

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS DE MILHO  
CONSERVADOS *IN SITU ON FARM***

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Iana Somavilla**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

# **AVALIAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS DE MILHO CONSERVADOS *IN SITU ON FARM***

**Iana Somavilla**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Área de Concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agrobiologia**

**Orientador: Prof. Dr. Sidinei José Lopes**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2014**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Programa de Pós-graduação em Agrobiologia**

A Comissão Examinadora abaixo assinada aprova a Dissertação de  
Mestrado

**AVALIAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS DE MILHO  
CONSERVADOS *IN SITU ON FARM***

elaborada por  
**Iana Somavilla**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agrobiologia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Sidinei José Lopes, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Candida Elisa Manfio, Dr<sup>a</sup>.** (Universidade de Cruz Alta)

---

**Lia Rejane Silveira Reiniger, Dr<sup>a</sup>.** (UFSM)

---

**Aline Ritter Curti, Dr<sup>a</sup>.** (UFSM)

Santa Maria, 30 de julho de 2014

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que está sempre presente em todos os momentos de minha vida, guiando meus caminhos.

Aos meus pais e meus irmãos, pelo incentivo, apoio e amparo durante esses anos de estudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sidinei José Lopes pela amizade, atenção e sugestões concebidas para a realização do meu trabalho.

À minha co-orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lia Rejane Silveira Reiniger pela amizade, incentivo e pelos preciosos ensinamentos durante a realização desse trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

Aos meus amigos (as), Débora T. Cocco, Saulo F. Fruet, Fernanda Miranda, Cleiton Wartha, Jeferson Ghel, Isabel C. L. da Silva, Luiz F. Schuch, Marta S. Deprá pela colaboração na condução do trabalho e pelo companheirismo.

Aos demais colegas do Núcleo de Biotecnologia, Aline R. Curti, Aline F. Paim, Enrique León, Karol Buuron, Charlene Stefanel, Leonardo Costa, Carla Sanfelice e Caetano Serrote pelo carinho e apoio.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-graduação em Agrobiologia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **AVALIAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS DE MILHO CONSERVADOS *IN SITU ON FARM***

AUTORA: IANA SOMAVILLA

ORIENTADOR: SIDINEI JOSÉ LOPES

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de julho de 2014

O milho é um dos cereais mais cultivados no Brasil, fazendo com que o país seja o terceiro maior produtor mundial da cultura. Devido a sua diversidade genética, que permite sua adaptação a diferentes ambientes. Dentre as cultivares utilizadas, estão as denominadas locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), que constituem uma alternativa para pequenas propriedades rurais e constituem, também, uma importante fonte genética de tolerância e resistência para diferentes tipos de estresse e de adaptação aos variados ambientes e manejos locais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de 15 cultivares crioulas conservadas em Bancos Familiares de Sementes em Ibarama - RS, bem como, estimar parâmetros genéticos em progênies de meios irmãos oriundas de um campo de recombinação entre três cultivares crioulas de milho. A avaliação da adaptabilidade e estabilidade foi realizada em duas safras consecutivas e em três áreas, totalizando seis ambientes, utilizando-se o delineamento blocos ao acaso com três repetições de duas linhas de 5m com espaçamento de 0,9m entre fileiras e 0,2m entre plantas. Os dados de produtividade foram avaliados pelo método proposto por Eberhart e Russel (1966). Dentre as cultivares destacaram-se Cinquentinha com adaptabilidade a ambientes desfavoráveis e Sertanejo para favoráveis e as demais foram consideradas de adaptabilidade ampla. Já para estabilidade, todas as cultivares crioulas apresentaram alta estabilidade e previsibilidade de produção. Para a estimação de parâmetros genéticos, foram recombinadas três cultivares de endosperma amarelo com objetivo de reduzir a altura de planta. As progênies foram recombinadas em três ambientes no delineamento blocos ao acaso, com linhas de 5m de comprimento e espaçamento de 0,9m entre fileiras e 0,2m entre plantas. Foram avaliadas características como altura de planta, altura de inserção da espiga e produtividade e para cada uma dessas características foram estimadas com auxílio do programa GENES (CRUZ, 1997) os seguintes parâmetros genéticos: herdabilidade, variâncias fenotípicas, genotípicas e ambientais e  $C_{ve}/C_{vg}$ . A seleção em progênies de meios irmãos de milho crioulo com o objetivo de reduzir o porte de planta está relacionada à seleção de plantas com menor altura de espiga e essas progênies apresentam potencial e ampla variabilidade genética para o melhoramento dos caracteres altura de planta, altura de espiga e produtividade de grãos, avaliados no presente estudo, podendo ser esperados ganhos genéticos mediante seleção.

**Palavras-chave:** *Zea mays L.*. Interação genótipo x ambiente. Agrobiodiversidade crioula. Conservação de germoplasma

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Postgraduate Program in Agrobiolology  
Federal University of Santa Maria

### **EVALUATION OF GENETIC RESOURCES OF CORN CONSERVED IN SITU ON FARM**

**AUTHOR:** IANA SOMAVILLA

**ADVISER:** SIDINEI JOSE LOPES

Place and Date of the Defense: Santa Maria, July 30<sup>th</sup>, 2014

Corn is one of the most cultivated cereal in Brazil, making the country's third largest producer of culture. Due to their genetic diversity, which allows its adaptation to different environments. Among the cultivars, are local, traditional or creole called (CLTCs), which are an alternative for small farms and also constitute an important source of genetic resistance and tolerance to different types of stress and adaptation to different environments and local managements. This study aimed to evaluate the adaptability and phenotypic stability of 15 Land varieties conserved in Family Seed Banks in Ibarama - RS as well, estimate genetic parameters in sib progenies derived from a field of three recombination Creole cultivars corn. Evaluation of adaptability and stability was performed in two consecutive years and in three areas, totaling six environments, using the randomized block design with three replications of two lines of 5m spacing of 0.9 m between rows and 0.2 m between plants. Productivity data were evaluated by the proposed Eberhart and Russell (1966) method. Among the cultivars stood out Cinquentinha with adaptability to harsh environments and to Sertanejo favorable and the others were considered wide adaptability. As for stability, all landraces cultivars showed high stability and predictability of production. For estimation of genetic parameters, three cultivars of yellow endosperm in order to reduce plant height were recombined. The progenies were recombined into three environments in randomized block design, with rows of 5m length and spacing of 0.9 m between rows and 0.2 m between plants. Heritability, phenotypic variance, genotypic and environmental and Cve / CVG: characteristics such as plant height, plant height and ear height and productivity for each of these characteristics were estimated using the GENES (Cruz, 1997) the following genetic parameters were evaluated program . The selection in sib progenies of creole maize in order to reduce the size of the plant is related to the selection of plants with lower ear height and these progenies have potential and wide genetic variability for the improvement of the characters plant height, height of spike and grain yield in the present study, by genetic selection gains can be expected.

**Key-words:** *Zea mays L.*. Genotype x environment interaction. Agrobiodiversity creole. Germplasm conservation

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- A: plantio das sementes; B: desbaste das plantas; C: plântulas de milho em que foi realizado o desbaste.....22
- Figura 2- Amostras de espigas das três cultivares crioulas de milho selecionadas para recombinação visando à obtenção de uma população de progênies de meios irmãos. (Fonte: Giovane Vielmo).....31
- Figura 3- A: campo de recombinação; B: seleção das progênies; C: colheita das progênies de meios irmãos na safra 2011/2012 em Ibarama- RS. ....32
- Figura 4- A: plantio das sementes das 15 progênies no ambiente 1; B: plantio das sementes das 15 progênies no ambiente 2; C: plantio das sementes das 15 progênies no ambiente 3. ....33
- Figura 5-A: aspecto geral das plantas do ambiente 1; B: aspecto geral das plantas de milho no ambiente 2. ....33

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Análise de variância individual para produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cultivares locais, tradicionais ou crioulas de milho e testemunha melhorada nos seis ambientes (AMBs), nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em Ibarama, RS. ....24
- Tabela 2- Produtividade média de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) de cultivares locais, tradicionais ou crioulas e testemunha melhorada de milho nos seis ambientes (AMBs), nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em Ibarama, RS. ....26
- Tabela 3- Análise de variância conjunta para a produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cultivares locais, tradicionais ou crioulas de milho e testemunha melhorada nos seis ambientes, nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em Ibarama, RS. ....27
- Tabela 4- Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de cultivares locais, tradicionais ou crioulas de milho nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em seis unidades experimentais demonstrativas em Ibarama, RS. ....29
- Tabela 5- Resumo da análise de variância conjunta envolvendo os dois ambientes, para as características altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AE) e produtividade (PRO) de 15 progênies de meios irmãos de milho crioulo conduzidos no município de Ibarama-RS. ....36
- Tabela 6- Valores médios de altura de planta – AP (cm), altura de inserção da espiga – AE (cm) e produtividade – PRO ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para as 15 progênies de meios irmãos avaliadas nos dois ambientes, em Ibarama-RS. ....37
- Tabela 7- Estimativas das variâncias genética ( $\sigma^2_g$ ), ambiental ( $\sigma^2_e$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_p$ ), relação  $C_{vg}/C_{ve}$  (b) e herdabilidade no sentido restrito com base na média de progênie ( $h^2$ ) para os caracteres altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE) e produtividade de grãos (PRO) das progênies de meios irmãos avaliadas nos dois ambientes em Ibarama-RS. ....39
- Tabela 8- Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre as características altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE) e produtividade (PRO), na média dos 2 ambientes, avaliados em 15 progênies de meios irmãos em Ibarama-RS. ....40



## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO .....	10
2.REVISÃO DE LITERATURA .....	12
O milho .....	12
Cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs) e sua conservação <i>in situ on farm</i> .....	13
Interação genótipo* ambiente .....	15
Adaptabilidade e estabilidade fenotípica .....	17
Parâmetros genéticos .....	18
Correlações entre caracteres.....	19
3.CAPÍTULO I .....	21
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA EM CULTIVARES CRIOULAS DE MILHO .....	21
3.1 OBJETIVO .....	21
3.2 METODOLOGIA .....	21
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
3.4 CONCLUSÕES .....	30
4 CAPÍTULO II .....	31
ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS DE MILHO CRIULO .....	31
4.1OBJETIVO .....	31
4.2 METODOLOGIA .....	31
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.4 CONCLUSÕES .....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41

## 1.INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais cultivados no Brasil, fazendo com que o país seja o terceiro maior produtor mundial da cultura. A maior parte da área plantada está na Região Sul do país, que concentra, cerca de, 95% da produção (CONAB, 2011). No Rio Grande do Sul, em particular, a cultura do milho apresenta significativa importância socioeconômica, ocupando, aproximadamente, 20% do total da área semeada com cultivos de primavera-verão, realizados em 251.215 estabelecimentos rurais, dos quais 90,1% são unidades familiares (IBGE, 2006).

