, nas safras 2015/2016 e 2016/2017, estimada em 0,05 (Figura 12), é de baixa magnitude, sendo, ainda, muito inferior a H^2 . Essa estimativa se aproximando de zero nos remete a dizer que a massa das frutas das progênie possui pouca relação com os genitores, sendo muito afetada pelo ambiente em que

se encontram. Sendo assim, a seleção para essa característica, com base no fenótipo, se torna imprevisível, como afirma Allard (1960), quando diz que a herdabilidade no sentido restrito sendo baixa, existem enormes dificuldades na seleção.

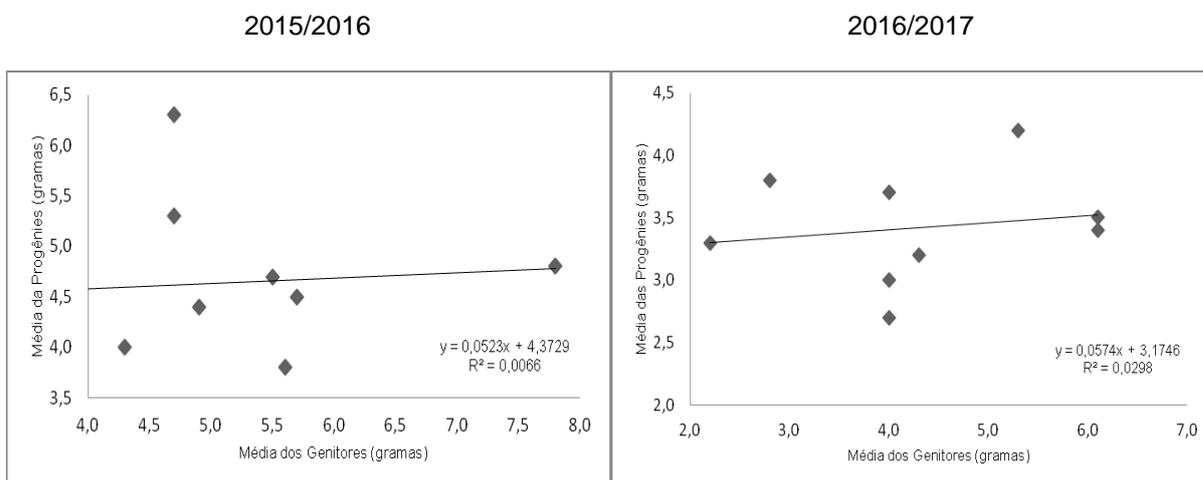


Figura 12: Estimativas de herdabilidade no sentido restrito para massa média em frutas de plantas de amoreira-preta, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Maia et al. (2011) obtiveram uma estimativa de herdabilidade no sentido restrito de 0,16 para o caráter massa média de fruta, quando analisaram a genética de família de meios-irmãos de cupuaçuzeiro em Rio Branco/AC. Valores superiores foram estimados por Gonçalves et al. (2007), em indivíduos de maracujazeiros, considerando como unidades de seleção: famílias de machos, famílias de fêmea e famílias de fêmeas dentro de machos, que obtiveram valores de 0,89, 0,76 e 0,59, respectivamente.

Silva et al. (2012), obtiveram h^2 de 0,49 para caráter massa média de frutas de irmãos completos de maracujazeiros amarelos, na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. Mishra et al. (2015), observaram h^2 de 0,51 para peso de frutas frescas em morango no norte da Índia.

A h^2 estimada para SS nas safras 2015/2016 e 2016/2017 foi de 0,54 e 0,40, respectivamente (Figura 13), podendo ser classificadas como de alta e média magnitude, conforme critérios de Resende (2002), portanto, o progresso pode ser feito rapidamente, para esse caráter. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2012), onde a h^2 para caráter SS de frutas de irmãos completos de maracujazeiros amarelos, na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, foi estimada

em 0,46. Mishra et al. (2015), observaram h^2 de 0,56 para sólidos solúveis totais em morango no norte da Índia.

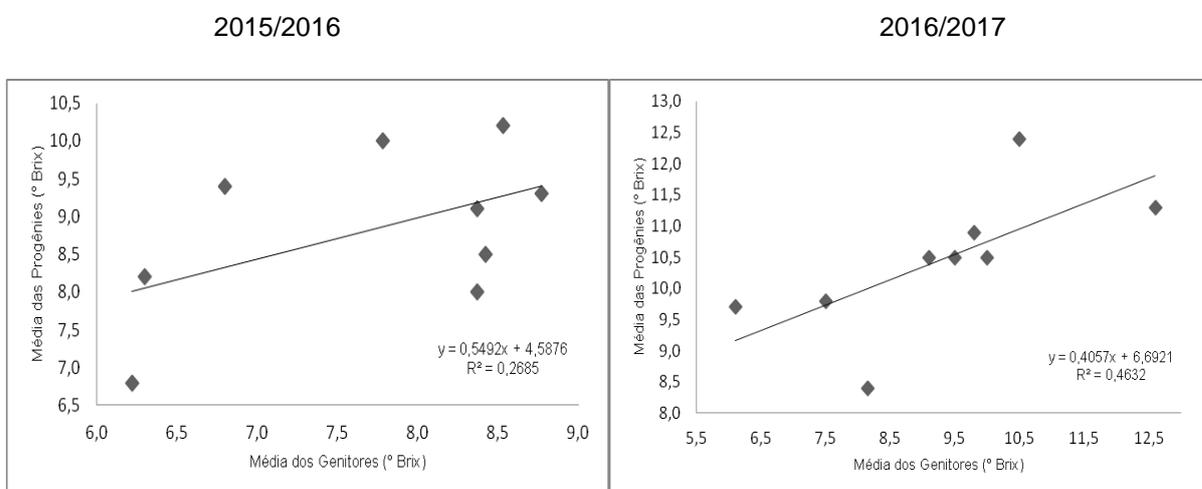


Figura 13: Estimativa de herdabilidade no sentido restrito para sólidos solúveis em frutas de progênies de amoreira-preta, safras 2015/2016 e 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Segundo Falconer (1987), a variância genética aditiva é a principal causa da semelhança entre parentes, pois é a parte da variação genética herdável, sendo assim, o determinante principal das propriedades genéticas de uma população e da resposta da população à seleção.

