

Gabriel Moreno Bernardo Gonçalves

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE
VARIETADES CRIOULAS DE MILHO PIPOCA
CONSERVADAS POR AGRICULTORES DO OESTE DE SANTA
CATARINA**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do Grau
de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof. Dra. Juliana
Bernardi Ogliari.

Florianópolis
2016

Gonçalves, Gabriel Moreno Bernardo
Caracterização e divergência genética de variedades
crioulas de milho pipoca conservadas por agricultores do
Oeste de Santa Catarina / Gabriel Moreno Bernardo Gonçalves
; orientador, Juliana Bernardi Ogliari - Florianópolis,
SC, 2016.

141 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Variedades Crioulas.
3. Milho pipoca. 4. Agrobiodiversidade. 5. Pré
melhoramento. I. Ogliari, Juliana Bernardi . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

Gabriel Moreno Bernardo Gonçalves

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE
VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO PIPOCA
CONSERVADAS POR AGRICULTORES DO OESTE DE SANTA
CATARINA**

Dissertação foi julgada e aprovada em 27/02/2016, em sua forma final, pela Orientadora e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do Título de Mestre em Ciências. Área de Concentração: Recursos Genéticos Vegetais, pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Prof. Dr. Paulo Emílio Lovato (Coordenador do Programa)

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Juliana Bernardi Ogliari (Presidente/Orientadora –
CCA/UFSC)

Prof. Dr. Maurício Sedrez, dos Reis (Membro Interno – CCA/UFSC)

Prof. Dr. Robson Marcelo Di Piero (Membro Interno – CCA/UFSC)

Prof.^a Dr.^a Cristina Magalhães Ribas (Membro Externo – CCA/UFSC)

Este trabalho é dedicado aos meus familiares, minha esposa, colegas de pós-graduação e todo o povo de Anchieta e Guaraciaba.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que me deu e tudo que me dá.

À minha família, meus pais Quinzinho e Josi, irmãos, padrinhos Suzete e Marco, e minha esposa Luana.

Aos parceiros que foram fundamentais na realização deste trabalho. A Empresa de Pesquisa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), aos agricultores doadores de sementes, o Sindicato dos Trabalhadores da Agricultura Familiar de Anchieta (SINTRAF), a Associação dos Pequenos Agricultores Produtores de Milho Crioulo Orgânico e Derivados (ASSO), às Secretarias Municipais da Agricultura de Anchieta e Guaraciaba, a Paróquia Santa Lúcia/Anchieta, e em especial o Padre Nelson de Anchieta/SC, bem como a secretária da paróquia, Elizete, aos Eng^o Agrônomos Ivan Canci e Luiz Henrique Coelho, da Epagri, e ao técnico agrícola da Prefeitura de Guaraciaba Adriano Canci.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade, em especial, Rosenilda de Souza, Tassiane Pinto, Wagner Bastos, Betzaida Rojas, Inês Burg e Rafael Vidal. A orientação da Dra. Juliana Bernardi Ogliari.

Aos meus amigos Diogo Martins, Mariano Melgarejo e João Medeiros (em memória), pelos momentos de lazer.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, aos professores, em especial ao Dr. Maurício Sedrez dos Reis pelas ótimas aulas e reflexões. Ao chefe de expediente do Departamento de Fitotecnia Newton de Mendonça e a secretária do programa Bernadete Ribas.

Agradeço também ao apoio financeiro da CAPES pela concessão de bolsa de mestrado, e por ser a fonte financiadora desta pesquisa por meio do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Obrigado!

“Se temos de esperar, que seja para colher a semente boa que lançamos hoje no solo da vida. Se for para semear, então que seja para produzir milhões de sorrisos, de solidariedade e amizade.”
(Cora Coralina)

RESUMO

O milho pipoca é um tipo especial de milho (*Zea mays* L.), que tem como característica principal a capacidade de expandir o grão em elevadas temperaturas. Consumido em todo mundo, *in natura*, é considerado um alimento recreativo. No Brasil, sua cadeia produtiva continua em ascensão, porém, apresentando deficiências em termos de tecnologia de material genético. Na região Oeste de Santa Catarina, no ano de 2011, foi iniciado, pelo Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da UFSC, um estudo que buscou identificar a diversidade de milho comum, milho doce e milho pipoca. Este projeto de pesquisa, intitulado Projeto Mays, concentrou-se em três municípios da região: Anchieta, Guaraciaba e Novo Horizonte. No ano de 2013, foram realizadas coletas de sementes de uma amostra representativa, de acordo com localização e tipos de sementes, juntamente às entrevistas semiestruturadas acerca das condições socioeconômicas do agricultor, das características das variedades e manejo das plantas e sementes. No total, foram coletadas 149 variedades crioulas de pipoca crioula, sendo 56 de coloração branca, 49 de coloração amarela, 29 pretas e 15 vermelhas. Com o objetivo de caracterizar a diversidade das variedades crioulas coletadas para fins de melhoramento e conservação, o presente estudo avaliou em três locais distintos (Anchieta-ANC, Guaraciaba-GBA e Florianópolis-FLN) 14 variedades crioulas de pipoca de coloração branca no pericarpo ou brancas misturadas com amarelas. Os experimentos foram conduzidos em blocos completos casualizados com três repetições. As avaliações foram realizadas para atributos agronômicos, morfológicos e adaptativos (resistência a doenças foliares). Com base nessas avaliações, a pesquisa foi dividida em três capítulos. O primeiro capítulo foi dedicado ao estudo de correlações entre caracteres relacionados à produtividade de grãos e capacidade de expansão, e do potencial agronômico e culinários dessas variedades, visando uso comercial ou em programas de melhoramento genético participativo. Neste capítulo foi observado um grau moderado de correlação entre produtividade de grãos (PRO) com prolificidade (PRL) (espigas por planta), número de grãos por fileira (NGF) e negativo com índice de circularidade da cariopse (ICC). Em geral, a capacidade de expansão com o peso descontado dos piruás (CXP), apresentou correlações mais fortes em relação a capacidade de expansão total (CEX), com correlações de 0,707 para ICC, 0,702 para relação espessura/largura de grãos (REL). O acesso 574A se destacou pela elevada média de CEX (36,4 g.mL⁻¹) entre os locais. A característica PRO apresentou média de 2,07 t.ha⁻¹ em FLN e 0,854 t.ha⁻¹ em ANC, sendo esse último realizado

sem adubação. O segundo capítulo consistiu no estudo da diversidade genética das mesmas 14 variedades crioulas, avaliadas no primeiro capítulo, considerando caracteres quantitativos e qualitativos para a análise por meio de dois índices (distância Euclidiana e similaridade de Jaccard). Foi observado divergência genética entre as variedades em ambas as análises, e potencial de combinações híbridas entre as variedades crioulas 574A com 880A e 574A com 283A. O terceiro capítulo foi constituído pela avaliação do potencial adaptativo das variedades quanto à resistência a *Exserohilum turcicum* (pass.) K.J. Leonard & Suggs. Os tratamentos foram divididos em ciclos curtos e ciclos longos. Entre os tratamentos que apresentaram ciclo curto, RS 20 (testemunha comercial) foi o tratamento que apresentou maior susceptibilidade a *E. turcicum*. Já entre os tardios, o tratamento 977A apresentou elevada resistência. As variedades crioulas testadas apresentam potencial agrônomo, culinário e adaptativo, além de apresentarem divergências genéticas para formação de híbridos, ou compostos, intervarietais. A avaliação do potencial das variedades crioulas deve ser ampliada, valorizando o conhecimento tradicional e desenvolvendo variedades melhoradas de forma participativa, a serviço do interesse do agricultor e da produção mais sustentável.

Palavras-chave: agrobiodiversidade, *Zea mays* L., capacidade de expansão, requeima do milho, melhoramento genético.

ABSTRACT

Popcorn is a special kind of maize (*Zea mays* var. *everta*), that has as its main attribute the capacity to expand under high temperatures. Consumed all over the world, *in natura*, it is considered to be a recreational type of food. Its productive chain in Brazil continues to rise, although with deficiency in terms of genetic material technology. In 2011, in the West of Santa Catarina State, a study was initiated by UFSC's Agrobiodiversity Studies Group (NEABio) a study that aimed to identify the diversity of common maize, sweet corn and popcorn. This research project, named Mays Project, focused in three cities, Anchieta, Guaraciaba and Novo Horizonte. In 2013, seeds were collected from a representative sample according to location and type of seeds together with semi structured interviews concerning the farmer's socio-economic conditions, varietal characteristics and plant and seed management. In total, 149 landrace popcorn varieties were collected, 56 being white, 49 yellow, 29 black, and 15 red. Aiming to characterize the landrace varieties collected for improvement and conservation, this study evaluated 14 landrace varieties in three different locations (Anchieta-ANC, Guaraciaba-GBA and Florianópolis-FLN), all with white pericarp or white mixed with yellow. The experiments we conducted in completely randomized blocks with three replicates. Evaluations were of agronomic attributes, both morphologic and concerning adaptability (resistance to leaf disease). Based on these evaluations, the research was divided into three chapters. The first chapter was dedicated to the study of correlation between traits related with grain yield and expansion capacity, and the agronomic and culinary potential, aiming commercial use or use in participative genetic improvement programs. In this chapter, a moderate degree of correlation between grain productivity (PRO) and prolificacy (PRL) (ears for plant) and number of grains for row (NGF) was observed, and a negative correlation with Cariopse Circularity Index (ICC). In general, expansion capacity without unpopped grains (CXP) showed highest correlations compared to total expansion capacity (CEX), with correlations of 0.070 for ICC and 0.702 for thickness/width relation (REL). Accession 574A stood out because of its high CEX mean (36.4 g.mL⁻¹) between locations. PRO showed a mean of 2.07 t.ha⁻¹ in FLN and 0.854 t.ha⁻¹ in ANC, with the last experiment made without fertilization. The second chapter consists in the study of the genetic diversity of the same 14 accessions of landrace varieties evaluated in the first chapter, considering for analysis quantitative and qualitative descriptors, analyzed by means of two indexes (Euclidean distance and Jaccard's similarity). Genetic divergence

between varieties was observed in both analyses, and good crossing potential between landraces 574A and 880A and between 574A and 283A. The third chapter was composed of the evaluation of the varieties' adaptive potential concerning resistance to *Exserohilum turcicum* (pass.) K.J. Leonard & Suggs. Treatments were divided in short and long cycles. Amongst treatments that showed short cycle, RS 20 (commercial witness) presented the highest susceptibility to E. turcicum. Amongst late cycle ones, accession 977A showed high resistance. The tested landrace popcorn varieties showed agronomic, culinary and adaptive potential, besides presenting genetic divergences to the formation of intervarietal hybrids or compounds. The evaluation of the potential of landrace varieties must be extended, valuing traditional knowledge and developing improved varieties in a participative way, aiming the farmers' interests and a more sustainable production.

Key words: agrobiodiversity, *Zea mays* L., expansion capacity, leaf bright, genetic improvement.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização dos municípios onde foram realizados experimentos com variedades crioulas de milho pipoca, safra 2014/2015: a) Anchieta e b) Florianópolis. 56
- Figura 2:** Teste de capacidade de expansão realizado com 14 acessos de variedades crioulas de milho pipoca, provenientes do oeste de Santa Catarina, e a testemunha *RS 20*. Amostras coletadas, na safra 2014/2015. 75
- Figura 3:** Localização dos municípios de Florianópolis, Guaraciaba e Anchieta no mapa geopolítico de Santa Catarina. 92
- Figura 4:** Variedades crioulas de milho pipoca avaliadas em Anchieta, Guaraciaba e Florianópolis, na safra 2014/2015. 98
- Figura 5:** Dendograma, baseado na matriz de distância Euclidiana, entre variáveis avaliadas em variedade crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba (SC), e uma variedade comercial de milho pipoca (*RS 20*), pelo método de agrupamento UPGMA (coeficiente de correlação cofenética = 0,8859). 101
- Figura 6:** Agrupamento dos tratamentos de variedades crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba, com base na análise de componentes principais, a partir de descritores quantitativos (os círculos indicam os agrupamentos). 102
- Figura 7:** Dendograma baseado na matriz de similaridade de Jaccard entre variedades crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba (SC) e uma variedade comercial de milho pipoca (*RS 20*), agrupado pelo método UPGMA ($ccc = 0,7727$). 105
- Figura 8:** Escala diagramática para avaliação de porcentagem de tecido foliar infectado por *Exserohilum turcicum* (BLEICHER, 1988). 122
- Figura 9:** Dados climatológicos de temperatura e precipitação da estação automática de São Miguel D'Oeste, de setembro de 2014 a março de 2015, relativos ao período de plantio do ensaio de variedades crioulas de milho pipoca realizado em Anchieta (ANC) (Banco de dados do INMET). 125

Figura 10: Reação de resistência das plantas da variedade crioula de milho pipoca 857C à requeima foliar causada por *Exserohilum turcicum*.
.....131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Identificação, procedência, tempo de cultivo e capacidade de expansão das variedades crioulas de milho pipoca avaliadas em experimentos conduzidos em Florianópolis e Anchieta, na safra 2014/2015.....	56
Tabela 2: Resultado da análise de solo das áreas experimentais de Anchieta e Florianópolis.	58
Tabela 3: Informações técnicas do micro-ondas e metodologia utilizada nos testes de capacidade de expansão.	60
Tabela 4: Correlação entre capacidade de expansão (CEX), capacidade de expansão sem peso de piruás (CXP) e produtividade de grãos (PRO) entre si, e com outras doze variáveis avaliadas em experimentos conduzidos com variedades de milho pipoca, em Anchieta (ANC) e Florianópolis (FLN), Santa Catarina, safra 2014/2015.	64
Tabela 5: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de altura de planta (ALT), posição relativa de espiga (PRE), diâmetro do colmo (DCO), peso de 100 grãos (PCG) e volume de 100 grãos (VCG) de 14 variedades crioulas de milho pipoca e uma variedade comercial (<i>RS 20</i>), em experimentos realizados em Florianópolis-SC (FLN) e Anchieta-SC (ANC), safra 2014/2015.	68
Tabela 6: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de diâmetro de espigas (DES), comprimento de espiga (CES), prolificidade (PRL), número de fileiras da espiga (NFE) e número de grãos por fileira (NGF) de 14 variedades crioulas de milho pipoca e uma variedade comercial (<i>RS 20</i>), em experimentos realizados em Florianópolis-SC (FLN) e Anchieta-SC (ANC), safra 2014/2015.	71
Tabela 7: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de relação espessura/largura de grãos (REL), índice de circularidade da cariopse (ICC), capacidade de expansão (CEX), capacidade de expansão sem peso dos piruás (CXP) e produtividade de grão (PRO) de 14 variedades crioulas de milho pipoca, e uma variedade comercial (<i>RS 20</i>), avaliadas em Florianópolis-SC (FLN) e Anchieta-SC (ANC), safra 2014/2015.....	76

Tabela 8: Correlação simples entre médias de nove variáveis obtidas a partir de experimentos de avaliação de 14 variedades de milho pipoca, conduzidos em Anchieta, Guaraciaba e Florianópolis, na safra 2013/2014.

..... 97

Tabela 9: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de altura de planta (ALT), posição relativa de espiga (PRE), diâmetro do colmo (DCO), número de ramificações do pendão (NRA), número de folhas acima da espiga principal (NFO), graus dias para o pendoamento (PEN), prolificidade (PRL), produtividade de grãos (PRO) e capacidade de expansão (CEX) de 14 variedades crioulas de milho pipoca e uma variedade comercial (*RS 20*), em experimentos conduzidos em Florianópolis-SC, Anchieta-SC e Guaraciaba na safra 2014/2015. 99

Tabela 10: Escores dos fatores 1 e 2 da análise dos componentes principais de 7 variáveis avaliadas em 14 acessos de variedades de milho pipoca crioula do Oeste de Santa Catarina e uma variedade comercial de milho pipoca na safra 2013/2014. 103

Tabela 11: Caracterização de variedades crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba e uma variedade comercial da FEPAGRO para as variáveis qualitativas de ângulo da folha acima da espiga (ANG), comportamento foliar (CFO), empalhamento (EMP), direção das fileiras da espiga (DIF), formato de espiga (FES), formato de grãos (FGR), cor de grãos (CGR) e coloração da raiz por antocianina (CRZ). Santa Catarina, safra 2014/2015. 104

Tabela 12: Tipos de reação de resistência (R) e suscetibilidade (S) à *Exserohilum turcicum* em *Zea mays* L. (ESTEVEZ, 1989). 124

Tabela 13: Soma térmica requerida para o florescimento masculino (pendoamento) das variedades de milho pipoca avaliadas em Florianópolis na safra 2014/2015. 127

Tabela 14: Severidade foliar, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) causada por *Exserohilum turcicum* e produtividade de grãos (PRO) de variedades crioulas de milho pipoca e testemunha (*RS 20*), avaliadas no município de Anchieta (ANC), Oeste de Santa Catarina, safra 2014/2015. 129

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
2. REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1. O que são variedades crioulas?	27
2.2. O milho pipoca.....	27
2.3. Variedades crioulas de milho pipoca no Oeste catarinense	28
2.4. Capacidade de expansão	30
2.5. Conservação e melhoramento genético de milho pipoca	30
2.6. Políticas que promovem a conservação	33
3. OBJETIVOS	34
3.1. Objetivo geral.....	34
3.2. Objetivos específicos	34
4. REFERÊNCIAS.....	37
CAPÍTULO I - Componentes de rendimento de grãos e capacidade de expansão de variedades crioulas de milho pipoca procedentes do Oeste de Santa Catarina	48
1. INTRODUÇÃO	53
2. MATERIAL E MÉTODOS	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4. CONCLUSÕES	78
5. REFERÊNCIAS.....	79
CAPÍTULO II - Análise da diversidade e do potencial genético de variedades crioulas de milho pipoca conservadas por agricultores familiares do Oeste catarinense.....	85
RESUMO.....	85
ABSTRACT.....	87
1. INTRODUÇÃO	89
2. MATERIAL E MÉTODOS	91
2.1. Material vegetal	91

2.2. Experimentos de campo	92
2.3. Descritores avaliados.....	92
2.4. Análise dos dados.....	94
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	96
4. CONCLUSÕES.....	107
5. REFERÊNCIAS	109
CAPÍTULO III - Resistência genética de variedades crioulas de milho pipoca do Oeste de Santa Catarina ao patógeno fúngico <i>Exserohilum turcicum</i> (pass.) K.J. Leonard & Suggs.....	
1. INTRODUÇÃO	119
2. MATERIAL E MÉTODOS	121
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	125
5. REFERÊNCIAS	133
CONSIDERAÇÕES FINAIS	139

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna obteve um grande aumento de rendimento nas últimas décadas, com avanço de técnicas, insumos e cultivares mais produtivas. Nesse mesmo tempo em que a produtividade evoluiu, houve uma enorme perda de diversidade de vários cultivos, como é o caso do milho (*Zea mays* L.). A diversidade genética é reconhecida como fator determinante para o desenvolvimento do melhoramento genético, sobretudo, diante das ameaças de mudanças climáticas e da tendência crescente de produção agroecológica. Atualmente, aproximadamente, 350 raças de milho são descritas nas Américas (VIGOUROUX et al., 2000). Contudo, na década de 90, já era estimado que 30 raças estivessem em processo de extinção (MACHADO et al., 1998). Além disso, grande parte dos híbridos produzidos mundialmente são formados por derivações de poucas linhagens. Estudos estimam que, dos dois maiores produtores mundiais de milho, entre 6 e 8 linhagens compõem os híbridos produzidos nos EUA (DARRAH et al. 1986) e 20 linhagens compõem cerca de 95% dos híbridos da China (LY et al., 2002).

A maior parte da diversidade genética de milho está sendo conservada *on-farm* por agricultoras e agricultores familiares de todo o mundo. No caso do Brasil, isso inclui também diversos povos tradicionais, comunidades quilombolas e indígenas tradicionais (SILVA, 2015). No Oeste de Santa Catarina a agricultura familiar é reconhecidamente apontada como uma das principais responsáveis pela conservação *on-farm* de variedades crioulas de milho no Brasil (CANCI, 2004; OGLIARI, 2004; CANCI, 2006; COSTA et al., 2016), incluindo os tipos especiais (doce e pipoca) (SILVA, 2015; SILVA et al., 2016; SOUZA, 2015). As variedades crioulas são de grande importância socioeconômica para a agricultura familiar, devido a sua produção de forma independente, sua estabilidade produtiva e rusticidade em sistema produtivo com baixo uso de insumos. Estas características tornam as variedades crioulas um componente importante para a segurança alimentar e para a qualidade de vida. Além disso, devido a sua rusticidade, as variedades crioulas apresentam melhores condições de serem produzidas em sistema orgânico que, comprovadamente, produz alimentos mais saudáveis e nutritivos (BOURN et al., 2002; REN et al., 2001; TOOR et al., 2006; SMITH, 1993; SCHUPHAN, 1974; PREMUSIC et al., 1998; ISCHIDA et al., 2004; CARIS-VEYRAT et al., 2004).

Considerando a importância social e biológica das variedades crioulas de milho pipoca do Oeste de Santa Catarina, o presente estudo pretendeu qualificar o germoplasma local de milho pipoca, visando contribuir com a sua conservação na região, pela valorização do uso e pela estruturação de um programa de melhoramento genético participativo. O conhecimento das características morfológicas, fenológicas, fisiológicas e agrônômicas dos diversos materiais coletados nos municípios de Anchieta e Guaraciaba da região Oeste de Santa Catarina, bem como a diversidade destes, são essenciais para elaboração de estratégias de conservação e melhoramento das variedades.

Para tanto, 14 variedades crioulas dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, portadoras de pericarpo branco ou branco misturado com amarelo foram avaliadas e caracterizadas quanto a diversidade fenotípica. Assim, os resultados obtidos neste estudo estão estruturados em três capítulos. O primeiro capítulo consistiu no estudo do potencial agrônômico e culinários dessas variedades, visando uso comercial ou em programas de melhoramento genético participativo. O segundo capítulo foi dedicado ao estudo da diversidade genética de 14 acessos de variedades crioulas de coloração branca no pericarpo, coletadas no Extremo Oeste de Santa Catarina. O terceiro capítulo foi constituído pela avaliação do potencial adaptativo das variedades quanto à resistência à doença fúngica de *Zea mays* L., causadas por *Exserohilum turcicum* (pass.) K.J. Leonard & Suggs.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O que são variedades crioulas?

As variedades crioulas são popularmente conhecidas por serem conservadas, selecionadas, multiplicadas e cultivadas por agricultores ao longo de gerações de cultivo, ou que não tenham passado por melhoramento formal. Com base no conceito de Bellon & Brush (1994) e Louette (1997), as variedades crioulas se distinguem das variedades locais, sendo as primeiras derivadas de variedades antigas melhoradas e cultivadas por gerações no mesmo agroecossistema, e as segundas, variedades antigas que ainda não passaram por um processo de melhoramento formal. Villa et al. (2006), que não fazem distinção entre as variedades locais e crioulas, classificam como crioulas somente as variedades que não passaram por melhoramento formal.

Embora a separação entre variedades locais e crioulas tenha a função de distinguir as variedades autóctones das alóctones “crioulizadas”, isso implica em maiores dificuldades para se reportar a cada material. Além disso, como foi visto por Louette (2000), o grande fluxo gênico do milho (por ser alógama) e as trocas de sementes entre agricultores, podem fazer com que variedades de milho se comportem como metapopulações, tornando uma tarefa difícil distinguir geneticamente as variedades locais das crioulas. Outra dificuldade encontrada para a definição das variedades dos agricultores, tem relação com o tempo em que a mesma foi introduzida no agroecossistema, para que se considere a variedade crioula ou local, como exótica ou não.

A definição mais abrangente encontrada é a de Zeven (1998) ao definir que “*uma variedade crioula deve possuir uma elevada capacidade de tolerar estresses bióticos e abióticos, resultando em estabilidade de produção e um nível de rendimento intermediário com baixa utilização de insumos*”. Esta definição norteará este trabalho, levando em conta também os aspectos sociais e culturais envolvidos, o conhecimento tradicional associado a estas variedades e a importância dos agricultores, conservadores e melhoristas por natureza, chamados agricultores nodais (SUBEDI et al., 2007).

2.2. O milho pipoca

O milho pipoca é um tipo especial de milho pertencente à espécie botânica *Zea mays* L. Difere de outros milhos porque possui capacidade

de expansão, ou seja, a capacidade de formar pipoca (ZINSLY e MACHADO, 1978).

A origem geográfica do milho pipoca apresenta diferentes hipóteses. Considerando o teosinto como o seu mais próximo ancestral ou como um dos seus ancestrais, o México e a América Central são considerados os centros de origem do milho pipoca (MANGELSDORF, 1974). Erwin (1949) sugeriu que o milho pipoca originou-se mais recentemente, como uma mutação do milho *flint*, como são chamados os milhos de grãos duros. Zynsly & Machado (1987) consideram essa hipótese pouco provável, já que as evidências arqueológicas, relatadas por Mangelsdorf & Smith Jr. (1949), sugerem que o milho pipoca está entre os mais antigos milhos já encontrados, com datação estimada em 2.500 a.C, em fósseis encontrados no sítio arqueológico de BatCave, Novo México. Em estudos mais recentes, e utilizando ferramentas mais modernas, Matsuoka et al. (2002) apontaram fortes indícios de que o milho pipoca trata-se de um dos tipos mais antigos de milho, com as raças mexicanas, Cacahuacintle, Palomero de Jalisco e Palomero de Toluqueño, mais fortemente relacionadas às populações de teosinto em análises realizadas a partir de dados de microssatélites.

Santacruz-Varela et al. (2004), por sua vez, observaram que a raça Palomero de Toluqueño apresenta uma forte relação com raças de grãos pontiagudos, tanto da América Latina quanto dos EUA, tal como é o caso da raça argentina Pisingallo, encontrada na província de Missiónes, na Argentina, região de fronteira com o oeste catarinense (BRACCO et al., 2012). Isso sugere que a chegada destas raças nos extremos do continente pode ter ocorrido logo após a domesticação.

Ainda hoje, raças de grãos pontiagudos são amplamente utilizadas e conservadas por agricultores da região Oeste de Santa Catarina (SILVA, 2015; COSTA et al., 2016). O grão pontudo, por ser altamente associado a capacidade de expandir, popularmente é um indicativo de quando uma variedade de milho pipoca está livre de contaminação por pólenes de milhos comuns e por isso apresenta maior facilidade de seleção e conservação. Do ponto de vista comercial, estas raças não são de grande importância, sendo, atualmente, a raça mais utilizada no mundo para este fim, a North American Yellow Pearl Popcorn (MIRANDA et al., 2008).

2.3. Variedades crioulas de milho pipoca no Oeste catarinense

As variedades crioulas de milho pipoca são encontradas em grande número nos municípios de Guaraciaba e Anchieta, sendo que em média a cada duas famílias, uma produz milho pipoca crioulo (COSTA, 2013;

SILVA, 2015). Diversos trabalhos relatam a abundância deste tipo especial de milho pipoca na região (CANCI et al., 2004; CANCI et al., 2010; CANCI et al., 2013), inclusive com seu potencial de uso (SILVA et al., 2016).

Em um levantamento realizado pelo Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da Universidade Federal de Santa Catarina (COSTA et al., 2016), na safra 2011/2012, foram identificadas 1.078 (71,25%) variedades crioulas de milho pipoca em 2049 famílias de agricultores entrevistadas. Entre as variedades crioulas de milho pipoca identificadas na pesquisa, 39% eram de coloração branca, 33,3% amarelas, 12,6% pretas, 8,5% roxas ou vermelhas e 6,4% com cores misturadas, propositalmente ou por pouco controle de distância espacial e temporal entre as variedades.

Com base nesse primeiro diagnóstico da diversidade de milho, foi realizada a segunda etapa do projeto, a partir de um esquema de amostragem representativo nos dois municípios, que incluiu entrevistas mais detalhadas com agricultores mantenedores, incluindo manejo, características da planta, produção de sementes (seleção das sementes), tempo de conservação, entre outros (SILVA, 2015; SOUZA, 2015). Além das entrevistas, foram coletadas um total de 149 variedades crioulas de milho pipoca, sendo elas divididas em 49 amarelas (32,8%), 29 pretas (19,4%), 15 vermelhas ou roxas (10%) e 56 brancas (37,6%) (coloração do pericarpo), identificadas e conservadas no banco de sementes da UFSC, supervisionado pelo Núcleo de Estudos de Agrobiodiversidade (NEABio).

Vale destacar que as autoras, Silva (2015) e Costa (2013), identificaram como sendo as mulheres as principais mantenedoras da diversidade de milho pipoca na região, podendo ser este um dos motivos de sua diversidade ser tão significativa. Como descrito em outros estudos com foco no gênero feminino, as mulheres possuem um importante papel na conservação e sustentabilidade (LOVATTO et al., 2010). Além disso, as culturas manejadas por mulheres são geralmente de menor volume em relação a dos homens e, portanto, conservam uma menor quantidade de sementes, e um maior número de diferentes espécies e variedades (PELWING et al., 2008; OSÓRIO, 2015).

2.4. Capacidade de expansão

A capacidade de expansão é uma relação entre o volume produzido por determinado peso de grãos de milho pipoca expandido pelo pipocamento. A capacidade de expandir é a principal característica que difere este tipo especial de milho dos demais. Grãos de milho pipoca são compostos por pericarpo, endosperma e embrião. A capacidade de expansão é determinada pelas características do pericarpo e pela parte coriácea do endosperma ser maior do que sua parte farinácea. A parte coriácea do endosperma é composta por grânulos de amido compactados envolvidos em uma matriz proteica elástica. Essa parte resiste à pressão do vapor gerada dentro do grão até que a força explosiva seja alcançada (HOSENEY et al., 1983). O pericarpo, que é mais espesso do que em outros milhos, ajuda o endosperma a resistir até que o limite de pressão seja atingido. Quando o pericarpo é excessivamente espesso, pode haver efeito negativo na qualidade das pipocas estouradas devido à presença de casca na flor da pipoca (RICHARDSON, 1960).