Devido a sua diversidade genética, que permite sua adaptação a diferentes ambientes, o milho é cultivado em todo o território brasileiro; no sul do país, a produção é voltada para o consumo animal, principalmente para aves e suínos. Dentre as cultivares utilizadas, estão as denominadas locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), que constituem uma alternativa para pequenas propriedades rurais, possibilitando a produção das próprias sementes, e constituindo, também, uma importante fonte genética de tolerância e resistência para diferentes tipos de estresse e de adaptação aos variados ambientes e manejos locais (MACHADO, 2008).

A manutenção e a difusão das CLTCs de milho é uma prática consagrada em algumas comunidades de agricultores familiares no RS (PELWING et al., 2008), desconhecendo-se experiências de uma classificação científica da natureza das cultivares, se locais, tradicionais ou crioulas. A denominação predominantemente utilizada é cultivares crioulas ou, simplesmente, milho crioulo.

Inobstante, famílias de agricultores cultivam as CLTCs para alimento e, também, para a troca de sementes com outros agricultores de sua comunidade. Essas cultivares são importantes para a sobrevivência dos pequenos agricultores, para a segurança alimentar de suas famílias, para a manutenção da história, da cultura e dos costumes das comunidades locais, além de conservar um valioso germoplasma, patrimônio genético da humanidade, e uma reserva de variabilidade genética não encontrada nas cultivares melhoradas, tampouco nos bancos de germoplasma de milho privados ou públicos.

Essas cultivares são conservadas em propriedades de agricultores, constituindo o que é reconhecido como Bancos Familiares de Sementes (BFS). Essa

modalidade de conservação de germoplasma é classificada como *in situ on farm*, na qual a seleção natural atua por meio de pressões de natureza biótica e abiótica, e a fecundação cruzada entre parcelas adjacentes são processos evolucionários frequentes. Igualmente, as repetidas seleções de sementes em um dado ambiente contribuem para a adaptação local dessas populações de milho (NASS et al., 1993).

Para que as CLTCs sejam efetivamente usadas em programas de melhoramento genético, é necessário um conhecimento detalhado de suas características morfoagronômicas e de sua diversidade genética (CUNHA, 2010). No caso do milho, em particular, existia uma estimativa de que nos anos 80 apenas 2% do germoplasma existente no mundo foram ou estavam sendo usados pela pesquisa (AMÉRICA, 1986). No Brasil, há relatos de que a utilização regular do germoplasma de milho pelos melhoristas, foi de, aproximadamente, 14% (NASS et al., 1993). A baixa utilização das fontes de germoplasma no Brasil se deve à falta de adaptação dos genótipos (MIRANDA FILHO, 1992), bem como, à reduzida disponibilidade de estudos relacionados à caracterização agrônômica do germoplasma (NASS et al., 1993)

Estudos que contemplam a caracterização morfoagronômica de cultivares crioulas são escassos ou muito restritos a determinadas espécies, o que impede que estes materiais sejam estudados ou que os estudos existentes sejam questionados, uma vez que estas cultivares, pelo fato de serem adaptadas e melhoradas localmente, tem desempenho e desenvolvimento diferenciado de acordo com o ambiente. Desta maneira, trabalhos com esse propósito devem ser realizados em regiões onde estas espécies estejam adaptadas, possibilitando a caracterização e a avaliação de suas características fenotípicas.

Face ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de 15 cultivares crioulas conservadas em Bancos Familiares de Sementes em Ibarama - RS, bem como, estimar parâmetros genéticos em progênies de meios irmãos oriundas de um campo de recombinação entre três cultivares crioulas de milho.

## 2.REVISÃO DE LITERATURA

### O milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea da família *Poaceae* pertencente à tribo *Maydeae*, é anual, monóica e alógama, é considerada a principal planta das Américas, domesticada a partir do teosinto (*Zea mays* spp. Mexicana), que é uma gramínea nativa, anual e perene, encontrada no México, na Guatemala e em Honduras (ELIAS et al., 2010).

No Brasil, é um dos cereais mais cultivados, fazendo com que o país seja o terceiro maior produtor mundial da cultura. A maior parte da área plantada está na Região Sul do país, que responde por cerca de 95% da produção (CONAB, 2009), principalmente devido a sua adaptabilidade a diversos ambientes e inúmeras opções de uso, como alimentação humana e animal, na indústria e, até mesmo, na produção de etanol (MUNDSTOCK, 2006).

O grão de milho é um fruto, denominado cariopse, geralmente de coloração amarela ou branca no germoplasma melhorado, podendo ter colorações variando do preto ao vermelho, especialmente nas cultivares crioulas. A cariopse é formada por quatro estruturas físicas básicas: endosperma, gérmen, pericarpo e ponta. Destas estruturas, o endosperma é a principal fonte de amido e representa 83% da massa seca do grão, o gérmen concentra, basicamente, todos os lipídeos, minerais, açúcares, e proteínas, representando 11% da massa seca do grão, enquanto o pericarpo e a ponta possuem uma representação menor em relação à massa seca do grão, com funções de proteger a sua estrutura da umidade e de pragas, além de fazer a conexão do grão ao sabugo, respectivamente (PAES, 2006).

O milho é considerado um alimento energético, pois é formado na maior parte por amido, o qual é composto de diferentes polímeros de glicose, amilose e amilopectina. Em segundo lugar, na composição do grão de milho, está a proteína, sendo predominante a zeína, que é considerada de baixo valor biológico, em função de não possuir todos os aminoácidos essenciais em sua composição. Além destes constituintes, são observados alguns ácidos graxos, como ácido oleico e linoleico,

ambos insaturados, e minerais, como fósforo, potássio e magnésio (MUNDSTOCK, 2006).

### **Cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs) e sua conservação *in situ* on farm**

O milho é a espécie com mais estudos relacionados à genética, fazendo com que a origem de muitos de seus caracteres seja conhecida, bem como, do seu genoma. A importância econômica e suas peculiaridades biológicas, tais como: estrutura genética, número de cromossomos, tipo de fecundação predominante, facilidade que oferece para a realização de polinizações dirigidas (autofecundações e fecundações cruzadas) e possibilidade de gerar diferentes tipos de progênes, contribuíram para tornar este cereal um modelo para as espécies alógamas (NASS; PATERNIANI, 2000). Pelo fato do germoplasma do milho apresentar uma ampla variabilidade genética, pode ser dividido em dois grupos: um primeiro, formado pelas CLTCs, conservadas pelos agricultores, e um segundo, constituído pelas cultivares modernas, desenvolvidas por meio do melhoramento genético convencional.

Uma cultivar é considerada tradicional quando vem sendo manejada em um mesmo ecossistema por pelo menos três gerações familiares, sendo, neste período, incorporados valores históricos que passam a fazer parte das tradições locais. Esse processo não representa uma hereditariedade direta por via familiar, podendo ser transmitida na comunidade (dentro de um processo coletivo).

As cultivares tradicionais antigas, por sua vez, são aquelas selecionadas por um período mais longo, abrangendo mais de 10 gerações familiares. Populações que estão sob um contínuo manejo pelos agricultores, a partir de ciclos dinâmicos de cultivo e seleção dentro de ambientes agroecológicos e socioeconômicos específicos constituem as cultivares locais, sendo necessários, pelo menos, cinco ciclos de cultivo para que uma variedade torne-se local. Já o termo cultivares crioulas é utilizado, principalmente, em países de língua espanhola para designar variedades tradicionais, mas pode ser adotado para as locais em determinadas situações, como para aquelas cultivares introduzidas em comunidades há menos de 20 anos. Por fim, as cultivares modernas são aquelas que têm sido melhoradas ou selecionadas utilizando-se métodos considerados científicos, para produzir

características como alta produção, baixa estatura, resposta aos fertilizantes, entre outras (MACHADO et al., 2008).

O primeiro grupo, CLTCs, agrega cultivares conhecidas na língua inglesa como *landraces*; essas cultivares são a base da agricultura familiar e da indígena e constituem uma importante fonte genética de tolerância e de resistência aos diferentes tipos de estresse, bióticos e abióticos, e de adaptação aos variados ambientes e manejos locais. Essas cultivares são altamente adaptadas aos locais onde são conservadas e manejadas e fazem parte da autonomia familiar, constituindo um fator preponderante para a segurança alimentar dos povos (MACHADO et al., 2008).

Adicionalmente, as CLTCs são materiais importantes para o melhoramento genético pelo elevado potencial de adaptação que apresentam para condições ambientais específicas (PATERNIANI et al., 2000). Essa variabilidade genética amplia o campo de estudo de genótipos que podem ser utilizados em programas de melhoramento genético, sendo que a escolha do germoplasma implica no sucesso de seleção das características de interesse. De maneira geral, essas populações são consideradas menos produtivas que as cultivares melhoradas.

No caso do milho, em particular, existia uma estimativa nos anos 80 de que apenas 2% do germoplasma existente no mundo foram ou estavam sendo usados pela pesquisa (AMÉRICA, 1986). No Brasil, há relatos de que a utilização regular do germoplasma de milho pelos melhoristas, foi de, aproximadamente, 14% (NASS et al., 1993). A baixa utilização das fontes de germoplasma no Brasil se deve à falta de adaptação dos genótipos (MIRANDA FILHO, 1992), bem como, à reduzida disponibilidade de estudos relacionados à caracterização agrônômica desse germoplasma (NASS et al., 1993).

Considerado o exposto, observa-se uma crescente demanda por conhecimentos mais detalhados e abrangentes sobre o germoplasma do milho pelos fitomelhoradores. Esse interesse decorre do fato de que as coleções genéticas do milho, em especial, são constituídas por uma ampla variabilidade genética, podendo apresentar genes de interesse, principalmente de resistência a estresses bióticos e abióticos, haja vista o alto poder de adaptação desse germoplasma (ARAUJO e NASS, 2002).

