

MURIELLI SABRINA GEMELI

**CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS
AGRONOMICAMENTE SUPERIORES DE MORANGUEIRO
COM BASE NO INTER-RELACIONAMENTO DE
CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Orientador: Jefferson Luís Meirelles Coimbra.
Co-orientador: Sandro Bonow

**LAGES, SC
2016**

Gemeli, Murielli Sabrina

CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS
AGRONOMICAMENTE SUPERIORES DE MORANGUEIRO COM BASE
NO INTER-RELACIONAMENTO DE CARACTERÍSTICAS DE
IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA / Murielli Sabrina Gemeli.
Lages - 2016.

64 p.

Orientador: Jefferson Luis Meirelles Coimbra

Co-orientador: Sandro Bonow

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. Fragaria x ananassa Duch. 2. Divergência
genética. 3. Superação de dormência . 4. Análise
multivariada. I. Coimbra, Jefferson Lu?s Meirelles.
II. Bonow, Sandro. , .III. Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, com auxílio do
programa de geração automática da Biblioteca Setorial do
CAV/UEDESC.

MURIELLI SABRINA GEMELI

**CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS
AGRONOMICAMENTE SUPERIORES DE MORANGUEIRO
COM BASE NO INTER-RELACIONAMENTO DE
CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Banca Examinadora:

Orientador: _____

Prof. Dr. JEFFERSON LUÍS MEIRELLES COIMBRA

Professor do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV/UDESC

Membro: _____

Prof. Dr. ALTAMIR FREDERICO GUIDOLIN

Professor do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV/UDESC

Membro: _____

Prof. Dra. Ana Carolina da Costa Lara Fioreze

Professora do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC/Curitibaños

Lages, SC 15/07/2016

Aos meus pais, Volnei e Káthia
e aos meus irmãos Luiz Felipe,
Giusepi Luigi e Volnei Junior,
dedico...

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre esteve ao meu lado. Aos meus pais, Volnei e Káthia, por todo apoio emocional e financeiro, por sempre me apoiarem e incentivarem. Aos meus irmãos Luiz Felipe, Giusepi Luigi e Volnei Júnior, por sempre acreditar em mim. A Universidade Estadual de Santa Catarina, em especial ao Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, pela oportunidade de realização do mestrado. A todos os colegas do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC - IMEGEM pelo apoio, convivência, aprendizado e amizade. Aos meus orientadores, professor doutor Jefferson Luís Meirelles Coimbra e ao pesquisador doutor Sandro Bonow, pelos valiosos ensinamentos, não apenas em nível científico, mas também para a vida. Pela competente orientação, pela paciência e pelo tempo que dispuseram em me ajudar. A tantos outros colaboradores diretos e indiretos nesta grande conquista de minha vida.

RESUMO

GEMELI, Murielli Sabrina. **CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS AGRONOMICAMENTE SUPERIORES DE MORANGUEIRO COM BASE NO INTER-RELACIONAMENTO DE CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRÔNOMICA** 2016. 53 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC. 2016.

Os programas brasileiros de melhoramento do morangueiro se estagnaram nas últimas décadas. Esta situação revela que a evolução da cultura no país é dependente do material importado. Os programas de melhoramento genético do morangueiro têm encontrado dificuldades em produzir genótipos produtivos e de alta qualidade comercial. Além disso, as informações sobre a diversidade do germoplasma disponível em programas de melhoramento são escassas. Outra questão crítica é a superação da dormência dos aquênios obtidos por meio de cruzamentos, pois os aquênios apresentam dormência tegumentar e uma germinação natural em torno de 10 a 20%. Nesse sentido, é fundamental testar metodologias eficazes na superação da dormência a fim de melhorar o desempenho da germinação e possibilitar a obtenção de mudas em curto período de tempo e com a mesma idade fisiológica. Nesse sentido, o trabalho foi dividido em dois capítulos, onde os objetivos foram *i*) caracterizar a variabilidade genética em onze genótipos de morangueiro para sete caracteres morfológicos de frutos e selecionar genitores promissores; *ii*) testar os efeitos da escarificação com ácido sulfúrico concentrado para superar a dormência de aquênios de morango, a fim de aumentar a germinação e o índice de velocidade de

germinação (IVG). O primeiro experimento foi conduzido a campo na sede da Embrapa Clima Temperado, utilizando delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Os caracteres avaliados foram número de frutos, peso de frutos, firmeza, cor de fruto, cor de polpa, brilho e sólidos solúveis totais ao longo de quatro épocas de colheita. O segundo experimento foi realizado no Laboratório Oficial de Análise de Sementes da Embrapa Clima Temperado, utilizando delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3x2, com três genótipos (Aromas, Camarosa e Festival), três períodos de estratificação (0, 30 e 60 dias) e escarificação ácida dos aquênios (presença ou ausência), com quatro repetições. Avaliou-se a germinação e o índice de velocidade de germinação. Recomenda-se, com base nos caracteres morfoagronômicos o cruzamento do genótipo Campinas com os genótipos Daewang e 2010.57.3, para a obtenção de populações segregantes de morangueiro. Os genótipos Daewang e Campinas podem ser utilizados para aumentar a base genética em programas de melhoramento genético de morangueiro. A escarificação com ácido sulfúrico concentrado (36N) durante 20 e 40 min aumentou a germinação e o índice de velocidade de germinação de aquênios do morangueiro e pode ser utilizada como técnica para superação da dormência.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Divergência genética. Superação de dormência Análise multivariada.

ABSTRACT

GEMELI, Murielli Sabrina. **CHARACTERIZATION AND GENOTYPES SELECTION OF STRAWBERRY agronomically TOP BASED ON INTER-RELATIONSHIP OF IMPORTANCE AGRONOMIC CHARACTERISTICS 2016.** 53 f. Dissertation (Masters in Crop Production) - University of the State of Santa Catarina. Graduate Program in Agricultural Sciences, Lages, SC. 2016.

The Brazilian strawberry breeding programs have stagnated in recent decades. This shows that the evolution of culture in the country is dependent on imported material. The breeding programs of strawberry plants have found it difficult to produce productive and high-quality commercial genotypes. In addition, information about the available germplasm diversity in breeding programs are scarce. Another critical issue is to overcome dormancy of achenes obtained by mating because the achenes have cutaneous numbness and a natural germination around 10 to 20%. In this sense, it is essential to test effective methods to overcome dormancy in order to improve the performance of germination and allow to obtain seedlings in a short period of time and with the same physiological age. In this sense, the work was divided into two chapters, where the objectives were i) to characterize the genetic variability in eleven genotypes of strawberry for seven morphological characters of fruits and select promising parents; ii) test the effects of scarification with concentrated sulfuric acid to overcome dormancy of strawberry achenes, in order to increase the germination and germination speed index (GSI). The first experiment was conducted in the field of Embrapa Temperate Climate headquarters, using design of randomized blocks with three replications. The characters

evaluated were number of fruits, fruit weight, firmness, color fruit, color pulp, brightness and total soluble solids over four harvest seasons. The second experiment was conducted in the Official Laboratory of Embrapa Seed Analysis Temperate using completely randomized design in a factorial 3x3x2 with three genotypes (Aromas, Camarosa and Festival), three periods of stratification (0, 30 and 60 days) and acid scarification of achenes (presence or absence), with four replications. We evaluated the germination and germination speed index. It is recommended, based on morphological characteristics crossing the Campinas genotype with Daewang and 2010.57.3 genotypes to obtain segregating populations of strawberry. The Daewang and Campinas genotypes can be used to increase the genetic basis of breeding programs of strawberry. The scarification with concentrated sulfuric acid (36N) for 20 and 40 min increased the germination and achenes germination speed index of strawberry plants and can be used as a technique to overcome dormancy.