As estimativas da herdabilidade podem variar em função do caráter, do método de estimação, da diversidade na população, do nível de endogamia da população, do tamanho da amostra avaliada, do número e tipo de ambientes considerados, da unidade experimental considerada e da precisão na condução do experimento e da coleta de dados (BORÉM, 1998). Portanto, as estimativas calculadas não devem ser extrapoladas para outras populações ou outros ambientes.

4.4 Conclusões

Nas condições em que foi conduzido o experimento e para os genótipos estudados, pode-se concluir que:

A herdabilidade no sentido amplo (H^2) para massa de fruta e teor de sólidos

solúveis, é de alta magnitude.

A herdabilidade no sentido restrito (h^2) é de baixa magnitude para o caráter massa de frutas, e média a alta para SS.

O formato das frutas nas progênies F1 tende a ser próximo daquele dos genitores.

Os genótipos com possibilidades de serem usados em cruzamentos para melhorar a massa média das frutas são Black 124, Black 128.e 158.

Para aumento do teor de SS, as cultivares Cherokee e Caingangue e a Seleção Black 141 são as mais promissoras.

4.5 Referências bibliográficas

ALLARD, Robert W. **Principles of plant breeding**. 3. ed. New York: J. Wiley, 1960. 485 p.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa et al. Fenologia e produção de variedades de amora-preta nas condições do Planalto de Poços de Caldas-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.89-95, 2000.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002.

BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998, 453 p.

CATTANEO, Laércio Francisco et al. Estimativas de parâmetros genéticos em mamoeiros do grupo 'formosa' no estado do Espírito Santo. **Papaya Brasil 2007**. Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/831/1/2007-melhoramento-genetico-06.pdf>; Acesso em: 03 ago 2017.

CONTI, José Henrique; MINAMI, Keigo; TAVARES, Flavio C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20,n.1, p. 10-17. março 2002.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 579p.

ELER, Joanir Pereira Teorias e métodos em melhoramento genético animal; **I- Bases do melhoramento genético animal**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga: USP, 2014. 249 p.

FAGUNDES, Priscilla Rocha Silva **Mercado e Comercialização de Amora, Mirtilo e Framboesa. Artigo Eletrônico**. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo – SP, 2007. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=9134>; Acesso em: 03 ago 2017.

FALCONER, O. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 279 p.

FERREIRA, Leticia Vanni Produção e qualidade de amoreira-preta em diferentes sistemas de condução, doses de torta de mamona e concentrações de cálcio e boro. 2012. 97f. **Dissertação** (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

FINN, Chad e CLARK, John Blackberry. In: Handbook of Plant Breeding - Fruit Breeding. Editado por: Marisa Luisa Badenes and David Byrne. New York, 2011. p. 151-190.

GONÇALVES, Gustavo Menezes et al. Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 193-198, 2007.

GRIFFITHS, Anthony J. F. et al. **Genética**, Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2002. 860 p.

JUNG, Maricelma Simiano et al. Herdabilidade e ganho genético em caracteres do fruto do maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 209-214, Março 2008

MAIA, Maria Clideana Cabral et al. Análise genética de famílias de meios-irmãos de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 66, p. 123, 2011.

MISHRA, Pranav Kumar; RAM, Ram Badan; KUMAR, Neeraj. Genetic variability, heritability, and genetic advance in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 39, n. 3, p. 451-458, 2015.

RASEIRA, Maria do Carmo Bassols; SANTOS, Alverides Machado; BARBIERI, Rosa Lia Classificação botânica, origem e cultivares. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta. **Documento 122**. Ed. ANTUNES, L. C.; RASEIRA, M. do C. B., Embrapa-CPACT, Pelotas, Dezembro, 2004, p. 17-28.

RESENDE, Marcos Deon V. et al. Efeito do tamanho amostral na estimativa da herdabilidade em espécies perenes. **Floresta**, v. 28, n. 1/2, 1998.

RESENDE, Marcos Deon V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 2002, 975 p.

SILVA, Marcelo Geraldo de Moraes et al. Biometria aplicada ao melhoramento intrapopulacional do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, 2012.

VIANA, Alexandre Pio et al. Genética quantitativa aplicada ao melhoramento genético do maracujazeiro. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 243-274, 2005.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 582 p. il.

5 CAPÍTULO II

Estudo da conservação pós-colheita de seleções avançadas e cultivares de amoreira-preta

5.1 Introdução

O cultivo da amoreira-preta é uma ótima opção para diversificação da propriedade rural, já que apresenta rusticidade, baixo custo de implantação e manutenção do pomar, com reduzido uso de defensivos agrícolas, alta produtividade, retorno rápido e diversas possibilidades de comercialização (ANTUNES et al., 2014). As propriedades antioxidantes e a presença de substâncias com capacidade de combater radicais livres e, conseqüentemente trazer benefícios à saúde também chama atenção dos consumidores.

No entanto, as frutas de amora-preta são muito perecíveis, com alta taxa respiratória e curta vida pós-colheita. A qualidade da fruta na pós-colheita não depende somente das condições adotadas nessa etapa, mas também do manejo realizado na pré-colheita. Assim, as práticas culturais, adubação, tratamentos fitossanitários, qualidade da muda, condições climáticas e disponibilidade de água, são fatores importantes para obter produtos com qualidade aceitável (CANTILLANO, 2011).

As transformações fisiológicas e bioquímicas que ocorrem paralelamente à respiração precisam ser conhecidas, para que se busquem alternativas de ampliação do tempo de armazenamento sem, no entanto, alterar essas características (BISCHOFF et al., 2013).

O armazenamento refrigerado é um método considerado eficiente e o primeiro a ser utilizado quando se trata de manutenção da qualidade das frutas (SOUZA, 2013). Segundo Cantillano (2011). No armazenamento a frio retarda a senescência e diminui a incidência de podridões, problemas esses que comprometem a vida pós-

colheita da amora-preta, promovendo, assim, a manutenção de características físicas, químicas e organolépticas das mesmas por mais tempo. As condições recomendáveis de armazenamento refrigerado para frutas de amoreira-preta são: 0,6 a 0 °C e 90 a 95% UR durante dois a três dias; 1 a 0 °C e 90% UR durante cinco a sete dias; 0 °C e 85% a 90% UR durante uma a duas semanas THOMPSON (1998 apud COUTINHO et al., 2004).