As cultivares crioulas utilizadas s neste estudo são representativas de um elenco de mais de 30 materiais genéticos de milho conservados em Bancos

Famílias de Sementes Crioulas, instalados nas propriedades de agricultores ligados a Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas de Ibarama (ASCI), município localizado na região Centro Serra do Estado do Rio Grande do Sul (BARCHET et al., 2007). Essas cultivares vem sendo conservadas pelos Guardiões na modalidade *in situ on farm*, a qual se caracteriza pela atuação da seleção natural por meio de pressões de natureza biótica e abiótica, em que a fecundação cruzada entre parcelas adjacentes são processos evolucionários frequentes. Igualmente, as repetidas seleções de sementes em um dado ambiente contribuem para a adaptação local dessas populações de milho (JARVIS et al., 2000). Em síntese, nesse tipo de conservação de germoplasma, os agricultores mediam a evolução das cultivares crioulas por comercializar e misturar lotes de sementes, por impor pressões de seleção às populações por meio de práticas de manejo e por escolher sementes com caracteres desejáveis de espiga e de grão.

Entretanto, a conservação *on farm*, um subconjunto da conservação *in situ*, apresenta algumas desvantagens, como a ausência de caracterização, o que dificulta seu emprego pelo melhoramento e o menor controle desse germoplasma pela falta de infraestrutura. Além disso, deve-se considerar que a atuação dos fatores que permitem a conservação dinâmica do germoplasma simultaneamente podem ameaçar a segurança das cultivares crioulas. A erosão genética pode, ainda, ocorrer em virtude de circunstâncias imprevistas, como guerras e desastres naturais (enchentes, secas prolongadas e incêndios), e mudanças sociais ou econômicas, que podem promover ou impedir a conservação *in situ* ao longo do tempo. Deve-se considerar, adicionalmente, que os agricultores mantêm suas cultivares crioulas somente enquanto estas preenchem suas demandas privadas (JARVIS et al., 2000).

### **Interação genótipo\* ambiente**

O valor fenotípico de um indivíduo é composto, a princípio, por dois componentes: pela sua constituição genética ou genótipo, ao qual deve ser somado um segundo constituinte que é o ambiente onde o indivíduo está se desenvolvendo, representando uma contribuição específica (CHAVES, 2001). Muitas vezes, um terceiro componente, denominado interação genótipo\* ambiente, pode efetuar contribuições ao fenótipo. A interação genótipos e ambientes ocorre quando os

genótipos se comportam diferentemente em relação à variação do ambiente durante o seu desenvolvimento (SANTOS, 2009), ou seja, em determinado ambiente, o valor fenotípico de um indivíduo é o resultado da ação do seu genótipo, o qual é influenciado, diferenciadamente de outros, pelo meio em que está inserido (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Essa interação acontece naturalmente e resulta de fatores fisiológicos e bioquímicos intrínsecos a cada genótipo que está sendo cultivado e pode ocorrer em consequência de: a um fator simples, devido à diferença de variabilidade entre os genótipos no ambiente; ou, a um fator complexo, que resulta da falta de correlação entre os genótipos (CRUZ e REGAZZI, 1997). A resposta dos genótipos em relação à variação dos ambientes pode ser: previsível, devido aos fatores permanentes do ambiente como solo, clima, comprimento do dia e ao manejo realizado nas práticas de plantio, tais como: densidade, preparo do solo, colheita; e, imprevisível, em relação às variáveis do ambiente, tais como: quantidade e distribuição de chuvas, oscilações de temperatura e ocorrência de pragas e doenças (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A detecção da existência de interação genótipos e ambientes somente é possível quando o genótipo é cultivado em ambientes diferentes, por meio de ensaios adequadamente planejados, obedecendo aos princípios de casualização e repetição. Como resultados da experimentação em ambiente diferentes, podem ocorrer três situações: ausência de interação, interação simples ou quantitativa e interação complexa ou qualitativa (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Quando não ocorre interação, o genótipo apresenta desempenho superior nos diversos ambientes avaliados, podendo ser recomendado seu cultivo em todos eles. No caso de ocorrer diferenças no desempenho do genótipo quando comparado a outros nos diversos ambientes, mas em se mantendo sua superioridade, é evidenciada a existência de interação genótipos e ambientes de natureza simples ou quantitativa (PAULA, 2009). Nessa circunstância, esse mesmo genótipo continuará a ser recomendado para todos os ambientes avaliados. Entretanto, quando é manifestada uma inversão no desempenho dos genótipos nos diferentes ambientes avaliados, com um genótipo aparentando superioridade em um deles, mas não em outro, é detectada a ocorrência de interação do tipo complexa ou qualitativa, a qual terá implicações na recomendação de cultivares (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992) e, também, no planejamento dos programas de melhoramento, os quais deverão ser regionalizados.



Quando é detectada interação entre genótipos e ambientes não é suficiente realizar apenas uma análise dessa interação, uma vez que não fornece informações precisas do comportamento de cada genótipo em relação às variações ambientais. É necessário utilizar metodologias que identifiquem genótipos adaptados e estáveis a ambientes específicos (DIAS et al., 2009), posto que, quanto maior a diversidade genética entre os genótipos e entre os ambientes, maior será a importância da interação genótipos e ambientes (BORÉM, 2005). Análises com a finalidade de avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica dos genótipos que apresentam esse tipo de interação são geralmente utilizadas, complementando as análises de variância individual e conjunta (GUIMARAES, 2013).

### **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica**

Estudos que contemplem as interações genótipos e ambientes (G\*A) não fornecem informações suficientes a respeito do comportamento de cada genótipo em relação às variações do ambiente (NETO, 2009). Com essa finalidade, são usadas análises de adaptabilidade e estabilidade, as quais possibilitam identificar cultivares com comportamento previsível e que respondam às variações ambientais em condições específicas ou amplas (CRUZ, 2004).

A adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos de aproveitarem, vantajosamente, o estímulo do ambiente enquanto a estabilidade, por sua vez, diz respeito à capacidade de os genótipos mostrarem comportamentos altamente previsíveis em razão do estímulo fornecido pelo ambiente (CRUZ e REGAZZI, 1997).

As metodologias para estas análises consistem em avaliações de um grupo de genótipos submetidos a diferentes ambientes e complementam as análises de variância individual e conjunta (LAVORANTI, 2003). Algumas dessas análises permitem, também, dividir os efeitos da interação G\*A em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação total (ROCHA, 2002).

Existem vários métodos para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos, a maioria utiliza técnicas de regressão, medindo a variação da produtividade ou qualquer outro caráter quantitativo em relação a um índice ambiental e a diferenciação entre os métodos está no modelo de regressão utilizado, na forma de interpretação dos parâmetros do modelo e a maneira de se determinar

o índice ambiental (CHAVES, 2001). Dados experimentais relacionados, principalmente, com o número de ambientes, informação e precisão que se deseja, devem ser considerados na escolha do método a ser adotado, bem como, a natureza do método, que pode ser classificada como alternativa ou complementar (CRUZ et al., 2004; GUIMARÃES, 2013). Quando os métodos fornecem as mesmas informações para fins de indicação de cultivares, ou seja, quando o grau de concordância em relação aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade for alto, deve-se considerar, adicionalmente, a facilidade na execução e interpretação dos resultados (PAULA, 2009).

Dentre os métodos propostos para estas avaliações destacam-se os baseados na regressão linear simples (EBERHART e RUSSEL, 1966; PERKINS e JINKS, 1968) e múltipla (SILVA e BARRETO, 1986; CRUZ et al., 1989; STORCK e VENCOVSKY, 1994); variância da interação G\*A (SHUCKLA, 1972; MARGARI e KANG, 1997), modelos não lineares (CHAVES et al., 1989; SILVA, 1998; ROSSE e VENCOVSKY, 2000) e regressão quadrática (BRASIL e CHAVES, 1994). A diferença entre estes métodos, portanto, tem origem nos procedimentos biométricos e nos próprios conceitos de adaptabilidade e estabilidade (NETO, 2009).

Dentre essas metodologias, conforme Cargnelutti Filho et al. (2009), algumas produzem os mesmos resultados no que diz respeito à indicação de cultivares, tornando desnecessário seu uso concomitante. Em outro estudo, Cargnelutti Filho et al. (2007) relataram, ao estudar vários métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade, que é preferível usar aquele desenvolvido por Eberhart e Russel (1966), por considerar, ao mesmo tempo, a produtividade, a estabilidade e a adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, favoráveis e gerais.

O método proposto por Eberhart e Russel (1966) é baseado em análise de regressão linear simples, sendo que, para cada genótipo, é realizada uma análise de regressão, utilizando-se o índice ambiental como variável independente e a produtividade de grãos como variável dependente.

### **Parâmetros genéticos**

O termo parâmetro é utilizado para designar as constantes características de uma população e, em programas de melhoramento, os parâmetros de interesse podem ser de natureza genética e não genética. A estimação dos parâmetros

genéticos é necessária para obter informações sobre a natureza da ação dos genes envolvidos na herança e variação dos caracteres sob investigação e estabelecer a base para a escolha dos métodos de melhoramento aplicáveis à população em estudo (MORAIS et al., 1997). A variabilidade fenotípica, em particular, é obtida por meio de estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ), de coeficientes de variação - genotípico e ambiental, de variâncias genotípicas e fenotípicas, correlações, entre outros parâmetros, os quais demonstram a natureza do material genético e a ação do ambiente na expressão das características (ROSSMANN, 2001). A herdabilidade, por sua vez, expressa o grau de semelhança entre parentes e a confiança que se pode depositar no valor fenotípico como um guia para o valor genético (FALCONER, 1987), ou seja, quantifica o quanto das variações fenotípicas é decorrente do componente aditivo entre indivíduos, entre progênies ou entre indivíduos dentro de progênies (KIST, 2006).

É possível obterem-se estimativas de três tipos de herdabilidade: no sentido amplo ( $h^2a$ ), definida pela razão entre a variância genotípica e a variância fenotípica; no sentido restrito ( $h^2r$ ), pela razão entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica e, ainda, pela regressão pai-filho (SILVEIRA, 2007). A  $h^2a$  é estimada quando a progênie recebe integralmente a variância genética dos parentais, sendo empregada em autógamias e plantas de propagação vegetativa; e, o  $h^2r$ , ao destacar a variância genética aditiva (que pode ser transmitida para a próxima geração) da variância fenotípica, é importante para espécies alógamas, como o milho, ou, ainda, quando há variabilidade genética nas progênies em estudo (BORÉM, 2005).