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

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 1.	39
Figura 2- Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 2.	39
Figura 3- Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 3.	40
Figura 4- Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre onze genótipos de morangueiro, obtido pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) utilizando Mahalanobis como medida de dissimilaridade para a época 4.	40
Figura 5 – Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de primeiro e segundo grau para porcentagem de germinação e coeficiente de determinação (r^2) para três cultivares de morangueiro com e sem escarificação ao longo do período de estratificação.....	55
Figura 6 - Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de segundo grau para índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de determinação (r^2) em duas cultivares de morangueiro.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracteres agrônômicos analisados em onze genótipos de morangueiro e suas respectivas escalas de nota.	35
Tabela 2 – Contrastes multivariados obtidos pela informação das distâncias generalizadas de Mahalanobis (D^2) por meio de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA).	36
Tabela 3 - Análise de variância multivariada ($p < 0,05$), indicando os graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL), valor do teste Lambda de Wilks, valor do teste F e a significância, para as sete variáveis-resposta: número de frutos, peso de frutos, firmeza, cor de fruto, cor da polpa, brilho e °brix entre os onze genótipos de morangueiro para o teste de hipótese.....	37
Tabela 4 - Coeficientes canônicos padronizados (CCP) e a estatística de teste da razão de verossimilhança (Λ) das sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix(Bx), separadamente para cada grupo contrastado nas quatro épocas.....	41
Tabela 5- Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 1.....	42
Tabela 6 - Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza (FM), cor de fruto (CF), cor da polpa (CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 2.....	44

Tabela 7 - Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos, número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 3.	45
Tabela 8 - Estimativa da divergência genética entre seis populações de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos, peso de frutos, firmeza e °brix entre os onze genótipos de morangueiro na época 4.....	466
Tabela 9 - Quadrados médios obtidos para porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de aquênios três cultivares de morangueiro com ou sem escarificação ao longo dos períodos de estratificação.....	5454

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	25
2 CAPITULO I: CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO COM BASE NO INTER-RELACIONAMENTO DE CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA.....	29
2.1 RESUMO	29
2.2 ABSTRACT.....	30
2.3 INTRODUÇÃO	31
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	33
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
2.6 CONCLUSÃO	47
3 CAPÍTULO II: EFEITO DO GENÓTIPO E DORMÊNCIA NA GERMINAÇÃO DE AQUÊNIOS DE MORANGUEIRO (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.).....	48
3.1 RESUMO	48
3.2 ABSTRACT.....	49
3.3 INTRODUÇÃO	50
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	51
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
3.6 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO GERAL

O segmento frutícola no Brasil tem garantido colheita superior a 40 milhões de toneladas de frutas ao ano desde 2004 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2014). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) o Brasil ocupa a terceira colocação no *ranking* da produção mundial de frutas, seguido da Índia e da China (IBGE, 2013). O morangueiro é uma cultura de grande importância econômica e social em diversos países, com destaque para os Estados Unidos, com 28,2% da produção mundial, seguido da Espanha (6,5%). De 2000 a 2010 a produção mundial, superou a marca de quatro milhões de toneladas, em uma área equivalente a 241 mil hectares (FAO, 2015). No Brasil, a produção está concentrada principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, gerando uma produção em torno de 130 mil toneladas (ANTUNES; PERES, 2013; FAGHERAZZI et al., 2014).

No grupo das pequenas frutas o morangueiro é considerada a cultura mais difundida no mundo. A espécie cultivada, *Fragaria x ananassa* Duch., pertence à família Rosaceae, e é derivada de hibridação interespecífica, entre *Fragaria virginiana* M., genitor masculino, vinda do leste dos Estados Unidos com *Fragaria chiloensis* L. da costa do Pacífico do Chile. A hibridação combinou características das duas espécies, incluindo maior tamanho e firmeza de frutos provenientes da *F. chiloensis* com coloração vermelho escuro e frutos mais aromáticos da *F. virginiana* (STEGMEIR et al., 2010).

O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e perene, mas é cultivada como anual em função das questões fitossanitárias de manejo e de produtividade. O caule ou "coroa" é um rizoma estolhoso, com entrenós curtos, cilíndrico e retorcido, em cujas gemas terminais nascem as folhas compostas, os estolhos ou as inflorescências, dependendo de

sua idade fisiológica, de condições de fotoperíodo e de temperatura (RONQUE, 2010).

A interação entre temperatura e fotoperíodo determina a produtividade e a qualidade do fruto, as quais são influenciadas pelas condições de solo e pela incidência de pragas e doenças (OLIVEIRA & BONOW, 2012). O fruto maduro do morango é vermelho do lado de fora, enquanto o interior tem uma cor de branco, a vermelho escuro dependendo da variedade. A cor vermelha é devido a antocianinas que pertencem a um grupo de polifenóis chamado bioflavonóides. De um ponto de vista nutricional, o morango possui poucas calorias (27 kcal / 100 g), e é uma boa fonte de fibra, potássio, ferro, vitamina C, folato e bioflavonóides (CANELLA, 2010).

O que é usualmente referido como “fruta” do morangueiro é na verdade um pseudofruto constituído por um receptáculo floral hipertrofiado, doce, carnoso e succulento, de tamanho e contornos regulares e uniformes, polpa firme, de coloração vermelha, com ótimo sabor e aroma, rico em material de reserva, onde se prendem os verdadeiros frutos, chamados "aquênios", por vezes confundidos com sementes (RONQUE, 2010).

A cultura do morangueiro no Brasil passou a ter importância econômica nos Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul em meados do século XX. Nessa época, todas as cultivares eram provenientes dos Estados Unidos e da Europa, apresentando pouca adaptação às condições edafoclimáticas destes dois estados e, além disso, a produtividade e a qualidade do fruto eram baixas. A partir da década de 1960, surgiram as primeiras cultivares brasileiras desenvolvidas pela Estação Experimental de Pelotas e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Essas cultivares apresentavam boa adaptação às condições de solo e clima locais, alta produtividade e boa qualidade de fruto, também permitindo o aumento da produção e ao mesmo tempo tornou o morangueiro uma cultura

economicamente expressiva nessas regiões (OLIVEIRA & BONOW, 2012).

O esquema geral de um programa de melhoramento apropriado a uma dada espécie é determinado basicamente pelo sistema reprodutivo da mesma (BUENO et al., 2006). A maioria dos programas do melhoramento de morangueiro é baseada no cruzamento de genótipos elite, nos quais suas progênes são selecionadas. Esse processo pode levar, em geral, de oito a dez anos (COSTA et al., 2014). É conhecido que existe variabilidade genética para características de interesse agrônomico na cultura do morangueiro, sendo fundamental que se faça a recombinação dessa variabilidade existente, de forma que se possa desenvolver cultivares adaptadas as diversas finalidades (LUBY et al., 2008; HANCOCK et al., 2010). A hibridação é uma das maneiras mais eficientes de se explorar a variabilidade genética. Sendo por meio deste processo que se originam recombinações gênicas, que possibilitaram a combinação de caracteres agronomicamente desejáveis (BUENO et al., 2006).

A variabilidade genética é a condição fundamental para a execução de um programa de melhoramento. Esta informação pode ser obtida por meio de estudos de divergência genética. Os descritores morfológicos têm sido amplamente utilizados na caracterização da variabilidade do germoplasma, selecionando aqueles que mais contribuem para a variabilidade e que são úteis na discriminação de genótipos contrastantes. Quando a caracterização é realizada por meio de dados morfológicos, a quantificação da diversidade entre acessos só terá significado se a divergência fenotípica refletir a divergência genética (DIAS & KAGEYAMA, 1991). Neste contexto, a caracterização fenotípica entre estes acessos constituem-se em importantes subsídios para a escolha de progenitores divergentes e complementares para o desenvolvimento de populações segregantes em programas de melhoramento

genético de morangueiro, visando à diversificação do mercado de cultivares nacionais (BUZAR et al., 2007).

Avanços obtidos com melhoramento genético têm contribuído fortemente com a adaptação da cultura nas diversas regiões do mundo. Entretanto, os últimos registros por programas de melhoramento do morangueiro datam do ano de 1999 (BARNECHE & BONOW, 2012). Devido a esta lacuna, atualmente, a maioria das cultivares de morangueiro utilizadas no Brasil são provenientes de países como os Estados Unidos. Considerando que o desenvolvimento destas cultivares teve como base as condições de solo e clima diferentes das existentes no Brasil, estes materiais nem sempre expressam o seu potencial produtivo. Sendo assim, ainda existe a possibilidade de aumentar a produção por meio de diversas técnicas de cultivo, mas principalmente pelo desenvolvimento de novas cultivares adaptadas (SATO & ASSUMPCÃO, 2002). Evidentemente é necessário maiores esforços no desenvolvimento do melhoramento do morangueiro no Brasil, caso contrário, o país continuará dependente de cultivares importadas.