Na busca de atender o mercado consumidor com frutas de qualidade e garantir ao produtor a renda esperada, assim como gerar oportunidade de cultivo de cultivares adaptadas, mais produtivas e com características adequadas de comercialização, na Embrapa Clima Temperado são realizados, anualmente, vários cruzamentos dirigidos em amoreira-preta. Os seedlings obtidos são, posteriormente, avaliados, selecionando-se aqueles que se destacam em algum ou alguns dos caracteres prioritários do programa de melhoramento, em relação às cultivares comerciais, no caso a cultivar (cv.) Tupy, que é a mais plantada no Brasil.

A qualidade das frutas e sua conservação pós-colheita estão entre esses caracteres. Assim, o presente trabalho foi realizado visando avaliar a capacidade de conservação de sete seleções avançadas e duas cultivares de amoreira-preta, bem como sua mercadabilidade.

5.2 Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Melhoramento Genético de Plantas Frutíferas, na Sede da Embrapa Clima Temperado, localizada na rodovia BR-392, Km 78, 9º distrito, Monte Bonito, Pelotas/RS, no ciclo 2016/2017.

Como material vegetal foram utilizadas plantas da coleção da Embrapa, oriundas do programa de melhoramento dessa Instituição. As seleções utilizadas foram a Black 139, Black 170, Black 243, Black 273, Black 274, Black 275 e Black 276, a cultivar BRS Xingu (a última cultivar lançada até o presente) e, como padrão de comparação, foi utilizada a cv. Tupy, por ser a mais plantada no Brasil.

As frutas maduras foram colhidas em bandejas plásticas, levadas ao laboratório, selecionadas quanto à ausência de defeitos (tais como frutícolas vermelhas, grau de maturação inadequado, etc), e transferidas para outras

bandejas, de mesmo material, forradas com papel absorvente no fundo (Figura 14).



Figura 14: Visão das frutas de amoreira-preta nas bandejas, prontas para serem transferidas para câmara fria. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Fonte: Arquivo pessoal.

Foram separadas 10 frutas para avaliação imediata de massa média, firmeza, sólidos solúveis (SS) e brilho. As demais frutas foram para as bandejas (três bandejas por seleção), com 10 frutas ou mais em cada bandeja, com exceção da Black 139 e Black 276, onde foram usadas duas bandejas. As mesmas foram pesadas e transferidas para câmara fria, onde permaneceram a 4 °C (± 1 °C) por um período de sete dias.

Transcorrido esse tempo, repetiram-se as avaliações de massa média, firmeza e SS. As frutas também foram observadas quanto ao brilho e percentual de frutas com extravasamento de suco, degenerescência e com reversão de cor, a fim de calcular o grau de mercadabilidade dos genótipos. Apesar da temperatura ideal citada na literatura para conservação sob-refrigeração de frutas de amora-preta ser inferior, utilizou-se 4 °C (± 1 °C) por se tratar de uma temperatura similar a de uma geladeira doméstica, ou seja, aquela que o consumidor geralmente utiliza para conservar suas frutas em casa.

A massa média das frutas foi obtida de forma direta, com balança digital, e os valores expressos em gramas. A firmeza foi medida com penetrômetro manual e os valores expressos em Lb.cm^{-2} . Para isso, cada fruta foi colocada sobre papel toalha e sobre a mesma foi utilizada uma chapa metálica, não flexível, a qual foi pressionada pelo penetrômetro até o extravasamento de suco da fruta (Figura 15). Os SS foram medidos com refratômetro digital e expressos em °Brix (Figura 16) e o brilho avaliado visualmente e expresso em graus, onde 1 representava brilho inferior, 2, igual e 3, superior aos das frutas da cv. Tupy. Quanto ao grau de mercadabilidade,

observaram-se três características para o cálculo, a porcentagem (%) de frutas com extravasamento de suco (observando visualmente o papel sob o qual as frutas se encontravam nas bandejas), a % de frutas com degenerescência por patógenos e a % de frutas com reversão de cor em mais de duas drupéolas (duas ou mais drupéolas vermelhas/fruta) (Figura 17). O grau de mercadabilidade foi obtido, portanto, subtraindo a média destes percentuais de 100, conforme descrito por Clark, Perkins-Veazie (2011).



Figura 15: Penetrômetro utilizado para avaliar firmeza de frutas de amoreira-preta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 16: Refratômetro utilizado para avaliar SS de frutas de amoreira-preta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 17: Visão de frutas de amoreira-preta na saída da câmara fria, após 7 dias (frutas degeneradas, com extravazamento e com reversão). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Fonte: Arquivo pessoal.

O delineamento foi completamente casualizado, em esquema fatorial dois (tempo de armazenamento) x nove (genótipos). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de médias, Tukey ($p \leq 0,05$) pelo programa estatístico Genes (CRUZ, 2006).

5.3 Resultados e discussão

Todas as seleções estudadas apresentaram perda de massa fresca, porém, não foi constatada diferença significativa entre as mesmas (Tabela 6).

Tabela 6: Valores médios da massa (gramas), firmeza (Lb.cm^{-2}) e sólidos solúveis ($^{\circ}\text{brix}$) de frutas de amoreira-preta da coleção experimental da Embrapa Clima Temperado na safra 2016/2017. Pelotas/RS, 2017.

GENÓTIPO	Massa						Firmeza						Sólidos Solúveis					
	0 dias		7 dias		0 dias		7 dias		0 dias		7 dias		0 dias		7 dias			
Black 139	6,5	NS ns	6,1	NS ns	2,6	NS ab	2,2	NS ns	8,3	NS bcd	8,0	A bcd						
BRS Xingu	6,0		5,7		2,2	b	2,5		9,3	b	8,7	A bc						
Black 170	7,6		7,3		2,5	b	3,4		9,1	bc	8,5	A bcd						
Black 243	6,4		6,1		2,6	ab	2,0		7,3	d	7,1	A d						
Black 273	7,5		7,2		3,2	ab	2,9		9,7	b	9,3	A b						
Black 274	7,3		7,0		2,2	b	2,0		7,5	cd	7,4	A cd						
Black 275	6,7		6,4		4,1	a	3,4		7,6	cd	7,5	A cd						
Black 276	6,3		5,9		2,4	b	2,4		8,5	bcd	7,5	A cd						
Tupy	6,2		6,1		2,3	b	2,1		13,1	a	11,5	B a						

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL, e minúsculas na VERTICAL, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 0,05 de probabilidade.