A capacidade de expansão está relacionada, principalmente, a fatores genéticos, condições de produção, colheita, processamento, métodos de secagem, temperatura do pipocador, condições do pericarpo e endosperma, densidade de plantas, tamanho, formato e principalmente umidade dos grãos (MIRANDA et al., 2008; HOSENEY, 1983; LYERLY, 1942). Segundo Sawazaki (1986), teores de umidade entre 13% e 15% são os que proporcionam um melhor rendimento do milho pipoca. Porém, diversas pesquisas apontam vários níveis ótimos de umidade, variando de acordo com os métodos utilizados para estourar as pipocas e medir a umidade dos grãos (LUZ, 2005; RUFFATO et al., 2000; SONG, 1991; HOSENEY, 1983).

Quando bem armazenadas, as sementes de milho-pipoca podem conservar intacta sua capacidade de expansão por um período de 15 a 20 anos (ZINSLY & MACHADO, 1978).

No Brasil, o volume mínimo de pipoca que deve ser produzido com a expansão é de 30 mL.g⁻¹ de grãos de milho pipoca (BRASIL, 2012).

2.5. Conservação e melhoramento genético de milho pipoca

No Brasil, a maior parte do germoplasma de milho se encontra armazenado no Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN). Segundo o banco de dados do CENARGEN, dos 3798 acessos de milho (*Zea mays* L.), 134 são apresentados como milho pipoca em seu nome comum. Destes acessos,

apenas 7 podem ser identificados como originários do Oeste de Santa Catarina e os mesmos foram coletados entre o final da década de 70 e o final de década de 80 (banco de dados do TIRFAA¹).

Pesquisas realizadas em Anchieta e Guaraciaba indicam que há uma grande diversidade na região (COSTA et al., 2016; CANCI et al., 2004, CANCI et al., 2010; OGLIARI et al, 2007; CANCI et al., 2013), com variedades crioulas de milho comum apresentando elevado potencial produtivo (OGLIARI et al, 2004), resistência a doenças fúngicas (SASSE, 2008), além de possuírem elevadas concentrações de carotenoides (KUHNNEN et al., 2011) e proteínas de melhor qualidade (KUHNNEN et al., 2010).

Como reflexo da falta de importância dada ao milho pipoca, possivelmente por não ser um dos grandes produtos de exportação, a produção do Brasil dispõe de poucas cultivares nacionais adaptadas às regiões produtivas, disponíveis no mercado. Apesar dos trabalhos de melhoramento desenvolvidos em diferentes regiões do Brasil, estavam disponíveis no mercado para o ano agrícola de 2013/2014 apenas as cultivares RS 20, UFVM2-Barão e IAC 125, enquanto que, para o milho comum 467 cultivares estavam disponíveis, sendo 85 lançadas somente no ano de 2014 (CRUZ et al., 2014).

Diante dessas dificuldades do sistema produtivo, o milho pipoca é uma cultura que apresenta elevado valor e que possui ainda um grande potencial a ser explorado (ARAÚJO, 2007), apesar do grande avanço desta cultura, nos últimos anos.

No Brasil, as instituições que investem em melhoramento de milho pipoca são quase que exclusivamente públicas, com programas que variam entre híbridos e variedades de polinização aberta. As principais variedades lançadas no Brasil foram registradas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com programas de híbridos e lançamento de duas cultivares no ano de 1988 e 2006 (IAC 112 e IAC 125 respectivamente) (SAWAZAKI, 2010). No ano de 1998 foi lançada a variedade de polinização aberta *RS 20* pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), para ser cultivada na região sul do Brasil (Santa Catarina e Rio Grande do Sul). No ano 2000, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com um programa de melhoramento de variedade de polinização aberta, lançou a BRS Ângela (PACHECO et al., 2005). Porém, essa variedade foi retirada do mercado devido à baixa aceitação pelo grão de coloração branca. A empresa privada PIONEER, contribuiu com duas cultivares de híbridos triplos,

¹ Localizado no sítio: tirfaa.cenargen.embrapa.br.

Zélia e Jade, lançadas nos anos 1998 e 2002, respectivamente. Também em 2002, a Universidade Federal de Viçosa (UFV) lançou a variedade de polinização aberta UFVM2-Barão (SAWAZAKI, 2010).

Novos programas de melhoramento de milho pipoca continuam a ser desenvolvidos em instituições de pesquisas e programas de pós-graduação pelo país, como na UFV (VIANA et al., 2010), Universidade Estadual de Maringá - UEM (MIRANDA et al., 2012), IAC, Universidade Estadual de Londrina - UEL (SCAPIM et al., 2010a; SEIFERT et al., 2006), Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF (FREITAS et al., 2014; RANGEL et al., 2011) e Universidade Federal de Lavras – UFLA (EMATNÉ et al., 2012).

No que tange o melhoramento de milho pipoca, os métodos aplicados são os mesmos aplicados ao melhoramento de milho comum, mas com uma característica a mais, e considerada de maior valor quando aliada à produtividade, que é a capacidade de expansão (ZINSLY & MACHADO, 1987). Ambas as características são apontadas por diversos autores como negativamente correlacionadas (MIRANDA et al., 2008; BROCCOLI & BURAK, 2004; CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2002; SILVA et al., 1993; BRUNSON, 1937).

Devido ao seu elevado valor de mercado e sua utilização exclusivamente para consumo humano, o milho pipoca deve primeiramente possuir bom índice de capacidade de expansão para que se tenha boa aceitação no mercado e produza lucro.

A metodologia de produção de conhecimento, solução de problemas, ou transformação cultural de forma participativa, têm se mostrado a mais adequada para a resolução de questões de origem social, como é o caso da pesquisa realizada em programas de melhoramento genético participativo (KIST et al., 2010; FUKUDA et al., 1997; MACHADO et al., 2002) e avaliação participativa de variedades crioulas (GONÇALVES et al., 2013; KAMPHORST, 2014; FERREIRA, 2009; GUSMÃO, 2006; OGLIARI & ALVES, 2007). A não inclusão da comunidade pode não atender o interesse da mesma, visando somente o aumento de rendimento como foco, não partilhando o conhecimento, e transferindo o mesmo de forma vertical (DE BOEF, 2007). Embora a metodologia participativa privilegie o conhecimento empírico, ela possui como base o conhecimento teórico, também imprescindível para organizar o conhecimento e oferecer subsídios para decisões práticas. Segundo Machado (2014), esse tipo de prática fornece uma visão holística e sistemática, vinculada a realidade do agricultor, contribuindo para ambiente agrícola sustentável, elevação de renda e agregação de valores

ambientais e sociais, com bases para soberania alimentar e fornecendo bases para o empoderamento de comunidades (MACHADO et al, 2006).

2.6. Políticas que promovem a conservação

A falta de políticas que forneçam ferramentas para enfrentar ameaças à conservação, e que estimulem a produção e a conservação de variedades locais ou crioulas, pode causar grande perda de alelos de adaptação, com consequências diretas na inviabilização de um sistema agrícola sustentável. Em consonância a isso, o governo brasileiro assina, durante Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, no ano de 1992 e aprovada pelo Congresso Nacional no ano de 1994, a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), que ressalta: i) a importância do monitoramento da diversidade biológica; ii) a produção e organização de dados de componentes biológicos que ofereçam potencial de utilização sustentável; iii) a proteção e o encorajamento à utilização de recursos biológicos com práticas culturais tradicionais; iv) a promoção e o estímulo a pesquisas que contribuam para a conservação e; v) a utilização sustentável da diversidade biológica (BRASIL, 2000).

Avançando no mesmo tema, o governo brasileiro promulga em junho de 2008, através do Decreto Nº 6.476/08, o Tratado Internacional Sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (TIRFAA), e que dispõe sobre os seguintes temas: Conservação, prospecção, colheita, caracterização, avaliação e documentação dos recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura (Art. 5º); Utilização sustentável dos recursos fitogenéticos (Art. 6º).

Esses acordos surgem para afirmar que negligenciar o conhecimento da diversidade, do valor real e potencial de uso, e a sua conservação, poderá ser algo irreversível, impactando diretamente nas gerações futuras. O conhecimento e a valorização das variedades locais têm o objetivo de estimular a sua conservação pelo uso, com sua produção comercial destinada, preferencialmente, a um segmento de mercado que dá preferência a cultivos tradicionais e orgânicos, que ainda é considerada elitizada devido à baixa oferta e preços elevados.

São inúmeros e inegáveis os benefícios oriundos do cultivo orgânico, como a diminuição do uso de agrotóxicos, continuidade do homem no campo, qualidade do alimento, qualidade de vida, sustentabilidade econômica e do ecossistema. Por estes motivos, é uma

modalidade que vem crescendo nas últimas décadas, e que cada vez mais o mercado tem dado importância (SANTOS, 2013).

Nos últimos anos, programas governamentais têm dado mais atenção a esta modalidade de produção sustentável, com a criação do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, com o objetivo de facilitar a comercialização, valorizar os sistemas produtivos orgânicos a partir da aquisição individual de alimento dos produtores, oferecer garantia de compra a um preço diferenciado quando esse praticar agricultura orgânica e sustentável, além da aquisição de sementes crioulas para distribuição entre agricultores tradicionais (BRASIL, 2012).

Em meio a um cenário alarmante de mudanças climáticas, faz-se necessário fortalecer os meios para contrapor uma tendência equivocada de marginalização dos recursos genéticos a qual experimentamos nas últimas décadas, e pensar em estratégias de longo prazo para produção, envolvendo sustentabilidade e conservação.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

- Avaliar o potencial agrônômico, adaptativo e culinário de 14 acessos de variedades crioulas de milho pipoca de coloração branca no pericarpo provenientes dos municípios de Anchieta e Guaraciaba do Oeste de Santa Catarina.

3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a diversidade fenotípica e avaliar o potencial agrônômico, adaptativo e culinário de 14 variedades crioulas de milho pipoca do Oeste de Santa Catarina;
- Identificar variedades crioulas de milho pipoca com potencial agrônômico e culinário, para fins de conservação (tanto pelo uso, como *ex situ*) e melhoramento genético participativo;
- Identificar características que estejam correlacionadas aos aspectos produtivos e à capacidade de expansão para o conjunto de 14 populações de variedades de milho pipoca do Oeste de Santa Catarina;

- Identificar variedades de milho pipoca com potencial para a formação de populações compostas e desenvolvimento de programas de seleção recorrente interpopulacional.
- Identificar variedades crioulas com elevado grau de resistência à requeima da folha do milho.

4. REFERÊNCIAS

- ALVES, P. A. & MATTEI, L. F. **Migrações no Oeste catarinense: história e elementos explicativos**. Universidade Estadual de Campinas, 2006. http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP_2006_598.pdf. Acessado: 22 novembro de 2014
- AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; CANDIDO, L. S.; VITTORAZZI, C.; PENA, G. F.; RIBEIRO, R. M.; SILVA, T. R. C.; PEREIRA, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIANA, A. P.; DE CARVALHO, G. F. UENF 14: a new popcorn cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n. 3, p. 218-220, 2013.
- ARAÚJO, C. Milho pipoca tem potencial ainda para ser explorado. EMBRAPA: **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG)**. Ano 01 - Edição 3 - Dezembro de 2007.
- BELLON, M. R. & BRUSH, S. B. Keepers of maize in Chiapas, México. **Economic Botany**, v. 48, n. 2, p. 196-209, 1994.
- BOURN, D.; PRESCOTT, J. A. Comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.
- BRACCO, M.; LIA, V. V.; HERNÁNDEZ, J. C.; POGGIO, L.; GOTTLIEB, A. M. Genetic diversity of maize landraces from lowland and highland agro-ecosystems of Southern South America: implications for the conservation of native resources. **Annals of Applied Biology**, v. 160, n. 3, 308-321, 2012.
- BRASIL. **INSTRUÇÃO ESPECIAL/INCRA/Nº 39 DE 5 DE FEVEREIRO DE 1990**. Aprovada pela Portaria/MA nº 44/90 (DOU 09/02/90, S.I, p. 2.792).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução Normativa nº 61**, de 22 de dezembro de 2011.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social – MDS. **Decreto nº**

7.775 de 4 de julho de 2012.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Convenção sobre a Diversidade Biológica**. Cópia do Decreto Legislativo no. 2, de 5 de junho de 1992. Brasília-DF: MMA. 2000.
- BROCCOLI, A. M. & BURAK, R. Effect of genotype x environment interactions in popcorn maize yield and grain quality. **Spanish journal of agricultural research**, v. 2, n. 1, p. 85-91, 2004.
- BRUNSON, A. M. Popcorn breeding. Yearbook Agricultural. v. 1, p. 395-404, 1937.
- CANCI, A.; ALVES, A. C.; GUADAGNIN, A. **Kit Diversidade. Estratégias Para a Segurança alimentar e Valorização das sementes locais**. São Miguel do Oeste: Ed.: Mclee, Brasil. 2010. 208 p.
- CANCI, A.; GUADAGNIN, C. A.; HENKE, J. P.; LAZZARI, L. The diversity kit - Restoring farmers' sovereignty over food, seed and genetic resources in Guaraciaba, Brazil. In: de BOEF W. S.; SUBEDI, A.; PERONI, N.; THIJSSSEN, M.; O'KEEFFE, E. (ed). **Community biodiversity management, promoting resilience and the conservation of plant genetic resources**. Routledge, Oxon, Ed. 1. p. 265-271, 2013.
- CANCI, A.; VOGT, J. A.; CANCI, I. J. **A Diversidade das espécies crioulas em Anchieta - SC**. São Miguel do Oeste: Ed.: Mclee, Brasil, 2004. 212 p.
- CANCI, I. **Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina**. 2006. 204 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M. J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J. C.; BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomates and derived purees; consequences on antioxidante plasma status in humans.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 52, n. 21, p. 6503-6509, 2004.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; TAKAHASHI, H. W.; ENDO, R. M.; PETEK, M. R.; SEIFERT, A. L. Correlações entre caracteres quantitativos em milho pipoca. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 551-554, 2002.

CHAMBERS, K. J.; BRUSH, S. B.; GROTE, M. N.; GEPTS, P. Describing maize (*Zea mays* L.) landrace persistence in the Bajío of Mexico: a survey of 1940s and 1950s collection locations. **Economic Botany**, v. 61, n. 1, p. 60-72, 2007.

COSTA, F. M. **Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação *onfarm* e *ex situ* e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina**. 2013. 212 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COSTA, F. M.; SILVA, N. C. A.; OGLIARI, J. B. Maize diversity in Southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. **Genetic Resources and Crop Evolution**, p. 1-20, 2016.

CRUZ, J. C; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, L. R. **Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14**. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acessado em: outubro de 2014.

DARRAH, L. L.; ZUBER, M. S. The United States farm corn germplasm base and commercial breeding strategies. **Crop Science**, v. 26, n. 6, p. 1109–1113, 1986.

DE BOEF, W. S. & PINHEIRO, S. L. G. Um novo profissional na pesquisa de desenvolvimento agrícola participativo. In: DE BOEF, W. S.; THIJSSSEN, H. M.; OGLIARI, J. B; STHAPIT, B. R. (Org). **Biodiversidade e Agricultores: Fortalecendo o Manejo Comunitário**. Porto Alegre, RS: L&PM, p. 68-77. 2007.

- DE JESUS FREITAS, I. L.; DO AMARAL JUNIOR, A. T.; VIANA, A. P.; PENA, G. F.; DA SILVA CABRAL, P., VITTORAZZI, C.; DA CONCEIÇÃO SILVA, T. R. Ganho genético avaliado com índices de seleção e com REML/Blup em milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 11, p. 1464-1471, 2014.
- DOS SANTOS, J. O.; DE SOUSA SANTOS, R. M.; BORGES, M. D. G. B.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B.; DOS SANTOS SEGUNDO, O. A. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 35-41, 2013.
- EMATNÉ, H. J.; SOUZA, J. C. D.; BIUDES, G. B.; NUNES, J. A. R.; GUEDES, F. L. Genetic progress of phenotypic recurrent selection in popcorn. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 1, p. 25-30, 2012.
- EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.
- ERWIN, A. T. The origin and history of popcorn, *Zea mays* L. var. *indurata* (Sturt.) Bailey. *Agromy Journal*, v. 41, n. 2, p. 53-56, 1949.
- FERREIRA, I. C. P. V.; MOTA, V. A.; DE ARAUJO, A. V.; DA COSTA, C. A.; DA FONSECA FERREIRA, M. A. J. Avaliação participativa de acessos de bucha vegetal. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 3155-3158, 2009.
- FUKUDA, W. M. G.; MAGALHÃES, J. A.; CAVALCANTI, J.; PINA, P. R.; TAVARES, J. A.; IGLESIAS, C.; ROMERO, L. F. H.; MONTENEGRO, E. E. **Pesquisa participativa em melhoramento de mandioca: uma experiência no semi-árido do Nordeste do Brasil**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF. 1997. 46 p.
- GONÇALVES, G. M. B.; SOUZA, R.; CARDOZO, A. M.; LOHN, A. F.; OGLIARI, J. B. Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservados por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2013.

- GUSMÃO, L. L.; NETO, J. A. M.; DA SILVA, M. N. Avaliação participativa de sete variedades de macaxeira em São Luís-MA. **Revista da FZVA**, v. 13, n. 2, p. 1-9, 2006.
- HOSENEY, R. C.; ZELEZNAK, K.; ABDELRAHMAN, A. Mechanism of popcorn popping. **Journal of Cereal Science**, v. 1, n. 1, p. 43-52, 1983.
- ICEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2013-2014**. Instituto CEPA/SC, Florianópolis, 2014. 221 p.
- ISHIDA, B. K.; CHAPMAN, M. H. A. Comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 26, p. 8017-8020, 2004.
- KAMPHORST, S. H. **População composta local de milho MPA1: Eficiência do esquema de convergente-divergente de seleção recorrente intrapopulacional e introgressão do gene br2**. 2014. 217 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- KIST V.; OGLIARI J. B.; ALVES A. C.; MIRANDA FILHO J. B. Genetic potential analysis of a maize population from Southern Brazil by modified convergent-divergent selection scheme. **Euphytica**, v. 176, n. 1, p. 25-36, 2010.
- KUHNEN, S.; LEMOS, P. M. M.; CAMPESTRINI, L. H.; OGLIARI, J. B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Carotenoid and anthocyanin contents of grains of Brazilian maize landraces. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 9, p. 1548-1553, 2011.
- KUHNEN, S.; OGLIARI, J. B.; DIAS, P. F.; BOFFO, E. F.; CORREIA, I.; FERREIRA, A. G.; DELGADILLO, I.; MARASCHIN, M. ATR-FTIR spectroscopy and chemometric analysis applied to discrimination of landrace maize flours produced in southern Brazil. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 8, p. 1673-1681, 2010.

- LI, Y.; DU, J.; WANG, T.; SHI, Y.; SONG, Y.; JIA, J. J. Genetic diversity and relationships among Chinese maize inbred lines revealed by SSR markers. **Maydica**, v. 47, n. 2, p. 93–101, 2002.
- LOUETTE, D. Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace? In: BRUSH, S.B., ed. **Genes in the field: On-farm conservation of crop diversity**. Boca Raton, FL: Lewis Publ., International Development Research Centre, International Plant Genetic Resources Institute, p. 109-142, 2000.
- LOUETTE, D.; CHARRIER, A; BERTHAUD, J. In situ conservation of maize in México: genetic diversity and maize and seed management in a traditional community. **Economic Botany**, v. 51, n. 1, p. 20-38, 1997.
- LOVATTO, P. B.; CRUZ, P. P.; MAUCH, C. R.; BEZERRA, A. A. Gênero, sustentabilidade e desenvolvimento: uma análise sobre o papel da mulher na agricultura familiar de base ecológica. **Redes**, v. 15, n. 2, p. 191-212. 2010.
- LUZ, M. D. L. S.; DALPASQUALE, V. A.; ALBERTO, C. Influência da umidade das sementes na capacidade de expansão de três genótipos de milho três genótipos de milho-pipoca (*Zea mays* L.). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 3, p. 549-553, 2005.
- MACHADO, A. T. Construção histórica do melhoramento genético de plantas: do convencional ao participativo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 35-50, 2014.
- MACHADO, A. T.; MACHADO, C. D. T.; Coelho, C. H. M.; Arcanjo, J. N. **Manejo da diversidade genética do milho e melhoramento participativo em comunidades agrícolas nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo**. Embrapa Cerrados, 2002. 22 p.
- MACHADO, A. T.; NUNES, J. A.; DE TOLEDO MACHADO, C. T.; NASS, L. L.; DA ROCHA BETTERO, F. C. Mejoramiento participativo en maíz: su contribución en el empoderamiento comunitario en el Municipio de Muqui, Brasil. **Agronomía Mesoamericana**, v. 17, n. 3, p. 393-405, 2006.

- MACHADO, A. T.; PEREIRA, M. B.; PEREIRA, M. E.; MACHADO, C. T. T.; MÉDICE, L. E. Avaliação de variedades locais melhoradas de milho em diferentes regiões do Brasil. In: SOARES, A. C.; MACHADO, A. T.; SILVA, B. M.; VON DER WEID, J. M. (eds) **Milho Crioulo, Conservação e Uso da Biodiversidade**, AS-PTA, Rio de Janeiro, p. 93-106, 1998.
- MANGELSDORF, P. C. **Corn is the origin, evolution and improvement**. Cambridge: Havard University Press, 1974. 262 p.
- MANGELSDORF, P. C.; SMITH JR., C. E. A discovery of remains of primitive maizen New Mexico. **Journal of Heredity**, v. 17, n. 2, p. 39-43, 1949.
- MATSUOKA, Y.; VIGOUROUX, Y.; GOODMAN, M. M.; SANCHEZ, J.; BUCKLER, E.; DOEBLEY, J. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. **Proceeding of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 9, p. 6080-6084, 2002.
- MIRANDA, D. S. DA SILVA, R. R.; TANAMATI, A. A. C. et al. Avaliação da qualidade do milho-pipoca. **Revista Tecnológica**, p. 13-20, 2012.
- MIRANDA, G. V.; DE SOUZA, L. V.; GALVÃO, J. C. C.; GUIMARÃES, L. J. M.; DE MELO, A. V.; DOS SANTOS, I. C. Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. **Euphytica**, v. 162, n. 3, p. 431-440, 2008.
- OGLIARI, J. B.; ALVES, A. C.; FONSECA, J. A.; BALBINOT, A. Relatório Final Técnico – Científico, Processo nº 420007/2001-6. **Análise Genética da Diversidade e Caracterização Fenotípica de *Zea mays* L. e *P. vulgaris* de Santa Catarina**, 2004.
- OSÓRIO, G. T. **Diversidade de espécies e variedades crioulas no oeste catarinense: um estudo de caso a partir de alface e radice em Anchieta e Guaraciaba**. 2015. 230 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

- PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. E. G. E.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; GUIMARÃES, P. E. D. O. Avanços no processo seletivo da variedade de milho pipoca BRS Angela. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 436-444, 2005.
- PELWING, A. B.; FRANK, L. B.; BARROS, I. I. Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 391-420, 2008.
- PENA, G. F. **Estabilidade e adaptabilidade edafoclimática de milho-pipoca de diferentes origens no norte e noroeste fluminense**. 2011. 96 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.
- PREMUZIC, Z.; BARGIELA, M.; GARCIA, A.; RONDINA, A.; LORIO A. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hidroponic tomatoes. **Hortscience**, v. 33, n. 2, p. 255-257, 1998.
- RANGEL, R. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; CANDIDO, L. S. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, 2011.
- REN, H.; ENDO, H.; HAYASHI, T. Antioxidative and antimutagenic activities and polyphenol content of pesticide-free and organically cultivated green vegetables using water-soluble chitosan as a soil modifier and leaf surface spray. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 1426-1432, 2001.
- RICHARDSON D. L. Pericarp thickness in popcorn. **Agronomy Journal**, v. 51, n. 231, p. 77-80, 1960.
- RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H; MANTOVANI, B. H. M.; DA SILVA, J. N. Efeito das condições de colheita, pré-processamento e armazenamento na qualidade do milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 591-597, 2000.

- SANTACRUZ-VARELA, A.; WIDRLECHNER, M. P.; ZIEGLER, K. E.; SALVADOR, R. J.; MILLARD, M. J.; BRETTING, P. K. Phylogenetic relationships among North American popcorns and their evolutionary links to Mexican and South American popcorns. **Crop Science**, v. 44, n. 4, p. 1456-1467, 2004.
- SASSE, S. **Caracterização de variedades locais de milho procedentes de Anchieta – SC quanto à resistência a *Exserohilum turcicum***. 88f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2008.
- SAWAZAKI, E. Milho pipoca, CD-ROM dos Anais do XXVIII **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, Goiânia, GO, Brasil. 2010.
- SCAPIM, C. A.; DO AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIEIRA, R. A.; MOTERLE, L. M.; TEIXEIRA, L. R.; VIGANÓ, J.; JÚNIOR, G. B. S. Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. **Seminário: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 321-330, 2010.
- SCHUPHAN, W. Nutritive value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatment. **Qualitas Plantarum: plant foods for human nutrition**, v. 23, n. 4, p. 333-358, 1974.
- SEIFERT, A. L.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V; FERREIRA, J. M.; GERAGE, A. C. Análise combinatória de populações de milho pipoca em *topcrosses*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 771-778, 2006.
- SILVA, N. C. A. **Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil**. 2015. 230 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; MACARI, J.; OGLIARI, J. B. Diversidade de variedades locais de milho-pipoca conservada in situ on farm em Santa Catarina: um germoplasma regional de valor real e potencial desconhecido. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n.1, p. 78-85, 2016.

- SILVA, W. J. da; VIDAL, B.C.; MARTINS, M. E. Q.; VARGAS, H.; PEREIRA, A. C.; ZERBETTO, M.; MIRANDA, L. C. M. What makes popcorn pop. **Nature**, v. 362, n. 6419, p. 417, 1993.
- SMITH, B. L. Organic foods vs. supermarket foods: element levels. **Journal of Applied Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 35–39, 1993.
- SONG, A.; ECKHOFF, S. R.; PAULSEN, M.; LITCHFIELD, J. B. Effects of Kernel Size and Genotype on Popcorn Popping Volume and Number of Unpopped Kernels. **Cereal Chemistry**, v. 68, n. 5, p. 464-467, 1991.
- SOUZA, R. **Diversidade de variedades crioulas de milho doce e adocicado conservadas por agricultores do oeste de Santa Catarina**. 2015. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SUBEDI, A.; STHAPIT, B.; RANA, R. B. et al. Análise Participativa de Redes de Sementes. In: De BOEF, W. S.; THIJSSSEN, H. M.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. (Org). **Biodiversidade e Agricultores: Fortalecendo o Manejo Comunitário**. Porto Alegre, RS: L&PM, p. 168 – 175, 2007.
- TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidante components of tomatoes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 1, p. 20-27, 2006.
- VIANA, J. M. S.; MUNDIM, G. B.; DELIMA, R. O.; E SILVA, F. F.; DE RESENDE, M. D. V. Best linear unbiased prediction for genetic evaluation in reciprocal recurrent selection with popcorn populations. **The Journal of Agricultural Science**, v. 152, n. 3, p. 428-438, 2014.
- VIGOUROUX, Y.; GLAUBITZ, J.; MATSUOKA Y.; GOODMAN, M. M.; SÁNCHEZ, G. J.; DOEBLEY, J. F. Population structure and genetic diversity of new world maize races assessed by DNA microstellites. **American Journal of Botany**, v. 95, n. 10, p. 1240-1253, 2008.

- VILLA, T. C. C.; MAXTED, N.; SCHOLTEN, M.; FORD-LLOYD, B. Defining and identifying crop landraces. **Plant Genetic Resources**, v. 3 n. 3, p. 373-384, 2006.
- VIRK, D. S. & WITCOMBE, J. R. Trade-offs between on-farm varietal diversity and highly client-oriented breeding—a case study of upland rice in India. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 54, n. 4, p. 823-835, 2007.
- ZEVEN, A. C. Landraces: a review of definitions and classifications. **Euphytica**, v. 104, n. 2, p. 127-139, 1998.
- ZINSLY, J. R. & MACHADO, J. A. Milho pipoca. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, p. 339-348, 1978.
- ZINSLY, J. R.; MACHADO, J. A. Milho pipoca. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, p. 413-421, 1987.