2 CAPITULO I: CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO COM BASE NO INTER-RELACIONAMENTO DE CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA

2.1 RESUMO

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

obtidos, conclui-se que há diferença significativa entre os genótipos para os caracteres morfológicos de fruto avaliados. Esses resultados revelam que as médias dos grupos diferem e que esses grupos são divergentes, possibilitando cruzamentos e a obtenção de progênie promissoras.

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

2.2 ABSTRACT

The aim of this study was to characterize the genetic variability in eleven genotypes of strawberry for seven morphological characters of fruits and select promising parents when grown in soil and climatic conditions in the municipality of Pelotas, Brazil. They were evaluated eleven genotypes in a randomized block design with three replications in four harvest seasons. The experimental unit consisted of nine plants. The characters evaluated were number of fruits (NF), fruit weight (PF), firmness (FM), fruit color (CF), brightness (BH), color pulp (CP) and total soluble solids (BX). The data were subjected to multivariate analysis of variance ($p < 0.05$). Since the genotype * Significant time was necessary to make a study of this interaction through the decomposition of degrees of freedom. Genetic similarities were calculated by multivariate analysis and genotypes, grouped based on the coefficient of the Mahalanobis distance, using UPGMA. The dendrograms allocated genotypes in different number of groups as the evaluated time. Genotypes Daewang and Campinas in any dendrogram are grouped together. The technique of multivariate contrasts was used to check whether there was a significant difference between the

means of each group formed and which variables contributed to discrimination. The brightness characters, color of the fruit and pulp were not used in the contrasts of the third and fourth evaluation time. According to the results, it is concluded that there are significant differences among genotypes for morphological characters evaluated fruit. These results show that the averages of the groups differ and that these groups are divergent, enabling crossings and obtaining promising progenies.

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

2.3 INTRODUÇÃO

O morangueiro pertence à família das Rosáceas, é uma planta herbácea de porte baixo que forma pequenas touceiras (CAMARGO et al., 1974). Atualmente, a produção no Brasil está concentrada principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, gerando uma produção em torno de 130 mil toneladas (ANTUNES & PERES, 2013; FAGHERAZZI et al., 2014). Avanços obtidos com melhoramento genético contribuíram fortemente para a adaptação da cultura nas diversas regiões do mundo. Nesse sentido, os programas de melhoramento do morangueiro alcançam grande importância econômica. No Brasil, houve também, intensificação das pesquisas para obtenção de cultivares mais produtivas e de melhor qualidade (GONÇALVES et al., 2016).

No melhoramento de diferentes espécies verifica-se que várias características de planta foram modificadas no processo de seleção, visando principalmente maior rendimento. Com a evolução das técnicas de avaliação de variabilidade genética,

um ideótipo de planta claro e bem definido pode potencializar, ou melhor, adequar o uso desta variabilidade, embora não exista um modelo de planta ideal para todos os sistemas de cultivo (ALMEIDA et al., 1998). Para o morangueiro, um ideótipo desejável é produtivo, com frutos grandes, adocicados, firmes, com período de colheita estendido e uma boa conservação pós-colheita, além de resistência da planta aos estresses bióticos e abióticos.

Para que a diversidade genética disponível nos bancos de germoplasma seja utilizada, é necessário que os genótipos sejam caracterizados de forma que o melhorista possa identificar os acessos potencialmente úteis para o seu programa de melhoramento (BORÉM & MIRANDA, 2009). Muitos métodos estão disponíveis para avaliar a divergência genética em populações de plantas, diferenciando-se na habilidade em detectar diferenças entre genótipos, custos, facilidade de uso, consistência e repetibilidade dos resultados (MILACH, 1998). A utilização de caracteres morfoagronômicos na avaliação da divergência genética proporciona uma simplificação da quantificação da variação genética e, simultaneamente, possibilita avaliar o desempenho dos genótipos no ambiente de crescimento (FUFA et al., 2005).

Dentre os métodos disponíveis, para estudo da divergência genética, destaca-se o uso da distância generalizada de Mahalanobis, como medida de dissimilaridade, e os métodos de agrupamento de UPGMA e das variáveis canônicas. A análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, os genitores, em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (KLOSTER et al., 2011). Para Benin et al. (2002), essa estruturação de grupos de divergência é fundamental na escolha de genitores, sendo que os híbridos resultantes do cruzamento entre dois genótipos da mesma espécie podem ser muito vigorosos, especialmente quando os

genitores são mais contrastantes geneticamente (BUENO et al., 2006).

A análise de variância multivariada (MANOVA) é uma técnica de grande relevância para a derivação de inferências referentes a variação de um conjunto de variáveis-resposta entre dois ou mais tratamentos (COIMBRA et al, 2007). Devido ao inter-relacionamento entre as variáveis, de maneira que a seleção se baseia num conjunto de caracteres. A utilização da distância genética por meio de caracteres fenotípicos representa uma técnica auxiliar de grande importância nos programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a variabilidade genética em onze genótipos de morangueiro baseando-se em sete caracteres morfológicos de frutos e selecionar genótipos para futuras hibridações.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, localizada na latitude 31° 40' 41,29" e longitude 52° 26' 22,05" a 60 metros de altitude. O clima da região de cultivo é classificado segundo a classificação de Köppen, como do tipo "Cfa", ou seja, é temperado úmido com verões quentes. A região possui temperatura e precipitação média anual de 17,9°C e 1.500mm, respectivamente (UFPel, 2011). A adubação e a correção do pH da área experimental foi realizada conforme recomendações para a cultura do morangueiro(CQFS, 2004). Na produção foram utilizados "mulching" (filme de polietileno preto), sob túnel baixo. A irrigação utilizada foi localizada com gotejadores espaçados em 0,20m.

Os dados são oriundos de um experimento constituído por onze genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa*)

sendo eles Aromas, Camino Real, Camarosa, Campinas, Daewang, Monterey, Oso Grande, San Andreas, 2010.60.11, 2010.57.3 e 2010.5.8. Durante o experimento, o controle das plantas daninhas, as remoções de folhas secas ou com sintomas de doenças, estolões e frutas estragadas foram feitos manualmente. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições e nove plantas por parcela, sendo dispostas em três linhas por canteiro, com espaçamento entre linhas e entre plantas de 0,30m.

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

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

Na análise dos dados, primeiramente foi realizado um teste global de variância multivariada a 5% de probabilidade de erro pelo critério de Lambda de Wilks, com a utilização do procedimento GLM do SAS 9.3. O modelo estatístico empregado é: $Y_{ijk} = \mu + b_i + g_j + ep_k + gep_{jk} + e_{ijk}$. Onde Y_{ijk} : refere-se ao conjunto de caracteres avaliados; μ : média geral; b_i : efeito do bloco; g_j : efeito associado a j-ésimo nível do genótipo; ep_k : efeito associado ao k-ésimo nível de época; gep_{jk} : efeito diferencial da interação do j-ésimo nível do genótipo com o k-ésimo nível de época; e e_{ijk} : é o erro

experimental. Para o estudo dos grupos de similaridade foi realizada a análise de agrupamento, com a utilização da distância generalizada de Mahalanobis. Para visualização e formação de grupos foi construído um dendrograma ilustrativo, com base neste foram estabelecidos os grupos de similaridade. Os vetores de média de cada grupo foram testados por meio de contrastes multivariados ($p < 0,05$) nas quatro épocas avaliadas como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 1 - Caracteres agronômicos analisados em onze genótipos de morangueiro e suas respectivas escalas de nota.