A cultivar Tupy, utilizada como padrão, no entanto, foi a que menos perdeu massa (2,4%), seguida das Seleções Black 170, Black 274, Black 273, Black 275, Black 243, cv. BRS Xingu, Black 139 e Black 276, com 3,5, 3,7, 3,8, 4,2, 4,3, 4,6, 5,4 e 6,1% de massa fresca perdida, respectivamente, durante o período de armazenamento de sete dias à temperatura de 4 °C (± 1 °C) (Figura 18).

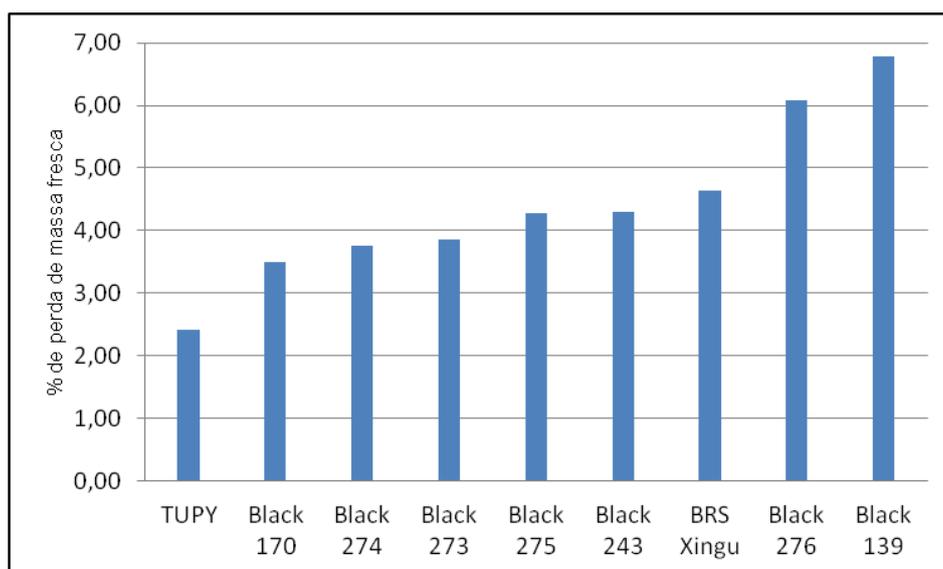


Figura 18: Perda de massa média (%) de frutas de amoreira-preta em diferentes genótipos, após sete dias armazenamento à temperatura de 4 °C \pm 1 °C. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Importante salientar que, embora se tenha utilizado uma temperatura acima da recomendada, as frutas de amora-preta apresentaram perda de massa inferior às encontradas por Antunes et al. (2003), por exemplo. Apesar desses autores terem utilizado armazenamento à temperatura de 2°C, as perdas de massa foram consideradas significativas, após 12 dias, para frutas das cultivares Brazos e Comanche (7,9%). Estes mesmos autores também testaram a temperatura de armazenamento de 20°C, pelo mesmo período, nas mesmas cultivares, e obtiveram perdas de 14,9%. Perda excessiva de massa nas frutas de amoreira-preta, cultivares Guarani e Caingangue, também foram observadas por Cia et al. (2007), que constataram perdas médias de 20%, aos três dias de armazenamento em temperatura de 25°C.

No entanto, essa variação na porcentagem de perda de massa em diferentes condições de acondicionamento é normal, já que as pequenas frutas possuem uma grande área de superfície exposta ao ambiente, havendo, portanto, uma alta taxa de perda de água com o passar do tempo pós-colheita (SILVEIRA et al., 2007).

Portanto, pelo exposto fica claro que não só o genótipo, mas as condições de armazenamento têm papel fundamental para evitar a perda de massa e conservar a qualidade das frutas.

Na busca de prorrogar esse tempo de armazenamento da fruta, sem perder, no entanto, suas características físicas, químicas e organolépticas, o armazenamento refrigerado vem se mostrando uma alternativa válida. A explicação do sucesso nesse aumento do tempo de conservação pós-colheita de frutas de amora-preta, é dada por Chitarra, Chitarra (2005), quando afirmam que o armazenamento refrigerado retarda os processos fisiológicos, como a respiração, e leva, conseqüentemente, à conservação de aroma, sabor, cor, textura e outros atributos de qualidade do produto armazenado. No entanto, esses mesmos autores afirmam que, mesmo em condições ideais, alguma perda de massa durante o armazenamento é normal, devido ao efeito combinado de respiração e transpiração da fruta.

No presente trabalho utilizaram-se bandejas plásticas com orifícios para evitar o condensamento. No entanto, o uso de embalagem associada a películas comestíveis para revestir frutas de amora-preta se mostram eficaz na conservação dos teores de pH e acidez titulável, aumento dos teores de sólidos solúveis e diminuição da perda de massa nas frutas armazenadas (BISCHOFF et al., 2013). O que é reforçado por Assis; Brito (2014), quando dizem que o uso de coberturas comestíveis utilizadas sozinhas ou em conjunto com outros métodos de conservação, contribuem para que as frutas e hortaliças mantenham as características nutricionais, de textura e ainda diminui as trocas gasosas.

Na avaliação da firmeza das frutas, não houve diferença significativa entre zero e sete dias de armazenamento, porém, observou-se uma redução na firmeza das frutas, decorridos os sete dias de armazenamento em relação ao valor inicial, nas Seleções Black 243, Black 275, Black 139, Black 274, Black 273, e na cv. Tupy, com 24,0; 18,5; 13,5; 11,1; 10,3 e 8,9 % de perda, respectivamente. Por outro lado, observou-se um acréscimo na firmeza das frutas na Seleção Black 170, cv. BRS Xingu e Seleção Black 276, com 37,3; 12,9 e 2,1 % de acréscimo (Figura 19).

Entre os genótipos, constatou-se diferença significativa, na avaliação logo após a colheita (zero dias), onde a Seleção Black 275 mostrou-se mais firme, mas não diferiu das Seleções Black 273, Black 243 e Black 139, as quais não diferiram dos demais genótipos avaliados (Tabela 6).