CAPÍTULO I - Componentes de rendimento de grãos e capacidade de expansão de variedades crioulas de milho pipoca procedentes do Oeste de Santa Catarina

RESUMO

O Extremo Oeste de Santa Catarina possui uma rica diversidade de variedades crioulas de milho pipoca de potencial ainda desconhecido. Populações de variedades crioulas de milho pipoca de coloração no pericarpo predominantemente branca, coletadas nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, Extremo Oeste do Estado de Santa Catarina, no ano de 2013, foram avaliadas na presente pesquisa para produtividade de grãos (PRO), capacidade de expansão total (CEX), capacidade de expansão sem piruás (CXP, além de outras características agrônomicas apontadas pela literatura como correlacionadas a estas três variáveis de maior importância. Para tanto, foram utilizados resultados de dois experimentos realizados em regiões distintas do Estado de Santa Catarina, sendo um em Florianópolis, e o segundo no Extremo Oeste catarinense, na cidade de Anchieta. Os tratamentos avaliados foram constituídos por, 14 variedades crioulas de milho pipoca – 13 coletadas no município de Guaraciaba e uma em Anchieta – e uma variedade de polinização aberta da empresa FEPAGRO, recomendada para a região. O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com três repetições e parcelas contendo duas fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,8 metros entre si. A área útil da parcela foi de 2,4 m² e o stand final após desbaste foi definido com 5 plantas por metro linear, estabelecendo uma densidade final de 62.500 plantas/ha⁻¹. Foram avaliadas 12 características relacionadas a PRO, CEX e capacidade de expansão com peso descontado dos piruás (CXP) e foram estimados os níveis de correlação. Para cada variável, foram efetuadas as análises de variância por local e conjunta. Nos resultados, a PRO teve maior correlação com prolificidade (PRL) (0,72) e número de grãos por fileira da espiga (NGF) (0,71), e negativa com índice de circularidade da cariopse (ICC) (-0,67). A CEX teve maior correlação com relação espessura/largura de grão (REL) (0,569) e ICC (0,407), e negativa com NGF (-0,449). A CXP teve correlação positiva com ICC (0,707) e REL (0,702), e negativa com PRO (-0,434) e NGF (-0,493). O acesso 574A se destacou com alta CEX e PRL. As variáveis que apresentaram efeito de interação genótipo x ambiente significativa foram: peso de 100 grãos (PCG), volume de 100 grãos (VCG), CEX, CXP e PRO. Para estas variáveis, em que houve efeito de interação genótipo x ambiente, foram observados tratamentos de maior estabilidade e adaptabilidade (612A, 880A, 244A e 66A). Os coeficientes

de variação genética foram maiores em PRO, PCG e VCG em Florianópolis. Os acessos de variedades crioulas possuem potencial para formação de compostos, e também para o melhoramento *per se*, com boas médias de PRO (283A, 319E, 48A e 880A), CEX (574A e 880A) e CXP (574A e 977A).

Palavras-chave: *Zea mays*, correlação entre caracteres, agrobiodiversidade.

ABSTRACT

The most western region of Santa Catarina possesses a rich diversity of popcorn landrace varieties of yet unknown potential. In 2013, populations of landrace popcorn varieties of predominantly white pericarp were collected in the cities of Anchieta and Guaraciaba in the western region of Santa Catarina State. They were evaluated in this research for grain yield (PRO), total expansion capacity (CEX), expansion capacity without unpopped grains (CXP), besides other agronomical traits showed by the literature as correlated to these three most important variables. For this, data from two experiments performed in different regions of Santa Catarina State were used, one in Florianópolis and the other in the most western region of the state, Anchieta city. The evaluated treatments were constituted by 14 accessions of landrace popcorn varieties, 13 collected in the cities of Guaraciaba and one in Anchieta and an open pollination variety from company FEPAGRO, recommended for that region. The experimental design used was completely randomized blocks, with three repetitions and plots made of two rows of 5 m in length, spaced 0.8 m between them. The useful plot area was 2.4 m² and the final stand after thinning was defined with 5 plants per linear meter, establishing a final density of 62,500 plants/ha⁻¹. Twelve traits were evaluated related to PRO, CEX, and expansion capacity without unpopped grains (CXP) and their correlation levels estimated. In each variable, local and joint variance analysis was calculated. In the results, PRO had the highest correlation with prolificacy (number of ears per plant relation) (PRL) (0.72) and number of grains per row (NGF) (0.71), and had negative correlation with cariopse roundness index (ICC) (-0.67). CEX showed the highest correlation with grain thickness/width relation (REL) (0.569) and ICC (0.407) and had a negative correlation with NGF (-0.449). CXP showed positive correlation with ICC (0.707) and REL (0.702) and negative correlation with PRO (-0.434) and NGF (-0.493). Accession 574A stood out with both high CEX and PRL. The variables that presented significant genotype x environment interaction (IGxA) effect were weight of 100 grains (PCG), volume of 100 grains (VCG), CEX, CXP and PRO. In these variables, that showed IGxA effect, it was observed accessions of higher stability and adaptability (612A, 880A, 244A e 66A). Genetic variation coefficients were higher in PRO, PCG and VCG in Florianópolis. Accessions of landrace varieties have potential to form compounds and for genetic improvement *per se*, with good means of PRO (283A, 319E, 48A and 880A), CEX (574A and 880A) and CXP (574A and 977A).

Key words: *Zea mays*, character correlation, agrobiodiversity.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil tornou-se um dos grandes produtores mundiais de milho pipoca. Embora a importância desta cultura tenha alcançado maior relevância nacional, ainda não existem informações oficiais sobre a cultura, como a área plantada e produção nacional. Segundo o Sindicato Rural do Campo Novo do Parecis - MT, o Brasil em 2014, ano de copa do mundo de futebol, produziu cerca de 300 mil toneladas de milho pipoca, impulsionado pelo alto valor pago pela saca de 60 kg (R\$ 34,00). Os EUA continuam sendo os maiores produtores de milho pipoca, com cerca de 88 mil hectares, produção anual de 356 mil toneladas e produtividade média de 4 t.ha⁻¹ (USDA, 2014).

Um dos pontos fracos da cadeia produtiva de milho pipoca no Brasil é a ausência de cultivares que sejam adaptadas e qualitativamente superiores. Apesar dos trabalhos de melhoramento desenvolvidos em diferentes regiões do Brasil, apenas três cultivares comerciais de milho pipoca estiveram disponíveis no mercado no ano agrícola de 2013/2014: RS 20, UFVM2-Barão e IAC 125 (CRUZ et al., 2014). Dessa forma, a produção nacional fica dependente da utilização de cultivares híbridas exóticas fornecidas por empresas empacotadoras e integradoras, que fornecem um pacote de insumos e garantem a compra (VITTORAZZI et al., 2013; COUTO, 2014).

Com relação aos procedimentos de melhoramento de milho pipoca, os métodos aplicados são os mesmos daqueles aplicados em programas de melhoramento de milho comum, mas com uma característica a mais, e considerada de maior valor quando aliada a produtividade, que é a capacidade de expansão (ZINSLY & MACHADO, 1987). Em razão do seu elevado valor de mercado e uso quase exclusivo para consumo humano, o milho pipoca deve possuir, prioritariamente, elevada capacidade de expansão, para que se tenha aceitação no mercado e produza lucro.

A capacidade de expansão do milho pipoca está relacionada a fatores genéticos, condições de produção, colheita, processamento, métodos de secagem, temperatura do pipocador, condições do pericarpo e endosperma, densidade de plantas, tamanho, formato e, principalmente, umidade dos grãos (MIRANDA et al., 2008; HOSENEY, 1983; LYERLY, 1942). Segundo Sawazaki (1986), teores de umidade entre 13% e 15% são os que proporcionam um melhor rendimento do milho pipoca. Porém, diversas pesquisas apontam vários níveis ótimos de umidade, variando de acordo com os métodos utilizados para estourar as

pipocas e medir a umidade dos grãos (LUZ, 2005; RUFFATO et al., 2000; SONG, 1991; HOSENEY, 1983).

A capacidade de expansão, considerada o parâmetro de maior importância na pipoca, apresenta uma correlação negativa com a produtividade, segundo alguns autores (MIRANDA et al., 2008; BROCCOLI & BURAK, 2004; CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2002; SILVA et al., 1993; BRUNSON, 1937). Para o agricultor, economicamente, a variável mais importante é a elevada produtividade. Enquanto que, para o consumidor, a elevada capacidade de expansão é a mais importante, pois confere à pipoca maciez e textura (SCAPIM et al., 2002). Essa relação oposta entre os dois caracteres de maior importância (produtividade e qualidade), acaba se tornando um dos maiores desafios para os melhoristas desse cultivo.

As características que estão comumente correlacionadas com a produtividade são: prolificidade, número de fileiras de grãos na espiga, número de grãos por fileira, comprimento da espiga, diâmetro da espiga e genótipo (MIRANDA et al., 2008; BROCCOLI & BURAK, 2004; VIDAL-MARTÍNEZ et al. 2001; ALLRED-COYLE et al., 2000; SONG et al., 1991). A correlação, estimada pelo coeficiente de correlação, é importante para o melhoramento de plantas pois quantifica o grau de associação genética e não-genética entre dois ou mais caracteres. A estimativa desse parâmetro pode ser utilizada para evitar alterações indesejáveis nas plantas, e selecionar de forma indireta caracteres não visíveis ou que necessitam de destruição para que sejam avaliados. A correlação pode também aumentar a eficiência da seleção de caracteres de baixa herdabilidade quando realizada sobre caracteres relacionados de maior herdabilidade. Porém, para isso ser possível, o nível de associação entre os caracteres deve ser elevado (HALLAUER et al., 1988).

As variedades crioulas foram por muitos anos fontes de genes para o melhoramento genético de plantas. Contudo, sua importância tem sido subestimada nas últimas décadas. No caso das variedades de milho pipoca, o banco de dados do TIRFAA evidencia essa realidade, em vista dos últimos acessos terem sido coletados no fim das décadas de 70 e 80. Por outro lado, trabalhos recentes, realizados no Oeste de Santa Catarina, demonstram a baixa representatividade dessa região no banco de germoplasma do CENARGEN, considerando que 1078 variedades crioulas de milho pipoca foram identificadas apenas em Anchieta e Guaraciaba (COSTA et al., 2016), coexistindo com os seus parentes silvestres, até então desconhecidos (SILVA et al., 2015).

Raros estudos são realizados avaliando o potencial de uso das variedades crioulas de milho pipoca, para fins de melhoramento genético

ou recomendação para cultivo. São recursos genéticos que necessitam ser investigados, principalmente no contexto de expansão que se encontra a cadeia produtiva do milho pipoca no país. Porém, sem boas opções de genótipos nacionais disponíveis no mercado, cria-se assim uma dependência dos produtores às empresas detentoras de registros de sementes importadas.

Com base nessa contextualização, o presente trabalho objetivou avaliar o potencial genético e o grau de correlação entre os caracteres de 14 variedades crioulas de milho pipoca conservadas por agricultores familiares de Anchieta e Guaraciaba (Oeste de Santa Catarina), além de uma variedade de polinização aberta da empresa FEPAGRO, recomendada para a região Oestes do Estado de Santa Catarina

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação do potencial genético de variedades crioulas de milho pipoca de grãos predominantemente brancos, procedentes de Anchieta e Guaraciaba, foram realizados dois experimentos em regiões distintas do Estado de Santa Catarina. Um deles conduzido em Florianópolis (FLN), localizado no litoral do estado de Santa Catarina; o segundo em Anchieta (ANC), no Extremo Oeste catarinense (Figura 1).

O experimento realizado no município de FLN foi conduzido na Fazenda Experimental da Ressacada da UFSC, situada na latitude 27,41°S e longitude 48,32°O. A temperatura média anual é de 24,0°C, sem estação seca, verão quente e precipitação anual normal variando de 1270 a 1600 mm. O clima é classificado como mesotérmico úmido (Cfa Köppen) e o solo da área experimental é classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico (EMBRAPA, 2006), de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.

O experimento realizado no município de ANC foi conduzido em uma unidade de produção familiar, que está localizada na latitude 26,59°S e longitude 53,38°O, a aproximadamente 745 km da capital Florianópolis. O local apresenta clima mesotérmico úmido (Cfa de Köppen), com temperatura média anual de 17,8 °C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 a 2.000 mm e altitude média de 480 m. As características pedogenéticas predominantes na região do experimento enquadram-se na classe de Cambissolos, apresentando relevo ondulado com pedregosidades (EMBRAPA, 2006).



Figura 1. Localização dos municípios onde foram realizados experimentos com variedades crioulas de milho pipoca, safra 2014/2015: a) Anchieta e b) Florianópolis.

Os tratamentos avaliados no experimento foram constituídos por 14 acessos de variedades crioulas – 13 procedentes de Guaraciaba e uma de Anchieta – e uma variedade de polinização aberta comercial recomendada para cultivo na região Sul do Brasil (*RS 20*), que foi utilizada como testemunha em ambos os experimentos (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação, procedência, tempo de cultivo e capacidade de expansão das variedades crioulas de milho pipoca avaliadas em experimentos conduzidos em Florianópolis e Anchieta, na safra 2014/2015.

IDV ¹	Comunidade/ Município ²	Tipo de grão	Anos na Família	Capacidade de expansão ³
574A	Liso Baixo/ GBA	Pontudo	8	23,0
648C	Olímpio/ GBA	Redondo	1	24,7
283A	Guataparalto/ GBA	Redondo	80	13,2
319E	Guataparema/ GBA	Pontudo	-	-
66A	B. da Traíra/ GBA	Pontudo	3	12,6
2360A	Cordilheira/ ANC	Pontudo	-	17,5
884B	São João/ GBA	Pontudo	2	9,5
977A	São Vicente/ GBA	Pontudo	37	21,7
244A	F. da Cunha/ GBA	Muito pontudo	20	8,8
793B	Perondi/ GBA	Redondo	2	13,5
857C	São Cristóvão/ GBA	Pontudo	3	14,0
612A	Mirim/ GBA	Redondo	6	19,5
48A	B. da Guaraciaba/ GBA	Redondo	10	9,7
880A	São Domingos/ GBA	Muito pontudo	6	23,3
RS 20	Rio Grande do Sul	Redondo	-	>30 mL.g ⁻¹

¹Código de identificação das variedades crioulas no banco de germoplasma de Universidade Federal de Santa Catarina; ²Anchieta (ANC) e Guaraciaba (GBA); ³Avaliado por Silva (2015), na escala de mL.mL⁻¹, com exceção da cultivar *RS 20*.

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com três repetições e parcelas contendo duas fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,8 metros entre fileiras. Após o desbaste, o estande definitivo foi estabelecido com 5 plantas por metro linear, totalizando uma densidade de 62.500 plantas por hectare, e uma área útil de parcela de 2,4 m². A semeadura em FLN ocorreu em 12 de setembro de 2014 (início da primavera), enquanto que em ANC ocorreu em 17 de dezembro de 2014 (fim da primavera e início do verão).

O experimento de FLN foi realizado em plantio direto sobre a palha de aveia e ervilhaca. A adubação mineral de base seguiu a recomendação do Manual de Adubação e Calagem para o Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004), com base no laudo de análise de solos (Tabela 2). Assim, foi aplicado 45 kg.ha⁻¹ de ureia (45% de N), 75 kg.ha⁻¹ de superfosfato triplo (46% de P) e 40 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio (61% de K). De cobertura foi aplicado 20 t.ha⁻¹ de composto de lixo urbano produzido pelo Laboratório de Biotecnologia Neolítica da UFSC. No experimento realizado em ANC, não foi realizado qualquer tipo de adubação, por ser a prática mais comum entre os plantadores de variedades crioulas de milho pipoca da região (SILVA, 2015).

Tabela 2: Resultado da análise de solo das áreas experimentais de Anchieta e Florianópolis.

Análises	ANC	FLN
Teor de argila (%)	20,0	10,0
pH-Água 1:1	6,3	5,4
Fósforo (mg/dm ³)	19,7	40,6
Potássio (mg/dm ³)	176,0	70,0
Matéria orgânica (%)	2,1	4,2
Cálcio (cmolc/dm ³)	18,4	2,3
Magnésio (cmolc/dm ³)	3,6	1,0
CTC pH 7,0 (cmolc/dm ³)	24,7	8,3

Laudo emitido por laboratório da EPAGRI, integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos de SC e RS - ROLAS. Assinatura digital dos laudos: FLN (6B2176E1-FCB1-410E-99CE-B6B4A1BCDBE7) e ANC (C17CCEF5-2476-4FAA-8AA1- 37768838373E) disponível no site: <http://solosch.epagri.sc.gov.br/>.

Em ambos os locais, foram avaliadas a produtividade de grãos, a capacidade de expansão e capacidade de expansão sem piraúas (CXP), além de outras 12 características possivelmente correlacionadas a estas duas, segundo as informações obtidas na literatura (CABRAL et al., 2016; BROCCOLI & BURAK, 2004; VIDAL-MARTINEZ et al., 2001; CARPENTIERI-PÍPOLO et al. 2002; PACHECO et al., 1998; ZIEGLER & ASHMAN, 1994; LYERLY, 1942).

As variáveis avaliadas foram:

- Altura de plantas (ALT): medida desde o solo até a folha bandeira, em amostras de 5 plantas da parcela útil;

- Posição relativa de espiga (PRE): estimada pela ALT equacionada pela altura da espiga principal, em amostras de 5 plantas da parcela útil;

- Diâmetro do colmo (DCO): medido no meio do internódio inferior à espiga principal, em amostras de 5 plantas da parcela útil;

- Prolificidade (PRL): estimada com base na proporção estabelecida entre o número de espigas produzindo grãos e o número total de plantas da parcela útil

- Comprimento de espiga sem palha (CES): medido desde a base até o último grão produzido pela espiga principal, em uma amostra de 5 plantas da parcela útil;

- Número de grãos por fileira da espiga (NGF): estimado com base na média do número de grãos de todas as fileiras da espiga principal, em amostra de 5 plantas da parcela útil;

- Número de fileiras da espiga (NFE): contagem do número de fileiras de grãos da espiga principal, em 5 amostra de 5 plantas da parcela útil;

- Diâmetro de espiga (DES): medido no meio da espiga principal sem palha, em uma amostra de 5 espigas da parcela útil;

- Peso de 100 grãos (PCG): estimado com base na média de 8 amostras de 100 sementes da parcela útil;

- Volume de 100 grãos (VCG): estimado a partir da média de 8 amostras de 100 sementes da parcela útil;

- Relação Espessura/Largura de grão (REL): o comprimento médio do grão equacionado pela largura média dos grãos, para inferir sobre o formato mais arredondado ou mais comprido do grão em uma amostra de 10 grãos da parcela útil;

- Índice de circularidade da cariopse (ICC): variável usada para estimar o quanto arredondado é o grão. É definido pela equação $ICC = \frac{E}{L} + C$, sendo “E” a espessura do grão, “L” a largura do grão e “C” o comprimento do grão, medido a partir de 10 grãos por parcela útil; o valor de 0,5 revela a maior simetria entre as dimensões;

- Produtividade de grãos (PRO): estimada a partir da colheita e debulha manual de todas as plantas da parcela útil de 2,4 m², com estande completo de 15 plantas, e transformado em kg. ha⁻¹ de grãos;

- Capacidade de expansão (CEX): Realizada a partir da relação do volume final (pipoca estourada) e peso inicial de grão (30g). A metodologia foi baseada na Instrução Normativa nº 61 (BRASIL, 2011) e adaptada devido a indisponibilidade de micro-ondas de mesma especificação no mercado (Tabela 3). Inicialmente, foram realizados testes para adequação do teste de CEX com o equipamento disponível, sendo no final estabelecido um intervalo de 1 min e 30s entre as amostras, com ventilação da parte interna para resfriamento do equipamento e diminuição da saturação do ar pela umidade produzida pelo aquecimento dos grãos, e que poderia comprometer o aquecimento das amostras subsequentes. Entre os tratamentos o intervalo foi de 5 min com ventilação. Após estouradas, o volume das pipocas foi medido em uma proveta de 1000 mL, sem sua compactação.

- Capacidade de expansão sem piruás (CXP): uma medida adicional foi realizada, onde os grãos não estourados (piruás) foram pesados e subtraídos do cálculo de CEX, originando uma estimativa de capacidade de expansão sem piruás (CXP). As medias de CEX e CXP de cada tratamento foi então calculada a partir da média de três repetições quando o coeficiente de variação não ultrapassou 10%, e nos casos em

que este limite foi ultrapassado, foram realizadas mais duas repetições e descarte do maior e o menor volume dos cinco. O padrão mínimo de CEX para comercialização da pipoca estabelecido pelo MAPA (BRASIL, 2011) é de 30 mL.g⁻¹ de grãos de pipoca.

Tabela 3: Informações técnicas do micro-ondas e metodologia utilizada nos testes de capacidade de expansão.

Característica	Utilizado nos testes	Padrão do MAPA ¹
Voltagem	220	220
Frequência (Hz)	2450	2450
Watts	1300	900
Marca	Electrolux	NE
Capacidade	23 Litros	27 Litros
Modelo	MEF33	NE
Potência	Max	Max
Tempo de preparo	1min 30s	1min 30s
Intervalo entre amostras	1min 30s	NE
Intervalo entre tratamentos	5 min	NE

¹Conforma Instrução Normativa nº 61, de 22 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011).

A análise de variância por local seguiu o modelo fixo, considerando a equação estatística matemática: $Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$, em que Y_{ij} corresponde a observação do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2, \dots, 15$) do j -ésimo bloco ($j = 1, 2$ e 3); μ é a média geral do experimento (constante); t_i é o efeito dos tratamentos; b_j é o efeito dos blocos; e_{ij} corresponde ao erro experimental aleatório. A diferença entre os tratamentos foi calculada pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro, quando o teste de F foi significativo ao mesmo nível de significância.

As análises de interação entre genótipo e ambiente (IGxE) foram estimadas por meio da análise conjunta dos dados experimentais de ambos os locais (ACJ). Nesse caso, a análise também seguiu o modelo fixo, considerando a equação estatística matemática: $Y_{ijk} = \mu + t_i + l_j + tl_{ij} + b_{k(j)} + e_{ijk}$, em que Y_{ijk} é a observação do i -ésimo tratamento, do j -ésimo local e do k -ésimo bloco; μ é a média geral do experimento; t_i é o efeito aditivo dos tratamentos; l_j é o efeito dos locais; tl_{ij} é o efeito da interação entre local e tratamento; $b_{k(j)}$ é o efeito de blocos aninhados em locais e; e_{ijk} corresponde o erro experimental aleatório (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

O software utilizado para as análises de variâncias conjuntas foi o STATISTICA 7®.

O coeficiente de variação experimental foi estimado pela fórmula: $CVe = 100 \cdot \left(\sqrt{QMR} / \mu \right)$ onde μ é a média geral da variável analisada e QMR é o quadrado médio do resíduo. O componente quadrático genotípico foi estimado pela fórmula: $\phi_g = (QMT - QMR) / r$ onde QMT é o quadrado médio dos tratamentos, o QMR é o quadrado médio do resíduo e r é o número total de repetições. O coeficiente de variação genética foi calculado pela fórmula: $CVg = 100 \cdot \left(\sqrt{\phi_g} / \mu \right)$ onde ϕ_g é o componente quadrático genotípico e μ a média geral da variável analisada.

As correlações entre os caracteres foram estimadas a partir do produto médio de tratamento (P_{Txy}) da análise de covariância conjunta e com os valores dos quadrados médios de tratamento das variáveis (Q_{Tx} e Q_{Ty}) das ACJ, somente para as combinações com PRO, CEX e CXP. Os coeficientes de correlação linear foram estimados por meio da expressão: $r = P_{Txy} / \sqrt{Q_{Tx}Q_{Ty}}$. A estimativa do nível de significância, de cada coeficiente de correlação obtido, foi calculada a partir da seguinte expressão: $t_c = r\sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2}$ onde r é o valor da correlação calculada e n é igual ao número de tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As correlações entre os caracteres, para o conjunto de variedades de milho pipoca avaliadas em FLN e ANC, estão apresentados na tabela 4, bem como seus respectivos níveis de significância.

O grau de correlação pode ser definido como forte quando superior a 0,80, moderado entre 0,50 e 0,80, fraco entre 0,20 e 0,50, e não associado quando abaixo de 0,20 (ZOU et al., 2003).

A PRO apresentou correlação moderada e positiva com PRL (0,72) e NGF (0,71). Houve correlação moderada e também positiva de PRO com CES, NFE e PRE. Os resultados de correlação de PRO com NGF e NFE foram semelhantes ao de Vidal-Martínez et al. (2001) em avaliação de milho comum. Os autores encontraram uma forte correlação positiva entre PRO e NGF ($r=0,90$) e entre NFE e PRO ($r=0,81$). Broccoli

& Burak (2004) por sua vez, encontraram uma correlação positiva também moderada entre CES e PRO ($r=0,55$) em milho pipoca.

A PRO teve correlação positiva moderada com DCO. Um diâmetro de colmo maior confere mais resistência ao acamamento, além de ser um repositório de sólidos solúveis utilizados na formação de grãos (PAIXÃO et al., 2008), podendo também ser influenciado negativamente pela alta densidade populacional de plantas (DEMÉTRIO et al., 2008).

O ICC apresentou correlação moderada e negativa com PRO ($-0,67$). Broccoli & Burak (2004) observaram uma correlação negativa fraca ($r= -0,32$) entre estas características. Segundo Lyerly (1942), o formato arredondado dos grãos de milho pipoca é positivamente correlacionado com a CEX, que por sua vez correlaciona-se negativamente com a PRO, explicando então a correlação negativa existente entre ICC e PRO. Além disso, vários fatores podem alterar o formato e distribuição dos grãos na espiga. Déficit hídrico e qualidade do solo podem causar problemas no crescimento da planta e levar a uma pobre polinização. Isto gera um preenchimento irregular dos grãos na espiga, que ficam mais arredondados devido ao maior espaço disponível (BROCCOLI & BURAK, 2004). Devido à associação negativa entre ICC e PRO, a seleção de ICC como caráter para melhorar a CEX pode ter um efeito negativo na PRO. Analisando as variáveis que influenciam na PRO e na CEX, Broccoli & Burak (2004) e Pacheco et al. (1998) sugerem que a melhor estratégia para melhorar simultaneamente essas duas características seria primeiramente selecionar plantas com boa CEX e então plantas com boa PRL, já que em seu estudo a prolificidade foi positivamente correlacionada com PRO, porém, sem correlação com CEX.

Outras características avaliadas neste trabalho tiveram correlação moderada com a PRO, sendo ALT e DES positivas, e CXP negativa, embora, o tamanho amostral utilizado na análise não tenha permitido que se obtivesse um valor significativo da correlação. Já os autores, Broccoli & Burak (2004), encontraram correlação positiva moderada entre DES e PRO ($r=0,51$), superior a encontrada neste trabalho ($r=0,41$).

No presente estudo, a CEX teve correlação fraca com ICC (0,407) e NGF (-0,449), sendo a primeira positiva e a segunda negativa. Broccoli & Burak (2004) encontraram uma correlação positiva forte ($r=0,81$) entre ICC e CEX, maior do que a observada neste trabalho. Neste trabalho, a REL foi a característica que apresentou maior correlação com CEX (0,569). Da mesma forma que ICC, a REL é relacionada ao formato do grão, porém, de forma bidimensional, enquanto ICC é estimado pelas três dimensões dos grãos. Lyerly (1942) observou correlação entre REL e a

CEX, indicando que grãos mais arredondados possuíam uma correlação positiva moderada com CEX.

Lyerly (1942) e Carpentieri-Pípolo et al. (2002) observaram, em híbridos de pipoca, uma correlação positiva forte entre CEX e tamanho, medido em número de grãos em 40cm^3 , e concluíram que a seleção indireta de genótipos com maiores CEX poderia ser feita com base nos grãos menores. Galvão et al. (2000) e Ziegler & Ashman (1994) encontraram o mesmo resultado, de que grãos menores possuem maior CEX. Contudo, esse resultado não foi observado neste estudo, possivelmente pelo fato de que algumas das pipocas crioulas apresentam formatos distintos de grãos e relação aos híbridos comerciais, que possuem formato arredondado, enquanto que, neste trabalho, muitas das variedades crioulas apresentavam grãos pontudos e em formato de dente de alho e, possivelmente devido a este diferencial, a característica VCG não foi correlacionada com CEX (0,166).

A CXP avaliada, teve correlação positiva com ICC (0,707) e REL (0,702) e correlação negativa moderada com NGF e PRO. A CXP permite avaliar a CEX apenas de grãos pipocáveis e, desta forma, determinar a correlação com o potencial maior de cada população analisada. O ICC e a REL podem ser considerados bons indicadores para seleção de CEX superiores em milhos pipoca crioulos. Contudo, a REL apresentou uma correlação negativa com PRO mais fraca comparada ao ICC.

Tabela 4: Correlação entre capacidade de expansão (CEX), capacidade de expansão sem peso de piruás (CXP) e produtividade de grãos (PRO) entre si, e com outras doze variáveis avaliadas em experimentos conduzidos com variedades de milho pipoca, em Anchieta (ANC) e Florianópolis (FLN), Santa Catarina, safra 2014/2015.

Variável	CEX		CXP		PRO	
	COR ¹	p(uncorr) ²	COR	p(uncorr)	COR	p(uncorr)
REL	0,569	0,027	0,702	0,004	-0,392	0,149
ICC	0,407	0,133	0,707	0,003	-0,679	0,005
PRE	0,137	0,628	-0,179	0,523	0,500	0,058
ALT	0,005	0,986	-0,291	0,293	0,431	0,108
DCO	-0,154	0,584	-0,294	0,288	0,564	0,029
PRL	0,100	0,724	-0,069	0,806	0,726	0,002
PCG	0,343	0,211	0,080	0,777	-0,002	0,994
VCG	0,166	0,554	-0,011	0,970	-0,076	0,789
CES	-0,035	0,901	-0,076	0,788	0,627	0,012
NFE	-0,198	0,480	-0,167	0,551	0,569	0,027
NGF	-0,449	0,093	-0,493	0,062	0,711	0,003
DES	-0,124	0,659	-0,377	0,166	0,420	0,119
CEX	-	-	0,847	0,000	-0,193	0,490
CXP	0,857	0,000	-	-	-0,434	0,106
PRO	-0,193	0,490	-0,434	0,106	-	-

¹Correlação linear de Pearson, estimada com base na média de tratamentos de dois locais (ANC e FLN); ²Significância da correlação linear de Pearson. REL - relação espessura/largura de grão; ICC - índice de circularidade da cariopse; PRE - posição relativa da espiga, ALT - altura de planta; DCO - diâmetro do colmo; PRL - prolificidade; PCG - peso de 100 grãos; VCG - volume de 100 grãos; CES - comprimento de espiga; NFE - número de fileiras da espiga; NGF - número de grãos por fileira da espiga; DES - diâmetro de espiga.

A variedade comercial *RS 20* teve a menor média de ALT em FLN (1,12 m) (Tabela 5), sem diferenciar-se significativamente das populações *612A* (1,26 m). Em ANC, *RS 20* apresentou diferença significativa para ALT em relação a todos os demais tratamentos, e obteve a menor média (0,99 m). Os coeficientes de variação genotípica (CVg) tiveram magnitude média de 12,49% (FLN) e 11,83% (ANC).