O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido restrito como no sentido amplo, pode variar de zero a um. No caso de  $h^2 = 1$ , as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas, exclusivamente, por diferenças genéticas, enquanto se  $h^2 = 0$ , a variabilidade do caráter em questão não tem origem genética. Neste caso não existe correlação alguma entre valor genético e valor fenotípico da unidade de seleção (ALLARD, 1971). Valores de herdabilidade maiores que 0,5 são considerados altos, valores entre 0,2 e 0,5 são moderados e menores que 0,2 são baixos (STANSFIELD, 1974).

### **Correlações entre caracteres**

O estudo da natureza e magnitude das relações que existem entre dois ou mais caracteres é importante em programas de melhoramento, pois geralmente o material genético é melhorado para um conjunto de características ao mesmo tempo (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Essa relação ou associação entre características pode ser avaliada por meio de correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais (FALCONER, 1987). As correlações permitem, por meio de associações, quantificar a possibilidade de ganhos indiretos por seleção em caracteres correlacionados (RODRIGUES et al., 2011), ou seja, mede a intensidade de associação entre duas variáveis. O conhecimento da associação entre caracteres torna-se especialmente importante quando a seleção em um dos caracteres apresenta dificuldade, por ser de baixa herdabilidade ou, ainda, de difícil/tardia avaliação ou identificação (SOUZA, 2005).

A correlação fenotípica é estimada a partir de medidas fenotípicas, sendo resultante, assim, de causas genéticas e ambientais. Mede o grau de associação de dois caracteres oriundos de efeitos genéticos e ambientais em determinado número de indivíduos da população (RUFINO, 2008). Apenas a correlação genotípica, correspondente à fração genética da correlação fenotípica, é usada como guia em programas de melhoramento (COSTA, 2012), pois é a única de natureza herdável, tendo sua causa relacionada ao efeito pleiotrópico (quando um gene afeta duas ou mais características) e à ligação entre genes (CRUZ e REGAZZI, 1997). Assim, se dois caracteres apresentam correlação genética significativa é possível obter ganhos para um deles por meio da seleção indireta (COSTA, 2012), uma vez que os valores genéticos dessas características podem estar correlacionados.

A correlação ambiental ocorre quando duas características são influenciadas pelas mesmas variações ambientais. Quando são negativas indicam que o ambiente beneficia uma característica em detrimento de outra; quando positivas, ambas são beneficiadas ou prejudicadas pelas variações ambientais (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Entretanto, a informação da existência de correlação significativa entre caracteres não é suficiente, sendo necessário conhecer a magnitude dos coeficientes e o sentido de suas correlações, sejam elas positivas ou negativas. Os coeficientes de correlação podem variar de -1 a 1 e o valor absoluto é que determina maior ou menor correlação (CRUZ e REGAZZI, 1997).

### **3.CAPÍTULO I**

#### **ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA EM CULTIVARES CRIOULAS DE MILHO**

##### **3.1 OBJETIVO**

Este estudo teve como objetivo avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de 15 cultivares crioulas conservadas em Bancos Familiares de Sementes em Ibarama – RS.

##### **3.2 METODOLOGIA**

Os experimentos foram conduzidos em três locais, no município de Ibarama, Rio Grande do Sul (29°25'10" S, 53°08'05" W, altitude 317m), em duas safras consecutivas, em delineamento blocos ao acaso, totalizando seis ambientes (AMB) , com 15 CLTCs (Amarelão, Bico de Ouro, Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Cinquentinha, Colorido, Cunha, Ferro, Lombo Baio, Mato Grosso, Oito Carreiras Amarelo, Palha Roxa, Pintado e Sertanejo) e uma testemunha, o híbrido simples ('BRS 1002'), em três repetições de 50 plantas. As parcelas consistiram de duas linhas de 5m de comprimento, com espaçamento de 0,90m entre linhas e cinco plantas por metro linear. Na bordadura das parcelas, foram instaladas três fileiras de plantas da cultivar Brancão. Para a identificação das parcelas usaram-se estacas de madeira identificadas com números atribuídos a cada cultivar. As sementes das cultivares avaliadas foram adquiridas diretamente dos Bancos Familiares de Sementes dos agricultores ligados a Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas de Ibarama, RS, e, do híbrido BRS 1002, foram usadas as sementes doadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Clima Temperado, localizada em Pelotas, RS.

Anteriormente ao plantio, foram coletadas amostras de solo nas áreas onde seriam implantados os experimentos. As coletas das amostras de solo para análise, bem como, as necessidades de adubação e calagem seguiram as orientações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS, 2004).

Para a semeadura, utilizaram-se máquinas manuais normalmente empregadas no plantio de mudas de tabaco, pelos agricultores familiares, sendo colocadas duas sementes em cada ponto de semeadura. Após o plantio, foi realizado o desbaste e, quando necessário, o replantio para atingir a população de plantas (55.555 mil) planejada para os ambientes. Tanto o desbaste como o replantio foram realizados manualmente (Figura 1).



Figura 1- A: plantio das sementes; B: desbaste das plantas; C: plântulas de milho em que foi realizado o desbaste.

No estágio vegetativo  $V_3$  (três folhas completamente desenvolvidas), foi realizada a primeira aplicação de nitrogênio,  $133 \text{ kg ha}^{-1}$ , à lanço, na forma de ureia (45% de N) e a segunda aplicação foi efetuada no estágio  $V_6$  (seis folhas completamente desenvolvidas), em todos os ambientes. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual, 30 dias após a emergência (Figura 2).

Para o controle preventivo de lagartas (*Spodoptera frugiperda*), foi aplicado óleo de Neem a 1%, cujo principal composto é a Azadiractina, pertencente à classe dos limonóides. Nesse momento foram distribuídas, também, vespas (*Trichogramma* spp.) para controle biológico de lagartas. Em um dos ambientes foi aplicado, via pulverização costal, o inseticida Decis® (Deltametrina), em virtude da ineficiência do controle descrito anteriormente.

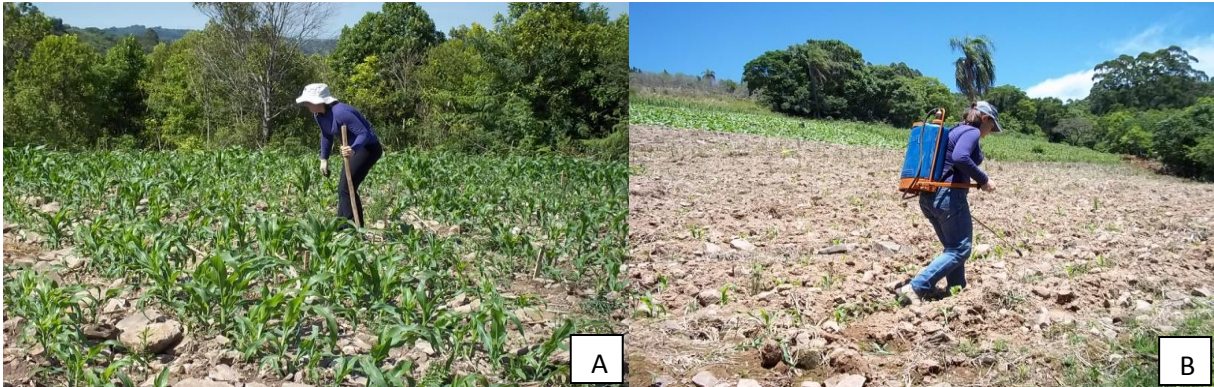


Figura 3- A: controle de plantas daninhas por meio de capina manual; B: aplicação de óleo de Neem em um dos ambientes, em novembro de 2011 em Ibarama-RS.

A produtividade de grãos (em  $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi calculada pela média das três repetições de 50 plantas. Inicialmente, realizou-se análise de variância individual para cada local, considerando as variâncias dos erros experimentais homogêneas e, depois, análise de variância conjunta, considerando-se fixo o efeito da cultivar e aleatório, o de ambiente. Quando houve efeito da cultivar significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro. Após a análise conjunta dos dados, com interação significativa entre genótipo e ambiente, foram estimadas a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica pelo método proposto por Eberhart e Russell (1966), uma vez que esse é um dos métodos de mais fácil execução e interpretação. As análises foram efetuadas pelo Programa Genes (CRUZ, 1997).

As estimativas do coeficiente de regressão linear ( $\beta_{1i}$ ) e da média geral da produtividade de grãos ( $\beta_{0i}$ ) foram os parâmetros utilizados para determinar a adaptabilidade ou a resposta linear aos ambientes. A variância dos desvios da regressão ( $\sigma_{di}^2$ ) foi utilizada para determinar a estabilidade dos genótipos.

O modelo de regressão linear é dado por:  $Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}l_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$ , em que:

$Y_{ij}$ : média do genótipo  $i$  no ambiente  $j$ ;

$\beta_{0i}$ : média geral do genótipo;

$\beta_{1i}$ : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do  $i$ -ésimo genótipo a variação do ambiente;

$l_j$ : índice ambiental codificado ( $\sum l_j = 0$ );

$\delta_{ij}$ : desvio da regressão;

$\epsilon_{ij}$ : erro experimental médio.



As estimativas de Ij indicam a qualidade dos ambientes avaliados e permitem a classificação dos mesmos. Valores positivos de Ij indicam ambientes favoráveis e valores negativos de Ij, ambientes desfavoráveis.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância individual demonstrou ter havido efeito significativo de genótipo para a produtividade, em nível de 5% de probabilidade, de erro, nos AMB 1 e 4 (Tabela 1), não ocorrendo diferenças significativas entre os genótipos nos outros quatro ambientes avaliados. Essas diferenças significativas devem-se, principalmente, às condições climáticas desfavoráveis, caracterizadas, em especial, pela ausência de chuvas no período de desenvolvimento e reprodução da cultura, observadas no ano 2010/2011 (CONAB, 2011), em comparação às condições favoráveis observadas no ano seguinte. Parte desses resultados diferenciados pode ser atribuído, igualmente, às sementes utilizadas nos experimentos, que foram adquiridas de diferentes agricultores familiares, os quais, muitas vezes, enfrentam dificuldades no seu armazenamento, efetuado em condições não controladas de ambiente, o que pode implicar em prejuízos na qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

Tabela 1-Análise de variância individual para produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares locais, tradicionais ou crioulas de milho e testemunha melhorada nos seis ambientes (AMBs), nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em Ibarama, RS.