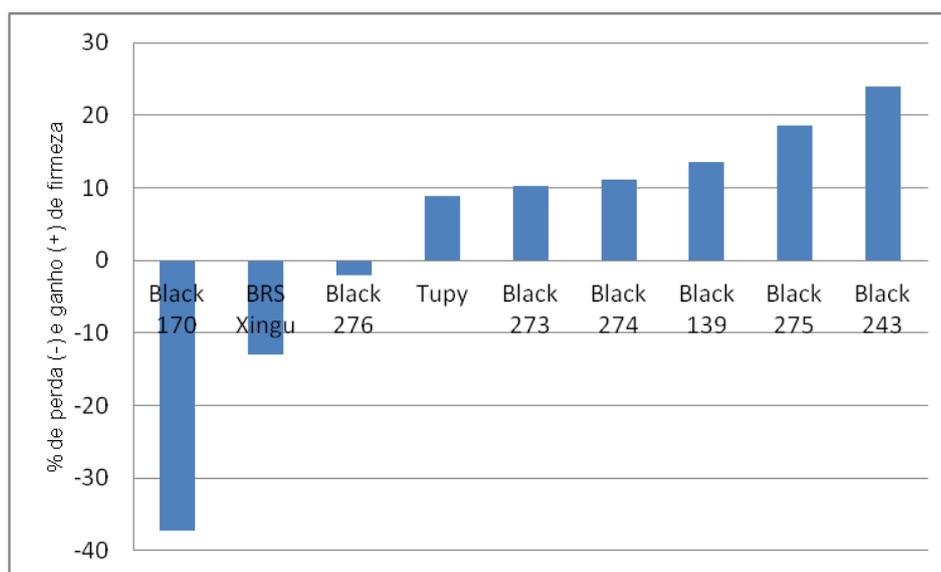


Figura 19: Perda e ganho de firmeza (%) de frutas de amoreira-preta em diferentes genótipos, após sete dias armazenamento à temperatura de $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

A redução na firmeza da fruta após a colheita deriva de reações que ocorrem nas substâncias que compõem a parede celular das frutas, principalmente as pectinas, as quais são os principais componentes químicos dos tecidos responsáveis pelas mudanças de textura das frutas. Assim com o processo de maturação, ocorre um aumento da pectina solúvel, ácidos pécticos e pectato de cálcio. O aumento na solubilização e despolimerização é geralmente correlacionado com a diminuição da firmeza do tecido e, conseqüentemente, considerado parte importante do processo de maturação (WAKABAYASHI, 2000).

Na cv. BRS Xingu, seleções Black 170 e 276 houve um pequeno e não significativo aumento de firmeza da fruta. Segundo Zheng et al. (2000), um aumento de firmeza com o armazenamento, pode ser ocasionado pela lignificação do tecido, catalisado principalmente pelas enzimas fenilalanina amônia-liase (PAL) e peroxidase (POD). Em reação catalizada pela POD, os monômeros de lignina são polimerizados, aderem à parede celular e causam o enrijecimento da polpa (IPEKÇI et al., 1999).

A temperatura utilizada no armazenamento das frutas é um fator que influencia o processo de aumento ou redução da firmeza das mesmas, como demonstrado no trabalho realizado por Soethe et al. (2016), onde, comparando a firmeza de duas cultivares de amora-preta (Tupy e Guarani), a 0, 5, 10 e 15°C,

durante cinco dias, obtiveram acréscimo na firmeza entre 0 e 5°C, com posterior redução com o aumento da temperatura de armazenamento. Entretanto, no presente estudo, como a temperatura e as condições de armazenamento foram as mesmas para todos os genótipos avaliados, supõe-se que esse decréscimo, ou aumento, foi devido à características específicas de cada genótipo.

Para sólidos solúveis, a cultivar Tupy foi o único genótipo que apresentou diferença significativa após o período de sete dias de armazenamento, diminuindo de 13,1 para 11,5 °Brix (Tabela 6). No entanto, pode-se destacar que houve uma redução na maioria dos genótipos, embora não constatada diferença significativa. Perda essa que variou de 1,3 a 12,2 %, conforme pode ser observado na figura 21. Uma exceção foi a Seleção Black 170, que teve um acréscimo de 1,7 % no valor de SS após o período de armazenamento.

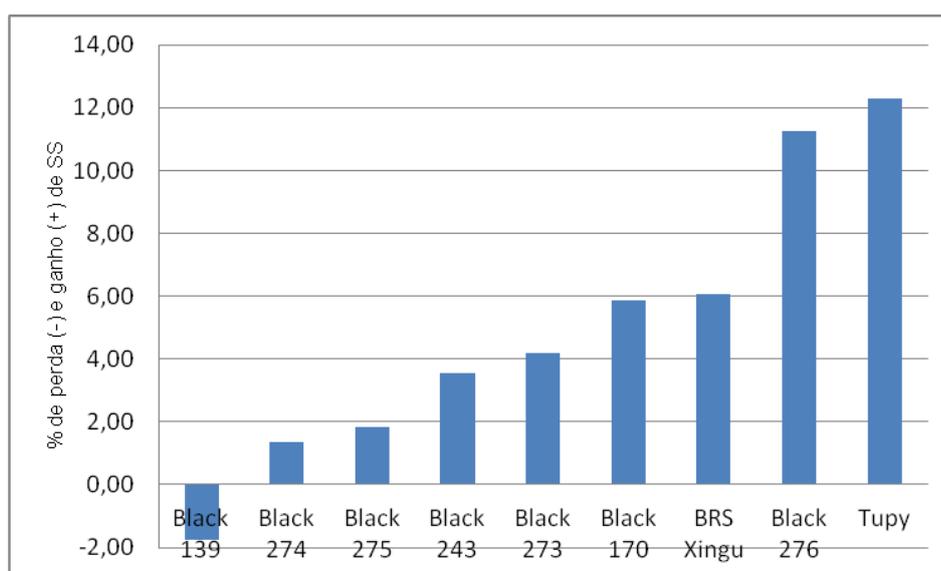


Figura 20: Perda e ganho de SS (%) de frutas de amoreira-preta em diferentes genótipos, após sete dias armazenamento à temperatura de 4 °C ± 1 °C. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Antunes et al. (2003), também obtiveram valores de SS decrescendo significativamente durante o período de armazenamento de até 12 dias, nas cvs. Brazos e Comanche, armazenadas a 2°C. Esses mesmos autores avaliaram essas cultivares a 20°C, e observaram uma redução de 53,4% nos valores de SS em relação ao ambiente refrigerado, aos 12 dias de armazenamento. Esse decréscimo provavelmente ocorreu devido ao estágio de maturação da fruta analisada, já que, com o processo de maturação adiantado e a entrada da fruta na senescência, os açúcares são utilizados como substratos respiratórios, resultando na diminuição das

reservas dos SS (CALORE, 2003).