Para ALT, não ocorreram diferenças significativas entre os locais e efeito de IGxA. Esses dados diferem dos encontrados por Paixão et al. (2008) e Seifert et al. (2006), que observaram efeitos significativos de IGxA para PRE e ALT, em variedades de milho comum e milho pipoca, respectivamente. Os coeficientes de variação experimental (CVE) foram inferiores a 10% para ALT, em ambos os locais (FLN e ANC).

Seifert et al. (2006) realizaram dois experimentos e obtiveram valores médios de ALT para *RS 20* superiores às estimativas deste trabalho (1,75 m e 1,38 m). Nos trabalhos de Miranda et al. (2003), Coimbra et al. (2002) e Miranda et al. (2008), *RS 20* também se destacou como a variedade de menor porte, tal como foi observado na presente pesquisa.

Para a variável PRE avaliada em FLN (Tabela 5), os tratamentos *RS 20* (0,39) e *612A* (0,42) apresentaram os menores valores da relação, assim como em ANC, onde os tratamentos *RS 20* e *612A* obtiveram médias para PRE de 0,43 e 0,48, respectivamente. O valor estimado de CVg, em ANC, foi relativamente menor do que o estimado em FLN para esta mesma variável, enquanto que os valores de CVe, em ambos os locais, não ultrapassou 9%. Assim como na presente pesquisa, os valores de PRE estimados por Miranda et al. (2008) e Miranda et al. (2003) para *RS 20* foram os menores (0,44 e 0,40, respectivamente) em relação aos demais tratamentos avaliados por esses autores. Na avaliação realizada por Seifert et al. (2006), *RS 20* apresentou PRE de 0,60 e 0,54, maiores do que o valor estimado neste trabalho (0,41), bem como ao de outros autores. Para esta variável, não foram observadas diferenças significativas para o efeito de IGxA e locais. Porém, Paixão et al. (2008), ao avaliarem variedades de milho comum, concluíram que para esta variável os efeitos significativos de IGxA podem ocorrer.

Valores elevados de ALT e PRE fazem com que a planta apresente maior suscetibilidade ao acamamento, não sendo indicada para plantio em locais com ocorrência frequente de ventos e solos muito férteis (MIRANDA et al., 2003; PAIXÃO et al., 2008). Populações de porte baixo possuem, além de menor susceptibilidade ao acamamento, uma melhor adaptação à colheita mecanizada e maior resistência ao estresse hídrico (DEMETRIO et al., 2008).

O DCO, que está relacionado à sustentação da planta e resistência ao acamamento (PAIXÃO et al., 2008; MIRANDA et al., 2003), apresentou diferença significativa apenas em ANC (Tabela 5). Em ambos os locais, o DCO apresentou baixo CVg, com um valor ligeiramente superior em ANC, mas suficiente, em relação ao CVe, para que a diferença entre os tratamentos fosse significativa. A média dos tratamentos de FLN foram superiores à de ANC ($p < 0,001$), com médias de 14,12 mm em FLN e 12,99 mm em ANC. Apesar de ter sido significativa a diferença entre os tratamentos em ANC ($p = 0,032$), o teste de Skott-Knott não foi capaz de separar os tratamentos entre si. A variedade 977A apresentou a maior média de DCO e não se diferenciou da variedade comercial *RS 20*, de menor valor observado. Nas análises de

DCO, os CVe ficaram próximos de 10%. Freitas et al. (2014) obtiveram média de 14,48 mm para DCO em populações de milho pipoca desenvolvidas pela UENF. As médias estimadas por esses autores foram próximas a deste trabalho.

Os tratamentos diferiram significativamente entre si em FLN e ANC para PCG (Tabela 5) e também para os efeitos de locais e da IGxA. No experimento de FLN, as médias variaram de 11,7 g (RS 20) a 21,6 g (857A e 793B), com um CVg de 20,69%. Estes dois tratamentos de maior PCG não diferiram significativamente dos tratamentos 2360A e 884B.

Em ANC, a média dos tratamentos para PCG foi inferior à média de FLN ($p < 0,0001$), a uma amplitude de médias que variou de 9,7 g (283A) a 14,9 g (574A), e um CVg de 10,31%. O tratamento 574A não diferiu, significativamente, dos tratamentos 884A, 244A, 793B, 857C e 880A.

As médias de FLN para PCG foram superiores das encontradas por Pereira & Amaral (2001) em 92 famílias de meios-irmãos de milho pipoca, e por Galvão et al. (2000) em 40 variedades híbridas também de milho pipoca, com valores médios de 12,96 g e 13,00 g, respectivamente. Já em ANC os valores estimados foram semelhantes aos dos referidos trabalhos.

Os tratamentos 884B, 793B e 2360A avaliados em ANC tiveram redução de -40,4%, -40%, -34% para PCG em relação à FLN, respectivamente, indicando maior sensibilidade destes tratamentos a mudança de ambiente. Por outro lado, os tratamentos mais estáveis apresentaram reduções de -1,2% (612A) e -3,8% (648C) entre estes mesmos locais.

Para a variável VCG, os tratamentos foram significativamente diferentes nos dois locais (FLN e ANC) e o CVg de FLN (22,17%) foi muito superior ao de ANC (8,92%). Houve diferença significativa entre locais e para o efeito de IGxA (Tabela 5). A média de VCG em FLN foi de 19,78 mL e o CVe de 13,26%. Os tratamentos que apresentaram as maiores médias foram 884B (27,17 mL), 793B (28,33 mL) e 857C (857 mL), sem diferenciarem-se significativamente entre si. Em relação a FLN, ANC teve uma redução de 15,8% na média dos tratamentos, cuja estimativa correspondeu a 16,1 mL (Tabela 5). Assim como no PCG, aqueles tratamentos que apresentaram maiores reduções de suas medidas para VCG foram 2360A (-24%), 884B (-39,9%) e 793B (-34,9%), no experimento de ANC, enquanto que os tratamentos 880A, 612A e 648C tiveram menor influência do ambiente para VCG (0,8%, 1,6% e 0,5%, respectivamente). Além da média geral de VCG em ANC (16,1 mL) ter sido menor em comparação a FLN (19,8 mL), também houve menor

amplitude de variação entre as médias dos tratamentos. Os valores de VCG em ANC variaram de 12,33 mL (283A) a 18,83 mL (884B) em comparação a variação de 14,67 mL (648C) a 28,83 mL (884A) em FLN. Devido à baixa amplitude das médias em ANC, os tratamentos pouco se diferenciaram entre si, embora o CVe tenha sido relativamente baixo (10,91%) nesse local. As médias de VCG foram semelhantes às observadas por Pereira & do Amaral Junior (2001) que obtiveram, em avaliações de híbridos, uma média de VCG de 17,29 mL e amplitude de médias que variou de 16,25 mL a 18,5 mL. Ainda que, de acordo com alguns autores, grãos menores apresentem maiores CEX (ZIEGLER & ASHMAN, 1994), a comercialização de grão maiores é mais fácil, já que, consumidores preferem grãos que produzam uma “flor” de pipoca maior (GALVÃO et al., 2000).

Tabela 5: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de altura de planta (ALT), posição relativa de espiga (PRE), diâmetro do colmo (DCO), peso de 100 grãos (PCG) e volume de 100 grãos (VCG) de 14 variedades crioulas de milho pipoca e uma variedade comercial (*RS 20*), em experimentos realizados em Florianópolis-SC (FLN) e Anchieta-SC (ANC), safra 2014/2015.

Acesso	ALT (m)				PRE				DCO (mm)				PCG (g)				VCG (mL)			
	FLN		ANC		FLN		ANC		FLN		ANC		FLN		ANC		FLN		ANC	
574A	1,48	C	1,43	A	0,57	B	0,56	A	13,6	12,1	A	16,0	B	14,9	A	19,8	C	14,8	B	
648C	1,43	C	1,64	A	0,50	C	0,58	A	13,4	13,4	A	11,8	C	11,4	B	14,7	C	14,8	B	
283A	1,59	B	1,55	A	0,52	B	0,58	A	15,7	13,7	A	13,5	C	9,7	B	16,2	C	12,3	B	
319E	1,42	C	1,58	A	0,54	B	0,55	A	13,9	12,6	A	13,2	C	11,5	B	16,2	C	15,3	B	
66A	1,41	C	1,58	A	0,57	B	0,57	A	14,9	12,2	A	13,8	C	10,2	B	17,8	C	14,3	B	
2360A	1,57	B	1,67	A	0,57	B	0,57	A	13,4	13,2	A	18,3	A	12,1	B	23,0	B	17,3	A	
884B	1,89	A	1,83	A	0,64	A	0,61	A	14,7	13,6	A	21,5	A	12,8	A	28,3	A	17,2	A	
RS20	1,12	D	0,99	C	0,39	D	0,43	B	12,0	10,5	A	11,7	C	10,8	B	15,0	C	15,3	B	
244A	1,55	B	1,53	A	0,55	B	0,58	A	14,6	13,1	A	15,6	B	12,8	A	18,5	C	17,5	A	
793B	1,68	B	1,63	A	0,59	B	0,61	A	15,2	12,8	A	21,6	A	13,0	A	27,7	A	18,0	A	
857C	1,83	A	1,84	A	0,61	A	0,62	A	13,9	13,3	A	21,6	A	14,7	A	27,2	A	18,5	A	
612A	1,26	D	1,33	B	0,42	D	0,48	B	12,3	11,9	A	11,9	C	11,8	B	15,0	C	15,3	B	
48A	1,59	B	1,57	A	0,55	B	0,54	A	14,3	13,0	A	14,4	B	11,9	B	17,7	C	16,0	B	
880A	1,76	A	1,63	A	0,66	A	0,59	A	15,2	14,4	A	15,6	B	14,5	A	19,0	C	18,8	A	
977A	1,58	B	1,63	A	0,55	B	0,59	A	14,9	15,1	A	16,2	B	11,9	B	20,7	C	16,3	A	
Média ¹	1,544		1,562		0,548		0,564		14,12	12,99		15,8		12,3		19,8		16,1		
CVg (%) ²	12,49		11,83		12,42		7,12		4,59	6,29		20,69		10,31		22,17		8,92		
CVe(%) ³	7,05		9,72		7,69		8,63		10,34	9,70		12,43		12,84		13,26		10,91		
Genótipo ⁴	0,0000		0,0001		0,0000		0,0059		0,1429 ^{ns}	0,0320		0,0000		0,0085		0,0000		0,0074		
Int. GxA ⁵		0,5062				0,2732				0,8891			0,0002				0,0001			
Local ⁶		0,5256				0,1031				0,0002			0,0000				0,0000			

¹Média de 3 repetições; ²Coefficiente de variação genotípica; ³Coefficiente de variação experimental; ⁴Significância da diferença entre tratamentos;

⁵Significância da interação genótipo ambiente; ⁶Significância da diferença entre locais; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade de erro no teste F.

As médias seguidas das mesmas letras não são diferentes estatisticamente no teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável DES, os tratamentos diferiram significativamente apenas em FLN, e o valor de CVg estimado para este experimento foi de 4,8% (Tabela 6). O tratamento *857C* apresentou a maior média (33,8 mm), não se diferenciando significativamente dos tratamentos *283A*, *319E*, *2360A*, *884B*, *793B* e *48A*. Em ANC, a média geral foi de 28 mm, inferior à média de FLN (31,1 mm) ($p < 0,0001$), com um CVg de 2,56%. O efeito IGxA não foi significativo, assim como Broccoli & Burak (2004) observaram quando avaliaram DES em híbridos de pipoca. O CVE de DES foi de 5,86% em FLN e 6,96% em ANC.

Assim como para DES, os tratamentos diferiram significativamente para CES somente em FLN, e a estimativa da média geral desse experimento foi de 13,15 cm (Tabela 6). Entre os seis tratamentos com maior CES não foram detectadas diferenças significativas e a amplitude de variação das médias dos tratamentos variou de 12,21 cm (*612A*) a 15,99 cm (*880A*). O CVg em FLN foi de 7,58, enquanto que em ANC o QMR foi superior QMT. O CVE estimado para a variável CES em FLN foi de 10,64% e em ANC foi de 15,85%. Em média, os resultados de CES em ANC foram menores em relação à FLN ($p < 0,0001$). As médias de CES estimadas neste trabalho, em ambos os locais, foram inferiores às médias estimadas por Carpentieri-Pípolo et al. (2002). Em um estudo de avaliação de nove híbridos, estes autores estimaram valores médios para CES de 16,61 cm, e valores mínimos e máximos variando de 15,18 cm a 19,46 cm.

Na análise conjunta de CES (Tabela 6), não houve diferença significativa para o efeito de IGxE, porém, houve diferença significativa entre locais ($p < 0,0001$). Broccoli e Burak (2004) também não observaram efeito significativo de IGxA para CES ao avaliar híbridos de pipoca em três locais distintos.

Para PRL, a média dos tratamentos foi de 0,779 em FLN e 0,668 em ANC com CVg de 19,08% e 15,59%, respectivamente. Houve diferença significativa entre os locais, mas sem que houvesse para efeito de IGxA. Em ANC, a análise não permitiu diferenciar a maior parte dos tratamentos, possivelmente devido a um CVE superior a 20%. O tratamento *283A* apresentou maior PRL em FLN (1,03), porém, não se diferenciou, significativamente, dos tratamentos *574A*, *648C*, *319E*, *66A*, *2360A* e *880A*. Os valores de PRL encontrados nesse trabalho são menores dos observados em variedades híbridas por Coimbra et al. (2002) e Galvão et al. (2000), que obtiveram médias para PRL de 1,54 e 1,38, respectivamente. Já Miranda et al. (2003), estudando 4 populações locais, encontrou média de PRL de 1,2. Os valores baixos de PRL, sobretudo aqueles inferiores a 1, indicam a existências de plantas inférteis, e que, se

eliminadas, podem aumentar as médias de PRO, justamente pela correlação existente (Tabela 4).

A PRL tem um importante papel na estabilidade produtiva do milho. Plantas prolíficas respondem melhor a estresses ambientais e são mais resistentes a esterilidade (PRIOR & RUSSEL, 1975; SVECNIJAK et al., 2006).

Os tratamentos foram significativamente diferentes para NFE apenas no experimento realizado em FLN (Tabela 6), com CVg de 7,1%. Em ANC, o QMR foi novamente superior ao QMT. Em FLN, os sete tratamentos com maior NFE variaram entre 15,6 (*319E*) e 13,7 (*574A* e *RS 20*) fileiras, sem se diferenciarem significativamente pelo teste de Skott-Knott. O efeito da IGxA não foi significativo ($p=0,238$), assim como a diferença entre os locais ($p=0,855$). O CVe foi inferior a 8,5% em FLN e ANC.

Vidal-Martínez et al. (2001) também não observaram efeito IGxA para NFE. A característica NFE, que neste trabalho apresentou uma correlação de 0,56 com produtividade (Tabela 4), apresentou elevado coeficiente de herdabilidade ampla no trabalho de Vidal-Martínez et al. (2001).

Os resultados de NGF foram diferentes entre os tratamentos apenas em FLN ($p=0,0012$) (Tabela 6). Em FLN, o tratamento que apresentou maior média de NGF foi o tratamento *283A*, que não se diferenciou significativamente dos tratamentos *648C*, *319E*, *RS 20*, *793B*, *48A* e *880A*. Entre os locais, FLN apresentou a maior média de NGF (26,6) em relação a ANC (22,2) ($p<0,0001$), e o efeito de IGxA não foi significativo. Vidal-Martínez et al. (2001) também não encontraram efeito IGxA significativo para NGF. Os CVg foram de 14,06% em FLN e 2,83% em ANC, e os CVe foram de 14,37% em FLN e 17,63% em ANC para NGF.

Tabela 6: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de diâmetro de espigas (DES), comprimento de espiga (CES), prolificidade (PRL), número de fileiras da espiga (NFE) e número de grãos por fileira (NGF) de 14 variedades crioulas de milho pipoca e uma variedade comercial (*RS 20*), em experimentos realizados em Florianópolis-SC (FLN) e Anchieta-SC (ANC), safra 2014/2015.

Acesso	DES (mm)		CES (cm)		PRL			NFE		NGF						
	FLN	ANC	FLN	ANC	FLN	ANC		FLN	ANC	FLN	ANC					
574A	30,8	B	27,5	12,67	B	10,73	1,00	A	0,58	A	13,7	A	13,6	25,9	B	20,5
648C	27,9	B	26,6	11,59	B	11,81	1,01	A	0,84	A	12,8	B	12,7	27,9	A	23,7
283A	31,8	A	26,9	14,08	A	11,67	1,03	A	0,82	A	15,3	A	14,0	35,7	A	24,0
319E	32,1	A	27,4	12,78	B	11,45	0,86	A	0,60	A	15,6	A	13,3	30,7	A	23,3
66A	29,7	B	27,8	12,61	B	13,15	0,81	A	0,72	A	12,7	B	13,8	25,1	B	25,4
2360A	32,5	A	30,0	14,24	A	11,12	0,88	A	0,69	A	13,2	B	13,6	26,3	B	20,1
884B	33,4	A	27,9	14,69	A	10,81	0,70	B	0,54	A	13,4	B	12,6	20,3	B	21,6
RS20	29,9	B	25,6	14,02	A	10,77	0,40	B	0,65	A	13,7	A	13,6	30,8	A	19,9
244A	28,9	B	28,5	11,31	B	11,75	0,60	B	0,68	A	11,4	B	12,8	21,3	B	23,9
793B	33,7	A	30,6	13,90	A	11,44	0,67	B	0,47	A	12,5	B	13,8	28,7	A	23,5
857C	33,8	A	28,3	11,71	B	11,38	0,66	B	0,51	A	12,3	B	13,7	21,2	B	19,9
612A	29,8	B	27,1	12,21	B	9,93	0,59	B	0,75	A	13,9	A	13,8	25,7	B	17,0
48A	32,4	A	28,2	12,92	B	11,69	0,75	B	0,70	A	14,4	A	14,0	30,0	A	23,9
880A	30,7	B	29,8	15,99	A	13,65	0,96	A	0,95	A	14,0	A	14,1	29,1	A	25,7
977A	29,7	B	27,7	12,55	B	11,21	0,77	B	0,52	A	12,6	B	12,7	20,7	B	20,5
Média ¹	31,1		28,0	13,15		11,50	0,78		0,67		13,4		13,5	26,6		22,2
CVg (%) ²	4,80		2,56	7,58		-	19,08		15,59		7,10		-	14,06		2,83
CVe(%) ³	5,86		6,96	10,64		15,85	20,83		22,07		7,84		8,33	14,37		17,63
Genótipo ⁴	0,0058		0,2211 ^s	0,0190		0,7906 ^{ns}	0,0025		0,0200		0,0023		0,7961 ^{ns}	0,0012		0,4189 ^{ns}
Int. GxA ⁵	0,3069			0,4688			0,0619				0,2383					0,0767
Local ⁶	0,0000			0,0000			0,0023				0,8555					0,0000

¹Média de 3 repetições; ²Coefficiente de variação genotípica; ³Coefficiente de variação experimental; ⁴Significância da diferença entre tratamentos; ⁵Significância da interação genótipo; ⁶Significância da diferença entre locais; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade de erro no teste F. As médias seguidas das mesmas letras não são diferentes estatisticamente no teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Os efeitos de tratamentos diferiram significativamente para REL (Tabela 7) somente em tratamentos de FLN (com CVg de 8,95%). Em FLN, o tratamento de maior valor médio para REL foi *884B* (0,82), porém, não diferiu significativamente de outros sete tratamentos. As médias de REL em FLN foram inferiores às de ANC ($p=0,0059$), com estimativas de 0,69 em FLN e 0,73 em ANC. Não foi observado diferença significativa para o efeito da IGxA ($p=0,508$). Os CVe da REL foram inferiores a 8,5% nas análises de FLN e ANC. Os grãos com valores de REL próximas de 1 apresentam um formato mais arredondado e essa característica está positivamente correlacionada com a CEX de acordo com Lysterly (1942), assim como os resultados obtidos no presente trabalho (Tabela 7).

Diferenças significativas foram observadas para ICC entre tratamentos em FLN ($p=0,003$) e ANC ($p=0,0395$), e entre os dois locais ($p<0,0001$) (Tabela 7). Em FLN, o tratamento *884B* foi o que apresentou a maior média de ICC (0,32), e diferenciou-se, significativamente, apenas dos tratamentos *648C*, *66A*, *793B*, *48A* e *283A*, apresentando um CVg de 7,71%. No experimento de ANC, a média de ICC foi superior à de FLN (0,30 em ANC e 0,28 em FLN), e a variedade *RS 20* foi a que obteve a maior média (0,35), embora não tenha sido significativamente diferente de nenhum dos tratamentos pelo teste de Skott-Knott, o que justifica o CVg baixo no local (4,28%). O efeito de IGxA não foi significativo para a variável ICC, concordando com os resultados obtidos por Broccoli e Burak (2004).

As médias estimadas de CEX, em FLN e ANC, foram de 26,3 mL.g⁻¹ e 25,5 mL.g⁻¹, sem diferença significativa entre locais ($p=0,0586$) (Tabela 7; Figura 2). Matta & Viana (2001), testando CEX na população composta local Viçosa, observou expansão de 24,4 mL.g⁻¹, muito superior à expansão estimada por Miranda et al. (2008) e Miranda et al. (2003), que obtiveram valores de CEX extremamente baixos (entre 16,5 e 18,7 mL.g⁻¹) para 4 populações locais, incluindo Viçosa.

Em FLN o tratamento *574A* apresentou média de 34,1 mL.g⁻¹, significativamente superior a todos os demais tratamentos, e o CVg foi de 15,11%. Em ANC, o CVg foi de 17,25%, e novamente o tratamento *574A* apresentou a maior média, com um valor de 38,6 mL.g⁻¹ de CEX, diferenciando-se significativamente de todos os outros tratamentos. Os CVe tiveram baixas magnitudes nos dois locais, com 5,88% em FLN e 9,99% em ANC.

Segundo normatização do MAPA, o grão de milho pipoca deve minimamente possuir uma CEX superior a 30 mL.g⁻¹. Portanto, os tratamentos *574A* e *880A* possuem qualidades suficientes para

comercialização, mesmo sem passar pelo melhoramento genético formal, além de outros tratamentos que apresentam valores de CEX próximos ao estabelecido pela instrução normativa nº 61 (BRASIL, 2011).

A CEX apresentou diferença significativa para o efeito de IGxA ($p=0,0056$). Os tratamentos mais afetados pelo ambiente (local) foram: 793B e a cultivar RS 20, com redução da CEX em ANC de -21,3% para 793B e -13,4% para RS 20, e 283A e 48A com incremento de CEX no mesmo município de +18,6% para 283A e +14,2% para 48A. Os tratamentos 66A e 612A tiveram menor variação de média entre os locais, ou seja, foram relativamente mais estáveis. Em termos de adaptação, as variedades 283A e 48A responderam melhor ao ambiente no qual foram conservadas e sem o uso de adubação para a característica CEX.

O efeito de IGxA também foi observado por Scapim et al. (2010b) e Broccoli & Burak (2004), os quais encontraram IGxA altamente significativo para CEX. Já Miranda et al. (2008) e Pereira & do Amaral Júnior (2001) não observaram efeito IGxA para CEX. Essa discrepância entre diferentes estudos pode ser devido ao grau de homogeneidade entre os tratamentos testados por estes últimos trabalhos citados ou uma menor diferença entre ambientes.

A avaliação de CXP apresentou o potencial de expansão apenas dos grãos que foram capazes de estourar e se transformar em pipoca. Os grãos podem não ter estourado devido à falta de tempo de aquecimento no micro-ondas, devido a danos mecânicos, a injúrias por insetos ou fungos, ou por contaminação de pólen de milho comum.

Os efeitos de local e IGxA foram significativamente diferentes para a variável CXP (Tabela 7). A média geral estimada para CXP em FLN ($32,8 \text{ mL.g}^{-1}$) foi superior à média de ANC ($31,9 \text{ mL.g}^{-1}$), com CVg de 15,17% e 16,04%, respectivamente. Em FLN o tratamento 574A obteve média de 40 mL.g^{-1} para CXP, sem se diferenciar significativamente de 977A e RS 20. Em ANC, a estimativa de média da variedade 574A para CXP foi de $44,2 \text{ mL.g}^{-1}$, significativamente superior aos demais tratamentos.

Os tratamentos que tiveram maior influência do ambiente, para a variável CXP, foram os tratamentos 648C e 793B, com maior redução em ANC (-21% para 648C e -16,7% para 793B), e os tratamentos 283A e 48A, com aumento de CXP quando cultivado em ANC (17,5% para 283A e 14,2% para 48A). Os acessos 880A apresentou menor variação entre os locais (-0,5%).

A CXP e CEX comportaram-se de forma semelhante, e por isso apresentaram uma correlação forte (Tabela 4). Contudo, ela foi importante para destacar o potencial de CEX dos tratamentos RS 20 e

977A, que apresentaram uma alteração substancial no ranqueamento nas duas variáveis, e que poderia passar despercebido sem esse tipo de avaliação.

Na Tabela 7, as médias de PRO no experimento conduzido em FLN variaram de 1393,56 kg.ha⁻¹ (244A) a 2901,22 kg.ha⁻¹ (48A), com um CVg de 19,15% e um CVE de 22,74%. No experimento realizado em ANC, as médias de PRO variaram em 136% entre o menor valor (531,99 kg.ha⁻¹ para 612A) e o maior valor (1258,67 kg.ha⁻¹ para 66A). O CVg de ANC foi de 18,57% e o CVE foi superior ao do experimento de FLN, com um valor de 27,37%. Os tratamentos 283A, 319E, 48A e 880A, foram aqueles que apresentaram as maiores médias em ambos os locais, enquanto que os tratamentos 648C e 244A apresentaram médias superiores apenas em ANC.

Embora o CVE tenha sido muito elevado para PRO, estes valores são comuns em avaliações de produtividade de grãos, em experimentos de avaliação de variedades crioulas (SEIFERT et al., 2006; GONÇALVES et al., 2013; FREITAS et al., 2014; FREITAS JÚNIOR et al., 2009), por ser uma característica que reflete o resultado de muitas outras variáveis correlacionadas.

Miranda et al. (2009), Miranda et al. (2008) e Miranda et al., (2003) observaram intervalos de produtividade de populações locais de Minas Gerais variando entre 2330 kg.ha⁻¹ e 2781kg.ha⁻¹, entre 2312 kg.ha⁻¹ e 3473,5 kg.ha⁻¹ e entre 2559 kg.ha⁻¹ e 3385 kg.ha⁻¹, respectivamente. Seifert et al. (2006), analisando a produtividade de 14 híbridos de pipoca, encontraram uma média de 2040 kg.ha⁻¹, intervalos entre 940 kg.ha⁻¹ e 3310 kg.ha⁻¹ e CVE de 26,89. Scapim et al. (2010b) e Carpentieri-Pípolo et al. (2002) observaram uma média de PRO de 3008 kg.ha⁻¹ e 2921 kg.ha⁻¹, respectivamente. Em cruzamentos entre híbridos, Vieira et al. (2011) estimaram valores de produtividade entre 1745 e 3200 kg.ha⁻¹. Miranda et al. (2008), em dois experimentos com híbridos, estimaram médias de produtividade de 2644 kg.ha⁻¹ e 3315 kg.ha⁻¹.

O efeito de IGxA para PRO foi significativa ($p=0,0395$) e houve diferença significativa também entre locais ($p<0,0001$), com média superior no experimento de FLN (2090,65 kg.ha⁻¹) diante de ANC (853,6 kg.ha⁻¹). A média geral para PRO no experimento de ANC foi de -57,36% em relação a FLN, podendo ser a adubação uma das causas principais dessa diferença. Destacaram-se os tratamentos 66A e 244A, que apresentaram menor variação de PRO no experimento de ANC, com redução de -23,8% e -34,4%, respectivamente.

O efeito IGxA em milho pipoca, para a característica PRO também foi observado por Scapim et al. (2010b) e Broccoli e Burak (2004), os quais detectaram efeito de IGxA altamente significativo.

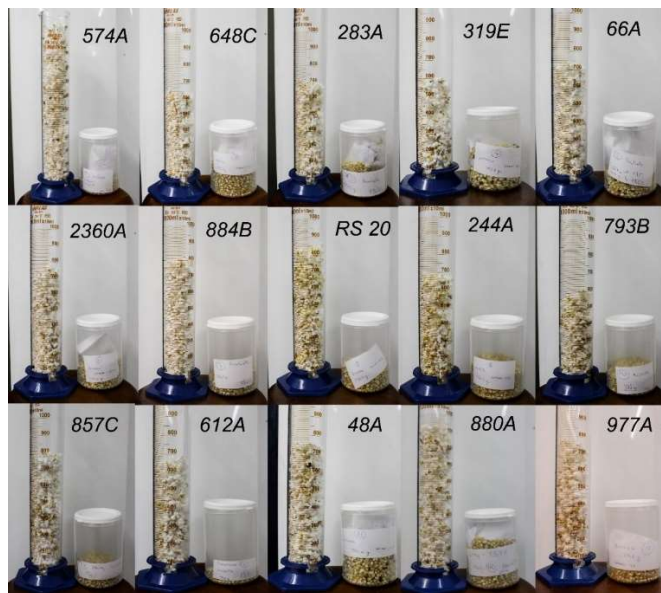


Figura 2. Teste de capacidade de expansão realizado com 14 acessos de variedades crioulas de milho pipoca, provenientes do oeste de Santa Catarina, e a testemunha *RS 20*. Amostras coletadas, na safra 2014/2015.

