

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

**Avaliação agronômica e caracterização da produção de  
compostos bioativos em variedades crioulas de pimentas  
(*Capsicum baccatum*)**

**Carla Sigales de Vasconcelos**

**Pelotas, 2012**

**Carla Sigales de Vasconcelos**

**Avaliação agronômica e caracterização da produção de compostos bioativos em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Fitomelhoramento).

Orientadora: Dra. Rosa Lía Barbieri

Co-Orientadora: Dra. Márcia Vizzotto

Pelotas, 2012

**Banca examinadora:**

Dr<sup>a</sup> Rosa Lía Barbieri – Embrapa Clima Temperado (presidente)

Dr. Irajá Ferreira Antunes – Embrapa Clima Temperado

Dr<sup>a</sup> Caroline Marques Castro – Embrapa Clima Temperado

Dr<sup>a</sup> Raquel Silvana Neitzke – Prefeitura Municipal de Arroio do Padre

A Deus  
Aos meus pais Jurema e João Carlos (*In memoriam*)

**Dedico**

## Agradecimentos

A concretização deste trabalho contou com inúmeras colaborações, por isso não posso deixar de agradecer a todos aqueles que me apoiaram e de alguma forma contribuíram para a concretização deste projeto. Uso as próximas linhas para expressar o meu reconhecimento e agradecimento.

A Deus, pela vida, saúde, proteção, por sua infinita bondade em direcionar os meus passos e por todas as maravilhosas oportunidades que me deste!

Tenho muito a agradecer aos meus primeiros mestres, “meus pais”, vocês são os melhores presentes que Deus me proporcionou. Minha mãe Jurema, pelo amor, compreensão, incentivo, por ter sido uma guerreira, sempre ter lutado pela minha vida e por um futuro melhor. Meu pai João Carlos, por todo o amor, carinho, dedicação e pelos ótimos momentos que passamos juntos.

*“Com meu peito cheio de saudade eu lembro os bons momentos que você me deu, não consigo esquecer o dia que você me deixou e foi morar com Deus... Hoje estou mais crescido, tanto tempo já passou, **sempre vou levar comigo tudo que você me ensinou**”.* Paulo Sérgio

À minha irmã Aline e os meus amados sobrinhos Tayssa e Rafael por tudo e as palavras não são suficientes para expressar. Amo muito vocês!

Aos meus familiares, em especial a minha tia Taniz e os meus primos Marlon e Eliz por toda a força, incentivo e por sempre estarem rezando por mim.

Ao Gilmar Machado por todo carinho, amor, paciência, compreensão e o apoio nos mais diversos momentos.

À minha orientadora e mestre Rosa Lía Barbieri por toda ajuda, dedicação, paciência, amizade, confiança em todas as etapas da realização deste trabalho e tempo despedido para orientar-me. Seu exemplo de profissionalismo e competência ficou registrado para sempre em minha memória.

À minha co-orientadora Márcia Vizzotto pelos ensinamentos, oportunidade, incentivo e amizade.

Tenho muito a agradecer à minha amiga Raquel Neitzke, pelos conselhos, apoio, amizade, incentivo, disposição e orientações ao longo destes cinco anos que trabalhamos juntas, você é a minha “mãe acadêmica”.

Sou muito grata à minha amiga Síntia Fischer, muito obrigada por todo o incentivo, pelos conselhos e orientações. Mas acima de tudo por saber que sempre posso contar com você.

Tenho muito a agradecer aos meus queridos amigos e colegas de trabalho, Angela Rohr, Carolina Prediger, Caroline Lopes, Claudete Mistura, Daniela Priori, Henrique Padilha, Ísis Goulart, Juliana Villela, Lílian Barboza, Marco Castro, Marene Marchi, Marina Magalhães, Mercedes Rivas, Rebeca Fernandes e Taíse Carbonari pelos momentos vividos, pelo constante incentivo e contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Às minhas amigas Calisc Trecha, Daiana Finkenauer, Dienice Ana Bini, Elisa Caetano, Letícia Ferreira, Médelin Marques e Raquel Costa pelos conselhos, agradáveis momentos de convivência e troca de experiências. Até mesmo a distância não modificou nossa amizade.

A todos os colegas e amigos do Fitomelhoramento.