FV	GL	QM nos ambientes					
		AMB1	AMB2	AMB3	AMB4	AMB5	AMB6
Blocos	2	8398,46	158826,66	298462,31	1555608,96	172033,38	371230,7
Genótipos	15	1597124,82**	818363,40	921577,32	2689648,77**	378088,23	1393216,24
Resíduo	30	217048,59	660708,34	747999,99	683144,35	287135,23	893851,29
Total	47						
Média		1148,22	1307,65	2974,28	4227,18	1231,37	2940,73
CV		39,84	62,16	29,08	19,55	43,52	32,13

\*\* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste f.



A produtividade média dos grãos (em  $\text{kg ha}^{-1}$ , Tabela 2) variou de 543,70 a 6017,23  $\text{kg ha}^{-1}$ , as quais foram obtidas pelas cultivares Palha Roxa no AMB 1 na safra 2010/2011 e 'BRS 1002' no AMB 4 na safra 2011/2012, respectivamente (Tabela 2). Para fins de comparação, em levantamento realizado pela Conab (2011), a estimativa de produtividade média no Brasil prevista para safra 2011/2012 foi de 4.391  $\text{kg ha}^{-1}$ , valor 3,3% menor do que o observado na safra anterior (2010/2011) que foi de 4.538  $\text{kg ha}^{-1}$ . Esses resultados demonstram que, tanto os ambientes como as cultivares estudadas responderam de maneira diferente. Em relação ao agrupamento das médias, observou-se apenas nos AMBs 1 e 4, diferenças significativas entre as cultivares, formando-se, em ambas, dois grupos. No AMB 1, destacou-se apenas 'BRS 1002' como de maior produtividade enquanto, no AMB 4, além do híbrido simples, sobressaíram-se Brancão, Cunha, Pintado, Sertanejo e Palha Roxa.

Deve-se ressaltar, adicionalmente, que os valores médios de produtividade obtidos resultaram de cultivos realizados em condições geralmente empregadas pelos agricultores familiares no RS, na ausência de correção de fertilidade do solo e de irrigação, ou seja, em condições de baixo aporte tecnológico, indicando que essas cultivares estão adaptadas ao local, haja vista estarem sendo conservadas há um longo período de tempo nos Bancos Familiares de Sementes de Ibarama. Igualmente, esses resultados indicam que, a despeito de serem menos produtivas, as cultivares crioulas de milho, quando comparadas às comerciais, apresentam elevado potencial de produção em condições de cultivo de baixa tecnologia, ratificando as afirmações efetuadas por Carpentiero-Pípolo et al. (2010) e Eicholz et al. (2013).

O coeficiente de variação (CV) é uma estimativa experimental muito utilizada entre pesquisadores, e avalia a precisão do experimento, em relação à média geral dos ensaios. Os valores observados no presente estudo são considerados de magnitude alta para a cultura do milho de acordo com Scapim et al. (1995) e Fritsche-Neto (2012). Porém, a classificação quanto aos níveis de confiabilidade não consideram a variabilidade de CLTCs. Assim, os valores obtidos de CV não tem tabelas de classificação de referência quanto a precisão, e seus valores sofrem influência dos ambientes heterogêneos em que foram executados e, também, que estão sendo avaliadas cultivares crioulas, dotadas de ampla variabilidade genética. Valores semelhantes de CV foram obtidos por Prado et al. (2012), avaliando uma

população de milho de base genética ampla, e por Barros (2007), estimando parâmetros genéticos em cultivares crioulas de milho.

Tabela 2-Produtividade média de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) de cultivares locais, tradicionais ou crioulas e testemunha melhorada de milho nos seis ambientes (AMBs), nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em Ibarama, RS.

Cultivar	Safr/AMB					
	2010/2011			2011/2012		
	1	2	3	4	5	6
Brancão	1158,33 b*	2156,85	2266,18	4733,83 a*	1728,89	3249,40
Cunha	1047,96 b	623,33	2373,70	4984,82 a	555,56	1747,52
Cinquentinha	639,63 b	945,56	2096,25	2170,97 b	1725,74	2598,88
Pintado	1035,56 b	1926,11	3223,38	5475,16 a	1521,85	3219,47
Sertanejo	1136,48 b	898,15	3472,94	5294,70 a	1180,37	3914,99
Oito Carreiras	717,78 b	659,26	3173,49	4368,85 b	1620,74	2934,11
Cateto Amarelo	816,30 b	1893,89	2938,18	3188,50 b	892,41	3108,76
Bico de Ouro	638,89 b	923,70	3035,95	4166,36 b	1076,11	2422,89
Cabo Roxo	1271,11 b	931,67	2631,02	3930,96 b	1417,04	3452,45
Colorido	620,19 b	1175,93	3344,92	3568,27 b	1138,52	2088,18
Amarelão	874,81 b	1437,78	2611,10	4086,68 b	1097,59	2984,42
Mato Grosso	967,78 b	1881,30	3313,89	4276,76 b	1269,81	3036,47
Ferro	1428,15 b	1337,41	2307,84	3381,53 b	1353,52	3477,81
Lombo Baio	1773,15 b	797,78	3838,71	4858,24 a	1684,63	3917,10
Palha Roxa	543,70 b	892,22	2573,38	3791,40 a	1078,15	3579,25
'BRS 1002'	3580,19 a	1900,93	3489,44	6017,23 a	847,04	2634,61
Média geral	1148,22	1307,65	2974,28	4227,18	1231,37	2940,73

\* médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

A partir da análise conjunta da produtividade de grãos, observou-se que houve efeito significativo, em 5% de probabilidade, para genótipos, ambientes e, também, para a interação G\*A (Tabela 3). Os efeitos relativos ao ambiente ocorrem devido às diferentes condições edafoclimáticas de cada unidade experimental na qual foram conduzidos os experimentos, ao ano agrícola e à época de semeadura; os efeitos de genótipo referem-se ao comportamento diferenciado em cada ambiente avaliado. A existência de interação significativa demonstra que os genótipos se

comportaram de maneira diferenciada nos vários ambientes, sendo necessária uma análise adicional para identificar as cultivares crioulas de milho que possuem menor oscilação nos ambientes estudados. Também indica que é possível efetuar seleção de genótipos superiores, haja vista a existência de variabilidade genética.

Tabela 3-Análise de variância conjunta para a produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cultivares locais, tradicionais ou crioulas de milho e testemunha melhorada nos seis ambientes, nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em Ibarama, RS.

Fonte de Variação	GL	QM
Bloco	2	193.503,10
Genótipo (G)	15	2.469.101,35**
Ambiente (A)	5	79.229.699,09**
Interação G*A	75	999.793,21**
Erro	190	572.578,63
Total	287	

\*\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de F.

Face à existência de interação G\*A, é necessária a realização de estudos de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, visando um detalhamento do efeito dessa interação, o que permite analisar a variação ocorrida em cada ambiente e para cada material genético e, eventualmente, possibilita efetuar-se seleção daqueles que apresentaram respostas satisfatórias (MORAIS et al., 2008). Na Tabela 4, estão apresentados os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das 15 CLTCs e da testemunha estudada.

São cultivares de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis aquelas que apresentam coeficiente de regressão linear superior a um ( $\beta_{ij} > 1$ ), e, em ambientes desfavoráveis, àquelas que apresentam coeficiente inferior a um ( $\beta_{ij} < 1$ ), sendo consideradas rústicas, por apresentarem produtividade constante, mesmo em condições de estresse. Seguindo-se esse parâmetro, duas cultivares se destacaram: Sertanejo, para ambientes favoráveis e Cinquentinha, para ambientes desfavoráveis, a qual apresentou, também, menor produtividade média de grãos ( $1696,17 \text{ kg.ha}^{-1}$ ). As demais cultivares podem ser consideradas de adaptação ampla aos ambientes onde foram avaliadas, pois o coeficiente de regressão ( $\beta_{ij}$ ) foi semelhante à unidade,

indicando comportamento diferenciado de maneira regular conforme as mudanças na qualidade do ambiente.

A estabilidade, por sua vez, é avaliada pelos desvios da regressão ( $S^2_{di}$ ), que indicam a estabilidade fenotípica dos genótipos. Um genótipo é considerado de comportamento de alta previsibilidade e estabilidade, quando as variâncias dos desvios da regressão não diferem significativamente de zero ( $S^2_{di} = 0$ ), e de baixa previsibilidade e estabilidade quando as variâncias diferem de zero ( $S^2_{di} \neq 0$ ). Conforme a Tabela 4, todas as cultivares crioulas apresentaram alta estabilidade e previsibilidade de produção, em decorrência do fato de suas características apresentarem base genética ampla, ou seja, seu comportamento ser expresso por vários genes. Apenas a testemunha, 'BRS 1002' demonstrou baixa estabilidade e previsibilidade, provavelmente como consequência de que os ambientes em que foram realizados os ensaios são inadequados ao seu cultivo.

Segundo Eberhart e Russel (1966), o genótipo ideal é aquele que apresenta alta produtividade de grãos, ampla adaptabilidade (coeficiente de regressão igual à unidade) e estabilidade alta (desvio de regressão igual a zero). A partir dos dados obtidos, nenhuma das cultivares avaliadas pode ser assim considerada, por não apresentar as três características simultaneamente.

Tabela 4-Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de cultivares locais, tradicionais ou crioulas de milho nas safras 2010/2011 e 2011/2012 em seis ambientes em Ibarama, RS.