Característica	Identificação da Característica	Nota
Fruto: Firmeza	Muito macia	1
	Macia	3
	Média	5
	Firme	7
	Muito Firme	9
Fruto: cor		7
	Amarelo esbranquiçado	1
	Alaranjada clara	2
	Alaranjada média	3
	Vermelho alaranjada	4
	Vermelha média	5
	Vermelho escura	6
Fruto: brilho	Vermelho enegrecida	7
	Fraco	3
	Médio	5
Fruto: cor da polpa (excluído o coração)	Forte	7
	Esbranquiçada	1
	Rosa clara	2
	Rosa alaranjada	3
	Vermelha clara	4
	Vermelha média	5
	Vermelha escura	6

Fonte: Adaptado de SNPC (2009).

Tabela 2 – Contrastes multivariados obtidos pela informação das distâncias generalizadas de Mahalanobis (D^2) por meio de agrupamento de medias aritméticas não ponderadas (UPGMA).

Contraste	Grupos
C1	Grupo 1 (Aromas, Oso, Camarosa, Monterey, Sandreas, 2010.60.11, 2010.57.3, Creal) vs Grupo 2 (Daewang, 2010.5.8). Dendrograma A
C2	Grupo 1 (Aromas, Oso, Camarosa, Monterey, Sandreas, 2010.60.11, 2010.57.3, Creal) vs Grupo 3 (Campinas). Dendrograma A
C3	Grupo 2 (Daewang, 2010.5.8) vs Grupo 3 (Campinas). Dendrograma A
C4	Grupo 1 (Aromas, Oso, Camarosa, Monterey, Sandreas, 2010.60.11, Creal , Daewang, 2010.5.8) vs Grupo 2 (Campinas, 2010.57.3). Dendrograma B
C5	Grupo 1 (Aromas, Oso, Camarosa, Monterey, Sandreas, 2010.60.11, Creal , Campinas, 2010.5.8, 2010.57.3) vs Grupo 2 (Daewang). Dendrograma C
C6	Grupo 1 (Aromas, Oso, Camarosa, Monterey, Sandreas, 2010.60.11, Creal , Campinas, 2010.57.3) vs Grupo 2 (Campinas). Dendrograma D
C7	Grupo 1 (Aromas, Oso, Camarosa, Monterey, Sandreas, 2010.60.11, Creal , Campinas, 2010.57.3) vs Grupo 3 (Daewang, 2010.5.8). Dendrograma D
C8	Grupo 2 (Campinas) vs Grupo 3 (Daewang, 2010.5.8). Dendrograma D

Fonte: Produção do próprio autor.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância multivariada (MANOVA) revelou a existência de diferença significativa para todos os efeitos principais avaliados (genótipo e época) e para o efeito da interação genótipo x época a 5% de probabilidade de erro, demonstrando a existência de um comportamento diferenciado entre os genótipos nas diferentes épocas de colheita (Tabela 3). O teste de hipóteses refere-se à aceitação da hipótese de nulidade $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ versus

a hipótese alternativa H_a : pelo menos duas μ s são diferentes e é a primeira etapa da análise de dados multivariados.

Tabela 3 - Análise de variância multivariada ($p < 0,05$), indicando os graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL), valor do teste Lambda de Wilks, valor do teste F e a significância, para as sete variáveis-resposta: número de frutos, peso de frutos, firmeza, cor de fruto, cor da polpa, brilho e °brix entre os onze genótipos de morangueiro para o teste de hipótese.

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

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: *Significativo a 5% de probabilidade de erro.

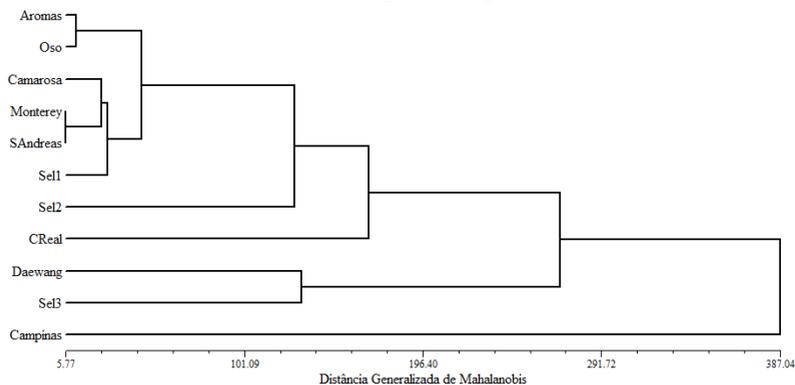
O emprego da análise multivariada para avaliação de divergência genética é uma das maneiras mais eficientes na identificação de similaridade genética (MACHADO, 1999). Estas análises podem incluir a utilização de contrastes multivariados, a partir do teste Lambda de Wilks. Ainda assim, podem ser questionados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

De modo contrário, valores positivos indicam efeito de separação entre os tratamentos, e as variáveis com maiores valores apresentam maior relevância na diferenciação entre os tratamentos (AMARANTE et al., 2006).

Os valores de distância, gerados pelos coeficientes de Mahalanobis, fornecem medidas de natureza preditiva quanto à dissimilaridade entre as populações, de suma importância para os programas de melhoramento destinados a seleção. Os dendrogramas representam o agrupamento de onze genótipos de morangueiro, conforme o método de UPGMA, onde se observa a distribuição dos genótipos ao longo das quatro épocas de avaliação. O corte no dendrograma gerado pelo método UPGMA foi efetuado a 50%, ponto em que se observou mudança de nível, conforme a recomendação de Cruz (1990). A partir da análise de agrupamento, com base nas dissimilaridades genéticas das onze genótipos, foi possível a formação de três grupos nas épocas 1 e 4 (Figura 1 e 4, respectivamente) e formação de dois grupos nas épocas 2 e 3 (Figura 2 e 3, respectivamente).

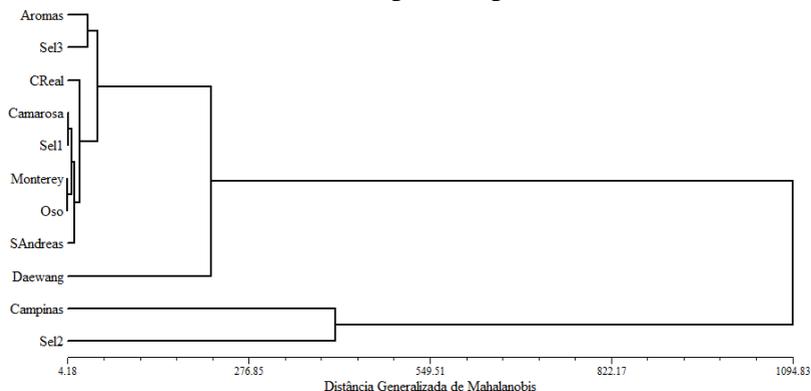
Ao analisar o dendrograma correspondente ao primeiro período de colheita, perfazendo assim a primeira época de avaliação, pode-se notar a formação de três grupos distintos. Na Tabela 4 estão inseridos os contrastes com a significância a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Lambda de Wilks e as sete variáveis consideradas para a discriminação de cada comparação. Ao observar as variáveis canônicas inseridas na Tabela 4 para o contraste 1 (C1) a variável cor da polpa (4,2189) foi a que mais contribuiu para diferenciar os grupos. Na Tabela 5 estão inseridos os coeficientes de distância de Mahalanobis. Com base nos coeficientes, as combinações que apresentam a maior magnitude de distância (D^2), podendo conseqüentemente gerar maior variabilidade e heterose na progênie para a característica cor da polpa são Daewang e Camino Real (624,85) e Daewang e 2010.57.3 (552,69).

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



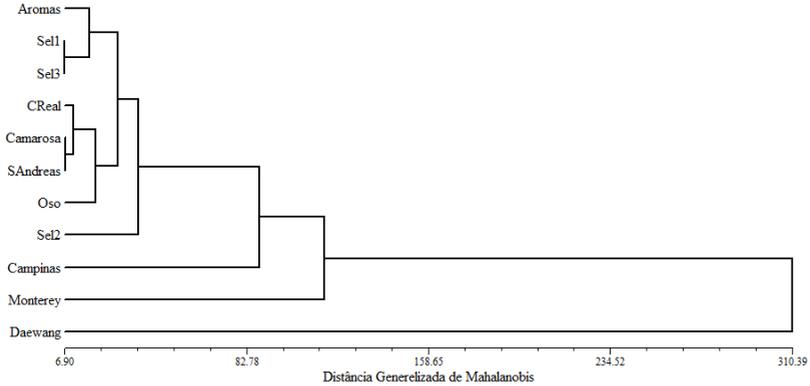
Fonte: Produção do próprio autor.