À Universidade Federal de Pelotas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/FAEM-UFPeI, pela oportunidade de cursar o mestrado.

Aos meus professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela transmissão do conhecimento.

Sou grata ao CNPq pela bolsa de estudo concedida, importantíssima para a realização do mestrado.

À Embrapa Clima Temperado pela oportunidade e infraestrutura para executar os meus experimentos neste reconhecido centro de pesquisa, por todos os funcionários que me ajudaram, especialmente os funcionários Adão, Breno, Carlos Luís e Osmar.

Agradeço a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

“A natureza é o único livro que oferece um conteúdo valioso em todas as suas  
folhas”

Johan Wolfgang Von Goethe



## Resumo

VASCONCELOS, Carla Sigales. **Avaliação agronômica e caracterização da produção de compostos bioativos em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*)**. 2012. 62f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Os recursos genéticos são imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável da agricultura e da agroindústria. Compreendem as variedades tradicionais, variedades melhoradas, linhas avançadas e espécies nativas e silvestres. A diversidade encontrada em *Capsicum* é ampla, com grande variedade de formatos, tamanhos, cores e sabores de fruto, e com diferentes níveis de pungência e de composição nutricional. Esta dissertação se propõe contribuir para o conhecimento dos recursos genéticos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum* que fazem parte do acervo do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. Os dados serão apresentados em dois capítulos, cujos objetivos são caracterizar e avaliar agronomicamente variedades crioulas de *Capsicum baccatum*; e caracterizar a variabilidade genética para produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimenta. Foram avaliados 18 acessos de variedades crioulas, utilizando 27 descritores (14 quantitativos e 13 qualitativos multicategóricos). Foram realizadas análises de comparação de médias, utilizando-se agrupamento pelo método de Tocher, para os dados quantitativos, e agrupamento pelo método de Tocher e de UPGMA, para os dados qualitativos. Os acessos P27 e P179 são recomendados para consumo *in natura*. O acesso P92 apresenta maior produtividade, com frutos pungentes que podem ser usados para a produção de conservas. O acesso P8 é recomendado para uso ornamental, devido ao hábito de crescimento prostrado, alta densidade de folhas e frutos eretos que passam por quatro cores durante o

processo de maturação. A produção de compostos fenólicos, antocianinas totais, atividade antioxidante e carotenoides totais foi avaliada em quatro pontos de maturação dos frutos (0% de maturação, 30% de maturação, 70% de maturação e 100% maduros). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística multivariada, com análise de componentes principais. A produção de compostos bioativos variou com os diferentes pontos de maturação. De modo geral os frutos totalmente maduros produziram maiores teores de compostos bioativos. O acesso P25 apresentou valores de antocianinas bastante superiores para frutos com 30% maturação, os quais apresentaram coloração violeta. O acesso P108 apresentou grande variação para atividade antioxidante, variando de 588,44 µg nos frutos imaturos a 1373,44 µg nos frutos com 70% de maturação. Para carotenoides o acesso que mais variou foi P49, com 65,03mg em frutos totalmente imaturos e 367,73mg com 100% de maturação. Existe grande variabilidade genética nos acessos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum*.

**Palavras-Chave:** Recursos genéticos, Solanaceae, banco ativo de germoplasma, caracterização química, alimentos funcionais.

## Abstract

VASCONCELOS, Carla Sigales. **Agronomic evaluation and characterization of bioactive compounds in pepper (*Capsicum baccatum*) landraces**. 2012. 62f. Dissertation (M. Sc.) – Graduation Program in Agronomy. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Genetic resources are essential for sustainable development of agriculture and agribusiness. Landraces, improved varieties, advanced lines and native and wild species are comprised in the concept of genetic resources. The diversity found in *Capsicum* is wide, with a variety of fruit shapes, sizes, colors and flavors, and also with different levels of pungency and nutritional composition. In this context, this study aims to contribute to the genetic resources knowledge of *C. baccatum* landraces from collection of Active Germplasm Bank of Embrapa Temperate Agriculture. Two papers will be presented with the objectives of characterize and agronomical evaluate *C. baccatum* landraces, and characterize the genetic variability to produce bioactive compounds in the fruits. 18 accessions of landraces were evaluated using 27 descriptors (14 quantitative and 13 qualitative multicategoric). The statistical analyzes included comparison of means, using clustering by Tocher method for quantitative data, and clustering by Tocher method and UPGMA for qualitative data. Accessions P27 and P179 are recommended for fresh consumption. The access P92 has the highest productivity and pungent fruits that can be used for canning. Access P8 may be recommended for ornamental use due to prostrate growth habit, high density leaves and erect fruit that change color during maturation. The production of phenolic compounds, anthocyanins, total carotenoids and