Em condições diferentes do presente experimento e com outros genótipos de amoreira-preta, Bischoff et al. (2013), testando a combinação entre o uso das embalagens (biofilme de fécula de mandioca e embalagem plástica) na temperatura de armazenamento a 0°C, concluíram que ao longo dos quatro dias de armazenamento os teores de °Brix aumentaram. Perkins-Veazie; Collins (1996a) também verificaram aumento nos valores de SS nas cultivares de amoreira-preta Choctaw, Cheyenne, Navaho e Shawnee, depois de sete dias de armazenamento a 2°C. Segundo Jeronimo, Kanesimo (2000), o aumento de sólidos solúveis é decorrente da transformação das reservas acumuladas durante a formação e o desenvolvimento desses sólidos em açúcares solúveis.

No presente trabalho, os valores de SS dos genótipos avaliados, quando comparados somente dentro de cada período de armazenamento (zero e sete dias), observam-se diferenças significativas, destacando a cv. Tupy como de maior, e a Seleção Black 243 como de menor °Brix nos dois períodos (Tabela 6).

Em relação ao brilho, não foi realizada análise estatística, por se tratar de avaliação subjetiva, porém, pode-se observar que a cv. BRS Xingu e as Seleções Black 170 e Black 273, mantiveram o seu aspecto brilhoso, no entanto as Seleções Black 139, Black 243, Black 274, Black 275 e Black 276 tiveram pequena redução. Comparando os genótipos observa-se que, após sete dias de armazenamento, a Seleção Black 170 apresentou brilho superior a cv. Tupy, enquanto que à cv. BRS Xingu e as Seleções Black 243 e Black 273 se igualaram à mesma (Tabela 7).

Tabela 7: Comparação entre genótipos de amoreira-preta aos zero e sete dias de armazenamento a temperatura de 4 °C ± 1 °C, safra 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Tempo de armazenamento	Brilho da fruta em relação a cv. Tupy		
	Menor	Igual	Maior
Zero dias		Black 139	Sel. Black 170
		cv. BRS Xingu	Sel. Black 243
		Black 273	
		Black 274	
		Black 275	
Sete dias	Black 139	BRS XINGU	Black 170
	Black 274	Black 243	
	Black 275	Black 273	
	Black 276		

Silva et al. (2014), comparando outras seleções em relação ao brilho da cultivar Tupy, após 18 dias de armazenamento em câmara fria com temperatura de 4 °C (± 1 °C), observaram que a maioria das seleções também apresentam brilho inferior à mesma, sendo que apenas as seleções Black 149, Black 155 e Black 194 foram superiores. Silva e Raseira (2012), nas mesmas condições de local e temperatura utilizadas na citação anterior, porém avaliando outras seleções, observaram que com oito dias de armazenamento, apenas a Seleção Black 244 foi levemente superior à cv. Tupy, e a Seleção Black 195 foi levemente inferior, e aos 21 dias a Seleção Black 257 foi pouco superior à cv. Tupy.

Nas avaliações de frutas com extravasamento de suco, frutas degeneradas e com reversão de cor, obteve-se uma variação razoável nos percentuais entre genótipos. No percentual de frutas com extravasamento de suco, a cv. BRS Xingu destacou-se por apresentar o menor percentual de frutas danificadas (3,3%). Já a seleção que mais teve esse problema foi a Black 273 (23,3%) (Figura 21).

A degenerescência foi baixa, sendo que na maioria das seleções e na BRS Xingu foi nula, e somente na cv. Tupy e na seleção Black 275 houve uma pequena porcentagem de frutas com problema (1,6 e 3,3%, respectivamente) (Figura 21). As doenças em pós-colheita causam graves perdas de produtos frutícolas (SILVEIRA et al., 2005), podendo alcançar índices superiores a 50%, portanto, deve-se sempre trabalhar na redução de ataque de patógenos, tanto no manejo pré, quanto na pós-colheita.

Na avaliação de frutas com reversão de cor, houve grande variabilidade entre amostras, o que comprometeu os resultados estatísticos. A cv. BRS Xingu destacou-se por não apresentar nenhuma fruta com coloração revertida. Porém os demais genótipos apresentaram reversão de cor, variando de 7,2 % das frutas na Seleção Black 276 a 36,7% nas Seleções Black 243 e Black 273 (Figura 21). Esta reversão é indesejável, já que prejudica o aspecto visual da fruta, tornando-a depreciada junto ao comércio. A reversão da cor ou o drupete vermelho é um transtorno pós-colheita em amora-preta que ocorre pelo armazenamento em baixa temperatura e pode ser devido à diminuição do pH celular e à posterior glicosilação de antocianina em drupeletas individuais (PERKINS-VEAZIE et al., 1996b).