Tabela 7: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de relação espessura/largura de grãos (REL), índice de circularidade da cariopse (ICC), capacidade de expansão (CEX), capacidade de expansão sem peso dos piraúas (CXP) e produtividade de grãos (PRO) de 14 variedades crioulas de milho pipoca, e uma variedade comercial (RS 20), avaliadas em Florianópolis-SC (FLN) e Anchieta-SC (ANC), safra 2014/2015.

Acesso	REL		ICC				CEX (mL.g ⁻¹)				CXP (mL.g ⁻¹)				PRO (kg.ha ⁻¹)				
	FLN	ANC	FLN	ANC	FLN	ANC	FLN	ANC	FLN	ANC	FLN	ANC	FLN	ANC	FLN	ANC			
574A	0,73	A	0,79	0,28	A	0,31	A	34,1	A	38,6	A	40,0	A	44,2	A	2,176	B	0,657	B
648C	0,60	B	0,67	0,25	B	0,29	A	27,0	C	24,9	C	35,8	B	28,3	C	1,704	B	0,970	A
283A	0,60	B	0,70	0,24	B	0,29	A	19,3	E	22,9	D	23,4	E	27,5	C	2,824	A	0,987	A
319E	0,70	A	0,73	0,28	A	0,30	A	21,1	E	20,9	D	29,9	D	29,1	C	2,417	A	0,921	A
66A	0,66	B	0,72	0,26	B	0,29	A	24,4	D	24,2	C	30,0	D	29,6	C	1,652	B	1,259	A
2360A	0,66	B	0,67	0,28	A	0,29	A	26,9	C	23,6	D	33,3	C	29,6	C	2,386	A	0,783	B
884B	0,82	A	0,74	0,32	A	0,30	A	29,6	B	27,4	C	36,0	B	32,6	B	1,813	B	0,720	B
RS20	0,70	A	0,77	0,31	A	0,35	A	26,9	C	23,3	D	38,6	A	34,0	B	-		0,760	B
244A	0,74	A	0,71	0,29	A	0,30	A	23,2	D	21,8	D	28,2	D	25,7	D	1,394	B	0,913	A
793B	0,61	B	0,69	0,25	B	0,29	A	23,9	D	18,8	D	29,3	D	24,4	D	2,010	B	0,639	B
857C	0,75	A	0,76	0,29	A	0,31	A	29,8	B	26,9	C	32,5	C	35,3	B	1,737	B	0,671	B
612A	0,66	B	0,76	0,29	A	0,33	A	26,0	C	26,1	C	33,8	C	35,2	B	1,743	B	0,532	B
48A	0,60	B	0,65	0,25	B	0,27	A	21,9	E	25,0	C	25,2	E	28,8	C	2,925	A	1,122	A
880A	0,75	A	0,77	0,29	A	0,31	A	31,1	B	30,3	B	36,7	B	36,5	B	2,901	A	1,215	A
977A	0,77	A	0,79	0,30	A	0,32	A	29,4	B	27,1	C	39,3	A	37,1	B	1,588	B	0,655	B
Média ¹	0,69		0,73	0,28		0,30		26,3		25,5		32,8		31,9		2,091		0,854	
CVg (%) ²	8,95		3,70	7,71		4,28		15,11		17,25		15,17		16,04		19,15		18,57	
CVe (%) ³	8,38		8,12	6,98		6,76		5,88		9,99		4,79		5,98		22,74		27,37	
Trat. ⁴	0,0005		0,1381	0,0003		0,0395		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000		0,0208		0,0283	
Int. GxA ⁵		0,5080			0,3495				0,0056				0,0000					0,0396	
Local ⁶			0,0059			0,0000				0,0586				0,0203					0,0000

¹Média de 3 repetições; ²Coefficiente de variação genotípica; ³Coefficiente de variação experimental; ⁴Significância da diferença entre tratamentos;

⁵Significância da interação genótipo ambiente; ⁶Significância da diferença entre locais; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade de erro no teste F. As médias seguidas das mesmas letras não são diferentes estatisticamente no teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A falta de adubação no experimento realizado em ANC, pode ser um dos fatores responsáveis pelos valores inferiores de DCO, PCG, VCG, DES, CES, PRL, NGF, CXP e PRO em relação a FLN. Contudo, outros fatores ambientais não controlados podem estar envolvidos na redução das estimativas, como o regime hídrico e temperatura durante a polinização. Quanto a CEX, a adubação não apresentou influência significativa na média geral. Contudo, foi detectada IGxA significativa, bem como a identificação de tratamentos (283A e 48A) com melhor desempenho para CEX em ambiente de baixa utilização de insumos. Esse comportamento particular pode indicar que o longo tempo de cultivo dessas variedades na região pode ter contribuído para o desenvolvimento de adaptações ao ecossistema agrícola original. A variedade 283A, por exemplo, tem sido cultivada pela mesma família há cerca de 80 anos, enquanto 48A, há 10 anos com a mesma família (Tabela 1), embora o tempo de cultivo na região seja indeterminado.

As variedades avaliadas possuem boas médias, tanto em atributos de maior interesse, como é o caso da CEX e da PRO, como em atributos estruturais da planta, como ALT e PRE. A formação de uma população composta a partir da recombinação pelo método Irlandês², é um caminho para combinar as melhores médias de cada tratamento em uma só população. Os genitores sugeridos para a formação do composto intervarietal foram escolhidos de forma que houvesse pelo menos duas variedades com potencial para cada característica, e dessa forma os tratamentos 574A (elevada CEX e PRL), 880A (elevada CEX, PRL e PRO), 319E (baixa ALT e PRE, e elevada PRO) e 648C (baixa ALT e PRE, e elevada PRL) são os mais indicados. Considerando o elevado potencial individual das populações 574A e 880A para características importantes em variedades de pipoca, futuros estudos devem ser realizados para avaliar as bases genéticas desses caracteres e, conseqüentemente, o potencial dessas variedades em processos de seleção recorrente intrapopulacional, visando o melhoramento da população *per se*.

² Método de recombinação de progênies selecionadas (famílias, variedades, linhagens ou populações), utilizando a mistura das progênies em fileiras macho, e fileiras fêmeas, da mesma progênie, semeada em linhas separadas, e despendoadas.

4. CONCLUSÕES

As variedades crioulas de milho pipoca *574A*, *880A*, *319E* e *648C* apresentam potencial para a formação de populações compostas, considerando a possibilidade de combinação complementar entre populações para um conjunto de atributos de elevada performance.

As variedades *574A* e *880A* destacam-se pelo elevado potencial genético para caracteres de importância em milho pipoca. A performance favorável de ambos os tratamentos para os caracteres capacidade de expansão e prolificidade e as correlações desejáveis estabelecidas entre si e destes com outros caracteres são os indicativos para a constatação dessa superioridade.

Em geral, a cultivar comercial *RS 20* apresenta valores médios inferiores para os caracteres altura de planta, posição relativa de espiga e diâmetro de colmo, em relação às variedades crioulas de pipoca avaliadas. A tendência favorável à quebra de colmo da cultivar *RS 20*, em razão do menor diâmetro de colmo, é compensada pelos valores inferiores das outras duas variáveis, as quais, em conjunto, contribuem para a minimização de acamamento e quebra de colmo.

A cultivar *RS 20* apresenta médias superiores às médias das variedades crioulas para os caracteres relação espessura/largura de grãos e índice de circularidade da cariopse. O valor culinário da cultivar é corroborado pelas correlações estabelecidas entre ambos os caracteres e a capacidade de expansão.

As variedades de milho pipoca avaliadas são afetadas pelo ambiente de cultivo para as variáveis peso de cem grãos, volume de cem grãos, capacidade de expansão e produtividade de grãos, considerando que as diferenças relativas entre variedades e/ou o seu ranqueamento foram diferenciados e significativos, segundo o local de cultivo.

Os tratamentos *612A*, *880A* e *66A* possuem menor variação entre ambientes de cultivo para os caracteres associados à capacidade de expansão, assim como os tratamentos *66A* e *244A* apresentam menor variação entre ambientes para a produtividade de grãos.

Os tratamentos *283A* e *48A* apresentam maior desempenho para capacidade de expansão quando foram cultivados em sua região de origem (Extremo Oeste de Santa Catarina), mesmo tendo sido submetidos a condições de baixa utilização de insumos e ausência de adubação.

5. REFERÊNCIAS

- ALLRED-COYLE, T. A.; TOMA, R. B.; REIBOLDT, W.; THAKU, M. Effects of moisture content, hybrid variety, kernel size, and microwave wattage on the expansion volume of microwave popcorn. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 51, n. 3, p. 389–394, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução Normativa nº 61**, de 22 de dezembro de 2011.
- BROCCOLI, A. M. & BURAK, R. Effect of genotype x environment interactions in popcorn maize yield and grain quality. **Spanish journal of agricultural research**, v. 2, n. 1, p. 85-91, 2004.
- BRUNSON, A. M. Popcorn breeding. **Yearbook Agricultural**. v. 1, p. 395-404, 1937.
- CABRAL, P. D. S.; DO AMARAL JÚNIOR, A. T.; DE JESUS FREITAS, I. L.; RIBEIRO, R. M.; DA CONCEIÇÃO SILVA, T. R. Relação causa e efeito de caracteres quantitativos sobre a capacidade de expansão do grão em milho-pipoca. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 1, p. 108-117, 2016.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; TAKAHASHI, H. W.; ENDO, R. M.; PETEK, M. R.; SEIFERT, A. L. Correlações entre caracteres quantitativos em milho pipoca. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 551-554, 2002.
- COIMBRA, R. R.; MIRANDA, G. V.; VIANA, J. M. S.; CRUZ, C. D.; MURAKAMI, D. M.; SOUZA, L. V.; FIDELIS, R. R. Estimation of genetic parameters and prediction of gains for DFT1-Ribeirão popcorn population. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 33-38, 2002.
- COSTA, F.M.; SILVA, N.C.A.; OGLIARI, J.B. Maize diversity in Southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. **Genetic Resources and Crop Evolutios**, p. 1-20, 2016.
- CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e**

de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Porto Alegre, Brasil. 2004. 404 p.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, L. R. **Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14.** Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acessado em: outubro de 2014. 2014.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Performance of maize hybrids submitted to different row spacing and population densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

EMATNÉ, H. J.; SOUZA, J. C.; BIUDES, G. B.; NUNES, J. A. R.; GUEDES, F. L. Genetic progress of phenotypic recurrent selection in popcorn. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 1, p. 25-30, 2012.

EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa-Solos. 2006. 306 p.

FREITAS JÚNIOR, S. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; RANGEL, R. M.; VIANA, A. P. Genetic gains in popcorn by full-sib recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2009.

FREITAS, I. L. J.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; CABRAL, P. D. S.; RIBEIRO, R. M.; GONÇALVES, L. S. A. Genetic gains in the UENF-14 popcorn population with recurrent selection. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, n. 1, p. 518-527, 2014.

GALVÃO, J. C. C.; SAWAZAKI, E.; MIRANDA, G. V. Comportamento de híbridos de milho-pipoca em Coimbra, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 47, n. 270, p. 201-218, 2000.

GONÇALVES, G. M. B.; SOUZA, R.; CARDOZO, A. M.; LOHN, A. F.; CANCI, A.; GADAGNIN, C. A.; OGLIARI, J. B. Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro

- conservadas por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2013.
- HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2nd ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1988. 468 p.
- HOSENEY, R. C.; ZELEZNAK, K.; ABDELRAHMAN, A. Mechanism of popcorn popping. **Journal of Cereal Science**. v. 1, n. 1, p. 43-52, 1983.
- LUZ, M. D. L. S.; DALPASQUALE, V. A.; ALBERTO, C. Influência da umidade das sementes na capacidade de expansão de três genótipos de milho três genótipos de milho-pipoca (*Zea mays* L.). **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 27, n. 3, p. 549-553, 2005.
- LYERLY, P. J. Some genetic and morphological characters affecting the popping expansion of popcorn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 986-995, 1942.
- MATTA, F. P.; VIANA, J. M. S. Teste de capacidade de expansão em programas de melhoramento de milho pipoca. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 845-851, 2001.
- MIRANDA, D. S.; DA SILVA, R. R.; TANAMATI, A. A. C.; CESTARI, L. A.; MADRONA, G. S.; SCAPIM, M. R. Avaliação da qualidade do milho-pipoca. **Revista Tecnológica**, p. 13-20, 2012.
- MIRANDA, G. V.; COIMBRA, R. R.; GODOY, C. L.; SOUZA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MELO, A. V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 681-688, 2003.
- MIRANDA, G. V.; DE SOUZA, L. V.; GALVÃO, J. C. C.; GUIMARÃES, L. J. M.; DE MELO, A. V.; DOS SANTOS, I. C. Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. **Euphytica**, v. 162, n. 3, p. 431-440, 2008.

- MIRANDA, G. V.; SOUZA, L. V. D.; GUIMARÃES, L. J. M.; NAMORATO, H.; OLIVEIRA, L. R.; SOARES, M. O. Multivariate analyses of genotype x environment interaction of popcorn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 45-50, 2009.
- PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. E. G. E.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; GUIMARÃES, P. E. D. O.. Avanços no processo seletivo da variedade de milho pipoca BRS Angela. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 436-444, 2005.
- PACHECO, C. A. P.; GOMES, E. E.; DE OLIVEIRA GUIMARÃES, P. E.; DOS SANTOS, M. X.; DA SILVA FERREIRA, A. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 12, p. 1995-2001, 1998.
- PAIXÃO, S. L.; CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; DA SILVA MADALENA, J. A.; PEREIRA, R. G. Divergência genética e avaliação de populações de milho em diferentes ambientes no estado de Alagoas. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 191-195, 2008.
- PEREIRA, M. G., & AMARAL JÚNIOR, A. D. Estimation of genetic components in popcorn based on the nested design. **Crop breeding and Applied biotechnology**, v.1, n.1, p.3-10, 2001.
- PRIOR, C. L. & RUSSELL, W. A. Yield performance of nonprolific and prolific maize hybrids at six plant densities. **Crop Science**, v. 15, n. 4, p. 482-486, 1975.
- RANGEL, R. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; CANDIDO, L. S. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, 2011.
- RICHARDSON D.L. Pericarp thickness in popcorn. **Agronomy Journal**, v. 51, n. 231, 1960.

- RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H; MANTOVANI, B. H. M.; DA SILVA, J. N. Efeito das condições de colheita, pré-processamento e armazenamento na qualidade do milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 591-597, 2000.
- SAWAZAKI, E. Milho pipoca, CD-ROM dos Anais do XXVIII **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, Goiânia, GO, Brasil. 2010.
- SAWAZAKI, E.; MORAIS, G. F. L.; LAGO, A. A. D. Influência do tamanho e umidade do grão na expansão da pipoca South American Mushroom. **Bragantia**, v. 45, n. 2, p. 363-370, 1986.
- SCAPIM, C. A.; DO AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIEIRA, R. A.; MOTERLE, L. M.; TEIXEIRA, L. R.; VIGANÓ, J.; JÚNIOR, G. B. S. Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. **Seminário: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 321-330, 2010a.
- SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; DO AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIEIRA, R. A.; PINTO, R. J. B.; CONRADO, T. V. Correlations between the stability and adaptability statistics of popcorn cultivars. **Euphytica**, v. 2, n. 174, p. 209-218, 2010b.
- SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P; TONET, A.; BRACCINI, A. de L.; PINTO, R. J. B. Análise dialética e heterose de populações de milho-pipoca. **Melhoramento Genético Vegetal**, v. 61, n. 3, p. 219-230, 2002.
- SEIFERT, A. L.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V; FERREIRA, J. M. GERAGE, A. C. Análise combinatória de populações de milho pipoca em *topcrosses*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 771-778, 2006.
- SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M.; OGLIARI, J. B. Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) Bird in Southern Brazil: Implications for the Conservation of Wild Relatives of Maize. **PLoS one**, v. 10, n. 10, p. e0139034, 2015.

- SILVA, W. J. da; VIDAL, B.C.; MARTINS, M. E. Q.; VARGAS, H.; PEREIRA, A. C.; ZERBETTO, M.; MIRANDA, L. C. M. What makes popcorn pop. **Nature**, v. 362, n. 6419, p. 417, 1993.
- SONG, A.; ECKHOFF, S. R.; PAULSEN, M.; LITCHFIELD, J. B. Effects of Kernel Size and Genotype on Popcorn Popping Volume and Number of Unpopped Kernels. **Cereal Chemistry**, v. 68, n. 5, p. 464-467, 1991.
- SVECNJAK, Z.; VARGA, B.; BUTORAC, J. Yield components of apical and subapical ear contributing to the grain yield response of prolific maize at high and low plant populations. **Journal of Agronomy & Crop Science**, v. 192, n. 1, p. 37-42, 2006.
- USDA. **Census of Agriculture** 2012, United States. v. 1, part 51, 2014.
- VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto – SP. Revista Brasileira de Genética. 1992. 486 p.
- VIDAL-MARTÍNEZ V. A.; CLEGG, M.; JOHNSON, B.; VALDIVIA-BERNAL, R. Relationships between pollen and grain yield in maize. **Agrociencia**, v. 35, n. 5, p. 503-511, 2001.
- VIEIRA, R. A.; SCAPIM, C. A.; TESSMANN, D. J.; HATA, F. T. Análise dialélica da produtividade, capacidade de expansão e resistência à ferrugem-polissora em linhagens de milho-pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 774-780, 2011.
- ZIEGLER, K.E. & ASHMAN, B. Popcorn. In: HALLAUER, A.R. (ed.) **Specialty corns**. Iowa, CRC Press, p. 189-223, 1994.
- ZINSLY, J. R. & MACHADO, J. A. Milho pipoca. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, p. 339-348, 1978.
- ZOU, K. H.; TUNCALI, K.; SILVERMAN, S. G. Correlation and simple linear regression. **Radiology**, v. 227, n. 3, p. 617-628, 2003.

CAPÍTULO II - Análise da diversidade e do potencial genético de variedades crioulas de milho pipoca conservadas por agricultores familiares do Oeste catarinense

RESUMO

Variedades crioulas são amplamente cultivadas por agricultores familiares do Oeste de Santa Catarina, nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, especialmente para o autoconsumo. O presente trabalho teve como objetivo analisar a diversidade fenotípica de 14 variedades crioulas de milho pipoca de grãos predominantemente brancos, conservadas por agricultores destes dois municípios, e uma variedade comercial de polinização aberta da FEPAGRO (*RS 20*), visando fornecer subsídios para o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético participativo na região. Para isso, foram obtidos dados de descritores quantitativos e qualitativos a partir de três experimentos, conduzidos em Florianópolis, Anchieta e Guaraciaba. O delineamento experimental foi de blocos completamente casualizados com quatro repetições e parcelas constituídas por duas fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas 0,8 m entre si, totalizando uma área útil de parcela de 2,4 m² e uma densidade de 62.500 plantas ha⁻¹. Para as características quantitativas, foi calculada a matriz de distância Euclidiana, e efetuada uma análise dos componentes principais. Para os dados qualitativos, foi gerada uma matriz de similaridade de Jaccard. As duas matrizes foram representadas, separadamente, em dendogramas gerados pelo método UPGMA. No dendograma de distância Euclidiana, os tratamentos se separaram em dois grupos, sendo que o primeiro grupo ficou subdividido em três subgrupos, e o segundo grupo ficou constituído pelos tratamentos *612A* e a variedade *RS 20* (ccc=88,59%). O primeiro componente da PCA, gerada a partir das mesmas variáveis quantitativas, explicou 60,36% das variações, com contribuições similares entre as variáveis, exceto para número de ramificações do pendão e número de folhas acima da espiga principal com menor contribuição nesse componente. O dendograma elaborado com base no coeficiente de similaridade de Jaccard separou os tratamentos em cinco grupos (ccc=77,27%) e, novamente, a cultivar comercial ficou separada das demais variedades. Entre os acessos que apresentaram potencial para produtividade e capacidade de expansão, o tratamento *880A* foi aquele que apresentou a maior divergência entre os outros tratamentos nos dois dendogramas, O tratamento *574A* apresentou a melhor capacidade de expansão e divergiu do tratamento *880A* em ambos os dendogramas. Ambos os tratamentos possuem boa performance e elevado potencial para melhoramento genético. O estudo da diversidade

genética por meio de análises moleculares pode complementar os resultados da presente pesquisa.

Palavra-chave: *Conservação on-farm, Jaccard, distância Euclidiana, estatística multivariada.*

ABSTRACT

Landrace varieties are broadly cultivated by family farmers in the Western region of Santa Catarina State, in the cities of Anchieta and Guaraciaba, especially for their own consumption. This work aimed to analyze the phenotypical diversity of 14 popcorn landrace varieties with predominantly white grains, conserved by farmers of these two cities, and a commercial variety of open pollination from FEPAGRO (*RS 20*), aiming to provide subsidy for the development of a participative genetic improvement program in the region. For this, data from quantitative and qualitative descriptors were obtained from three experiments conducted in Florianópolis, Anchieta and Guaraciaba. The experimental design was in completely randomized blocks with four replicates and plots made of three rows of 5 m, spaced 0.8 m between them, totaling a useful plot area of 2.4 m² and a density of 62,500 plants ha⁻¹. For the quantitative descriptors, the Euclidean distance matrix was calculated and a Principal Component Analysis (PCA) was performed. For the qualitative descriptors, a Jaccard's similarity matrix was generated. Both matrixes were represented, separately, in dendrograms generated by UPGMA method. In the Euclidean distance dendrogram the treatments were separated into two groups, being that the first group was divided in three subgroups and the second group contained accession *612A* and variety *RS 20* (ccc=88.59%). The first component of the PCA, generated from the same quantitative variables, explained 60.36% of variations with similar contributions between variables except for 'number of ramifications of the tassel' and 'number of leafs above the main ear' that had the lesser contribution to the component.. The dendrogram made from Jaccard's similarity coefficient separated accessions into five groups (ccc = 77.27%) and again, the commercial cultivar was separated from the other varieties. Between the accessions that showed greater yield and expansion capacity potential, treatment *880A* was the one that presented the biggest divergence between the other accessions in both dendrograms. Treatment *574A* showed the biggest expansion capacity and diverged from *880A* in both dendrograms. Both accessions possess good performance and high potential for genetic improvement. The study of genetic diversity by means of molecular analysis can complement this research results.

Key words: *On-farm conservation, Jaccard, Euclidean distance, multivariate statistics.*

1. INTRODUÇÃO

O Oeste de Santa Catarina é reconhecido pela ampla diversidade de variedades crioulas da espécie *Zea mays* L., sobretudo de milho pipoca (CANCI, 2006; OGLIARI et al., 2007; COSTA et al., 2016; SILVA et al., 2016). Em um censo da diversidade de *Zea mays* L., realizado nos municípios de Anchieta e Guaraciaba (Oeste de Santa Catarina) no ano de 2011/2012/2013, foram identificadas 1078 populações de variedades de milho pipoca, 337 de milho comum, 61 de milho doce/adocicado e 37 de milho farináceo (COSTA et al., 2016), convivendo simpatricamente com populações de teosintos (SILVA et al., 2015). Em razão da riqueza de variedades crioulas e de populações de teosintos em ambos os municípios, essa pequena área geográfica tem sido indicada como um micro-centro de diversidade do gênero *Zea*.

No caso do milho pipoca, agricultores do Oeste de Santa Catarina produzem suas variedades com características de sua preferência quanto à cor, formato e tamanho de grão, sabor e demais atributos culinários utilizando as sementes produzidas e conservadas na propriedade para o cultivo das safras seguintes. Em alguns casos, são produzidas mais de uma variedade crioula de pipoca em uma mesma propriedade. As áreas de cultivo são pequenas, localizadas próximas às moradias, quase sempre recebendo os cuidados da mulher, que respeita o isolamento temporal, espacial ou ambos, entre as diferentes variedades de pipoca e, principalmente, em relação às variedades ou cultivares de milho comum para que não ocorra cruzamentos indesejáveis (COSTA 2013; SILVA, 2015).

A conservação *on farm* de milho pipoca pode ser considerada uma prática bem estabelecida entre os agricultores familiares de Anchieta e Guaraciaba, provavelmente, por ser usado como cultivo de subsistência e por não sofrer fortes pressões do mercado de sementes, que resultam na substituição por cultivares melhoradas, tal como ocorre no caso do milho comum em diversas partes do mundo (CHAMBERS et al, 2007; VIRK & WITCOMBE, 2007), inclusive nessa região (SILVA, 2015).

A conservação pelo uso culinário tem garantido a manutenção da diversidade de milho pipoca na região, além de permitir a continuidade do processo evolutivo e adaptativo frente às mudanças climáticas. Essa assertiva foi confirmada recentemente em pesquisa realizada por Silva (2015), nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, onde foram identificadas quatro raças de milho pipoca, dentre as quais, pelo menos duas constituíram novas raças ainda não descritas na literatura e que, portanto, podem ter evoluído na área de estudo. Essa descoberta reforça

os defensores da conservação *on farm*, como sendo uma estratégia que apoia a conservação *ex situ*, oferecendo atualização nas coleções, e geração contínua de novos recursos genéticos via coevolução com o ambiente e o meio social (CLEMENT et al., 2007).

Por outro lado, a conservação *ex situ* do milho pipoca no Brasil tem tido uma importância secundária, quando se compara ao milho comum. Isso se reflete no número de acessos do banco de dados do Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN). Dos 3.798 acessos de *Zea mays* L., conservados pela Embrapa, apenas 134 são de milho pipoca. Destes acessos, apenas sete são identificados como originários do Oeste de Santa Catarina e os mesmos foram coletados entre o final da década de 70 e o final de década de 80 (banco de dados do TIRFAA, 2015).

Santa Catarina está localizada em uma região do país com elevado potencial para a produção comercial de milho pipoca, que se destaca, pelo menos, em cinco aspectos, segundo Silva (2015): (i) existe diversidade adaptada aos diferentes ambientes de Santa Catarina, que deve ser mapeada e estudada pelas instituições de pesquisa locais; (ii) é um cultivo de manejo similar ao milho comum e que, portanto, já é conhecido dos agricultores; (iii) pode inserir a mulher no contexto da produção comercial rural, tornando sua atividade geradora de renda na propriedade; (iv) pode ser mais uma alternativa econômica em substituição à produção do fumo; (v) as particularidades das variedades crioulas de pipoca quanto a cor, tamanho e formato de grão indicam potencial comercial para o abastecimento de segmentos de mercado diferenciados, com apelo ao consumo de produtos orgânicos, mais saudáveis e de origem regional. Com relação particular ao Oeste de Santa Catarina, ainda se destaca um sexto argumento para o elevado potencial comercial deste cultivo. A pipoca crioula é um alimento que faz parte da culinária e das tradições dos agricultores da região, e que foi recebido de herança das populações indígenas que ali habitavam antes da colonização. Os valores culturais associados ao uso das pipocas crioulas, em conjunto aos demais usos tradicionais de outros tipos de milho na alimentação humana (farinha, canjica, chá, etc.) e no artesanato local (artefatos como bolsas, chapéu, enfeites, etc.) e à evolução de novas raças locais, constituem um cenário promissor para a indicação geográfica e denominação de origem dos produtos derivados de *Zea mays* L. dessa região, bem como de seus preparos.

O uso das análises multivariadas para quantificar a diversidade das variedades presentes em um determinado local, apresentam como vantagem a análise simultânea de inúmeras informações. Desse modo,

possibilita interpretações que podem não ser observadas em análises estatísticas univariadas. Esse novo conjunto de variáveis, em relação a diversidade de variedades crioulas de milho pipoca, tem a função de fornecer o máximo de informações em poucos componentes e com aplicações em estudos de diversidade genética (NETTO, 2013).

O estudo de diversidade genética entre acessos de variedades crioulas pode ser aplicado no pré-melhoramento genético. Tem o objetivo de identificar combinações que possam apresentar maior efeito heterótico (CRUZ & REGAZZI, 2001), tanto em formação de híbridos quanto de populações compostas (FERREIRA et al., 2012). Aliada a informações de desempenho agrônomo, adaptativo e aptidões culinárias, a análise de diversidade auxilia na identificação de populações com potencial para programas de seleção recorrente. Tais estudos podem ser realizados por meio de análise de dados gerados por marcadores moleculares (BAJOURMÉ et al., 2015; SONI et al. 2014), sequenciamento de DNA ou de avaliações fenotípicas (CARDOSO et al., 2009; EMATNÉ et al., 2012).

Neste cenário de escassez de estudos sobre a diversidade nacional de variedades crioulas de milho pipoca, o presente trabalho teve como objetivo avaliar e analisar a diversidade entre 14 variedades crioulas de milho pipoca coletadas nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, e uma cultivar comercial de polinização aberta (*RS 20*), visando gerar subsídios para a definição de estratégias de melhoramento genético participativo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material vegetal

As variedades crioulas utilizadas como tratamento dos experimentos do presente estudo foram coletadas pelo NEABio (Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade) da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, no ano de 2013. Além de 14 variedades crioulas de milho pipoca, com pericarpo predominantemente branco, foi utilizada como testemunha uma variedade melhorada de polinização aberta, desenvolvida pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO). As variedades crioulas avaliadas no presente estudo, foram selecionadas com base nas informações prévias sobre vigor das sementes, bem como na disponibilidade de sementes em quantidade suficiente para a realização dos experimentos de campo e testes preliminares de capacidade de expansão (Tabela 1: pág. 54).

2.2. Experimentos de campo

Foram realizados três ensaios no ano agrícola de 2014/2015. Um dos ensaios foi conduzido em Florianópolis, e os outros dois em unidades agrícolas de produção familiar localizadas nos municípios de Anchieta e Guaraciaba (Figura 3).