antioxidant activity was evaluated at four points of fruit maturation (0%, 30%, 70% and 100%). The data were subjected to multivariate statistical analysis with principal components analysis. The production of bioactive compounds varied according the different points of maturation. Generally the fully ripe fruit produced higher levels of bioactive compounds. Accession P25 had higher values of anthocyanins for fruits with 30% of maturation, which are violet. Accession P108 showed large variations in antioxidant activity, ranging from 588.44 mg in the unripe fruit to 1373.44 mg in 70% of maturation. To carotenoids the accession P49 varied from 65.03 mg in totally immature fruit to 367.73 mg in 100% maturation. There is great genetic variability in *C. baccatum* landraces.

**Keywords:** Genetic resources, Solanaceae, active germplasm bank, chemical characterization, functional foods.

## Lista de figuras

### **CAPÍTULO I – Avaliação agronômica de variedades crioulas de *Capsicum baccatum***

- Figura 1      Dendrograma resultante da análise de agrupamento de 18      38  
                 acessos de variedades crioulas de pimentas *Capsicum*  
                 *baccatum* pelo método UPGMA, utilizando complemento do  
                 índice de coincidência simples como medida de distância  
                 genética, obtido a partir da análise dos dados qualitativos.
- Figura 2      Acessos de *Capsicum baccatum* do Banco Ativo de      39  
                 Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado  
                 agrupados pelo método de Tocher, com base nos dados  
                 qualitativos.

### **CAPÍTULO II – Caracterização da produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*)**

- Figura 1      Acessos de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum*      56  
                 *baccatum*) do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*  
                 da Embrapa Clima Temperado caracterizadas quanto a  
                 produção de compostos bioativos em frutos (A) Frutos de  
                 todas as variedades crioulas avaliadas (B) Diferentes  
                 pontos de maturação (0%, 30%, 70% e 100%) nos acessos  
                 P25, P50 e P108.

Figura 2      Dispersão gráfica gerada a partir dos escores do primeiro componente e segundo componente, na análise de componentes principais dos acessos de pimentas (*Capsicum baccatum*) (A) frutos com 0% de maturação (B) frutos com 30% de maturação (C) frutos com 70% de maturação. (D) frutos 100% maduro. 57

## Lista de tabelas

### **CAPÍTULO I – Avaliação agronômica de variedades crioulas de *Capsicum baccatum***

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | Acessos de variedades crioulas <i>Capsicum baccatum</i> do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> da Embrapa Clima Temperado submetidos à avaliação agronômica.                                                                                                                                                                                      | 35 |
| Tabela 2 | Médias obtidas para 14 descritores quantitativos em acessos de variedades crioulas de <i>Capsicum baccatum</i> .                                                                                                                                                                                                                                            | 36 |
| Tabela 3 | Distâncias entre 18 acessos de variedades crioulas de pimentas <i>Capsicum baccatum</i> . Abaixo da diagonal os valores foram calculados pelo método das distâncias de Mahalanobis para os caracteres quantitativos e na parte superior foram calculados pelo método de complemento do coeficiente de coincidência simples para os caracteres qualitativos. | 37 |

### **CAPÍTULO II – Caracterização da produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*)**

|          |                                                                                                                                                                                                |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | Acessos de variedades crioulas de pimentas <i>Capsicum baccatum</i> do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> da Embrapa Clima Temperado caracterizados quanto aos compostos bioativos. | 53 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 2 | Compostos fenólicos totais, antocianinas totais, carotenoides totais e atividade antioxidante em quatro pontos de maturação de 18 acessos de variedades crioulas de pimentas <i>Capsicum baccatum</i> do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> da Embrapa Clima Temperado. | 53 |
| Tabela 3 | Estimativa dos autovalores em acessos de variedades rioulas de pimentas <i>Capsicum baccatum</i> em quatro pontos de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> da Embrapa Clima Temperado.                                                                        | 55 |