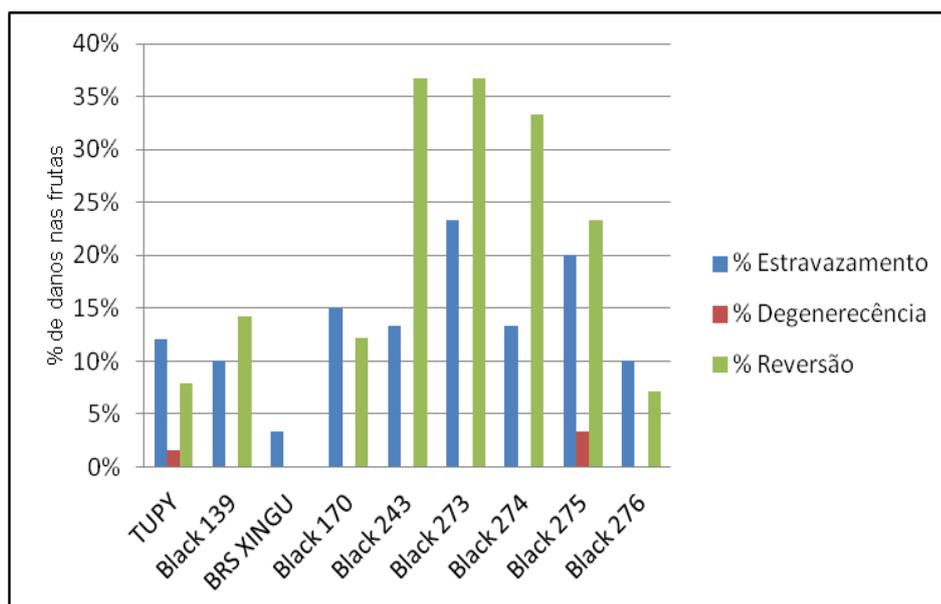


Figura 21: Percentuais de frutas com extravazamento, degenerescência e reversão de cor em frutas de amoreira-preta, safra 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Entre os fatores que predispõem este distúrbio, pode-se citar a susceptibilidade do genótipo, as condições de colheita (estádio de maturação e alta temperatura) e as condições de armazenamento. McCoy et al. (2016) dizem que, quando as frutas são expostas a uma mudança drástica de temperatura, as membranas das organelas celulares, especificamente a vacuolar, separam-se. Portanto, as descobertas indicam que pode haver uma relação entre o aumento da temperatura da fruta e o aumento da reversão de cor nas amoras. Clark (2005) reforça, dizendo que não há tratamento para esse problema e não é possível a seleção a campo de material resistente a esse problema. Essa seleção só pode ser feita após submeter as frutas colhidas a um período de armazenamento a frio. Portanto, isso só é feito após a seleção e propagação dos seedlings (CLARK, FINN, 2011).

Baseado nos dados obtidos quanto ao percentual de frutas com extravasamento de suco, frutas degeneradas e de frutas com reversão de cor, foi calculado o índice de mercadabilidade, o qual apresentou diferença significativa e dividiu os genótipos em dois grupos. Um que apresentou percentual acima de 85%, com cv. BRS Xingu, Sel. Black 276, cv. Tupy, Sel. Black 139 e Black 170, em ordem decrescente, e outro com percentual abaixo de 85%, com Sel. Black 274, Black 275, Black 243 e Black 273, também em ordem decrescente (Figura 22).

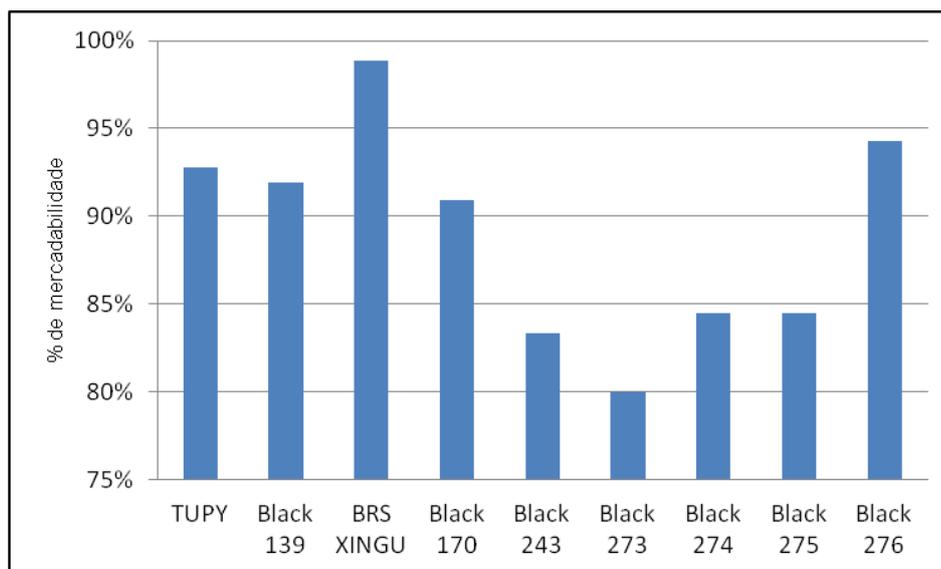


Figura 22: Índices de mercadabilidade de frutas de amoreira-preta, safra 2016/2017. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Valores similares foram encontrados por Salgado, Clark (2016), que obtiveram valores de 98,3% e 93,3% para a cv. 'Osage' após sete e 14 dias de armazenamento a frio, respectivamente, e 94,3% para 'A-2453' após 7 dias de armazenamento a frio, com valor similar após 14 dias. Valores um pouco inferiores foram obtidos por Clark (2013), em experimento no qual a cv. 'Osage' demonstrou potencial de armazenamento com capacidade de comercialização de 87,8%, não diferindo de 'Ouachita' (92,8%), 'Natchez' (87,7%) e 'Prime-Ark® 45' (91,2%).

Segundo Clark, Perkins-Veazie (2011), para que um genótipo seja considerado aceitável no mercado, é desejável um valor mínimo de 85% de índice de mercadabilidade. No presente trabalho, apenas quatro seleções (Black 274, Black 275, Black 243 e Black 273) tiveram índices levemente abaixo de 85%, sendo, portanto, consideradas inaceitáveis para comercialização.

5.4 Conclusões

As seleções Black 139, Black 170 e Black 276 e as cultivares BRS Xingu e Tupy tiveram boa conservação após sete dias de armazenamento a 4°C.

As seleções Black 274, Black 275, Black 243 e Black 273 tiveram, ao final de sete dias, índices de mercadabilidade inferiores a 85%.

A cultivar BRS Xingu é igual à cultivar Tupy na firmeza e massa média das frutas e inferior em SS, mas com melhor conservação pós-colheita.

5.5 Referências bibliográficas

ANTUNES, Luis Eduardo Correa; DUARTE FILHO, Jaime; SOUZA, Clovis Maurilio de. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 413-419, mar. 2003.

ANTUNES, Luis Eduardo Correa et al. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 100-111, Mar. 2014.

ASSIS, Odilio Benedito Garrido; DE BRITTO, Douglas. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações/Review: edible protective coatings for fruits: fundamentals and applications. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87, 2014.

BISCHOFF, Tábata Zingano et al. Conservação pós-colheita da amora-preta refrigerada utilizando biofilme e embalagem plástica. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 28, n.2, p.109-114, abril-junho, 2013.

CALORE, Luciana; VIEITES, Rogério Lopes. Conservação de pêssegos' Biuti'por irradiação. **Food Science and Technology** (Campinas), p. 53-57, 2003.

CANTILLANO, Rufino Fernando Flores. Pequenas frutas: manuseio e qualidade pós-colheita / Rufino Fernando Flores Cantillano. – Pelotas: (Embrapa Clima Temperado. **Documentos 338**), 2011. 34 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CIA, Patricia et al. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.3, p.11-16, 2007.