O ensaio realizado no município de Florianópolis foi conduzido na Fazenda Experimental da Ressacada da UFSC situada na latitude 27,41°S e longitude 48,32°O, ao nível do mar, e solo classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico (EMBRAPA, 2006). Os municípios de Anchieta e Guaraciaba estão localizados na mesorregião do Extremo Oeste catarinense, à 745 km da capital Florianópolis, na latitude 26,53°S e longitude 53,33°O e latitude 26,59°S e longitude 53,38°O em Guaraciaba e Anchieta, respectivamente. A região possui clima mesotérmico úmido, temperatura média anual de 17,8 °C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 a 2.000 mm e altitude de 740 m e bioma da Mata Atlântica. As características pedogenéticas predominantes na região do experimento se enquadram na classe de Cambissolos, apresentando relevo ondulado com pedregosidade (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental dos experimentos foi em blocos completos casualizados, com três repetições. A unidade experimental foi constituída por duas linhas de 5 m, espaçadas em 0,8 m entre si e o espaçamento entre plantas foi de 0,2 m, totalizando uma densidade de 62.500 plantas ha⁻¹ após o desbaste. Os dados foram obtidos em parcela de 2,4 m² de área útil.



Figura 3. Localização dos municípios de Florianópolis, Guaraciaba e Anchieta no mapa geopolítico de Santa Catarina.

2.3. Descritores avaliados

Para a análise de diversidade, foram avaliados 17 descritores, nove quantitativos e oito qualitativos, estabelecidos pelo Ministério da

Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do milho (BRASIL, 1997).

As variáveis quantitativas avaliadas foram:

- Número de ramificações do pendão (NRA), estimada a partir da média da contagem de todas ramificações, primárias, secundárias e terciárias, em uma amostra de cinco plantas de cada uma das repetições de cada local.
- Número de folhas acima da espiga principal (NFO), sendo a espiga localizada mais acima considerada a principal, e valor médio estimado a partir de cinco plantas de cada parcela.
- Altura de planta (cm) (ALT), medida a partir da distância da folha bandeira em relação ao solo, estimada a partir da média de cinco plantas de cada repetição e local.
- Posição relativa da espiga (PRE), calculada pela divisão da altura da espiga principal, pela altura de planta.
- Diâmetro de colmo (DCO), medido com paquímetro, no entrenó imediatamente abaixo da espiga principal, em uma amostra de cinco plantas da parcela
- Graus dias para pendoamento (PEN), estabelecido pela soma térmica das médias máximas e mínimas diárias, considerando temperatura basal de 10° C, desde o momento da semeadura até a liberação de pólen de 50% da parcela.
- Prolificidade (PRL), estimada pelo número de espigas produtivas, dividido pelo número total de plantas da parcela útil.
- Produtividade (PRO): estimada a partir do peso de grãos das espigas de todas as plantas da parcela útil de 2,4 m², com estande completo de 15 plantas, transformado em kg.ha⁻¹ de grãos (não avaliada em Guaraciaba);
- Capacidade de expansão CEX: Realizada a partir da relação do volume final de 30g de pipoca estourada em micro-ondas por 1:30 minutos, baseada na Instrução Normativa nº 61 (BRASIL, 2011).

As variáveis quantitativas foram estimadas a partir da média dos três experimentos, para serem utilizadas no cálculo da distância Euclidiana, com exceção de PRO e CEX. Essas duas variáveis foram utilizadas apenas para orientação na escolha de possíveis genitores, mas não foram incluídos nos cálculos de distância para que não tivessem influência na separação de acessos com maior potencial, daqueles de menor potencial agrônômico e culinário.

As variáveis qualitativas utilizadas foram: ângulo da folha acima da espiga (ANG), discriminado em pequeno, médio e grande; comportamento foliar (CFO), discriminado em ereto, recurvado e fortemente recurvado; empalhamento (EMP), discriminado em compacto

e frouxo; direção de fileiras (DIF), discriminado em regular e irregular; forma de espiga (FES), discriminada em cônica, cônica cilíndrica e redonda; forma de grão (FGR), discriminado em redondo, pontudo e muito pontudo; cor de grão (CGR), discriminado em amarelo, branco, e branco e amarelo; e coloração da raiz (CRZ), discriminada em média e forte. Os resultados foram transformados em dados binários para a análise multivariada por meio do índice de similaridade de Jaccard.

2.4. Análise dos dados

As variáveis quantitativas foram utilizadas para estimar a distância Euclidiana e os dados qualitativos para estimar o índice de similaridade de Jaccard. Como critérios para utilização das variáveis no cálculo da distância Euclidiana foram verificados i) a presença de correlação muito forte e eliminação de variáveis com correlação superior a 0,90, evitando redundância na análise; ii) obrigatoriedade de diferença significativa no teste F da análise de variância para o efeito tratamento; iii) inexistência de interação genótipo x ambiente significativa no teste F, evitado assim que variáveis com o efeito de interação genótipo ambiente significativo alterassem os agrupamentos quando analisadas nos diferentes ambientes.

As correlações entre os caracteres foram estimadas a partir do produto médio de tratamento (P_{Txy}) das análises de covariâncias conjuntas e com os valores dos quadrados médios de tratamento das variáveis (Q_{Tx} e Q_{Ty}) das análises de variâncias conjuntas. Os coeficientes de correlação linear foram estimados por meio da expressão: $r = \frac{P_{Txy}}{\sqrt{Q_{Tx}Q_{Ty}}}$. A estimativa do nível de significância, de cada coeficiente de correlação obtido, foi calculada a partir da seguinte expressão: $t_c = r\sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2}$ onde r é o valor da correlação calculada e n é igual ao número de tratamentos.

A análise de variância entre os locais foi realizada seguindo o modelo fixo proposto por Vencovsky & Barriga (1992):

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + l_j + tl_{ij} + b_{k(j)} + e_{ijk}$$

onde Y_{ijk} é a observação do i -ésimo do tratamento, do j -ésimo local e do k -ésimo bloco. O “ μ ” é igual a média geral dos locais; “ t ” é o efeito fixo de tratamento; “ l ” é o efeito fixo de local; “ b ” é o efeito aleatório de

blocos, e “e” é o erro aleatório. A diferença mínima significativa (DMS) entre os tratamentos foi calculada pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). O software utilizado para o cálculo das análises de variâncias foi o STATISTICA 7®.

Para o cálculo da matriz de distância Euclidiana, primeiramente, as médias de cada variável foram padronizadas, sendo esse procedimento indicado para evitar distorções devido as diferentes escalas de medição, através da seguinte formula:

$$'X_{ij} = X_{ij}/S(X_j)$$

onde X_{ij} corresponde à média do i-ésimo tratamento para a j-ésima variável, dividida pelo desvio padrão da j-ésima variável.

A distância Euclidiana foi estimada seguindo o modelo descrito por Cruz & Regazzi (2001):

$$d_{ii'} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_j (X_{ij} - X_{i'j})^2}$$

onde $d_{ii'}$ corresponde à ligação entre o i-ésimo tratamento a partir da j-ésima variável analisada, “X” corresponde média das variáveis, ignorando os efeitos dos blocos e “n” corresponde ao número de variáveis utilizadas para o cálculo de distância.

Com finalidade de estimar a importância relativa dos caracteres utilizados para distância Euclidiana foi utilizado o método dos componentes principais, em que variáveis mais e menos importantes são identificadas através da matriz de correlação entre os dados originais (CRUZ, 2006). Para a análise de componentes principais também foi utilizada a média padronizada dos resultados de cada avaliação.

O índice de similaridade de Jaccard, utilizado nas avaliações qualitativas, fornece valores de similaridade entre zero a um, onde valores próximos de um indicam proximidade entre os materiais avaliados e os valores próximos de zero indicam maior dissimilaridade. Foram utilizadas somente as variáveis que apresentaram polimorfismo. O índice de similaridade é estimado a partir de valores binários para variáveis qualitativas morfológicas, tipos de espécies encontradas em diferentes ambientes, ou a partir de dados moleculares de marcadores dominantes, a partir do seguinte coeficiente:

$$S_{ii} = \frac{a}{a + b + c}$$

onde a é igual à soma de marcadores morfológicos comuns entre as duas variedades, b é igual ao número de marcadores encontrados apenas na variedade i , enquanto c é o número de marcadores morfológicos encontrados apenas na variedade i' .

Para cada índice de diversidade utilizado foi gerado um dendograma utilizando o método ligação da média aritmética não ponderada entre grupos (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean – UPGMA*), por meio do software PAST®.

Para estimar o nível de correspondência de um método para o outro (distância Euclidiana versus similaridade de Jaccard), foi calculada a correlação linear simples entre as duas matrizes, de distância e similaridade, sendo esperado valor negativo para o coeficiente de correlação por se tratarem de índices opostos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 8 apresenta as estimativas de correlações das variáveis quantitativas. Os valores de correlação variaram entre 0,016 e 0,866, sendo mais da metade das correlações inferiores a 0,5. De acordo com o critério estabelecido para este trabalho, todas as variáveis foram utilizadas para a análise por apresentarem estimativas de correlação inferiores a 0,90. A observação de variáveis que tenham correlações muito fortes entre si, tem o objetivo de evitar que essas variáveis tenham um peso superior às outras nas análises multivariadas de *cluster*. Os valores críticos não são bem estabelecidos, portanto, a observação de características que possam estar intimamente relacionadas por questões morfológicas podem ser o primeiro passo para a exclusão de uma variável.

A maior correlação verificada foi entre o NFO e DCO. DCO é influenciado diretamente pela densidade de plantas (DEMÉTRIO et al., 2008), enquanto que o NFO pode ser afetado pela época de plantio (NASCIMENTO et al., 2011).

Todas as variáveis apresentaram diferença estatística pelo teste F (Tabela 9) na análise de variância conjunta. Para PRO, destacaram-se os tratamentos 283A, 48A, 880A, e 319E com as maiores médias, enquanto que, para CEX, as maiores médias foram estimadas para os tratamentos 574A, 880A, 857C e 884B.

Tabela 8: Correlação simples entre médias de nove variáveis obtidas a partir de experimentos de avaliação de 14 variedades de milho pipoca, conduzidos em Anchieta, Guaraciaba e Florianópolis, na safra 2013/2014.

Variáveis	Correlação	Variáveis	Correlação	Variáveis	Correlação
ALT x PRE	0,858**	PRE x PRL	0,164 ^{ns}	NRA x PRO	0,186 ^{ns}
ALT x DCO	0,768**	PRE x PRO	0,443 ^{ns}	NRA x CEX	0,041 ^{ns}
ALT x NRA	0,314 ^{ns}	PRE x CEX	0,317 ^{ns}	NFO x PEN	0,769**
ALT x NFO	0,676**	DCO x NRA	0,239 ^{ns}	NFO x PRL	0,334 ^{ns}
ALT x PEN	0,789**	DCO x NFO	0,869**	NFO x PRO	0,539*
ALT x PRL	0,151 ^{ns}	DCO x PEN	0,855**	NFO x CEX	0,134 ^{ns}
ALT x PRO	0,501 ^{ns}	DCO x PRL	0,228 ^{ns}	PEN x PRL	0,206 ^{ns}
ALT x CEX	0,098 ^{ns}	DCO x PRO	0,468 ^{ns}	PEN x PRO	0,336 ^{ns}
PRE x DCO	0,661**	DCO x CEX	0,059 ^{ns}	PEN x CEX	0,331 ^{ns}
PRE x NRA	0,098 ^{ns}	NRA x NFO	0,180 ^{ns}	PRL x PRO	0,717**
PRE x NFO	0,595*	NRA x PEN	0,271 ^{ns}	PRL x CEX	0,137 ^{ns}
PRE x PEN	0,825**	NRA x PRL	0,163 ^{ns}	PRO x CEX	-0,124 ^{ns}

Variáveis: Altura de plantas (ALT), posição relativa da espiga (PRE), diâmetro do colmo (DCO), número de ramificações do pendão (NRA), número de folhas acima da espiga (NFO), graus dias para o pendoamento (PEN), prolificidade (PRL), produtividade de grãos (PRO) e capacidade de expansão (CEX), Nível de significância * < 0,05, ** < 0,01 e ns > 0,05.

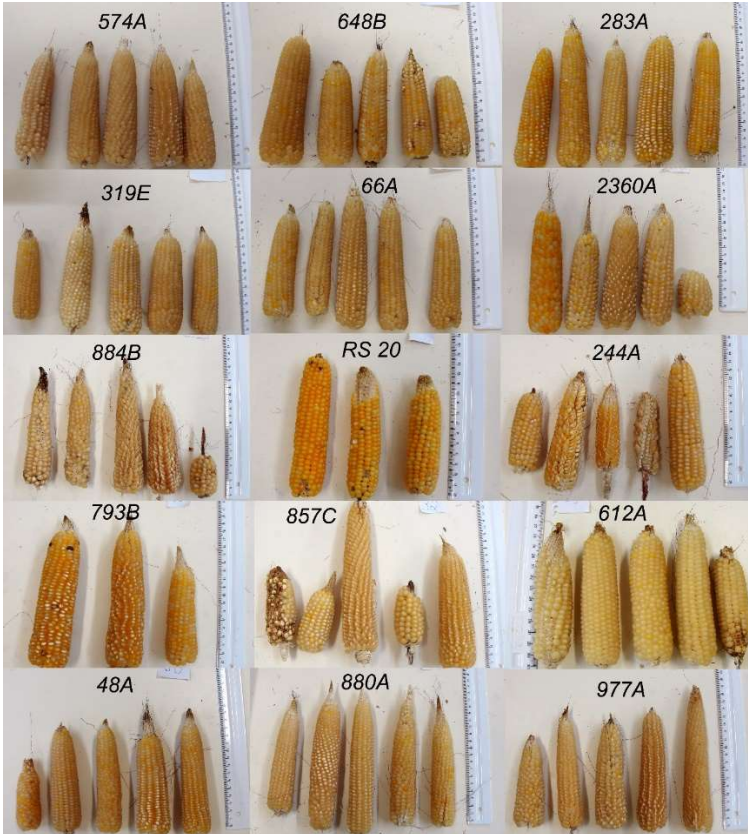


Figura 4. Variedades crioulas de milho pipoca avaliadas em Anchieta, Guaraciaba e Florianópolis, na safra 2014/2015.

Os coeficientes de variação das análises de variância conjunta foram inferiores a 11% para as variáveis ALT, PRE, DCO, NFO e PEN. Já as variáveis NRA e PRL tiveram os maiores valores de coeficiente de variação (21,1 e 21,4%, respectivamente), indicando um maior percentual de variações decorrentes de fatores não controlados no experimento. Houve também diferença significativa entre locais para todas as variáveis, com exceção de ALT e PRE, características que, em geral, são mais sensíveis ao ambiente, com variações relacionadas a fertilidade do solo (PAIXÃO et al., 2008).

Tabela 9: Médias e resultado da análise de variância das avaliações de altura de planta (ALT), posição relativa de espiga (PRE), diâmetro do colmo (DCO), número de ramificações do pendão (NRA), número de folhas acima da espiga principal (NFO), graus dias para o pendoamento (PEN), prolificidade (PRL), produtividade de grãos (PRO) e capacidade de expansão (CEX) de 14 variedades crioulas de milho pipoca e uma variedade comercial (*RS 20*), em experimentos conduzidos em Florianópolis-SC, Anchieta-SC e Guaraciaba na safra 2014/2015.

Tratamentos	ALT (m)	PRE	DCO (mm)	NRA	NFO	PEN (GD)	PRL	PRO (kg.ha ⁻¹)	CEX
<i>574A</i>	1,47	0,59	13,2	17,6	5,18	1063,8	0,79	1416,4	36,33
<i>648C</i>	1,52	0,53	13,0	20,0	4,96	996,1	0,93	1336,8	25,94
<i>283A</i>	1,55	0,53	15,0	17,7	5,64	1027,2	0,92	1905,7	21,08
<i>319E</i>	1,46	0,54	12,8	19,5	4,98	974,2	0,73	1669,2	21,00
<i>66A</i>	1,52	0,58	13,8	18,9	4,76	1025,8	0,76	1494,7	24,33
<i>2360A</i>	1,70	0,57	13,6	18,7	4,90	1060,4	0,79	1584,4	25,22
<i>884B</i>	1,80	0,62	14,3	25,1	5,31	1090,7	0,62	1266,3	28,50
<i>RS20</i>	1,12	0,45	11,1	12,4	4,31	858,9	0,53	760,34	25,11
<i>244A</i>	1,49	0,55	13,6	16,5	5,04	1051,2	0,64	1153,2	22,50
<i>793B</i>	1,69	0,60	14,2	19,0	4,98	1043,1	0,57	1324,2	21,33
<i>857C</i>	1,76	0,60	14,3	15,0	5,20	1035,8	0,58	1203,6	28,33
<i>612A</i>	1,25	0,43	12,2	23,6	4,47	922,9	0,67	935,56	26,06
<i>48A</i>	1,63	0,53	13,7	21,2	5,09	978,6	0,72	1843,5	23,44
<i>880A</i>	1,68	0,62	14,5	19,1	5,16	1063,4	0,96	1889,6	30,72
<i>977A</i>	1,57	0,55	15,5	19,9	5,44	1109,4	0,64	1121,4	28,28
DMS (5%) ¹	0,23	0,08	2,3	6,7	0,57	68,35	0,26	758,73	3,51
Média ²	1,55	0,55	13,7	18,9	5,03	1020,1	0,73	1393,6	25,88
Int. GxE ³	0,073	0,060	0,708	0,662	0,536	0,1417	0,061	0,0396	0,005
Local ⁴	0,605	0,117	0,000	0,044	0,003	0,0000	0,002	0,0000	0,058
Tratamento ⁵	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000
QME ⁶	0,0185	0,0022	1,89	16,032	0,1141	1648,45	0,024	132850	4,4299
CVe (%) ⁷	8,80	8,60	10,10	21,10	6,70	4,00	21,42	26,15	8,13

¹Diferença mínima significativa no teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ²Média dos três locais, com exceção de PRO com médias apenas de Anchieta e Florianópolis; ³Valor de *p* para efeito de interação entre genótipo e locais; ⁴Valor de *p* para o efeito de locais; ⁵Valor de *p* para efeito de tratamento; ⁶Quadrado médio do erro; ⁷Coefficiente de variação experimental.

Com base no dendograma gerado pela matriz de distância euclidiana (Figura 5), pode ser observada a formação de dois grupos, com o ponto de corte estabelecido em 4,5. O grupo 1 foi dividido em 3 subgrupos na distância de 2,8 do dendograma, contendo somente tratamentos de variedades crioulas. Os tratamentos *880A* e *283A* no subgrupo 1.a, os tratamentos *319A*, *48A*, *648C*, *66A*, *2360A*, *244A*, *574A*, *793B* e *857C* no subgrupo 1.b, e os tratamentos *884B* e *977A* isolados no

subgrupo 1.c. No subgrupo 1.a, os dois tratamentos (*880A* e *283A*) se destacam pelas elevadas estimativas de PRL. Além disso, o tratamento *880A* apresentou maior PRE e ALT, enquanto o tratamento *283A* apresentou elevado NFO. No subgrupo 1.b, com exceção dos tratamentos *319E*, *48A* e *648C*, os demais tratamentos destacaram-se por possuírem uma média de PEN superior. O tratamento *648C* apresenta também elevada PRL, enquanto que os tratamentos *793B* e *857C* destacaram-se pelos elevados valores de ALT e PRE. Os tratamentos *884B* e *977A* do subgrupo 1.c apresentaram maior estimativa para PEN. Além disso, o tratamento *884B* teve estimativas elevadas para ALT, PRE e NRA elevada, enquanto que o tratamento *977A* apresentou valores elevados para DCO e NFO. O tratamento *612A* foi o que mais se assemelhou a variedade comercial *RS 20*.

Entre os dois tratamentos, a característica que mais diferenciou-os foi o NRA, com o tratamento *612A* possuindo quase o dobro de ramificações que a cultivar *RS 20*. A variedade de polinização aberta *RS 20* se destacou em todas as variáveis, com baixas estimativas para ALT e PRE, e os menores valores para DCO, NRA NFO, PRL e ciclo mais curto (PEN).

O coeficiente de correlação cofenética (ccc) calculado foi de 0,8859, indicando uma boa representação da matriz pelo dendograma.

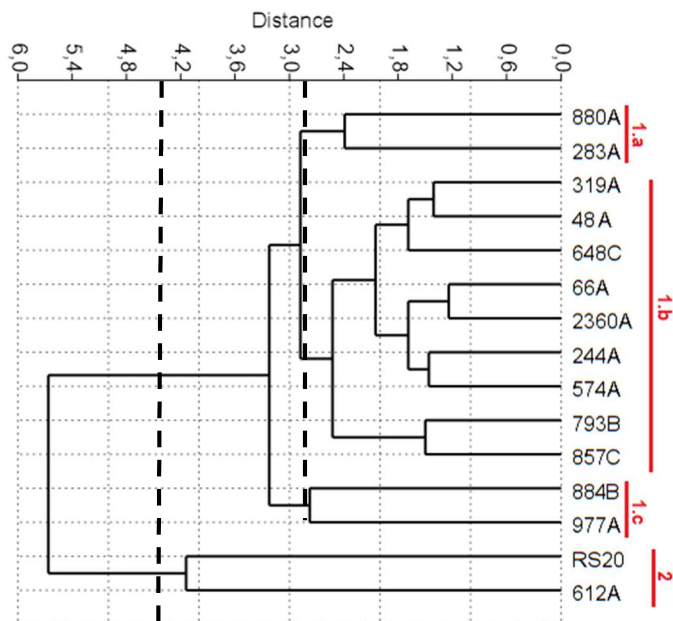


Figura 5: Dendrograma, baseado na matriz de distância Euclidiana, entre variáveis avaliadas em variedade crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba (SC), e uma variedade comercial de milho pipoca (*RS 20*), pelo método de agrupamento UPGMA (coeficiente de correlação cofenética = 0,8859).

Na análise dos componentes principais, os componentes 1 e 2 explicaram 75,14% da variação total (CP1: 60,36%; CP2: 14,76%) (Figura 6). No componente 1, a contribuição de cada variável ficou entre 0,414 e 0,456, com exceção do NRA e PRL, que tiveram contribuições menores na variação (Tabela 10). A baixa contribuição dessas duas variáveis pode ser explicada pelo maior coeficiente de variação experimental exibido nas suas respectivas análises de variância, e como consequência um maior desvio-padrão e menor valor das médias padronizadas (Tabela 9).

Os tratamentos *RS 20* e *612A* se divergiram dos demais no componente 1, e entre si no componente 2. Os demais tratamentos ficaram agrupados no componente 1. No componente 2, estes tratamentos

diferenciaram entre si, principalmente, para as variáveis NRA, PRL e ALT.

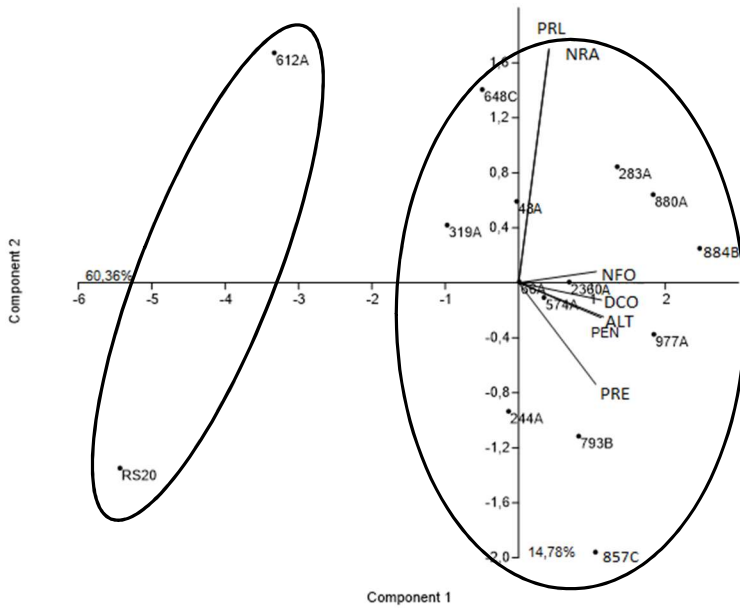


Figura 6: Agrupamento dos tratamentos de variedades crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba, com base na análise de componentes principais, a partir de descritores quantitativos (os círculos indicam os agrupamentos).

Tabela 10: Escores dos fatores 1 e 2 da análise dos componentes principais de 7 variáveis avaliadas em 14 acessos de variedades de milho pipoca crioula do Oeste de Santa Catarina e uma variedade comercial de milho pipoca na safra 2013/2014.

Variável	Fator 1	Fator 2
NRA	0,162	0,670
NFO	0,417	0,032
ALT	0,442	-0,998
PRE	0,414	-0,290
DCO	0,445	-0,049
PEN	0,456	-0,098
PRL	0,163	0,667

NRA: Número de ramificações do pendão; NFO: Número de folhas acima da espiga; ALT: Altura de planta; PRE: Altura relativa da espiga; DCO: Diâmetro do colmo; PEN: Soma térmica para pendoamento; PRL: Prolificidade.

As características CGR, CFO, FES e FGR apresentaram três variantes morfológicas e as demais variáveis apenas duas variantes, podendo ser considerados marcadores morfológicos eficientes pelo número de polimorfismo (Tabela 11).

O dendograma gerado a partir da matriz de similaridade de Jaccard (Figura 7) separou os acessos em cinco grupos, com ponto de corte estabelecido em 0,4 de similaridade. O coeficiente de correlação cofenética foi de 0,7727. Novamente a variedade *RS 20* separou-se das demais em um ramo isolado do dendograma. No segundo ramo agruparam-se quatro tratamentos (*319E*, *793B*, *48A* e *612A*), o grupo 3 foi formado por apenas dois tratamentos (*648C* e *283A*), o grupo 4 por quatro acessos (*66A*, *2360A*, *884B*, *977A*, *857C* e *574A*) e o grupo 5 por dois tratamentos (*244A* e *880A*).

Tabela 11: Caracterização de variedades crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba e uma variedade comercial da FEPAGRO para as variáveis qualitativas de ângulo da folha acima da espiga (ANG), comportamento foliar (CFO), empalhamento (EMP), direção das fileiras da espiga (DIF), formato de espiga (FES), formato de grãos (FGR), cor de grãos (CGR) e coloração da raiz por antocianina (CRZ). Santa Catarina, safra 2014/2015.

Tratam.	ANG	CFO	EMP	DIF	FES	FGR	CGR	CRZ
<i>574A</i>	1	1	1	2	1	2	2	1
<i>648C</i>	1	2	1	1	2	1	2	2
<i>283A</i>	1	3	1	1	2	1	3	2
<i>319E</i>	2	2	1	1	2	2	3	1
<i>66A</i>	2	1	1	2	2	2	3	2
<i>2360A</i>	2	1	1	2	1	2	3	2
<i>884B</i>	2	2	1	2	1	2	2	1
<i>RS20</i>	1	1	2	1	2	1	1	1
<i>244A</i>	1	2	1	2	2	3	3	1
<i>793B</i>	2	2	1	2	2	1	3	1
<i>857C</i>	1	3	1	2	1	2	2	2
<i>612A</i>	2	1	1	1	3	1	3	1
<i>48A</i>	2	2	1	1	2	1	2	1
<i>880A</i>	1	2	1	2	1	3	3	2
<i>977A</i>	2	2	1	2	1	2	2	2

ANG: Pequeno (1) e Médio (2); CFO: Ereto (1), Recurvado (2) e Fortemente Recurvado (3); EMP: Compacto (1) e Frouxo (2); DIF: Regular (1) e Irregular (2); FES: Cônica (1), Cônica cilíndrica (2) e Redonda (3); FGR: Redondo (1), Pontudo (2) e Muito pontudo (3); CGR: Amarelo (1), Branco (2), Branco e amarelo (3); CRZ: Média (1) e Forte (2).

No grupo 2, os tratamentos tiveram em comum as características ANG, EMP e CRZ. Neste grupo os tratamentos *319E*, *793B* e *48A* tiveram maiores similaridades, coincidindo as características CFO e FES. As variedades do grupo 3 diferiram apenas para as características CFO e CGR. O grupo 4 reuniu variedades que foram similares para as variáveis EMP, DIF e FGR, e o grupo 5 para ANG, CFO, EMP, DIF e FGR.

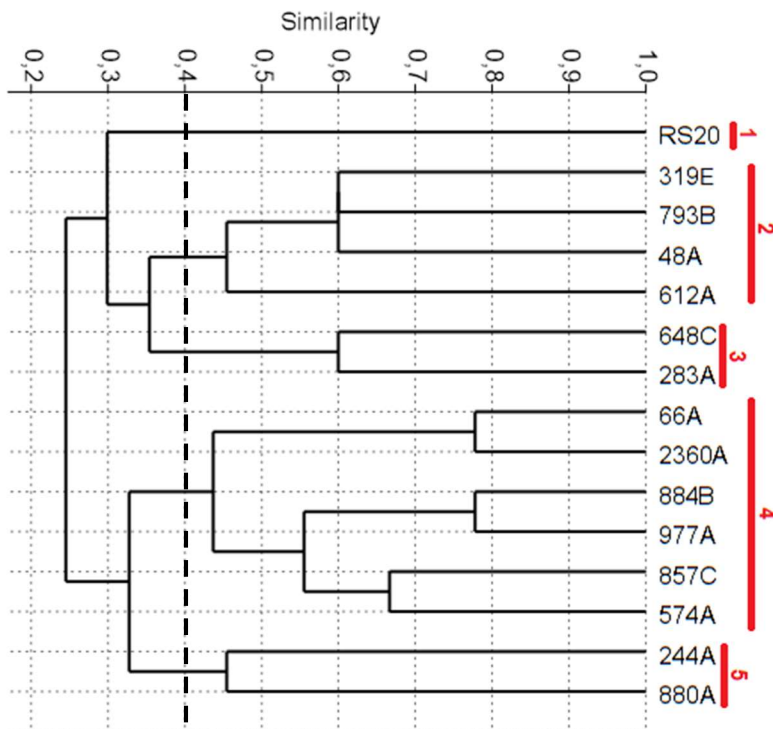


Figura 7: Dendrograma baseado na matriz de similaridade de Jaccard entre variedades crioulas de milho pipoca de Anchieta e Guaraciaba (SC) e uma variedade comercial de milho pipoca (*RS 20*), agrupado pelo método UPGMA ($ccc = 0,7727$).