Genótipo	Média( $\beta_0$ )	$\beta_{ii}$	t ( $\beta_{ii} = 1$ )	Probab. (%)	S <sup>2</sup> d	Probab. (%)	R <sup>2</sup> (%)
Branção	2548,9	0,91	-0,56	58,25 <sup>NS</sup>	159279,44	12,43 <sup>NS</sup>	82,67
Cunha	1888,9	1,23	1,46	14,00 <sup>NS</sup>	268785,90	5,12 <sup>NS</sup>	86,77
Cinquentinha	1696,17	0,46	-3,50	0,07 <sup>**</sup>	103832,63	19,16 <sup>NS</sup>	58,95
Pintado	2733,97	1,24	1,56	11,45 <sup>NS</sup>	-41010,50	100,00 <sup>NS</sup>	95,36
Sertanejo	2649,60	1,43	2,80	0,55 <sup>**</sup>	-120469,18	100,00 <sup>NS</sup>	98,30
Oito Carreiras	2245,70	1,14	0,91	63,21 <sup>NS</sup>	-32429,14	100,00 <sup>NS</sup>	94,24
Cateto Amarelo	2139,67	0,78	-1,41	15,60 <sup>NS</sup>	91082,99	21,10 <sup>NS</sup>	81,27
Bico de Ouro	2043,98	1,09	0,59	56,24 <sup>NS</sup>	-134080,19	100,00 <sup>NS</sup>	97,64
Cabo Roxo	2272,37	0,94	-0,35	72,35 <sup>NS</sup>	-34876,73	100,00 <sup>NS</sup>	91,95
Colorido	1989,33	0,91	-0,57	57,05 <sup>NS</sup>	43485,15	30,06 <sup>NS</sup>	87,61
Amarelão	2182,06	0,98	-0,12	89,62 <sup>NS</sup>	-149451,88	100,00 <sup>NS</sup>	97,85
Mato Grosso	2457,67	0,99	-0,01	98,37 <sup>NS</sup>	-104349,93	100,00 <sup>NS</sup>	95,80
Ferro	2214,38	0,72	-1,78	7,22 <sup>NS</sup>	28660,72	33,45 <sup>NS</sup>	82,69
Lombo Baio	2811,60	1,21	1,38	16,56 <sup>NS</sup>	70550,46	24,64 <sup>NS</sup>	91,84
Palha Roxa	2076,35	1,07	0,46	64,70 <sup>NS</sup>	49362,01	28,81 <sup>NS</sup>	90,53
BRS 1002	3078,24	1,07	0,48	63,54 <sup>NS</sup>	1394293,79	0,00 <sup>**</sup>	59,38

$\beta_0$  média geral do genótipo.  $\beta_{ii}$  coeficiente de regressão linear. S<sup>2</sup>d variância dos desvios de regressão. \*\*- Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t; <sup>NS</sup>- não significativo

### 3.4 CONCLUSÕES

As cultivares crioulas estudadas apresentam interação genótipo e ambiente significativa, revelando desempenho diferenciado nos vários ambientes analisados.

A reserva de variabilidade genética para produtividade de grãos, existente no elenco de cultivares crioulas estudadas, indica a possibilidade de seleção de genótipos superiores.

As 15 cultivares locais, tradicionais ou crioulas avaliadas apresentam ampla adaptabilidade, estabilidade e previsibilidade de produção, atingindo médias de produção muito próximas às médias nacionais de cultivares melhoradas de milho.

Apenas duas cultivares locais, tradicionais ou crioulas apresentam adaptabilidade específica, Sertanejo para ambiente favorável e Cinquentinha para ambiente desfavorável.

A cultivar melhorada 'BRS 1002', usada como testemunha nos ensaios, apresenta baixa estabilidade fenotípica nos ambientes avaliados.

## 4 CAPÍTULO II

### ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS DE MILHO CRIOULO

#### 4.1 OBJETIVO

Esse estudo teve como objetivo estimar parâmetros genéticos em progênies de meios irmãos oriundas de um campo de recombinação entre três cultivares crioulas de milho.

#### 4.2 METODOLOGIA

A população foi originária de cruzamentos ao acaso, em um campo isolado, na safra 2011/2012, entre três cultivares crioulas de milho (Amarelão, Oito Carreiras Amarelo e Lombo Baio), conservadas pelos Guardiões de Sementes de Ibarama (Figura 3). Essas cultivares foram escolhidas com base na adequada reserva de variabilidade fenotípica apontada na caracterização morfoagronômica das CLTCs de Ibarama, efetuada anteriormente (dados não apresentados) e, também, pela complementaridade de características que se pretendem combinar (redução na altura de plantas e endosperma amarelo).



Figura 2- Amostras de espigas das três cultivares crioulas de milho selecionadas para recombinação visando à obtenção de uma população de progênies de meios irmãos. (Fonte: Giovane Vielmo)

Sementes das três cultivares foram plantadas em linhas alternadas em um campo isolado espacialmente de outras lavouras de milho, totalizando 27 fileiras, com espaçamento de 0,9m entre fileiras e 0,5m entre plantas. No campo de recombinação não foram efetuadas fertilizações e tampouco foi empregada irrigação, procurando-se privilegiar genótipos adaptados a estresses abióticos. Para o controle de plantas daninhas foi efetuada capina manual aos 40 dias após a emergência.

Na colheita, em 2012, foram selecionadas 100 progênies de meios-irmãos maternos da população de milho-base que foram avaliadas nas safras 2010/11 e 2011/12. Os critérios de seleção das progênies incluíram: vigor, altura de plantas reduzida, sanidade, prolificidade de espigas, reduzido acamamento e rendimento de



grãos dos respectivos genitores de semente (Figura B C)

Figura 3- A: campo de recombinação; B: seleção das progênies; C: colheita das progênies de meios irmãos na safra 2011/2012 em Ibarama- RS.

As 100 progênies de meios-irmãos foram avaliadas na safra 2012/2013, juntamente com testemunhas. A parcela foi constituída de uma fileira de 5m de comprimento, espaçada 0,9 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, no delineamento experimental blocos ao acaso, com três repetições. Para a semeadura, utilizaram-se máquinas manuais normalmente empregadas no plantio de mudas de fumo, sendo colocadas duas sementes em cada ponto de semeadura (Figura 5). Os experimentos foram conduzidos em três Unidades de Produção Agrícola (UPAs) de agricultores de Ibarama, RS, representativas das condições de clima e solo regional.

Aos 21 dias após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, de modo resultar uma população de 55 555 plantas ha<sup>-1</sup>. Nas UPAs não foram efetuadas adubações de plantio ou de cobertura, nem utilizada irrigação, visando privilegiar genótipos adaptados a estresses abióticos. Nos três locais, foram efetuadas capinas manuais para o controle das plantas daninhas.





Figura 4- A: plantio das sementes das 15 progênies no ambiente 1; B: plantio das sementes das 15 progênies no ambiente 2; C: plantio das sementes das 15 progênies no ambiente 3.

Foram avaliados os seguintes caracteres no estágio vegetativo de grão leitoso: altura de planta (AP, em cm), considerando a medida linear do nível do solo até a inserção da última folha; altura de inserção da primeira espiga (AE, em cm), compreendendo do nível do solo à inserção da primeira espiga e prolificidade (PROL) (número médio de espigas por planta). Para a produtividade de grãos (PRO, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ), foi realizada a debulha manual e posterior pesagem, ajustada ao critério do número de planta por ha e umidade de 13%. Para todos os caracteres foram avaliados cinco plantas por parcela de um total de 15 progênies.

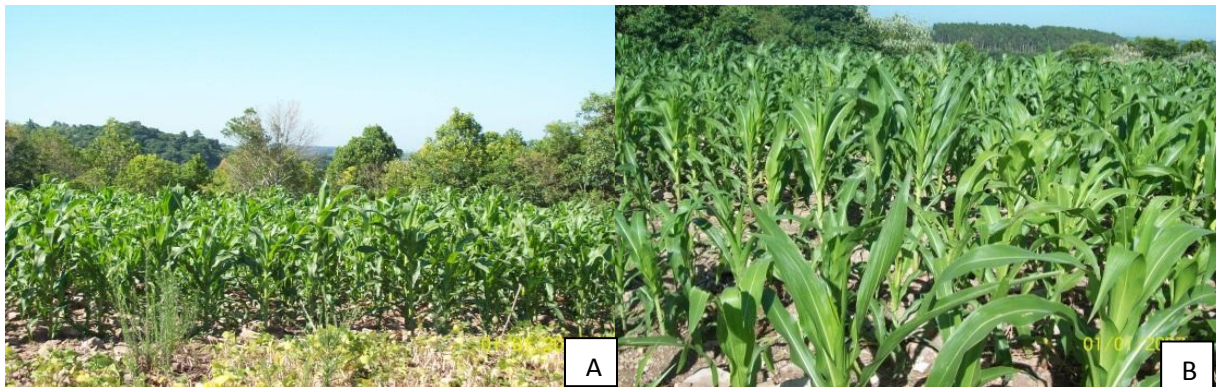


Figura 5-A: aspecto geral das plantas do ambiente 1; B: aspecto geral das plantas de milho no ambiente 2..

Todas as análises estatísticas e genéticas foram feitas utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 1997). Considerou-se o critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais.

Na análise de variância adotou-se o seguinte modelo estatístico (CRUZ et al., 2004):

$$y_{ijkl} = \mu + p_i + r_{j(i)} + b_{k(j)} + a_i + (pa)_{il} + e_{ijkl}$$

Em que:  $y_{ijkl}$  é o valor observado na progênie  $i$ , na repetição  $j$ , no bloco  $k$ ,  $\mu$  é a média geral do experimento,  $p_i$  é o efeito da progênie  $i$  ( $i=1,2,\dots,15$ );  $r_j$  é o efeito da repetição  $j$  ( $j= 1,2$ ) dentro do ambiente  $l$ ;  $b_{k(jl)}$  é efeito do bloco  $k$  ( $k=1,2$ ) dentro da repetição  $j$ , dentro do ambiente  $l$ ;  $a_l$  é o efeito do ambiente  $l$  ( $l=1,2$ );  $(pa)_{il}$  é o efeito da interação progênie ambiente;  $e_{ijkl}$  é o erro associado à observação  $y_{ijkl}$ .