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



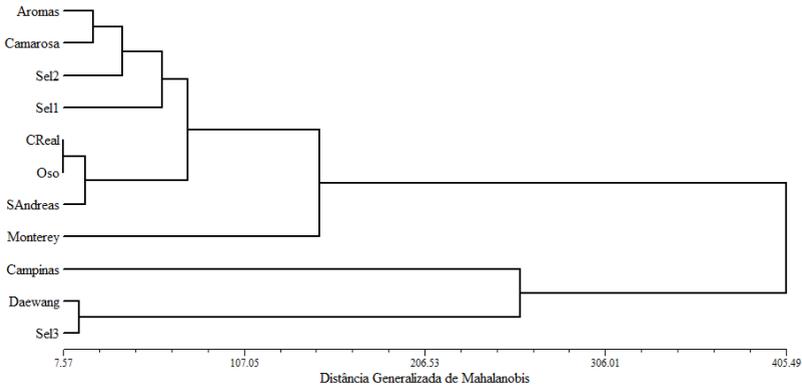
Fonte: Produção do próprio autor.

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



Fonte: Produção do próprio autor.

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



Fonte: Produção do próprio autor.

Tabela 4 - Coeficientes canônicos padronizados (CCP) e a estatística de teste da razão de verossimilhança (Λ) das sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix(Bx), separadamente para cada grupo contrastado nas quatro épocas.

Contraste	Variável							
	NF	PF	FM	CF	BH	CP	Bx	Λ
C1	-0,96	1,14	-0,97	1,71	0,51	4,21	0,48	0.0195*
C2	1,20	-2,40	-4,35	-0,16	0,16	-1,17	-2,03	0.0207*
C3	-0,44	1,44	4,85	-1,09	-0,53	-1,94	1,57	0.0249*
C4	-0,24	-0,97	14,96	0,03	0,16	-2,00	0,59	0.0030*
C5	-1,46	2,09	-1,17	0,19	-	2,97	-1,39	0.0243*
C6	2,51	-5,06	-1,58	-	-	-	2,03	0,0323*
C7	2,66	-3,85	-0,71	-	-	-	7,01	0.0080*
C8	1,25	-0,62	0,40	-	-	-	7,03	0.0290*

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: *Significativo a 5% de probabilidade de erro.^{NS} não significativo.

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

O genótipo Campinas, que compõe o grupo três, é caracterizado por produzir um elevado número de frutos, o que certamente contribuiu para que esta variável fosse determinante para a dissimilaridade no contraste 2 (C2). Quando se objetiva

desenvolver um novo genótipo busca-se que este produza um elevado numero de frutos por planta, sendo essa uma das características que compõe o rendimento, porém é preciso que, seja acompanhado de um peso médio de fruto elevado. Ao observar as variáveis com efeito de supressão na dissimilaridade, pode ser notado que a característica peso de frutos (PF -2,4017) contribui para a semelhança entre os grupos, indicando que cruzamento entre estes grupos pode gerar híbridos com elevado numero de frutos e peso médio adequado. Frutos grandes são mais atrativos ao consumidor e podem proporcionar ao produtor uma maior renda, uma vez que podem ser comercializados com maior valor agregado. Observando os coeficientes inseridos na Tabela 5, a maior distância genética para este período de avaliação é entre Campinas e Camino Real (685,24).

Tabela 5- Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 1.

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

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: *Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{NS} não significativo.

A firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema importância. Frutos de textura pouco firme caracterizam uma baixa resistência mecânica, podendo demandar maiores cuidados no manejo pós-colheita e limitar o transporte (SANTOS, 1999). A variável firmeza apresentou maior peso na separação entre os grupos do contraste 3. Os autores Schuch et al., 2010 e Silva et al., 2015 relatam uma menor firmeza para o genótipo Campinas. Considerando que os caracteres grau Brix (1,5787) e peso de fruto (1,4453) também são caracteres que contribuíram para a dissimilaridade entre os grupos a hibridação entre Campinas x Daewang (460,07), pode proporcionar maior chance de seleção de indivíduos promissores para caracteres de Brix e peso de fruto, atenção especial para a firmeza de fruto dos híbridos gerados a partir deste cruzamento. Da mesma forma, o contraste entre o grupo 1 vs grupo 2, na época 2 (C4) o caractere firmeza (14,96) foi o que apresentou maior importância na discriminação entre os grupos. Por meio de D^2 , como pode ser observado na Tabela 6 os cruzamentos promissores, considerando maior dissimilaridade são entre Campinas x Daewang (2141,00) e Campinas x 2010.5.8 (1762,00).

Para a construção do dendrograma referente ao terceiro período de avaliação a variável brilho foi descartada, pois a similaridade entre os genótipos não propiciou uma variação de magnitude tal que permitisse a detecção de diferenças significativas. Da mesma forma para a época 4 além do brilho, as variáveis cor do fruto e da polpa também foram descartadas. Para a época 3 ocorreu formação de dois grupos. Como pode ser observado na Tabela 4, ao contrastar (C5) os grupos a característica cor da polpa se sobressai e apresenta a maior contribuição na dissimilaridade entre os grupos (2,9798). O genótipo Daewang forma o grupo 2, que apesar de apresentar a cor da epiderme vermelha a cor da polpa é geralmente branca. Como pode ser observado na Tabela 7 os cruzamentos promissores são entre Daewang x Monterey (604,34),

Daewang x Campinas (435,11) e Daewang e Oso Grande (364,09).

Tabela 6 - Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza (FM), cor de fruto (CF), cor da polpa (CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 2.

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

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: *Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{NS} não significativo.

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

Tabela 7 - Estimativa da divergência genética entre onze genótipos de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos, número de frutos (NF), peso de frutos (PF), firmeza(FM), cor de fruto(CF), cor da polpa(CP), brilho (BH) e °Brix (Bx), entre os onze genótipos de morangueiro na época 3.

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

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: *Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{NS} não significativo.

Nos contrastes 7 e 8 que eram versus o grupo que continha a cultivar Daewang, a variável de maior contribuição na dissimilaridade foi o grau Brix. Este resultado demonstra importância, uma vez que este genótipo apresenta características de baixa acidez e um sabor doce pronunciado, característica de interesse para composição em cruzamentos que buscam obter materiais com frutos de sabor mais doce. Desta maneira, cruzamentos baseados nas maiores distâncias podem ampliar a variabilidade genética para a característica em questão, os genótipos são Daewang e Camino Real (636,48), 2010.5.8 e San Andreas (634,68) e para o contraste, 8 Campinas e Daewang (285,63) (Tabela 8).

As condições de ambiente e a constituição genotípica podem influenciar as características físicas e químicas do morangueiro. Portanto, quando um cultivar é selecionado para

uma determinada condição de ambiente, mas é cultivado em outro, alterações no rendimento e qualidade dos frutos são esperadas. Diferenças também podem ser observadas entre as estações para uma determinada região (., 2012).

Tabela 8 - Estimativa da divergência genética entre seis populações de morangueiro, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D2), considerando as sete variáveis-resposta: número de frutos, peso de frutos, firmeza e °brix entre os onze genótipos de morangueiro na época 4.

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

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: *Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{NS} não significativo.

Na maioria das vezes acaba sendo difícil agrupar todas essas características em um único genótipo, podendo ser em função de que características indesejáveis encontram-se ligadas a características desejáveis, o sistema de cultivo, assim como a interação genótipo x ambiente também altera a resposta do genótipo. A formação de grupos pode representar valiosa informação na escolha de genitores dentro dos programas de melhoramento, pois as novas populações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas distâncias (BERTAN et al., 2006).