Ambos os resultados, obtidos pela distância Euclidiana e índice de Jaccard, indicam a existência de diversidade entre os materiais avaliados.

A correlação linear estimada entre as duas matrizes foi fraca e negativa (-0,42), por serem índices opostos. Contudo, a correlação foi superior à obtida por Vieira et al. (2007), que estimaram correlação de 0,14 entre matrizes de dois conjuntos distintos de características fenotípicas, em trigo. Portanto, a baixa correlação é natural e reforça a necessidade de observar parâmetros qualitativos e quantitativos para a tomada de decisões em questões referentes a melhoramento genético e

formação de coleções nucleares para a conservação. A opção de separar em matrizes distintas diferentes conjuntos de dados, ao invés de utilizar modelos que permitam mesclar, permite uma melhor compreensão acerca dos resultados. Muito embora, em análises de diversidade, a compilação de dados de diferentes naturezas não apresente restrição, alguns autores afirmam ser inadequado, em estudos filogenéticos, mesclar dados que não seguem o mesmo padrão de evolução (BULL et al.; 1993; QUEIROZ et al., 1993).

Assim como Santacruz-Varela et al. (2004) observou, a raça North American Yellow Pearl (NAYP), a qual pertence a variedade RS 20, mantém grande divergência com raças de grãos pontudos e raças da América Latina. Além disso, a identificação de variedades divergentes e com potencial para produção, são de grande importância para o futuro do melhoramento no Brasil, tendo em vista que, conforme estudo realizado por Amaral-Júnior et al. (2013) através do uso de marcadores ISSR em 52 acessos, todas as cultivares comercializadas no país se ligam em um mesmo grupo do dendograma. Da mesma forma, na pesquisa de Silva et al. (2015), os híbridos nacionais (IAC 125, IAC 112, Jade e Zélia) se colocaram em um mesmo ramo, muito próximos, e as variedades de polinização aberta nacionais (RS 20, BRS-Ângela e UFVM2-Barão de Viçosa), também no mesmo agrupamento.

Em um artigo publicado por Bracco et al. (2012), foi analisado, por meio de ferramentas moleculares, o grau de endogamia de populações de milho pipoca do nordeste da Argentina, região muito próxima de onde foram coletadas as variedades avaliadas neste trabalho. No estudo de Bracco et al. (2012), apenas 20% das populações analisadas apresentaram heterozigosidade observada inferior a esperada. Além disso, o fluxo gênico foi maior entre as pipocas em comparação às populações de milho farináceo.

A proximidade entre o local de estudo de Bracco et al. (2012) e o deste trabalho, faz supor que as variedades crioulas de Anchieta e Guaraciaba, e as populações estudadas por Bracco et al. (2012) tenham estreita relação e participem do mesmo *pool* gênico. Na análise filogenética realizada por Santacruz-Varela et al. (2004), as raças de milho pipoca da Argentina, Brasil e Paraguai apresentam maior proximidade em relação às demais raças de milho pipoca das Américas.

É possível, também, que os valores de heterozigosidade observados por Bracco et al. (2012), nas variedades de milho pipoca, sejam similares nas variedades crioulas do lado brasileiro. Isso porque a forma de cultivo para autoconsumo, em pequena escala, é comparável em ambos os locais. Além disso, trata-se de um tipo de milho cultivado em

abundância na região do Extremo Oeste de Santa Catarina (Silva 2015; Costa et al., 2016).

A constatação de diversidade dentro das populações é relevante considerando o potencial de uso desses recursos genéticos em programas de seleção recorrente intrapopulacional. Conforme Hallauer & Miranda Filho (1981), populações de milho utilizadas como genitoras em programa de melhoramento devem apresentar, além de elevadas médias em atributos de interesse, ampla variabilidade genética.

Embora esta pesquisa não tenha analisado a diversidade genética dentro dos tratamentos, as análises de diversidade genética entre populações também são relevantes, pois visam a identificação de genitores para a formação de híbridos intervarietais com elevada variabilidade genética, por meio de cruzamentos dialélicos (FERREIRA et al., 1995) e, posteriormente, ganho genético em ciclos sucessivos de seleção (Miranda et al., 2003). Todavia, estudos complementares devem ser realizados com as variedades crioulas avaliadas no presente estudo, visando estimar seus respectivos coeficientes de endogamia e, a partir disso, identificar populações que tenham potencial para o desenvolvimento de programas de seleção recorrente intrapopulacional.

Entre os tratamentos que se destacaram em PRO e CEX, o *880A* foi o que apresentou maior divergência com os demais, em ambos os dendogramas, além de boa aptidão para as características de maior importância em milho pipoca, PRO e CEX. O tratamento *574A*, que apresentou o maior potencial para CEX, apresentou divergência, em ambos os dendogramas, com os tratamentos *880A* e *283A*, sendo que o acesso *283A* foi o que apresentou uma das maiores estimativas de PRO.

4. CONCLUSÕES

Todas as variedades crioulas conservadas por agricultores de Anchieta e Guaraciaba foram superiores à variedade comercial quanto a produtividade de grãos e a maioria delas também foi superior à variedade comercial para a capacidade de expansão.

As populações de variedades crioulas de milho pipoca avaliadas nesta pesquisa são divergentes entre si, além de apresentarem potencial fenotípico complementar para serem utilizados em programas de melhoramento genético intervarietais. Reunindo divergência e performance, a pesquisa indica como cruzamentos de maior potencial *880A* com *574A* e *283A* com *574A*.

A maior parte dos tratamentos de milho pipoca avaliados divergiu de forma substancial da variedade comercial RS 20 em ambos os dendogramas gerados. Isso indica que a maioria das populações conservadas pelos agricultores de Anchieta e Guaraciaba possuem uma origem genética distinta da variedade comercial usada como testemunha dessa pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

- AMARAL-JÚNIOR, A. T.; OLIVEIRA, E. C.; GONÇALVES, L. S. A.; CANDIDO, L. S.; SILVA, T. R. C.; VITORAZZI, C.; CUNHA K. S. Assessment of genetic diversity among maize accessions using inter simple sequence repeats (ISSR) markers. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 69, p. 15462-15469, 2013.
- BAKOUMÉ, C.; WICKNESWARI, R.; SIJU, S.; RAJANAIDU, N.; KUSHAIRI, A.; BILLOTTE, N. Genetic diversity of the world's largest oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) field genebank accessions using microsatellite markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 62, n. 3, p. 349-360, 2015.
- BRACCO, M.; LIA, V. V.; HERNÁNDEZ, J. C.; POGGIO, L.; GOTTLIEB, A. M. Genetic diversity of maize landraces from lowland and highland agro-ecosystems of Southern South America: implications for the conservation of native resources. **Annals of Applied Biology**, v. 160, n. 3, 308-321, 2012.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Descritores mínimos do milho (*Zea mays* sp.)**. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. Brasília: MAPA, 1997. 13 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução Normativa nº 61**, de 22 de dezembro de 2011.
- BULL, J. J.; HUELSENBECK, J. P.; CUNNINGHAM, C. W.; SWOFFORD, D. L.; WADDELL, P. J. Partitioning and combining data in phylogenetic analysis. **Systematic Biology**, v. 42, n. 3, p. 384-397, 1993.
- CANCI, I. **Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina**. 2006. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- CARDOSO, D. L.; DA SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; VIANA, A. P.; ARAÚJO, E. F. Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. **Revista Ceres**, v. 56, n. 5, p. 572-579, 2009.

CLEMENT, C. R.; ROCHA, S. F. R.; COLE, D. M. & VIVAN, J. L. Conservação on farm. In: NASS, LUCIANO L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1 ed., 2007. 858p.

COSTA, F. M. **Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação *onfarm* e *ex situ* e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina**. 2013. 212 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

COSTA, F.M.; SILVA, N.C.A.; OGLIARI, J.B. Maize diversity in Southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. **Genetic Resources and Crop Evolutios**, p. 1-20, 2016.

COUTO, M. F. **Análise de estabilidade e adaptabilidade via técnica Bayesiana na seleção de genótipos de milho-pipoca**. 2014. 54 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: análise multivariada e simulação**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 175p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. rev. – Viçosa: UFV. 390p.: il. 2001.

CRUZ, J. C; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, L. R. **Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14**. Disponível em: <http://www.cnpmis.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acessado em: outubro de 2014.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Performance of maize hybrids submitted to different row spacing and population densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

DE QUEIROZ, A. For consensus (sometimes). **Systematic Biology**, v. 42, n. 3, p. 368–372, 1993.

- EMATNÉ, H. J.; SOUZA, J. C. D.; BIUDES, G. B.; NUNES, J. A. R.; GUEDES, F. L. Genetic progress of phenotypic recurrent selection in popcorn. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 1, p. 25-30, 2012.
- EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.
- FERREIRA, C. B. B.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; DA CUNHA, R. N. V.; MOREIRA, D. A.; BARROS, W. S.; MATIELLO, R. R. Diversidade genética molecular de progênies de dendezeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 378-384, 2012.
- FERREIRA, D. F.; DE OLIVEIRA, A. C.; DOS SANTOS, M. X.; RAMALHO, M. A. P. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 9, p. 1189-1194, 1995.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 653 p.
- JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. **Buletí de la Societé Voudoise des Sciencies Natureller**, n. 37, p. 547-579, 1901.
- MIRANDA, D. S.; DA SILVA, R. R.; TANAMATI, A. A. C.; CESTARI, L. A.; MADRONA, G. S.; SCAPIM, M. R. Avaliação da qualidade do milho-pipoca. **Revista Tecnológica**, p. 13-20. 2012.
- MIRANDA, G. V.; COIMBRA, R. R.; GODOY, C. L.; SOUZA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M. & MELO, A. V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 681-688, 2003.
- NASCIMENTO, F. M.; BICUDO, S. J.; RODRIGUES, J. G. L.; FURTADO, M. B.; & CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 193-201, 2011.

- NETTO, D. A. M. **Validação e valoração da coleção núcleo de milho, subgrupo endosperma duro**. 2003. 94 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- OGLIARI, J. B.; ALVES, A. C.; KIST, V.; FONSECA, J. A.; BALBINOT, A. Análise da diversidade Genética de variedades locais de milho do extremo Oeste de Santa Catarina. In: V Congresso Brasileiro de Agroecologia, Porto Alegre. **Anais do V Congresso Brasileiro De Agroecologia**, p. 191-195. 2007.
- SANTACRUZ-VARELA, A.; WIDRLECHNER, M. P.; ZIEGLER, K. E.; SALVADOR, R. J.; MILLARD, M. J.; BRETTING, P. K. Phylogenetic relationships among North American popcorns and their evolutionary links to Mexican and South American popcorns. **Crop Science**, v. 44, n. 4, p. 1456-1467, 2004.
- SILVA, N. C. A. **Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil**. 2015. 230 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; MACARI, J.; OGLIARI, J. B. Diversidade de variedades locais de milho-pipoca conservada in situ on farm em Santa Catarina: um germoplasma regional de valor real e potencial desconhecido. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n.1, p. 78-85, 2016.
- SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M.; OGLIARI, J. B. Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) Bird in Southern Brazil: Implications for the Conservation of Wild Relatives of Maize. **PLoS one**, v. 10, n. 10, p. e0139034, 2015.
- SILVA, T. A.; CANTAGALLI, L. B.; SAAVEDRA, J.; LOPES, A. D.; MANGOLIN, C. A.; DA SILVA, M. D. F. P.; SCAPIM, C. A. Population structure and genetic diversity of Brazilian popcorn germplasm inferred by microsatellite markers. **Electronic Journal of Biotechnology**. v. 18, n. 3, p. 181-187, 2015.
- SONI, N. V.; PATEL, N. A.; PRAJAPATI, V. I.; DAVE, V. D.; PANDYA, M. Assessment of Genetic Diversity among Popcorn (*Zea mays* var. *everta*) lines using Random Amplified

Polymorphic DNA (RAPD) Markers. **Trends in Biosciences**, v. 7, n. 3, p. 216-220, 2014.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto – SP. Revista Brasileira de Genética, 1992, 486 p.

VIEIRA, E. A.; DE CARVALHO, F. I. F.; DE OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, L. F.; BENIN, G.; DA SILVA, J. A. G.; KOPP, M. M.; HARTWIG, I.; CARVALHO, M. F. & VALÉRIO, I. P. Associação da distância genética em trigo estimada a partir de caracteres morfológicos, caracteres. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 2, p. 161-168, 2007.

VITTORAZZI, C.; AMARAL-JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; CANDIDO, L. S.; SILVA, T. R. C. Seleção de pré-cultivares de milho-pipoca baseado em índices não-paramétricos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 356-362, 2013.

CAPÍTULO III - Resistência genética de variedades crioulas de milho pipoca do Oeste de Santa Catarina ao patógeno fúngico *Exserohilum turcicum* (pass.) K.J. Leonard & Suggs.

RESUMO

A suscetibilidade a doenças tem sido uma das principais limitações dos programas de melhoramento genético de milho pipoca no Brasil. Embora seja inquestionável a importância do germoplasma conservado *in situ-on farm* para desenvolvimento das novas cultivares, pouco conhecimento científico foi gerado até então sobre o potencial adaptativo das variedades crioulas de milho pipoca brasileiras. O Oeste de Santa Catarina possui uma rica diversidade de variedades crioulas de potencial genético ainda desconhecido. Por isso, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a resistência genética de variedades crioulas do Oeste de Santa Catarina para a doença foliar causada por *Exserohilum turcicum*, em 14 variedades crioulas de milho pipoca e uma variedade comercial (*RS 20*), por meio da quantificação do potencial produtivo de grãos e da severidade baseada em escalas diagramática e descritiva. O experimento foi conduzido em Anchieta, no delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições, parcelas de 2,4 m² de área útil e uma densidade de 62.500 plantas.ha⁻¹. A resistência do milho pipoca ao *E. turcicum* foi quantificada pela área abaixo da curva de progresso da doença. Para a comparação do grau de resistência, as variedades foram separadas em dois grupos, conforme a duração da fase vegetativa, medida em graus dias. As análises separaram os tratamentos com menor severidade em ambos os grupos (precoce e tardio). A variedade *RS 20* apresentou a maior suscetibilidade entre os tratamentos de ciclo curto e o tratamento *977A* foi o que apresentou a menor severidade a esta doença entre os mais tardios. Os tratamentos *66A* e *244A* apresentaram produtividade de grãos elevada, em relação à média, mesmo apresentando maior nível de severidade entre os tardios. O tratamento *857C* apresentou reação de resistência à *E. turcicum*, classificada em razão da lesão ter sido do tipo clorótico-necrótica. Essa reação indica que a variedade *857C* possui gene(s) de resistência qualitativa às raças do patógeno presentes no local do experimento. Contudo, a produtividade de grãos dessa variedade foi inferior à média geral. A precipitação e a temperatura registrada em estação automática localizada em São Miguel do Oeste, cidade próxima aos experimentos, indicaram grande volume de precipitação durante todo o ciclo da cultura, podendo ter favorecido o desenvolvimento desse patógeno. Foi possível identificar variedades crioulas com potencial de utilização como fonte de genes de resistência

qualitativa e quantitativa a *E. turcicum*. Estudos adicionais das bases genéticas da resistência a este patógeno são necessários, visando identificar qual tipo de ação gênica é responsável pela resistência nos tratamentos que expressaram a menor severidade a *E. turcicum*.

Palavras-chave: *Exserohilum turcicum*; *Zea mays*; resistência genética

ABSTRACT

Disease susceptibility has been one of the greatest limitations in popcorn genetic improvement programs in Brazil. Although the importance of *in situ-on farm* conserved germplasm for the development of new cultivars is unquestionable, little scientific knowledge was generated until now about the adaptive potential of Brazilian popcorn landrace varieties. The West of Santa Catarina has a rich diversity of landrace varieties with yet unknown genetic potential. That is why this research is aimed to evaluate genetic resistance for leaf disease caused by *Exserohilum turcicum* in 14 accessions of popcorn landrace varieties and one commercial variety (*RS 20*) by quantifying the grain productive potential and the severity of the disease using diagrammatic and descriptive scales. The experiment was conducted in Anchieta in completely randomized blocks with three replicates with plots of 2.4 m² of useful area and a density of 62,500 plants ha⁻¹. The resistance of popcorn to *E. turcicum* was quantified by the area below the disease progression curve. For comparison of the degree of resistance, the varieties were separated into two groups according with the duration of the vegetative phase measured in degrees days. The analysis separated treatments with low severity in both groups (late and short cycles). Variety *RS 20* presented higher susceptibility among short cycle treatments and treatment *977A* was the one that showed lowest susceptibility to the disease among late cycles. Treatments *66A* and *244A* showed high grain yield in relation to the mean, even showing a high level of severity among late cycles ones. Treatment *857C* showed resistance reaction to *E. turcicum* because of its chlorotic-necrotic lesion. This reaction indicates that the variety *857C* possess a gene(s) for qualitative resistance to the pathogen races present in the location of the experiment. Although, its estimation of grain yield of this variety was lower than the average. The rainfall and temperature registered on the automatic station in São Miguel do Oeste, city near the experiments indicated great volume of precipitation during the entire culture cycle, which could have favored the development of this pathogen. It was possible to identify landrace varieties with potential to be used as gene font of qualitative and quantitaive resistance to *E. turcicum*. Additional studies of genetic based resistance to this pathogen are necessary, aiming to identify the kind of genic action responsible for the resistance in treatments that presented lower levels of severity to *E. turcicum*.

Key words: *Exserohilum turcicum*; *Zea mays*; genetic resistance.

1. INTRODUÇÃO

As variedades crioulas apresentam grande importância no que diz respeito à conservação dos recursos fitogenéticos. Apesar de, geralmente, apresentarem menor potencial produtivo, as variedades crioulas são fontes importantes de genes para o melhoramento, devido ao elevado potencial de adaptação (PATERNIANI et al., 2000), sobretudo, sob as ameaças decorrentes das alterações climáticas e os desafios impostos pelos fatores de estresses bióticos e abióticos. Esses valores adaptativos associados às variedades crioulas deve-se, em parte, ao pouco ou nenhum uso de insumos em cultivos destinados à alimentação da própria família (SILVA, 2015) ou à alimentação dos animais da propriedade (VOGT, 2005).

O Extremo Oeste de Santa Catarina possui uma rica diversidade de populações de variedades crioulas de milho pipoca recentemente identificada e mapeada pelo Censo da Diversidade, realizado em 2011 e 2012, em dois municípios da região, no qual, foram identificadas 1078 variedades crioulas de milho pipoca nos municípios de Anchieta e Guaraciaba (COSTA et al., 2016). No Oeste de Santa Catarina, em 90% dos casos, agricultores familiares produzem variedades crioulas de milho pipoca sem uso de qualquer tipo de defensivo agrícola (SILVA, 2015). Em contraste a essa realidade da agricultura familiar, no sistema produtivo convencional, as lavouras de milho pipoca recebem aplicações de fungicidas para garantia de qualidade, já que se trata de um produto de maior valor agregado, em relação ao milho comum (HENRIQUES et al., 2014; SAWAZAKI et al., 2014).

De um modo geral, o milho pipoca é mais suscetível às doenças que o milho comum (MIRANDA et al., 2002) e a principal ocorrência entre ambos é conhecida por helmintosporiose (FANTIN et al., 1991), em referência ao gênero *Helminthosporium*, que compreendia as espécies de fungos *Helminthosporium turcicum* e *Helminthosporium maydis*, ambos reclassificados atualmente como *Exserohilum turcicum* (pass.) K.J. Leonard & Suggs e *Bipolaris maydis* Sivan., respectivamente, em sua fase anamórfica (fase assexuada), e *Setosphaeria turcica* (Luttr.) K.J. Leonard & Suggs e *Cochliobolus zeae* H.S. Chang, em sua fase perfeita (fase sexual).

A doença foliar causada pelo *E. turcicum*, é uma das principais doenças foliares da espécie *Zea mays* L. Esse patógeno foliar provoca lesões foliares de formato elíptico e alongado, de cor verde acinzentada e comprimentos que variam de 2,5 a 15 cm (KIMATI et al., 2005). As lesões suscetíveis expressam-se como lesões necróticas, enquanto que as

lesões do tipo resistente, embora possam variar em tamanho tal como as lesões suscetíveis, em aparência revela-se como lesões clorótico-necróticas (BLEICHER, 1988).

A resistência a *E. turcicum* apresenta significativa variabilidade genética (BORCHARDT et al., 1998; FERGUSON & CARSON, 2004; 2007), porém, com pouca variação quanto a patogenicidade (DE ROSSI, 2015). A fase infecciosa é iniciada nas folhas mais velhas após o pendoamento. Porém, infecções anteriores à essa fase estão relacionadas a materiais mais susceptíveis e sujeitos a perda de produtividade, enquanto que materiais com resistência parcial possuem perdas não significativas segundo estudos realizados por Pataky (1992).

O principal meio de controle de *E. turcicum* é a utilização de cultivares resistentes, cuja base genética pode ser controlada por genes maiores e menores de resistência qualitativa e quantitativa, respectivamente (OGLIARI et al., 2005; 2007). Não há um consenso entre os pesquisadores quanto à ação gênica (aditiva ou não aditiva) de maior importância associada à resistência a este patógeno (CARSON, 1995; VIVEK et al., 2010; NIHEI et al., 2012), podendo os dois tipos de resistências trabalharem separadamente, ou em conjunto (OGLIARI et al., 2007).

Como na maioria das doenças de ocorrência no milho, a utilização de cultivares suscetíveis e manejo inadequado são os maiores causadores das epidemias (PINTO et al., 1997). O uso de variedades resistentes e manejo adequado, como rotação de cultura e eliminação de restos culturais, são medidas capazes de evitar o uso de agroquímicos no sistema produtivo (KIMATI et al., 2005), diminuindo custos e preservando a saúde de agricultores, consumidores e do meio ambiente.

A quantificação da resistência a doenças tem como objetivo estimar o nível de controle genético de uma variedade a uma determinada doença em relação a outras variedades, além de determinar em quais condições ambientais sua ocorrência é favorecida. Ela pode ser medida pela incidência (percentual de plantas afetadas, por exemplo), ou pela severidade (porcentagem do tecido vegetal afetado). Com relação à severidade, os métodos mais utilizados são os que utilizam escalas descritivas, de notas, ou diagramáticas (MAFFIA et al., 2007).

As escalas diagramáticas são representações esquemáticas de tecidos foliares doentes em diferentes níveis de severidade, e apresentam uma boa confiabilidade (MAFFIA et al., 2007; SACHS et al., 2011, VIEIRA et al., 2014). Seus valores se dividem em classes que representam a porcentagem do tecido vegetal danificado pelo patógeno. O resultado da avaliação pode ser analisado por diferentes métodos,

incluindo regressões (LAZAROTO et al., 2012; SANTOS et al., 2013), cálculo da área abaixo da curva do progresso da doença (BRITO et al., 2013; COLOMBO et al., 2014; JULIANTTI et al., 2014), avaliação única em determinado estágio fenológico (PEGORARO et al., 2002; LOPES et al., 2007; ARNHOLD, 2008), e uso de escalas descritivas a partir de avaliações qualitativas, baseada na resposta da planta à doença (OGLIARI et al., 2005; OGLIARI et al., 2007)

A riqueza de populações de variedades crioulas de milho pipoca, de milho comum e doce, e teosinto presentes no Extremo Oeste de Santa Catarina é reconhecida e documentada (CANCI et al., 2004; CANCI et al., 2010; CANCI et al., 2013; CANCI, 2006; OGLIARI et al., 2007; SILVA et al., 2015; COSTA et al., 2016). Todavia, o potencial genético das variedades crioulas de milho pipoca dessa região é ainda pouco conhecido, sobretudo com relação à reação das mesmas frente ao ataque de patógenos. Por essa razão, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência genética a *E. turcicum* de 14 variedades crioulas de grãos predominantemente brancos procedentes dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, no Extremo Oeste de Santa Catarina, bem como seus respectivos potenciais produtivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal avaliado nessa pesquisa, quanto a resistência genética ao fungo *Exserohilum turcicum*, foi constituído por 14 variedades crioulas de milho pipoca procedentes do Oeste de Santa Catarina e uma variedade de polinização aberta desenvolvida pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO-RS), denominada *RS 20* e recomendada para Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Tabela 1).

O experimento foi implantado no dia 17 de dezembro de 2015 (fim da primavera e início do verão), em área disponibilizada pelo agricultor Zairi Chenette, da comunidade São Domingos (26°59'S, 53°38'O e 480 m de altitude), no município de Anchieta (ANC). Anchieta foi o local escolhido para a realização dessa pesquisa em razão de representar a região onde habitam os agricultores que conservam o material vegetal avaliado no experimento.

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com três repetições e parcelas contendo duas fileiras de 5 metros lineares de comprimento, espaçadas em 0,8 metros entre si, e uma parcela de 2,4 m² de área útil. O estande final foi estabelecido com 5 plantas por metro linear, perfazendo uma densidade de 62.500 plantas há⁻¹ após o desbaste.

A resistência genética a *E. turcicum* foi avaliada com base na severidade foliar. Para tanto, foram realizadas três avaliações de severidade de *E. turcicum*, com intervalo de sete dias uma da outra (dia 14, 21 e 28 de março de 2015). Os valores de severidade foram estimados a partir da média da porcentagem do tecido foliar atacado da folha situada logo acima da espiga, de todas as plantas da parcela útil (15 plantas), por meio da escala diagramática de Bleicher (1988), expressa em porcentagem do tecido foliar infectado por *E. turcicum* (Figura 8).

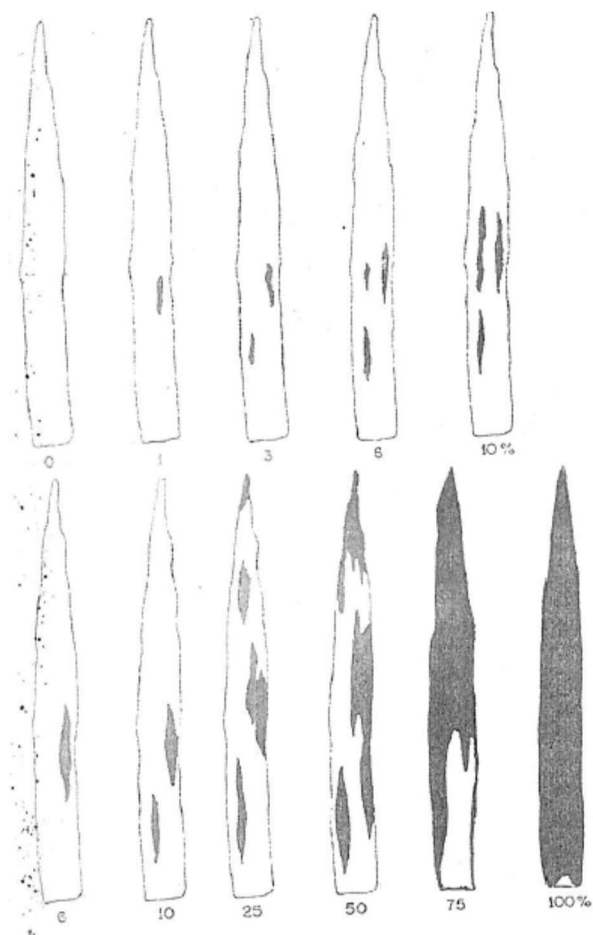


Figura 8. Escala diagramática para avaliação de percentagem de tecido foliar infectado por *Exserohilum turcicum* (BLEICHER, 1988).

Em razão de haver influência dos estágios de desenvolvimento sobre a expressão da severidade do patógeno, e considerando que todas os tratamentos foram avaliados no mesmo dia, optou-se por agrupar os tratamentos segundo os seus respectivos ciclos de desenvolvimento, para fins de comparação quanto ao grau de resistência. Para a separação dos grupos, em precoces e tardias, foi calculada a soma térmica (GD) necessária para o pendramento (emissão do pendão floral masculino e início da fase reprodutiva), com base nos dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia, que usa informações geradas pela estação automática de São Miguel do Oeste (19 km de Guaraciaba e 38 km de Anchieta), como referência. O cálculo de GD foi realizado a partir da seguinte expressão matemática:

$$GD = \sum_{i=1}^n \frac{T_{i\max} - T_{i\min}}{2} - 10$$

onde:

n - é o número de dias;

$T_{i\max}$ - é a temperatura máxima do “i”-ésimo dia;

$T_{i\min}$ - é a temperatura mínima no “i”-ésimo dia.

As porcentagens de severidade das avaliações individuais foram utilizadas para o cálculo da variável Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), estimada pelo seguinte modelo citado por Shaner & Finney (1977):

$$AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2] * [(T_{i+1} - T_i)]$$

onde:

n - é o número de observações;

Y_i - é a severidade da doença na “i”-ésima observação;

T_i - é o tempo em dias na “i”-ésima observação.

Além das avaliações de AACPD, a resistência a *E. turcicum* também foi avaliada, com base em escala descritiva de Esteves (1989), a qual descreve os tipos de resistências (tipo resistente ou tipo suscetível) produzidas pelos genes que conferem resistência qualitativa (Tabela 12).

A produtividade de grãos (PRO) foi utilizada como base para comparação do nível de comprometimento da PRO em relação a severidade de *E. turcicum*. A variável PRO foi estimada a partir da colheita e debulha manual de todas as espigas da parcela útil de 2,4 m², com estande completo de 15 plantas, transformado em t.ha⁻¹ de grãos.

Tabela 12. Tipos de reação de resistência (R) e suscetibilidade (S) à *Exserohilum turcicum* em *Zea mays* L. (ESTEVES, 1989).