Os valores dos quadrados médios da análise de variância conjunta foram usados para a estimativa dos componentes das variâncias de progênies ( $\sigma^2_P$ ), resíduo ( $\sigma^2_E$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_F$ ). O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi estimado por:

$$h_r^2\% = \frac{\sigma_P^2}{\left(\sigma_P^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}\right)} \times 100$$

Em que:  $\sigma^2_P$  = variância genética aditiva;  $\sigma^2_E$  = variância ambiental e  $r$  = repetições ou blocos.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica ( $r_p$ ), genotípica ( $r_g$ ) e de ambiente ( $r_a$ ) entre os pares de caracteres foram calculadas segundo Cruz et al., 2004, com as seguintes expressões:

$$r_G = \frac{\hat{C}OV_{(X,Y)A}}{\sigma_{(X)A}^2 \cdot \sigma_{(Y)A}^2}, \text{ onde: } \hat{C}OV_{(X,Y)A} = \text{estimativa da covariância genética entre a}$$

variável  $X$  e  $Y$ ;  $\sigma_{(X)A}^2$  = variância genética da variável  $X$ ;  $\sigma_{(Y)A}^2$  = variância genética da variável  $Y$ ;

$$r_F = \frac{\hat{C}OV_{(X,Y)F}}{\sigma_{(X)F}^2 \cdot \sigma_{(Y)F}^2}, \text{ onde: } \hat{C}OV_{(X,Y)F} = \text{estimativa da covariância fenotípica entre a}$$

variável  $X$  e  $Y$ ;  $\sigma_{(X)F}^2$  = variância fenotípica da variável  $X$ ;  $\sigma_{(Y)F}^2$  = variância fenotípica da variável  $Y$ ;

$$r_E = \frac{\hat{C}OV_{(X,Y)E}}{\sigma_{(X)E}^2 \cdot \sigma_{(Y)E}^2}, \text{ onde: } \hat{C}OV_{(X,Y)E} = \text{estimativa da covariância ambiental entre a}$$

variável  $X$  e  $Y$ ;  $\sigma_{(X)E}^2$  = variância ambiental da variável  $X$ ;  $\sigma_{(Y)E}^2$  = variância ambiental da variável  $Y$ ;

A significância dos coeficientes de correlação foi avaliada pelo teste  $t$ , aos níveis de 5% de probabilidade de erro pela fórmula:

$$t = r \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}},$$

em que:

$r$  = coeficiente de correlação entre  $X$  e  $Y$ ;  $r^2$  = grau de ajuste da reta de regressão aos dados;  $n$  = graus de liberdade correspondente ao das progênes

Adicionalmente, foi estimada relação entre os coeficientes de variação genética e coeficiente de variação experimental ( $CV_G/CV_e$ ), com base na média de progênes para todos os caracteres avaliados na população de milho em estudo pela seguinte equação:

$$b = \frac{CV_G(\%)}{CV_e(\%)}, \text{ com}$$

$CV_G(\%) = \left( \frac{\sqrt{\sigma_G^2}}{M} \right) \times 100$ , em que:  $\sigma_G^2$  = variância genética aditiva,  $M$  = média experimental e,

$CV_e(\%) = \left( \frac{\sqrt{QM_{RES}}}{M} \right) \times 100$ , em que  $QM_{RES}$  = quadrado médio residual e  $M$  = média experimental.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 15 progênes de meios irmãos avaliadas produziram apenas uma espiga por planta nos dois ambientes avaliados e, em decorrência disso, o caráter prolificidade não foi incluído nas análises de variância individual e conjunta. Os resultados das análises de variância conjunta realizada entre os 15 genótipos para as três características envolvendo os dois ambientes estão apresentados na Tabela 5. Para todos os caracteres foram observados efeitos significativos para a interação entre genótipos e ambientes, indicando que os ambientes influenciaram de maneira diferenciada os genótipos em relação às características avaliadas, ou seja, que os genótipos apresentaram comportamento diferenciado em função das variações ambientais. Neste caso, como a população foi estruturada em famílias de meios irmãos, existe variabilidade na população base para essas características havendo possibilidade de ganhos genéticos por meio do processo de seleção (SOUZA, 2006).

Em relação aos genótipos, observou-se efeito significativo apenas para AP e AE, o que demonstra que há um comportamento não uniforme entre as progênes avaliadas. Pode-se verificar, também, que houve efeito significativo de ambiente para AP, o que demonstra distinção de comportamento dos genótipos entre os ambientes avaliados.

Os coeficientes de variação (CV) das análises conjuntas, 7,91, 10,96 e 15,87% para AP, AE e PRO, respectivamente, são considerados de magnitude média para todas as características, de acordo com a classificação para a cultura do milho proposta por Scapim et al. (1995) e Fritsche-Neto et al. (2012).

Tabela 5-Resumo da análise de variância conjunta envolvendo os dois ambientes, para as características altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AE) e produtividade (PRO) de 15 progênes de meios irmãos de milho crioulo conduzidos no município de Ibarama-RS.

F.V	GL	QM		
		AP	AE	PRO
Genótipos	14	0,84**	0,11**	2006637,82 <sup>ns</sup>
Ambientes	1	0,58**	0,04 <sup>ns</sup>	1580230,71 <sup>ns</sup>
Genótipos x ambientes	14	0,07**	0,04**	2569472,99**
Erro	29	0,03	0,02	1081940,64
Média		2,07	1,14	6555,19
CV (%)		7,91	10,96	15,87

\*\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> – não significativo

Na Tabela 6, podem ser observadas as médias das progênes para os três caracteres avaliados. Na análise das médias, apenas a altura de inserção da espiga apresentou diferenças significativas entre as progênes, com amplitude variando de 81 a 139 cm. Todas as progênes foram consideradas altas, com uma média de 207 cm, o que pode fazer com que apresentem maior suscetibilidade ao acamamento e dificuldades de manejo. As plantas de cultivares crioulas de milho são, em geral, mais altas que aquelas de cultivares comerciais, pois não foram submetidas a seleção para porte baixo, a exemplo do que foi realizado com os materiais melhorados. Os resultados obtidos para altura de planta e de inserção da espiga estão de acordo com aqueles obtidos em ensaios de avaliação de cultivares crioulas de milho das respectivas características (BARROS et al., 2012; MÜLLER, 2012; PAIXÃO et al., 2008; SILVA et al., 2013 e COIMBRA et al., 2010).

Em relação à produtividade, as 15 progênies avaliadas apresentaram bom desempenho produtivo, com média de  $6583,15\text{kgha}^{-1}$ , superando a média de produtividade para a região Sul na safra 2012/2013, que foi de  $5.867\text{kgha}^{-1}$  (CONAB, 2013). Os elevados índices de rendimento comprovam o elevado potencial produtivo das progênies, bem como a elevada adaptação desse germoplasma a determinadas regiões. Estudos com produtividade de cultivares crioulas superiores a de cultivares comerciais melhoradas de milho foram relatados por Coimbra et al. (2010).

Tabela 6-Valores médios de altura de planta - AP (cm), altura de inserção da espiga - AE (cm) e produtividade – PRO (kg/ha) para as 15 progênies de meios irmãos avaliadas nos dois ambientes, em Ibarama-RS.

Progênie	AP	AE	PRO
P1	198	104 b*	6423,16
P2	209	117 a	5969,38
P3	187	097 b	7177,71
P4	194	081 b	6133,27
P5	192	100 b	5269,39
P6	212	117 a	6755,49
P7	200	100 b	7052,71
P8	224	138 a	6272,16
P9	222	138 a	6461,05
P10	204	118 a	6702,71
P11	245	139 a	7797,15
P12	210	125 a	6113,83
P13	203	112 b	7302,71
P14	211	123 a	5519,39
P15	198	109 b	7797,15
Média	207	115	6583,15

\* médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Os parâmetros genéticos foram estimados para todos os caracteres em cada um dos ambientes (Tabela 7). As estimativas de variâncias fenotípicas foram superiores às genéticas para as três características nos dois ambientes, sendo ambas superiores no ambiente 2, assim como os demais parâmetros estimados, indicando maior adaptação das progênies nesse ambiente em particular.

Os valores estimados de herdabilidade foram de 75,42 e 82,29% para altura de espiga; 58,86 e 70,14% para altura de planta; e 39,81 e 61,87% para produtividade, respectivamente para os ambientes 1 e 2. Estes resultados podem ser decorrentes da ampla variabilidade genética das progênes e da estabilidade em relação às variações ambientais, uma vez que as cultivares crioulas a partir das quais as progênes foram obtidas apresentaram estabilidade fenotípica, conforme relatado no Capítulo I. Como maior herdabilidade é indicativo de maior correspondência entre fenótipo e valor genético, há possibilidade de sucesso na seleção de plantas para as características avaliadas. A amplitude de valores concorda com aquela registrada na literatura para cultivares crioulas em ensaios realizados por Barros (2006) e Kist (2007).

O valor  $b$ , que fornece a proporção da variação genética em relação ao erro residual foi em geral alto para os três caracteres nos dois ambientes avaliados: AP (0,84; 1,09), AE (1,24; 1,52) e PRO (0,58; 0,90), com exceção apenas para produtividade no ambiente 1, indicando baixa influência do ambiente sobre sua variação e situação muito favorável para seleção em progênes de meios irmãos, haja vista que os valores obtidos são maiores ou próximos a 1. Os índices elevados para AP e AE decorrem deste material genético ser adaptado às condições ambientes onde foram avaliados enquanto o baixo índice para PRO, desta é decorrente do fato de ser um caráter quantitativo e, portanto, influenciável pelo ambiente.

O coeficiente de variação genética é um parâmetro usado juntamente com o coeficiente de herdabilidade e o valor  $b$ , como indicadores do potencial genético de germoplasma para o melhoramento, e, segundo Rodrigues et al. (2011), para a cultura do milho nas condições brasileiras, diversos autores consideram valores ideais acima de 7%. Considerando-se que, no presente estudo, os valores estimados variaram entre 7,54 a 16,61% para as três características e, ainda, a magnitude dos valores de herdabilidade e do índice  $b$  estimados, existe ampla variabilidade genética para ser explorada na seleção para AP, AE e PRO.

Tabela 7-Estimativas das variâncias genética ( $\sigma^2g$ ), ambiental ( $\sigma^2e$ ) e fenotípica ( $\sigma^2p$ ), relação Cvg/Cve ( $b$ ) e herdabilidade no sentido restrito com base na média de progênie ( $h^2$ ) para os caracteres altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE) e produtividade de grãos (PRO) das progênies de meios irmãos avaliadas nos dois ambientes em Ibarama-RS.