Existe variabilidade genética entre os genótipos avaliados neste estudo. Entretanto, o país de origem dos

genótipos não foi decisivo na formação dos grupos, ocorrendo o agrupamento de genótipos dos diferentes países (Brasil, Coréia e Estados Unidos) em um mesmo grupo. Isso pode ter ocorrido, pois muitos programas de melhoramento utilizam material genético proveniente de programas norte-americanos, como também a descendentes em diferentes níveis dos mesmos.

A dissimilaridade entre genótipos possibilita a identificação de genitores adequados à obtenção de cruzamentos com maior efeito heterótico, ampliando a possibilidade de obtenção de indivíduos superiores (CRUZ & CARNEIRO, 2003). Nesse sentido, com base nos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), pode-se inferir que cruzamentos promissores são 2010.57.3 e Daewang, Campinas e Camino Real e Daewang e Caminho Real.

2.6 CONCLUSÃO

1- Os cruzamentos mais promissor com base nos caracteres morfoagronômicos foi entre os genótipos Campinas x Daewang e Campinas x 2010.5.8.

2 - Os genótipos Daewang e Campinas são os mais divergentes em relação aos demais genótipos deste estudo, podendo ser indicados para aumentar a base genética em programas de melhoramento genético de morangueiro.

3 CAPÍTULO II: EFEITO DO GENÓTIPO E DORMÊNCIA NA GERMINAÇÃO DE AQUÊNIOS DE MORANGUEIRO (*Fragaria x ananassa* Duch.)

3.1 RESUMO

Apesar da propagação do morangueiro ser efetuada vegetativamente para fins comerciais, por meio de estolões, a propagação sexuada é utilizada por programas de melhoramento genético visando explorar a variabilidade genética. Aquênios de morango apresentam dormência tegumentar o que resulta em germinação baixa e desuniforme. Esse fato, juntamente com a baixa eficiência da polinização artificial, implica na necessidade de realização de um maior número de cruzamentos em programas de melhoramento. O objetivo deste trabalho foi avaliar métodos para superação da dormência de aquênios de morango, a fim de aumentar a germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG). O experimento foi conduzido no Laboratório Oficial de Análise de Sementes (LASO) da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$, com três genótipos (Aromas, Camarosa e Festival), três períodos de estratificação (0, 30 e 60 dias) e escarificação ácida dos aquênios (presença ou ausência), com quatro repetições. Avaliou-se a germinação e o IVG. Os dados observados foram expressos em porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação. Os resultados de germinação e de índice de velocidade de germinação com e sem escarificação ácida para os diferentes períodos de estratificação, foram submetidos à regressão polinomial. A escarificação ácida empregando H_2SO_4 (98%) por 20 e 40 min aumenta a germinação de aquênios de morango e pode ser utilizada como uma técnica para superar a dormência.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Melhoria de morango. Escarificação ácida. Dormência tegumentar. Estratificação.

3.2 ABSTRACT

Despite the spread of strawberry be done vegetatively for commercial purposes through stolons, the sexual propagation is used by breeding programs to explore the genetic variability. Strawberry achenes present cutaneous numbness resulting in low and uneven germination. This fact, coupled with the low efficiency of artificial pollination, implies the need to carry out a greater number of crosses in breeding programs. The objective of this study was to evaluate methods to overcome dormancy of strawberry achenes, in order to increase the germination and germination speed index (GSI). The experiment was conducted at the Laboratory of Official Seed Analysis (LASO) Embrapa Temperate Climate, Pelotas, Brazil. It adopted a completely randomized design in a factorial 3x3x2 with three genotypes (Aromas, Camarosa and Festival), three periods of stratification (0, 30 and 60 days) and acid scarification of achenes (presence or absence), with four replications. We evaluated the germination and IVG. The observed data were expressed as percentage of germination and germination speed index. The results of germination and germination speed index with and without acid scarification for different periods of stratification, were submitted to polynomial regression. The acid scarification using H₂SO₄ (98%) for 20 and 40 min for germination increases the achenes of strawberries and can be used as a technique to overcome dormancy.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch. Strawberry improvement. acid scarification. Numbness cutaneous. Stratification.

3.3 INTRODUÇÃO

Um dos primeiros passos em programas de melhoramento de morangueiro é a obtenção de plantas originadas de aquênios. Apesar de ser aparentemente simples, esta fase é um dos maiores obstáculos a serem superados, já que o aquênio apresenta dormência tegumentar, isso reduz a porcentagem de germinação, e pode causar perdas, uma vez que cada aquênio tem a capacidade de gerar plantas geneticamente diferentes (MILLER et al., 1992).

A germinação de aquênios de morango é muito baixa, desuniforme e geralmente muito lenta (NAKAMURA, 1972; YANAGI et al., 2004). Este aspecto em um programa de melhoramento resulta na perda de genótipos potenciais e avaliação de plantas de diferentes idades. Baixa eficiência da polinização artificial é outro fator importante que implica em menor número de aquênios polinizados por fruto e maior número de hibridações a serem realizadas.

Vários trabalhos utilizam o tratamento de sementes em diferentes tipos de soluções químicas para superar a dormência tegumentar das sementes em muitas espécies. A dormência tegumentar pode ser superada por meio da escarificação das sementes, permitindo permeabilidade à água e com isso favorecendo a germinação (MAYER & POLJAKOOF-MAYBER, 1989). Diversos tratamentos químicos têm sido relatados para melhorar a germinação de aquênios de morango, incluindo o uso de giberelina, etrel, tioureia, nitrato de potássio, peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico (NAKAMURA, 1972; THOMPSON, 1969; YAMAKAWA, et al., 1987; YANAGI et al., 2004 ; RHO et al., 2012). A escarificação com ácido sulfúrico ainda pode ser realizada objetivando melhorar o desempenho das sementes durante a germinação.

Atualmente, o programa de melhoramento de morangueiro da Embrapa Clima Temperado utiliza

estratificação dos aquênios para superação da dormência, o que implica em maior número de cruzamentos, menor tempo para a realização destes, além da obtenção de plântulas de diferentes idades para avaliação. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da escarificação com ácido sulfúrico concentrado e escarificação seguida por estratificação sobre a porcentagem e índice de velocidade de germinação dos aquênios.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório Oficial de Análise de Sementes (LASO) da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, no período entre setembro e dezembro de 2015. As cultivares utilizadas para o experimento foram Aromas, Camarosa e Festival. Os aquênios foram obtidos a partir de frutos maduros. Após a colheita os frutos foram descascados, a epiderme foi seca para facilitar a extração dos aquênios, que foram separados e preparados para o experimento. A escarificação ácida foi realizada com H_2SO_4 (98%), por 20 min para o genótipo Aromas e por 40 min para os genótipos Camarosa e Festival, baseado em experimentos preliminares. De modo a eliminar possíveis efeitos da imersão, os aquênios não escarificados (controle) também foram imersos em água, pelo mesmo período dos tratamentos de escarificação ácida. Para a estratificação os aquênios submetidos ou não à escarificação foram envolvidos em papel filtro umedecidos e mantidos à 4°C por 30 e 60 dias.