Tipo de reação	Descrição
R1	Ausência de sintomas visíveis.
R2	Pontos cloróticos ou pequenas lesões clorótico-necróticas de formato circular.
R3	Presença de lesões clorótico-necróticas estreitas, dispostas ao longo das nervuras, podendo-se estender à nervura mais próxima, ou lesões clorótico-necróticas em fase inicial de desenvolvimento.
R4	Presença de lesões clorótico-necróticas grandes, podendo haver coalescência entre lesões.
S1	Presença de lesões necróticas delimitadas, sem halo clorótico e com bordas mais escuras na periferia das lesões.
S2	Presença de lesões necróticas sem delimitações, podendo-se apresentar murchas e secas as extremidades das folhas.

Os resultados parciais de severidade (%), as estimativas de GD e PRO foram submetidos à análise de variância e teste de agrupamento de médias Skott-Knott ($p \leq 0,05$) quando F foi significativo ($p \leq 0,05$), por intermédio do software Assistat®. A análise de variância e os demais testes das avaliações de AACPD, foram realizados separadamente para cada um dos dois grupos de tratamentos, reunidos segundo o ciclo das variedades em precoce e tardias.

A partir de dados climatológicos obtidos pela estação automática de São Miguel do Oeste, coletados no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foi gerado um gráfico de temperatura e precipitação, a fim de avaliar qual foi o regime hídrico registrado na região e observar a influência de fatores climáticos sobre a severidade da doença.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por estar localizada abaixo do trópico de capricórnio ($26^{\circ}58''S$), e a uma altitude acima de 450 metros, o Extremo Oeste de Santa Catarina possui as estações climáticas bem definidas, com significativa variação de temperatura entre o solstício de inverno e verão e uma maior amplitude térmica diária. É possível observar na Figura 9 a elevação de temperatura e precipitação a partir de dezembro e a diminuição das mesmas a partir de janeiro, apresentando média de temperatura próxima $20^{\circ}C$ e precipitação mensal de 142 mm no mês de março, quando se inicia o florescimento das variedades avaliadas.

O regime hídrico reduzido desfavorece o desenvolvimento e a disseminação de doenças fúngicas, que costumam sair do período de incubação para o de virulência a partir da fase reprodutiva (BERGAMIN FILHO et al., 2002). Para o experimento em questão, as variedades atingiram esse estágio fenológico entre o final de fevereiro e início de março (Tabela 13). Porém, temperaturas amenas, registradas no mesmo período, possuem uma boa relação com o patógeno (JULIATTI & SOUZA, 2005), e por isso deve ter favorecido a ocorrência da doença de forma espontânea.

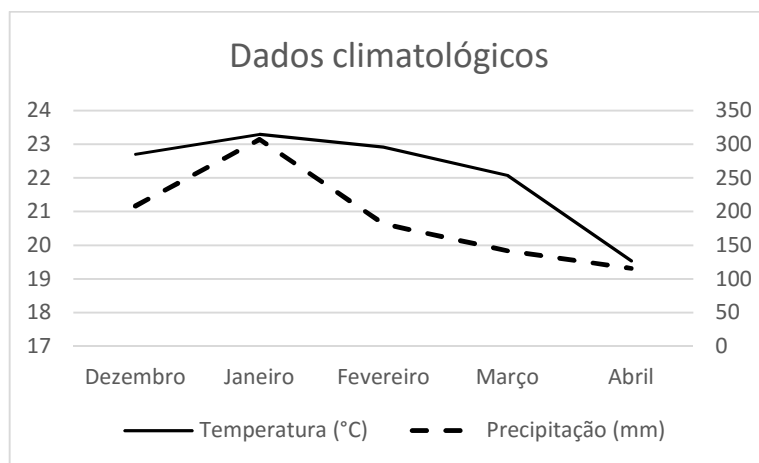


Figura 9. Dados climatológicos de temperatura e precipitação da estação automática de São Miguel D'Oeste, de setembro de 2014 a março de 2015, relativos ao período de plantio do ensaio de variedades crioulas de milho pipoca realizado em Anchieta (ANC) (Banco de dados do INMET).

A análise de variância para a variável graus-dias até o florescimento masculino (GD) auxiliou o agrupamento das variedades em três grupos, com um coeficiente de variação de 2,83% (Tabela 13). Os tratamentos de ciclo produtivo mais curto foram separados daqueles de ciclo mais longo, em razão do estágio fenológico da planta possuir influência nas manifestações de patógenos foliares (BERGAMIN FILHO et al., 2002; MIRANDA et al., 2002).

Conforme a classificação dos tratamentos, quanto à duração do ciclo, cultivares de ciclo precoce/ intermediário possuem entre 830 e 889 GD e semiprecoce/ tardio acima de 890 GD (RITCHIE et al., 2003). Embora não tenha havido diferença significativa entre a variedade *RS 20* e o tratamento *612A*, apenas o valor de GD da variedade *RS 20*, com 875,3 GD, foi enquadrada como precoce. Na lista de cultivares disponíveis na safra 2013/2014, disponibilizada pela EMBRAPA, a variedade *RS 20* apresenta um valor de 635 GD para o florescimento, muito inferior ao registrado neste trabalho (CRUZ et al., 2014).

Assim, com base no presente estudo, os tratamentos foram reunidos em dois grupos para a análise de severidade provocada por *E. turcicum*. O primeiro grupo ficou constituído por seis variedades de ciclo curto (*RS 20*, *612A*, *319E*, *48A*, *648C* e *283A*) e o segundo grupo, por nove variedades de ciclo longo (*244A*, *66A*, *793B*, *880A*, *574A*, *2360A*, *884B*, *857C* e *977A*) (Tabela 13).

Tabela 13: Soma térmica requerida para o florescimento masculino (pendoamento) das variedades de milho pipoca avaliadas em Florianópolis na safra 2014/2015.

Acessos	Pendoamento (GD ¹)		Data de pendoamento (2015)	Ciclo
RS20	875,3	a ⁶	21/fev	Precoces
612A	907,9	a	26/fev	
319E	945,2	b	26/fev	
48A	953,9	b	26/fev	
648C	959,6	b	26/fev	
283A	979,5	b	28/fev	
244A	999,0	c	02/mar	Tardios
66A	1010,5	c	02/mar	
793B	1020,4	c	03/mar	
880A	1040,2	c	04/mar	
574A	1040,2	c	04/mar	
2360A	1049,5	c	05/mar	
884B	1054,4	c	05/mar	
857C	1056,1	c	05/mar	
977A	1100,9	c	09/mar	
QME ²	802,264			
Valor de p ³	< 0,0001			
Média ⁴	999,497			
CV(%) ⁵	2,83			

¹Graus dias; ²Quadrado médio do erro; ³Probabilidade de erro no teste F; ⁴Média de três repetições; ⁵Coefficiente de variação; as médias que seguem a mesma letra não se diferem significativamente no teste de agrupamento de Skott-Knott.

As análises de variância, realizadas para a variável AACPD causada por *E. turcicum*, detectaram diferença significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos, tanto entre para aqueles de ciclo mais curto, como aqueles mais tardios. Com relação aos tratamentos mais precoces, a variedade comercial *RS 20* apresentou o maior valor para AACPD, com estimativa de 562,3 (menos resistente), frente ao menor valor de 121,3 do tratamento *648C* (mais resistente). O tratamento *612A*, apresentou valor de AACPD intermediário, diferenciando-se tanto da *RS 20* quanto dos demais tratamentos.

Conforme lista de cultivares da safra 2013/2014, a variedade *RS 20* é classificada como medianamente resistente a *E. turcicum* (CRUZ et al., 2014). Miranda et al. (2002), avaliando cultivares nacionais de milho

pipoca, classificaram *RS 20* entre as mais suscetíveis, juntamente à cultivar híbrida *Zélia* da empresa Pionner.

Entre os tratamentos de ciclo tardio, a menor severidade à *E. turcicum* não refletiu em uma PRO superior, sendo que apenas o tratamento *880A* apresentou estimativa elevada de PRO. Este resultado pode ser um indicativo de que a doença causada por *E. turcicum*, não cause grande comprometimento no rendimento de grãos da maioria das variedades crioulas testadas.

Todavia, na ausência de estudos de correlações genéticas entre ambos os caracteres (resistência e produtividade), não existiriam razões para argumentar que a maior ou menor produtividade das variedades estaria associada à menor e maior resistência ao patógeno em análise, respectivamente. Por isso, futuros estudos devem ser conduzidos inicialmente para elucidar se existem correlações genéticas entre produtividade de grãos e resistência a *E. turcicum* nessas variedades. Caso não sejam detectadas correlações genéticas, outros trabalhos complementares podem investigar a existência de mecanismos de tolerância³ ao *E. turcicum* nessas variedades

O coeficiente de variação da análise de variância da AACPD foi de 8,65% (Tabela 14), indicando boa precisão nas avaliações, levando em conta a utilização de áreas experimentais inserida em unidades de produção familiar, cujas condições de ambiente são menos uniformes do que aquelas encontradas dentro de estações experimentais.

Os tratamentos *612A* e *RS 20*, que apresentaram maior severidade entre os tratamentos precoces, foram também os que apresentaram menor PRO. Entre os tratamentos tardios, *66A* e *244A* apresentaram os maiores níveis de severidade e os valores mais elevados de PRO em relação à média geral dos tratamentos e a média dos tratamentos tardios.

A menor perda de PRO, causada por doenças fúngicas, depende essencialmente do estágio no qual a infecção é iniciada. Infecções iniciadas antes do florescimento provocam maior a redução de PRO, enquanto que, quando iniciadas acima de três semanas após o florescimento, a redução não é significativa (RAYMUNDO & HOOKER, 1981; PATAKY, 1992). Mesmo com os níveis elevados de severidade entre os tratamentos tardios, os tratamentos *66A* e *244A* apresentaram nível médio de severidade, de 11% e 12,3%, respectivamente, quando avaliados 19 dias após o florescimento masculino, enquanto que, o tratamento *RS 20* apresentou severidade de 20,7%, na terceira semana (21

³ Tolerância é a capacidade de as plantas suportarem a doença sem perdas severas em produtividade ou qualidade (Caldwell et al., 1958).

dias) após o florescimento (Tabela 14). A severidade superior de *E. turcicum* logo após o florescimento pode, possivelmente, ter provocado uma menor PRO do tratamento *RS 20* em relação aos demais tratamentos.

Tabela 14: Severidade foliar, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) causada por *Exserohilum turcicum* e produtividade de grãos (PRO) de variedades crioulas de milho pipoca e testemunha (*RS 20*), avaliadas no município de Anchieta (ANC), Oeste de Santa Catarina, safra 2014/2015.

Tratamentos	Severidade (%) ⁵						AACPD	PRO (t.ha ⁻¹)		
	14/mar			21/mar					28/mar	
648C	4,0	a	7,0	a	16,7	a	121,3	a	0,970	a
319E	4,3	a	8,7	a	20,0	a	145,8	a	0,921	a
48A	5,7	a	8,7	a	23,3	a	162,2	a	1,122	a
283A	7,7	b	12,7	b	26,7	a	208,8	a	0,987	a
612A	10,3	b	16,7	b	44,0	b	306,8	b	0,532	b
RS20	20,7	c	33,3	c	73,3	c	562,3	c	0,760	b
Média (precozes)	8,8		14,5		34,0		251,20		0,882	
Valor de p ¹	<0,01		<0,01		<0,01		< 0,01			
CV(%) ³	11,20		13,36		9,95		8,65			
	Tardios ⁴									
977A	2,0	a	5,0	a	9,3	b	74,7	a	0,655	b
2360A	5,0	b	6,0	a	9,3	b	92,2	a	0,783	b
857C	3,7	a	8,0	a	15,7	b	96,8	a	0,671	b
880A	3,3	a	8,0	a	13,3	b	114,3	a	1,215	a
793B	3,0	a	6,7	a	11,3	b	162,2	a	0,639	b
574A	7,3	b	9,7	b	20,7	a	165,7	b	0,657	b
884B	6,7	b	11,3	b	20,3	a	173,8	b	0,720	b
66A	6,0	b	11,0	b	27,7	a	194,8	b	1,259	a
244A	5,5	b	12,3	b	28,0	a	203,6	b	0,913	a
Média (tardios)	4,7		8,7		17,3		142,01		0,835	
Valor de p ¹	<0,01		<0,01		<0,01		< 0,01		< 0,05	
Média geral ²	6,3		11,0		24,0		185,68		0,854	
CV(%) ³	11,45		11,84		14,02		9,19		27,370	

¹Probabilidade de erro no teste F; ²Média de precoces e tardias; ³Coefficiente de variação experimental; ⁴Classificação dos tratamentos com base na tabela 13; ⁵Resultados parciais das avaliações de severidade a *E. turcicum* realizadas (análise realizada a partir de dados transformado em raiz quadrada).

Com base na escala descritiva de Esteves (1989) (Tabela 12), o tratamento *857C* foi o único a apresentar reação de resistência à *E. turcicum*, classificada em R2, uma vez que a maioria das plantas de todas as repetições apresentou “*pontos cloróticos ou pequenas lesões clorótico-necróticas de formato circular*” (Figura 10). Os demais tratamentos foram

classificados em S1, por terem apresentado “*presença de lesões necróticas delimitadas, sem halo clorótico e com bordas mais escuras na periferia das lesões*”.

A reação R2 da variedade 857C indica a presença de genes de resistência qualitativa frente a raças específicas de patógenos presentes no local, enquanto a reação S1 das demais variedades indica que a raça do patógeno superou os genes de resistência qualitativa dessas variedades, ou ainda, que as variedades são suscetíveis por não possuírem genes de resistência de natureza qualitativa (OGLIARI et al., 2007; OGLIARI et al., 2005).

O tratamento 857C foi um dos que apresentou menor estimativa de AACPD, pelo teste de Skott-Knott. Contudo, a estimativa de PRO ficou entre as menores (Tabela 14). Em um estudo realizado por Perkins & Pedersen (1987), foi observada uma redução no tamanho das lesões provocadas por *E. turcicum* quando inserido um gene de resistência *Ht*. Nesses casos, as lesões eram cloróticas-necróticas e de menor tamanho, assim resultando em redução de severidade. Todavia, é pertinente destacar que a redução da severidade observada por aquele estudo somente se efetivou em ganho de produtividade de grãos quando os genes dominantes *Ht* eram inseridos em híbrido suscetível, sem apresentar diferença significativa, quando os mesmos eram inseridos em híbrido de resistência intermediária e de elevada resistência poligênica

Contudo, tal redução somente se efetivou em ganho de PRO em híbrido suscetível, sem apresentar diferença significativa quando inserido em híbrido de resistência intermediária e de elevada resistência poligênica.



Figura 10: Reação de resistência das plantas da variedade crioula de milho pipoca 857C à queimeira foliar causada por *Exserohilum turcicum*.

Em geral, as variedades crioulas de milho pipoca são mais resistentes a *E. turcicum* do que a variedade comercial *RS 20*, sendo, portanto, materiais com potencial de uso como fonte de resistência para os programas de melhoramento genético de milho pipoca. Todavia, estudos de herança genética são necessários para identificar que tipo de ação gênica é responsável pela resistência nas variedades que expressaram menor grau de severidade a *E. turcicum*.

A resistência genética constatada nesse conjunto de variedades crioulas a *E. turcicum*, associada a um manejo adequado, indicam que o seu cultivo pode ser realizado sem a utilização de fungicidas para esta doença. Contudo, estudos complementares devem ser conduzidos para outras doenças do milho, considerando a vocação de algumas associações de agricultores da região do Extremo Oeste de Santa Catarina, pela prática de produção de base agroecológica.

A reação de resistência dessas variedades crioulas frente ao patógeno em foco e à outras doenças do milho pipoca, aliado à superioridade agrônômica e culinária já analisada no capítulo 1, também poderá contribuir para a conservação *on farm* desses recursos fitogenéticos locais. O reconhecimento pelos agricultores do potencial de uso e dos valores adaptativos desse germoplasma local é condição

primordial para a minimização dos impactos negativos da erosão genética desse cultivo na região de estudo.

4. CONCLUSÕES

As variedades crioulas de milho pipoca *648C*, *319E*, *48A*, *283A*, *977A*, *2360A*, *880A* e *793B* apresentam elevado potencial genético como fontes de resistência quantitativa a *E. turcicum*, sobretudo *648C*, *319E*, *48A*, *283A* e *880A* por associarem elevado potencial produtivo.

A variedade *857C* apresentou lesões do tipo clorótico-necrótica, indicando potencial genético como fonte de gene ou genes de resistência qualitativa a *E. turcicum*.

5. REFERÊNCIAS

- ARNHOLD, E. Seleção para resistência a doenças foliares em famílias S1 de milho-pipoca, **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 89-93, 2008.
- BELICUAS, S. N. J.; GUAMARÃES, L. J. M. Avaliação molecular da macho-esterilidade citoplasmática em milho. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas-MG. Ano 4, ed. 26, 2010.
- BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças com período de incubação variável em função da fenologia do hospedeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 6, p. 561-565, 2002.
- BLEICHER, J. **Níveis de resistência a *Helminthosporium turcicum* Pass. em três ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 1988. 130 f. Tese (Doutorado) – ESALQ, São Paulo.
- BORCHARDT, D. S.; WELZ, H. G.; GEIGER, H. H. Genetic structure of *Setosphaeria turcica* populations in tropical and temperate climates. **Phytopathology**, v. 88, n. 4, p. 322-329, 1998.
- BRITO, A. H.; VON PINHO; R. G., PEREIRA; J. L. D. A. R.; BALESTRE, M. Chemical control of gray leaf spot, white spot and rot grain in maize. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 629-635, 2013.
- CALDWELL, R. M., SCHAFER, J. F., COMPTON, L. E., & PATTERSON, F. L. Tolerance to Cereal Leaf Rusts. **Science**, v. 128, n. 3326, p. 714-715, 1958.
- CANCI, A.; ALVES, A. C.; GUADAGNIN, A. **Kit Diversidade. Estratégias Para a Segurança alimentar e Valorização das sementes locais**. São Miguel do Oeste: Ed.: Mclee, Brasil. 2010. 208 p.
- CANCI, A.; GUADAGNIN, C. A.; HENKE, J. P.; LAZZARI, L. The diversity kit - Restoring farmers' sovereignty over food, seed and genetic resources in Guaraciaba, Brazil. In: de BOEF W. S.; SUBEDI, A.; PERONI, N.; THIJSEN, M.; O'KEEFFE, E. (ed). **Community biodiversity management, promoting resilience**

and the conservation of plant genetic resources. Routledge, Oxon, Ed. 1. p. 265-271, 2013.

CANCI, I. **Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina.** 2006. 204 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CARSON, M. L. A new gene in maize conferring the "chlorotic halo" reaction to infection by *Exserohilum turcicum*. **Plant Disease**, v. 79, n. 7, p. 717-720, 1995.

COLOMBO, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; TAUBINGER, M.; TAVARES, R. D. C.; SILVA, R. R. D. Diallel analysis for resistance to southern rust in corn at different levels of phosphorus fertilization. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 65-71, 2014.

CRUZ, J. C; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, L. R. **Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14.** Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acessado em: outubro de 2014.

DE ROSSI, R. L.; REIS, E. M.; BRUSTOLIN, R. Morfologia de conídios e patogenicidade de isolados de *Exserohilum turcicum* da Argentina e do Brasil em milho. **Summa Phytopathol**, v. 41, n. 1, p. 58-63, 2015.

ESTEVES, M. C. F. **Reações a *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs em milho (*Zea mays* L.) e variabilidade do patógeno.** 1989. 55 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FANTIN, G. M.; SAWAZAKI, E.; BARROS, B. C. Avaliação de genótipos de milho pipoca quanto a resistência a doenças e qualidade da pipoca. **Summa Phytopathologica**, v. 17, n. 2, p. 90-99, 1991.

FERGUSON, L. M. & CARSON, M. L. Spatial diversity of *Setosphaeria turcica* sampled from the eastern United States. **Phytopathology**, v. 94, n. 8, p. 892-900, 2004.

- FERGUSON, L. M. & CARSON, M. L. Temporal variation in *Setosphaeria turcica* between 1974 and 1994 and origin of races 1, 23, and 23N in the United States. **Phytopathology**, v. 97, n. 11, p. 1501-1511, 2007.
- HENRIQUES, M. J.; NETO, A. M. O.; GUERRA, N.; DE OLIVEIRA, N. C.; CAMACHO, L. R.; JUNIOR, O. A. G. Controle de helmintosporiose em milho pipoca, com a aplicação de fungicidas sistêmicos em diferentes épocas. **Campo Digital**, v. 9, n. 2, 2014.
- JULIATTI, F.C.; SOUZA, R.M. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Bioscience Journal**, v.21, n.1, p.103-112, 2005.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas** (Vol. 2). Agronômica Ceres. 2005. 706p.
- LAZAROTO, A.; DOS SANTOS, I.; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho, **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, 2012.
- LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; BRUNELLI, K. R.; SILVA, H. P.; MATIELLO, R. R.; CAMARGOVI, L. E. A. Controle genético da resistência à mancha-de-*Phaeosphaeria* em milho. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 605-611, 2007.
- MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Quantificação de doenças em planta. In: ALFENAS A.C. & MAFIA, R.G. (Org.) **Métodos em fitopatologia**, Viçosa: Ed. UFV. 2007. 382 p.
- MIRANDA, G. V.; SOUZA, L. V.; FIDELIS, R. R.; GODOY, C. L.; COIMBRA, R. R.; MELO, A. V. de; GUIMARÃES, L. J. M. Reação de cultivares de milho-pipoca a helmintosporiose. **Revista Ceres**, v. 49, n. 285, p. 513-521, 2002.
- NIHEI, T. H. & FERREIRA, J. M. Análise dialéctica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 369-377, 2012.

- OGLIARI, J. B.; GUIMARÃES, M. A.; CAMARGO, L. E. A. Chromosomal location of the HtP and Rt genes that confer resistance to *Exserohilum turcicum* in maize. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, p. 630-634, 2007a.
- OGLIARI, J. B.; GUIMARÃES, M. A.; GERALDI, I. O.; CAMARGO, L. E. A. New resistance in the maize - *Exserohilum turcicum* pathosystem. **Genetics and Molecular Biology**, v. 28, n.3, p. 221-229, 2005.
- OGLIARI, J.B.; ALVES, A.C.; KIST, V.; FONSECA, J.A.; BALBINOT, A. Análise da diversidade Genética de variedades locais de milho do extremo Oeste de Santa Catarina. In: V Congresso Brasileiro De Agroecologia, 3, 2007, Porto Alegre. **Anais do V Congresso Brasileiro De Agroecologia**, 2007b.
- PATAKY, J. K. Relationships between yield of sweet corn and northern leaf blight caused by *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, v. 82, n. 3, p. 370-375, 1992.
- 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. p.11-41.
- PEGORARO, D. G.; BARBOSA NETO, J. F.; DAL SOGLIO, F. K.; VACARO, E.; NUSS, C. N.; CONCEIÇÃO, L. D. H. Herança da resistência à mancha-foliar de feoféria em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 329-336, 2002.
- PERKINS, J. M.; PEDERSEN, W. L. Disease development and yield losses associated with northern leaf blight on corn. **Plant Disease**, v. 71, n. 10, p. 940-943, 1987.
- PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays*): Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**: Grandes Culturas. Viçosa: UFV, 1997. Cap. 17, p. 821 – 863.

- RAYMUNDO, A. D.; HOOKER, A. L. Measuring the relationship between northern corn leaf blight and yield losses. **Plant Disease**, v. 65, p. 325-327, 1981.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações agronômicas**, v. 103, p. 1-19, 2003
- SACHS, P. J. D.; NEVES, C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho, **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 4, p. 202-204, 2011.
- SANTOS, G. R.; GAMA, F. R.; GONÇALVES, C. G.; RODRIGUES, A. C.; LEÃO, E.U.; CARDON, C. H.; BONIFACIO, A. Severidade de doenças foliares e produtividade de genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 505-513, 2013.
- SAWAZAKI, E.; DUARTE, A. P.; Milho Pipoca In: **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**, Boletim nº 200, 7ª ed. Instituto Agronômico: Campinas, 2014. 460p.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow - mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.
- SILVA, N. C. A. **Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil**. 2015. 230 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- VIEIRA, R. A.; MESQUINI, R. M.; SILVA, C. N.; HATA, F. T.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM. A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf blight. **Crop Protection**, v. 56, p. 55-57, 2014.
- VIVEK, B.; ODONGO, O.; NJUGUNA, J.; IMANYWOHA, J.; BIGIRWA, G.; DIALLO, A.; PIXLEY, K. Diallel analysis of grain

yield and resistance to seven diseases of African maize (*Zea Mays* L.) inbred lines. **Euphytica**, v. 172, n. 3, p. 329-340, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variedades crioulas de milho pipoca avaliadas neste trabalho apresentaram um elevado potencial de uso para o melhoramento genético. De acordo com os resultados obtidos nos capítulos I e II, as 14 variedades crioulas do Extremo Oeste de Santa Catarina, apresentam divergência genética entre si, além de potencial produtivo, culinário e adaptativo para serem combinadas, dentro de uma proposta de melhoramento participativo baseada na formação de híbridos intervarietais e de compostos.

Em relação ao aspecto produtivo, quatro tratamentos se destacaram com maiores médias, principalmente em relação a testemunha da empresa FEPAGRO, a variedade de polinização aberta denominada *RS 20*. Os tratamentos que apresentam maior potencial produtivo foram *283A*, *319E*, *48A* e *880A*.

No estudo de correlação realizado no capítulo I, relacionando a produtividade de grãos com outras 14 variáveis, é apontada a seleção para prolificidade como a variável mais indicada para elevar a produtividade de grãos. Tal afirmativa é reforçada pelas médias de prolificidade, com valores inferiores a 1. Isso indica a existência de plantas inférteis que teriam prejudicado o rendimento de grãos de algumas variedades. Além disso, a variável prolificidade possui um elevado coeficiente de variação genética entre os tratamentos avaliados, que poderia ser direcionado em uma proposta de combinação entre variedades.

O valor culinário, estimado pela capacidade de expansão, demonstrou a existência de variedades crioulas com potencial comparável, ou superior, às cultivares melhoradas. Mesmo com uma pequena amostra de variedades crioulas, diante da grande quantidade de variedades crioulas presentes nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, foram identificados tratamentos que apresentaram médias de capacidade de expansão suficientes para serem comercializadas. Esse potencial elevado de certas variedades baseia-se nas normas de comercialização impostas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, como é o caso das variedades crioulas *574A* e *880A* com médias de 36,3 mL.g⁻¹ e 30,7 mL.g⁻¹, respectivamente.

No estudo de correlação do Capítulo I, relacionando a característica capacidade de expansão a outras 14 variáveis, a relação largura/espessura de grãos apresentou a correlação mais forte, sem que apresentasse correlação negativa com produtividade de grãos. Esse resultado é de grande importância pois aponta que as características morfológicas de grãos das variedades crioulas (grãos pontudos do tipo

dente de alho) apresentam peculiaridades em relação as variedades comerciais (grãos de formato redondo), e por isso possui um padrão de correlação distinto, possivelmente, com maiores possibilidades de ganho de rendimento aliado a capacidade de expansão. Reforçando essa afirmativa, o Capítulo I nos aponta uma variedade crioula, com potencial de rendimento de grãos e capacidade de expansão (880A).

De fato, são observadas variedades crioulas com bom rendimento de grãos e capacidade de expansão (880A), com elevado potencial de capacidade de expansão (574A), e com elevado rendimento de grãos (283A), enquanto que o objetivo no melhoramento de milho pipoca é obter, a partir da variabilidade, ganhos tanto em produtividade de grãos, como em capacidade de expansão. Dessa forma, as análises realizadas no capítulo II, apontam quais cruzamentos são mais promissores para a realização de cruzamento intervarietal, visando geração de população com variabilidade genética, associando elevado potencial agrônômico e culinário. Neste Capítulo (II), foram identificados os cruzamentos entre os tratamentos 574A x 880A e 574A x 283A como os mais indicados. Estes, além de apresentarem boas estimativas de produtividade e capacidade de expansão, apresentam divergência genética, tanto para caracteres quantitativos quanto para qualitativos, para obtenção de transgressivos.

Em termos de adaptabilidade, o Capítulo III apontou que as variedades crioulas apresentaram maior resistência a *E. turcicum* quando comparadas à variedade melhorada de milho pipoca RS 20, inclusive com a presença de tratamento apresentando reação de resistência qualitativa. A característica de resistência a doenças é geralmente um atributo comum de variedades crioulas, mesmo embora esse valor adaptativo seja pouco explorado. Sendo assim, futuros estudos devem investigar a amplitude da resistência qualitativa observada no tratamento 857C às diferentes raças de *E. turcicum*, bem como identificar se o(s) gene(s) já foram descritos em outras fontes.

A partir do que foi exposto, acerca das variedades crioulas avaliadas nos Capítulos I, II e III, o potencial de uso em melhoramento genético existe e é evidente. Estudos de análise molecular dentro das populações, devem complementar estes resultados, principalmente em relação a variabilidade dentro de cada variedade crioula. Contudo, os resultados obtidos já indicam cruzamentos promissores para formação de compostos com variabilidade e potencial de melhoramento genético através de seleção recorrente, visando a obtenção de material produtivo, de qualidade para comercialização e com resistência as doenças. O melhoramento participativo valorizando o conhecimento tradicional para

o desenvolvendo das variedades melhoradas é uma alternativa que garante o interesse do agricultor e da produção mais sustentável.

A avaliação do potencial das variedades crioulas deve ser ampliada em todas as regiões, tendo em vista que há ainda significativa diversidade de variedades crioulas no Extremo Oeste de Santa Catarina de valor real e potencial ainda desconhecido. Enquanto isso a base genética do melhoramento nacional de milho pipoca permanece restrita e sem grandes novidades nos últimos anos, tanto em lançamento de cultivares como na obtenção de novos genótipos capazes de fortalecer a cadeia produtiva de milho pipoca.