Parâmetro	AP	AE	PRO
<b>Ambiente 1</b>			
$\sigma^2g$	231	212	430053
$\sigma^2p$	363	281	1080227
$\sigma^2e$	161	69	650174
$CV_g$	7,70	13,01	10,25
$b$	0,84	1,24	0,58
$h^2$ (%)	58,86	75,42	39,81
<b>Ambiente 2</b>			
$\sigma^2g$	268	377	747244
$\sigma^2p$	382	459	1207827
$\sigma^2e$	114	81	460582
$CV_g$	7,54	16,61	12,86
$b$	1,09	1,52	0,90
$h^2$ (%)	7,14	82,29	61,87

Os resultados obtidos para as correlações fenotípicas, genéticas e ambientais estão apresentados na Tabela 8. O maior valor de correlação fenotípica (0,87) foi verificado entre os caracteres AP e AE, e uma vez que esse valor é positivo, indica que plantas com maior AE tendem a ter maiores médias em relação à AP e vice-versa. Como todas as progênies avaliadas foram classificadas como plantas de porte alto, pelo teste de médias (Tabela 5), é possível obter-se sucesso na realização de seleção indireta para redução de AP selecionando-se progênies com menor AE, caráter que, de acordo com o teste de médias, apresentou diferenças significativas entre as progênies. Na associação AP x AE foi observado, também, valor positivo para o coeficiente de correlação genética, de modo que a seleção indireta para uma dessas características acarretará em maiores alterações na outra.



Tabela 8-Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre as características altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE) e produtividade (PRO), na média dos 2 ambientes, avaliados em 15 progênies de meios irmãos em Ibarama-RS.

	Fenotípica			Genotípica			Ambiental		
	AP	AE	PRO	AP	AE	PRO	AP	AE	PRO
AP	1,00	0,87**	0,23	1,00	0,94**	0,42**	1,00	0,71**	0,09
AE		1,00	0,10		1,00	0,12		1,00	0,12
PRO			1,00			1,00			1,00

\*\*-significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t.

O conhecimento da associação entre caracteres é fundamental em programas de melhoramento, pois alguns podem expressar coeficientes baixos de herdabilidade (CAMARA, 2007), como é o caso da produtividade, por ser uma característica influenciada pela ação vários genes. Valores de correlação fenotípicas e genotípicas similares, entre essas características, foram relatadas por Barros (2006) e Souza (2006) em ensaios com cultivares crioulas. Igualmente, foram registradas em milho pipoca por Paula (2009).

Em relação a PRO, observou-se correlação (genotípica) significativa e positiva apenas com AP, indicando que os valores genéticos dessas características podem estar correlacionados e de maneira positiva, ou seja, o porte das plantas está diretamente relacionado ao fato de serem menos ou mais produtivas. Uma vez que todas as progênies demonstraram elevado desempenho produtivo na avaliação das médias (Tabela 5) e o objetivo do estudo é a obtenção de plantas com AP reduzida, a seleção para esta característica poderá ser efetuada mediante seleção indireta de progênies com menor AE.

Foi observada correlação ambiental apenas para AP e AE (0,71), demonstrando que ambas as características foram beneficiadas ou prejudicadas pelas mesmas variações do ambiente (FALCONER, 1987). Os resultados observados no presente estudo concordam com aqueles obtidos por Barros (2007), que registrou o comportamento idêntico, com coeficiente de variação de 0,75, e, igualmente, por Silva (2013), cujo coeficiente foi de 0,77.



#### **4.4 CONCLUSÕES**

A seleção em progênies de meios irmãos de milho crioulo com o objetivo de reduzir o porte de planta está relacionada à seleção de plantas com menor altura de espiga, uma vez que essas características estão correlacionadas.

As progênies de meios irmãos de milho crioulo apresentam potencial e ampla variabilidade genética para o melhoramento dos caracteres altura de planta, altura de espiga e produtividade de grãos, avaliados no presente estudo, podendo ser esperados ganhos genéticos mediante seleção.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381p. AMÉRICA Latina y Sus Recursos Abundantes de Alimentos para El Futuro. Jonhston: Pioneer Hi-Bred International, 1986.

ARAUJO, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

BARCHET, S.F.; BOHN, L.; RIBEIRO, T.N.P.V.; VIELMO, G.R.R. Câmbio de sementes e seus guardiões: experiências de conservação da agrobiodiversidade em dois municípios do Rio Grande do Sul. **Revista Agriculturas**, v.4, n.3, 2007.

BARROS, L.B. **Parâmetros genéticos em variedades de milho crioulo e sua utilização na seleção**. 2007. 79f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

BARROS, L.B. et al. Phenotypic, additive genetic and environment correlations of maize landraces populations in Family farm systems. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.37, n.6, p. 685-691, nov./dez.2010.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2005.

CAMARA, T.M.M.; et al. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. **Bragantia**. Campinas, v.66. n. 4, p. 565-603, 2007.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia**, Campinas, v.66. n.4, p. 574-578, 2007.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.2, p. 340-347, mar./abr. 2009.

CARPENTIERE-PIPOLO, V.; et al. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.2, p. 229-233, 2010.

CHAVES, L.J. Interação de genótipos com ambiente. In: NASS, L.L. et al. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento: Plantas**. Fundação MT: Rondonópolis, MT. 2001.

COIMBRA, R.R; et al. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do sudeste de Minas Gerais. **Ciência Agrônômica**, v.41, n. 1, p. 159-166, jan./mar., 2010.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília, 2011. Disponível em: <[http\www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em 11 de junho de 2013.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília, 2013. Disponível em: <[http\www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em 24 de junho de 2014.

COSTA, E.G. Estimativas de parâmetros genéticos, diversidade e caracterização de *Syngonanthus chrysabthus* Ruhland como planta de vaso. 2012. 68f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Vegetal e Biotecnologia)- Instituto Agrônomo, Campinas, 2012.

CRUZ, C.D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed., v.1, Viçosa: UFV, 2004.

CRUZ, C.D; CARNEIRO, P. C.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2004.

CRUZ, C.D; REGAZZI, A. D. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. Ed. Viçosa; UFV, 1997.

CUNHA, K.S. **Marcadores moleculares aplicados à seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos em milho (*Zea mays* L.)**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Genética Melhoramento de Plantas)- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2010.

DIAS, F.T.C. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter de rendimento de grãos em cultivares de soja no estado do Ceará. **Revista ciência agrônômica**, v. 40, n. 1, p. 129-134, 2009.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

ELIAS, H. T. et al.: Melhoramento genético do milho. In: FILHO, J.A.W.; ELIAS, H.T (org.). **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2010.

EICHOLZ, E.D. et al. **Avaliação agronômica de variedades de milho no sul do RS**. 58º Reunião Técnica do Milho, Pelotas, 2013.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. 1 ed. Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, MG. 1987.

FRITSCHÉ-NETO, R.F. et al. Updating the ranking of the coefficients of variation from the maize experimental. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.34, n.1, p. 99-101, 2012.

GUIMARÃES, A.A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para diferentes safras, espaçamentos e populações de plantas**. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 de junho de 2013.

JARVIS, D.I. et al. **A Training Guide for In Situ Conservation On-farm**. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 2000.

KIST, V. **Seleção recorrente de famílias de meios irmãos em população composta de milho (*Zea mays* L.) procedente de Anchieta- SC**. 2006. 161f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LAVORANTI, O.J. **Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “Bootstrap” no modelo AMMI**. 2003. 184 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

MACHADO, A. T.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. 2008. (**Texto para discussão, 34**).

MIRANDA FILHO, J. H. Exotic germplasm introduced in a Brazilian maize breeding program. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 16, p. 983-988, 1992. MORAIS, O.P. et al. Estimação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado Cna-Irat 4/0/3. **Revista Agropecuária Brasileira**, v.32, n.4, 1997.

MORAIS, L. K.; MOURA, M. F.; VENCOVSKY, R.; PINHEIRO, J.B. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja avaliada pelo método de Toler. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.275-284, 2008.

MÜLLER, S.F. et al. Avaliação de parâmetros de desenvolvimento vegetativo em milhos crioulos. **Cadernos de Agroecologia**. Porto Alegre, v.7, n.2, 2012.

MUNDSTOCK, C.M; BREDEMEIER, C. **Qualidade de grãos de milho**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

NASS, L.L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.57, p.581-587, 2000.

NASS, L.L.; PELICANO, I.J.; VALOIS, A.C.C. Utilization of genetics resources for mayze and soybean in Brazilian. **Brazilian journal of genetics**. Ribeirão Preto, SP. v. 16, n.4, 1993.

NETO, F.V.B. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica, divergência genética e seleção de linhas superiores em mamoneira**. 2009. 100 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2009.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular técnica**, nº 75: Sete Lagoas, 2006.

PAIXÃO, S.L.; et al. Divergência genética e avaliação de populações de milho em diferentes ambientes do estado de Alagoas. **Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 191-195, out./dez. 2008.

PATERNIANI, E.; NASS, L.L.; SANTOS, M.X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org.) **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000.

PAULA, T.O.M. **Adaptabilidade e estabilidade, divergência genética e otimização experimental em milho pipoca**. 2009. 220 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campo dos Goytacazes, 2009.

PELWING, A.B.; FRANK, L.B.; BARROS, I.I.B. Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **Revista de Extensão Rural**, v. 46, n.2, p. 391-420, 2008.

PRADO, W.S. Estimativas de parâmetros genéticos na população UFGD1. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Águas de Lindóia, 2012.

ROCHA, M.M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002. 174 f. (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

RODRIGUES, F. et al. Índice de seleção e estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos para características relacionadas com a produção de milho verde. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v.35, n.2, p.278-286, mar./abr. 2011.

ROSSMANN, H. **Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz": Piracicaba, 2001.

RUFINO, E. R. **Estimativas de parâmetros genéticos e seleção de clones Linalol em *Lippia Alba***. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)- Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2008.

SANTOS, M.A. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no estado do Acre**. 2009. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Acre, 2009.

SCAPIM, C.A. et al. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.35, p. 683-687, 1995.

SILVA, M.J.R et al. Desempenho morfológico de acessos de milho crioulo. **Cadernos de Agroecologia**. Porto Alegre, v.8, n.2, 2013.

SILVA, L.E; et al. Estimativa de correlação entre caracteres morfológicos de progênies parcialmente endogâmicas de milho safrinha. **XII Seminário Nacional de milho safrinha**, Dourados, 2013. Disponível em <http://www.cpa0.embrapa.com.br>. Acesso em 26 de junho de 2014.

SILVEIRA, G.D. **Estimativas de parâmetros genéticos visando seleção de genótipos segregantes de soja**. 2007. 56 f. Tese (Doutorado em Genética e

Melhoramento de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

SOUZA, A.R.R. **Potencial de ganho genético em raça local de milho branco.** 2006. 83f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2006.

STANSFIELD, W. D. **Genética.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974.

VENCOVSKY, R; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 1992.