Após o período de estratificação, os aquênios foram submetidos ao teste de germinação, conduzido sobre papel umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a sua massa, no interior de caixas plásticas gerbox, sob temperaturas alternadas de 20-30°C e fotoperíodo de 8 horas, coincidente com a temperatura mais elevada, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil,

2009). Para cada tratamento, foram empregadas quatro repetições de 50 aquênios. Os aquênios foram avaliados a cada dois dias, durante 28 dias, quanto à germinação. Foram considerados germinados os aquênios que apresentavam emissão de parte aérea e sistema radicular proporcionais, descartados após cada avaliação. Os dados foram expressos em porcentagem de germinação e calculou-se o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$, sendo três genótipos (Aromas, Camarosa e Festival), três períodos de estratificação (0, 30, 60 dias) e escarificação ácida dos aquênios (presença ou ausência), resultando em 18 tratamentos. Os dados de porcentagem de germinação foram transformados em $\arcsin(x/100)^{1/2}$. Os dados foram submetidos à análise de variância univariada para testar a significância dos efeitos do genótipo, da estratificação, da escarificação e das interações. Para a obtenção dos parâmetros da equação de regressão foi utilizado o procedimento GLM do SAS com auxílio de coeficientes estabelecidos para os componentes de 1º e 2º grau dos contrastes ortogonais. Desta forma, os pontos de mínima e máxima no modelo de regressão quadrática foram calculados com a derivada da função de 2º grau.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A existência de interação revelou relação entre os fatores, cultivar, escarificação e estratificação sobre porcentagem e índice de velocidade de germinação, indicando que as cultivares não apresentaram o mesmo comportamento quando os aquênios foram submetidos à estratificação e escarificação (Tabela 9). Esse resultado era esperado, como relatado por Scott e Ink (1948), ou seja, um aumento na taxa de germinação

de aquênios de morango quando escarificados com ácido sulfúrico concentrado (98%) por 10 a 15min. Nakamura (1972) relatou que a escarificação ácida por 2 a 3 minutos foi eficaz para a germinação. Yamakawa et al. (1987) relataram que a escarificação por 10 minutos aumentou a taxa de germinação de sementes de “Toyonoka”, “Haruyoi”, e “Kurume 47 go”. Ito et al., (2011) concluíram que 35 min foi o período de escarificação mais eficaz para a germinação de aquênios de “Chiba F-1 go”, além de terem observado cicatrizes no tegumento das sementes escarificadas por 20 a 50 min, e o desaparecimento ou redução da espessura da camada exterior do pericarpo. Galvão et al., (2014), relataram que a escarificação ácida por 40 min aumentou a germinação de aquênios de morango da cultivar “Aromas”. Estes resultados indicam que o período efetivo de escarificação para a germinação de aquênios de morango varia com o genótipo.

A análise de regressão foi realizada para estudar a relação entre os fatores, cultivar, escarificação e estratificação, sobre porcentagem e índice de velocidade de germinação. A Figura 5 representa a porcentagem de germinação em cada cultivar, com e sem escarificação ao longo dos três períodos de estratificação. Existe relação quadrática crescente e significativa pelo teste F ($p < 0,05$), com intercepto (a) e coeficiente de regressão linear (b) significativo e coeficiente de regressão quadrático (c) não significativo para a cultivar Camarosa na ausência de escarificação. Existe relação quadrática decrescente e significativa pelo teste F ($p < 0,05$), com intercepto (a), coeficiente de regressão linear (b) e coeficiente de regressão quadrático (c) significativo para todas as cultivares na presença de escarificação (Aromas, Camarosa e Festival). Foram ajustadas regressões lineares com intercepto (a) não significativo e coeficiente de regressão linear (b) significativo para Aromas na ausência de escarificação, e com intercepto (a) e coeficiente de regressão linear (b) significativo para Festival na ausência de escarificação. Os valores

observados para os coeficientes de regressão, linear e quadrático, são determinantes na interpretação da curva de porcentagem de germinação. Como se observa na Figura 5, a porcentagem de germinação decresce gradativamente para as cultivares submetidas a escarificação, verifica-se que a cultivar Festival apresentou a menor porcentagem de germinação 17,6% aos 44 dias, já as cultivares Aromas e Camarosa apresentaram a menor porcentagem de germinação (44 e 33%) aos 28 e 30 dias de estratificação, respectivamente.

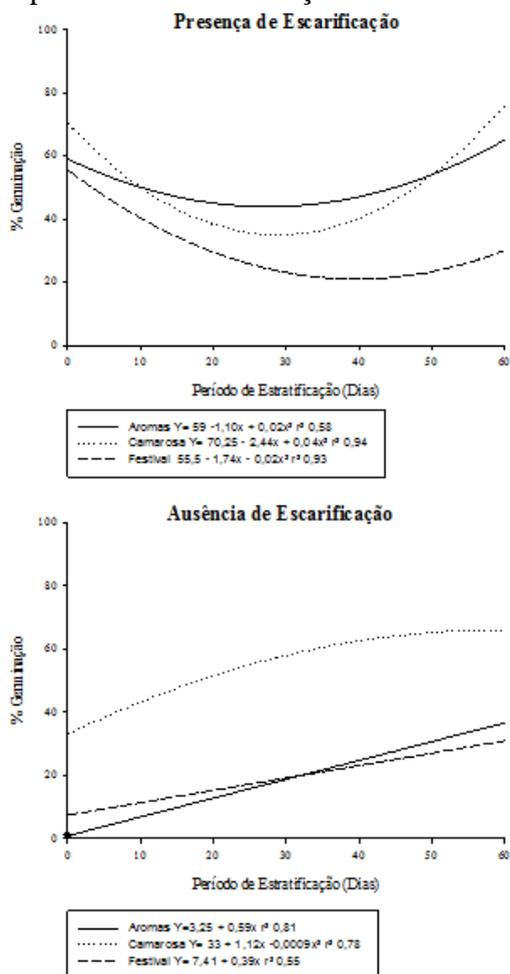
Tabela 9 - Quadrados médios obtidos para porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de aquênios três cultivares de morangueiro com ou sem escarificação ao longo dos períodos de estratificação.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio	
		Germinação	IVG
Genótipo	2	5117,68*	9,74*
Estratificação	2	2077,38*	13,89*
Escarificação	1	7770,88*	78,42*
Genótipo*Estratificação	4	341,76*	2,27*
Genótipo*Escarificação	2	1340,26*	2,01*
Estratificação*Escarificação	2	3403,55*	12,10*
Genótipo*Estratificação*Escarificação	4	286,18*	2,17*
Erro	54		
CV (%)		18,41	16,27

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: *Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Figura 5 – Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de primeiro e segundo grau para porcentagem de germinação e coeficiente de determinação (r^2) para três cultivares de morangueiro com e sem escarificação ao longo do período de estratificação.



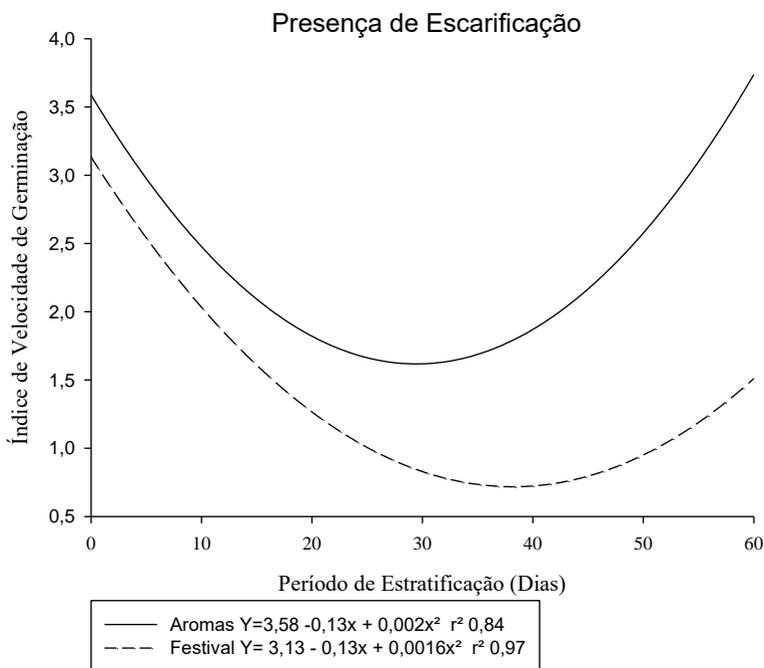
Fonte: Produção do próprio autor.

Para as cultivares que foi determinada a equação de regressão linear, o coeficiente de regressão linear expressa a variação da variável-resposta correspondente ao incremento de um dia no período de avaliação, para as duas cultivares o valor de b foi positivo, o que demonstra relação crescente da porcentagem de germinação para os períodos estipulados neste estudo, demonstrando que quando os aquênios não são tratados com ácido sulfúrico concentrado, mas foram submetidos a estratificação ocorreu aumento linear na porcentagem de germinação de aquênios. Os menores índices de germinação foram observados para os aquênios não tratados 4%, 7% e 33%, para Aromas, Festival e Camarosa, respectivamente, reafirmando a necessidade de tratamento para superação da dormência.