## Sumário

|                                                                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>                                                                                                                        | <b>18</b> |
| <b>2. CAPÍTULO I – Avaliação agronômica de variedades crioulas de <i>Capsicum baccatum</i>.....</b>                                                    | <b>21</b> |
| 2.1 Resumo.....                                                                                                                                        | 21        |
| 2.2 Abstract.....                                                                                                                                      | 22        |
| 2.3 Introdução.....                                                                                                                                    | 22        |
| 2.4 Material e Métodos.....                                                                                                                            | 24        |
| 2.5 Resultados e Discussão.....                                                                                                                        | 27        |
| 2.6 Referências Bibliográficas.....                                                                                                                    | 32        |
| <b>3. CAPÍTULO II – Caracterização da produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimentas (<i>Capsicum baccatum</i>).....</b> | <b>40</b> |
| 3.1 Resumo.....                                                                                                                                        | 40        |
| 3.2 Abstract.....                                                                                                                                      | 41        |
| 3.3 Introdução.....                                                                                                                                    | 42        |
| 3.4 Material e Métodos.....                                                                                                                            | 44        |
| 3.5 Resultados e Discussão.....                                                                                                                        | 46        |
| 3.6 Referências Bibliográficas.....                                                                                                                    | 50        |
| <b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                                                    | <b>58</b> |
| <b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Introdução Geral).....</b>                                                                                           | <b>60</b> |
| <b>6. VITAE.....</b>                                                                                                                                   | <b>62</b> |

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O constante desafio das últimas décadas é conciliar as demandas geradas pelo crescente aumento populacional com uma agricultura mais sustentável. A agricultura dependerá, entre outros fatores, da adequada exploração da variabilidade genética, disponível *in situ* ou em bancos de germoplasma, para o desenvolvimento de genótipos que resultem em cultivares produtivas, adaptadas aos mais variados ambientes, resistentes a pragas e doenças (Carvalho; Bianchetti, 2008). Os recursos genéticos são definidos como a fração da biodiversidade com potencial de uso atual ou futuro. Compreendem as variedades tradicionais, variedades melhoradas, linhas avançadas e espécies nativas e silvestres (NASS et al., 2007; LOPES; CARVALHO, 2008). Os recursos genéticos são imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável da agricultura e da agroindústria. O melhoramento de plantas depende do germoplasma disponível e da variabilidade genética para determinada espécie. O aproveitamento dos recursos genéticos torna possível lançar no mercado novos produtos com qualidades antes desconhecidas. Quanto maior a disponibilidade de germoplasma caracterizado, especialmente em termos de variabilidade genética, maior a possibilidade de sucesso do melhoramento (PEREIRA et al., 2010).

No Brasil, muitos agricultores mantêm variedades crioulas de pimentas *Capsicum*, que são resultado de vários ciclos de seleção realizada por eles. Grande parte dessas variedades está sendo perdida pela substituição de culturas ou pelo abandono da atividade agrícola (NEITZKE, 2012). O país é considerado centro secundário de espécies domesticadas de *Capsicum*, com considerável variabilidade em *C. annuum* var. *annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. frutescens* e *C. chinense* (REIFSCHNEIDER, 2000). A pimenta “dedo-de-moça” (*C. baccatum*) é uma das mais consumidas no Brasil,

principalmente nas Regiões Sul e Sudeste (CARVALHO et al., 2003), e é bastante cultivada em Turuçu, no Rio Grande do Sul.

Para conservar variedades crioulas de pimentas cultivadas pelos agricultores no Sul do Brasil, a Embrapa Clima Temperado mantém, desde 2002, um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Capsicum*, em Pelotas, RS (NEITZKE et al., 2008). Além deste, a Embrapa mantém outros dois bancos ativos de germoplasma de *Capsicum*: o Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças (em Brasília, DF) e o Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Amazônia Oriental (em Belém, PA), não havendo duplicação de acessos de um banco em outro. Cada um destes bancos apresenta um acervo diferenciado, que pode ser usado em programas de melhoramento genético para diferentes finalidades (NEITZKE, 2012).