CLARK, John R. Changing times for eastern United States blackberries. **HortTechnology**. 2005. 15:491-494.

CLARK, John R. 'Osage 'Thornless Blackberry. **HortScience**, v. 48, n. 7, p. 909-912, 2013.

CLARK, John R.; FINN, C. E. Blackberry breeding and genetics. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology 5 (Special Issue 1) 2011. **Global Science Books**: 27-43.

CLARK, John R. and PERKINS-VEAZIE, Penelope. 'APF- 45' primocane-fruiting blackberry. 2011. **HortScience** 46:670-673.

COUTINHO, Enilton Fick; MACHADO, Nicácia Portella; CANTILLANO, Rufino Fernando Flores. Conservação pós-colheita de amora-preta. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta. **Documento 122**. Ed. ANTUNES, L. C.; RASEIRA, M. do C. B., Embrapa-CPACT, Pelotas, Dezembro, 2004, p.45-49.

CRUZ, Cosme Damião. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. UFV, 2006.

IPEKCI, Zeliha et al. Reduced leaf peroxidase activity is associated with reduced lignin content in transgenic poplar. **Plant Biotechnology**, v. 16, n. 5, p. 381-387, 1999.

JERÔNIMO, E. M.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

MCCOY, Jack E. et al. Evaluation of harvest time/ temperature and storage temperature on postharvest incidence of red drupelet reversion development and firmness of blackberry (*Rubus L. subgenus Rubus Watson*). **DISCOVERY**, Vol. 17, Fall. 2016, pag. 59-65.

PERKINS-VEAZIE, Penelope; COLLINS, J. K. Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. **HortScience**, v. 31, n. 2, p. 258-261, 1996a.

PERKINS-VEAZIE, Penelope et al. Cultivar and Conditioning Treatment Affect Development of Red Drupe in Blackberry Fruit. **HORTSCIENCE**, VOL. 31(4), USDA-ARS, South Central Agricultural. Research Lab., Lane, Dept. Horticulture, Univ. Arkansas, Fayetteville, AR 72701, 439 (PS 1), pg. 640, 1996b.

SALGADO, A.; CLARK, J. R. Extended evaluation of postharvest quality and shelf-life potential of blackberries. **Acta Hort.** 1133. ISHS 2016. DOI 10.17660/ActaHortic. 2016.1133.59.

SILVA, Wellington Rodrigues da; RASEIRA, Maria do Carmo Bassols. Brilho e reversão de cor em novas seleções de amora-preta. In: Embrapa Clima Temperado-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 6.; ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 5., 2012, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 231 p.

SILVA, Wellington Rodrigues da; CAMARGO, R. R.; RASEIRA, Maria do Carmo Bassols. Conservação pós-colheita de seleções de amora-preta. In: VI Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. **Resumos e palestras.** Rodrigo Cezar Franzon ... [et al.], editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa, 2014, 189 p.

SILVEIRA, Norma Suely Sobral da et al. Doenças Fúngicas Pós-Colheita em Frutas Tropicais: Patogenese e Controle. **Revista Caatinga**, v. 18, n. 4, p. 283-298, 2005.

SILVEIRA, Natália Greff Ávila da; VARGAS, Paola Nunes; ROSA, Claudia Severo da. Teor de polifenóis e composição química do mirtilo do grupo highbush. **Alimentos e Nutrição** Araraquara, v.18, n.4, p. 365-370, out./dez. 2007.

SOETHE, Cristina et al. Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas 'Tupy'e'Guarani'armazenadas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 950-957, 2016.

SOUZA, Angela Vacaro de Pós-colheita e processamento de amora-preta 'Tupy'. **Tese Doutorado.** Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Botucatu/SP. 2013, 86 p.

WAKABAYASHI, Kazuyuki. Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening. **Journal of Plant Research**, v. 113, n. 3, p. 231-237, 2000.

ZHENG, J. Lisa et al. Hes1 is a negative regulator of inner ear hair cell differentiation. **Development**, v. 127, n. 21, p. 4551-4560, 2000.

6 Considerações finais

No estudo da herdabilidade, para massa média das frutas e conteúdo total de sólidos solúveis (SS), foi observada variabilidade fenotípica e segregação transgressiva, isto é, observou-se indivíduos mais extremos que os pais. A herdabilidade no sentido restrito foi de baixa magnitude para o caráter massa da fruta, e média a alta para SS. Logo, pode-se dizer que a eficiência de seleção é maior para teor de SS do que para massa das frutas.

As estimativas da herdabilidade podem variar em função do caráter, do método de estimação, da diversidade na população, do nível de endogamia da população, do tamanho da amostra avaliada, do número e tipo de ambientes considerados, da unidade experimental considerada e da precisão na condução do experimento e da coleta de dados. Portanto, as estimativas calculadas não devem ser extrapoladas para outras populações ou outros ambientes. Além disso, como as estimativas de herdabilidade para as características estudadas na cultura da amora-preta, ou não são encontrados, ou são raras na literatura, os resultados obtidos, no presente estudo, na região onde foi realizado, são pioneiros e necessitam assim de repetição e continuação.

Em relação ao segundo capítulo desse trabalho, observou-se que as seleções Black 139, 170 e 276 e as cultivares BRS Xingu e Tupy, tiveram boa conservação após sete dias de armazenamento a 4°C, sendo consideradas aceitáveis para comercialização. Observou-se também que a cultivar BRS Xingu é igual a cultivar Tupy na firmeza e massa média das frutas e inferior em SS, porém, com melhor conservação pós-colheita.

Pesquisas futuras devem ser realizadas com maior número de genótipos, e avaliados por mais ciclos, a fim de obter resultados mais conclusivos. Por outro lado, o experimento sobre conservação pós-colheita, além de estendido a outros genótipos, deve ser realizado com um maior número de repetições e de frutas por parcela, a fim de reduzir a variabilidade dentro de um mesmo tratamento e diminuir, conseqüentemente, o erro. Como alguns genótipos se mantiveram muito bem por

sete dias a 4°C (que não é a condição considerada ideal), seria interessante observar por períodos mais longos, além de incluir outras temperaturas. Um painel degustativo, ao final do período de conservação, também forneceria dados importantes.

Porém, esta dissertação representa um avanço no conhecimento da herdabilidade e conservação pós-colheita da cultura da amoreira-preta.