Considerando o índice de velocidade de germinação somente houve ajuste significativo de regressão quadrática para as cultivares Aromas e Festival (com escarificação) e Camarosa (sem escarificação), os demais tratamentos não apresentaram significância a 5% de probabilidade de erro. Para Camarosa os coeficientes de regressão linear (b) e quadrática (c) não foram significativos e o r^2 foi de 0,36, ou seja, mais da metade (0,87) da variabilidade de y (porcentagem de germinação) é independente de x (período de estratificação). A figura 6, representa o índice de velocidade de germinação em aquênios da cultivar Aromas e Festival em diferentes períodos de estratificação. Ao avaliar os pontos de mínima para a esta a cultivar Festival apresentou o menor IVG (0,49) quando comparado com Aromas que teve 1,46 como ponto de mínima aos 32 dias. Em aquênios das três cultivares na ausência de escarificação somente a estratificação não promoveu melhoras no IVG.

Corroborando com Ito et al. (2011) e Galvão et al., (2014), uma vez que diferentes incrementos de germinação foram obtidos a porcentagem e velocidade de germinação são variáveis entre os genótipos e/ou amostras.

Figura 6 - Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de segundo grau para índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de determinação (r^2) em duas cultivares de morangueiro.



Fonte: produção do próprio autor.

O tratamento dos aquênios com escarificação ácida (H_2SO_4 – 98%) promoveu a degradação parcial do pericarpo, facilitando a absorção de água e entrada de oxigênio para o embrião (Ito et al., 2011). O presente estudo revelou que o desempenho na germinação de aquênios de morangueiro pode ser melhorado significativamente por meio de escarificação com ácido sulfúrico concentrado. Uma vez que os cruzamentos são realizados manualmente. Sendo este um trabalho bastante oneroso, a melhora na porcentagem de germinação, reflete em

melhor aproveitamento de aquênios com consequente aumento no número de plântulas com idade semelhante, sem necessariamente ampliar o número de frutos por cruzamento.

3.6 CONCLUSÕES

- 1- A dormência tegumentar pode ser superada com a ajuda de escarificação ácida.
- 2- A escarificação ácida foi mais eficiente que a estratificação a frio sobre a porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação.
- 3- A escarificação com ácido sulfúrico concentrado pode ser recomendada para aumentar a porcentagem e o índice de velocidade de germinação em aquênios de morangueiro das cultivares Aromas, Camarosa e Festival.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L. de.; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOI, L. Conceito de ideotipo e seu uso do aumento do rendimento potencial de cereais. **Ciência Rural**, v.28, n.02, p.325-332, 1998.
- AMARANTE C.V.T, CHAVES D.V. & ERNANI P.R. (2006) Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao “bitter bit” em maçãs “Gala”. Pesquisa Agropecuária Brasileira,41:841-846.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, Philadelphia, v. 13, n. 1-2, p. 156- 161, 2013.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2014. **Santa Cruz do Sul**: Editora Gazeta, 2014. 140 p. Disponível em: <<http://www.grupogaz.com.br/>>. Acesso em: 18 de abril de 2015.
- BARNECHE, A. C. D. O.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p. 21-26, maio/jun. 2012.
- BENIN, G., CARVALHO, F.I., ASSMANN, I.C., CIGOLINI, J., CRUZ, P.J., MARCHIORO, V.V., LORENCETTI, C., SILVA, J.A.G. (2002) Identificação da dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. Revista Brasileira de Agrociência, 8:179-184.
- BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, J.A G.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; SILVA, G.O.; HARTWIG, I.; VALERIO, I.P.; FINATTO, T. Dissimilaridade genética

entre genótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. *Bragantia*, v.65, n.1, p.55-63, 2006.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Melhoria de plantas. 6. ed. Viçosa: UFV, 2013.

BUENO, L. C. et al. Melhoria de Plantas: Princípios e Procedimentos. 2.ed., Lavras: UFLA, 2006, 319p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p

BUZAR, A.G.R; OLIVEIRA, V.R; BOITEUX, L.S. Estimativa da diversidade genética de germoplasma de cebola via descritores morfológicos, agronômicos e bioquímicos. **Horticultura Brasileira** 25: 527-532, 2007.

CAMARGO, L. S.; PASSOS, F. A. Morango. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v. 1, p. 411-432.

CANELLA, C. La Fragola: aspetti nutrizionali. In: ANGELENI, R. (coord.); FAEDI, W. (coord.; org.). **La Fragola**. Bologna: Script, p. 47-53, 2010.

COSTA, A.F. *et al.* Origem, evolução e o melhoramento do morangueiro. In: **Como produzir morangos**, Curitiba: Ed. UFPR, 2014, p. 33-68.

COIMBRA, J. L. M.; SCHWANTES, D.; BERTOLDO, J. G.; KOPP, M. M. Introdução de variabilidade genética em aveia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 7, n. 3, p. 212 – 220, 2007.

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

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV. 2003.
CUI, Z. *et al.* Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. **Crop Science**, Saint Paul, v.41, p.1954-1967, 2001.

DIAS, L.A.S; KAGEYAMA, P.V. Variação genética em espécies arbóreas e conseqüências para o melhoramento florestal. **Agrotópica** v. 3, p.119-127, 1991.

ITO, Y. *et al.* Effects of Scarification with sulfuric acid and matric priming on seed germination of seed propagation type of F-1 hybrid strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 80, n. 1, p. 32-37, 2011.

FAO. **Faostat**: agricultural production strawberry. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 18 de abril de 2015.

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

GALVÃO, A.G., RESENDE, L.V., GUIMARAES, R.M., FERRAZ, A.K.L., MORALES, R.G.F., MARODIN, J.C., CATÃO, H.C.R.M. Overcoming strawberry achene dormancy for improved seedling production in breeding programs.

Idesia, Chile, v. 32, n. 4, p 57-62, Septiembre-Noviembre, 2014.

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

HANCOCK, J. F. et al. Reconstruction of the Strawberry, *Fragaria xananassa*, using genotypes of *F. virginiana* and *F. chiloensis*. **Hortscience**, Alexandria, v. 45, n. 7, p. 1006-1013, July 2010.

KLOSTER, G.S., BARELLI, M.A.A, SILVA, C.R., NEVES, L.G., PAIVA SOBRINHO, S., LUZ, P.B. (2011) Análise da divergência genética através de caracteres morfológicos em cultivares de feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6:452-459.

LUBY, J. J. et al. Reconstructing *Fragaria xananassa* utilizing wild *F virginiana* and *F chiloensis*: inheritance of winter injury, photoperiod sensitivity, fruit size, female fertility and disease resistance in hybrid progenies. **Euphytica**, Wageningen, v. 163, n. 1, p. 57-65, Sept. 2008.

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

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4 ed. Oxford: Pergamon, 1989. 270 p

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

MILLER, A. R. et al. Enhanced strawberry seed germination through *in vitro* culture of cut achenes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 2, p. 313-316, Mar. 1992.

NAKAMURA, S. Germination of strawberry seeds. **Japanese Journal for Horticultural Society**, Tokyo, v. 41, p. 367-375, 1972.

OLIVEIRA, A.C.B.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p.21-26, maio/jun. 2012.

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

RHO, I. R., WOO, J. G., JEONG, H. J., JEON, H. Y., & LEE, C. H. Characteristics of F1 hybrids and inbred lines in octoploid strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne). **Plant breeding**, v. 131, n. 4, p. 550-554, 2012.

RONQUE, E. R. V. A cultura do morangueiro. Curitiba: **Instituto Emater**, 2010.

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

SATO, G. S.; ASSUMPÇÃO, R. Polos de produção de morango. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 41-49, mar. 2002.

STEGMEIR, T. L. et al. Performance of an elite strawberry population derived from wild germplasm of *Fragaria chiloensis* and *F. virginiana*. **Hortscience**, Alexandria, v. 45, n. 8, p. 1140-1145, Aug. 2010.

YAMAKAWA, O., Y. Noguchi and Y. Sato. 1987. Accelerating technique for germination of strawberry seed. *Kyushu Agric. Res.* 49: 217.