Resgate de germoplasma, conservação, caracterização, avaliação, documentação e multiplicação de sementes são as atividades realizadas no BAG de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. O acervo deste banco conta com 326 variedades crioulas das espécies *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*.

O processo de avaliação agronômica, além de informar sobre o potencial produtivo dos acessos e subsidiar o desenvolvimento de cultivar, também é importante no sentido de gerar informações acerca da variabilidade genética presente nos acessos avaliados (NICK et al., 2008). Maior produtividade e qualidade são os principais objetivos dos programas de melhoramento, que exploram a variabilidade genética disponível nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) para o desenvolvimento de cultivares com características superiores (BIANCHETTI; CARVALHO, 2005).

O melhoramento de plantas é um processo contínuo, onde muitas vezes tem-se que recorrer a antigas variedades ou a populações silvestres, em busca de genes específicos para utilização em determinadas circunstâncias. O desaparecimento desses genótipos cultivados ou existentes nos centros de diversidade, conhecida como erosão genética, é altamente preocupante, por implicar na perda de genes valiosos que podem ser de importância futura em programas de melhoramento genético (NEITZKE et al., 2008).

O melhoramento genético de *Capsicum* no Brasil é realizado tanto por empresas públicas, quanto privadas. Em geral são feitas seleções para

produtividade, baixa persistência do pedúnculo na planta (para facilitar a colheita), arquitetura da planta, precocidade e resistência a doenças (REIFSCHNEIDER, 2000).

Os frutos de pimentas do gênero *Capsicum* são fontes importantes de antioxidantes naturais: vitamina C, carotenoides, antocianinas e vitamina E (NEITZKE, 2012). Estas pimentas também são ricas em capsaicinoides, compostos fenólicos responsáveis pelo sabor pungente ou picante (CARVALHO; BIACHETTI, 2004). Há evidências de que os antioxidantes previnem doenças degenerativas como o câncer, as doenças cardiovasculares, a catarata, o mal-de-Parkinson e o mal-de-Alzheimer, por sequestrarem radicais livres (PEREIRA, 2012).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo geral contribuir para o conhecimento dos recursos genéticos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum* que fazem parte do acervo do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. Para tanto, serão apresentados a seguir dois artigos, cujos objetivos são caracterizar e avaliar agronomicamente variedades crioulas de *Capsicum baccatum*; e caracterizar a variabilidade genética para produção compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimenta.

## 2. Capítulo I

### AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE VARIEDADES CRIOULAS DE *Capsicum baccatum*<sup>1</sup>

#### 2.1 – Resumo

Entre tantas plantas conhecidas como pimentas, estão presentes as do gênero *Capsicum*, que possuem como traço marcante a presença de capsaicina, responsável por sua pungência característica. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar e avaliar agronomicamente variedades crioulas de *Capsicum baccatum*. O experimento foi realizado no período de julho de 2011 a maio de 2012, no campo da Embrapa Clima Temperado, em blocos completos casualizados com 18 tratamentos (acessos) e três repetições. A unidade experimental foi composta por uma fileira com 10 plantas. Para a avaliação agronômica foram utilizados 27 descritores, sendo 14 quantitativos e 13 qualitativos multicategóricos. Foram realizadas análises de comparação de médias, utilizando-se agrupamento pelo método de Tocher, para os dados quantitativos, e agrupamento pelo método de Tocher e de UPGMA, para os dados qualitativos. Os resultados obtidos evidenciaram que os acessos P27 e P179 são recomendados para consumo *in natura*. O acesso P92 apresenta maior produtividade, com frutos pungentes que podem ser usados para a produção de conservas. Para uso ornamental pode ser recomendado o acesso P8, devido ao hábito de crescimento prostrado, alta densidade de folhas e frutos eretos que passam por quatro cores durante o processo de maturação. Existe grande variabilidade genética entre os acessos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum* avaliados agronomicamente, evidenciada mediante a análise de caracteres quantitativos e qualitativos.

---

<sup>1</sup> Será submetido para publicação na Revista Horticultura Brasileira

**Palavras-chave:** pimentas, Solanaceae, recursos genéticos, banco ativo de germoplasma.

## **AGRONOMIC EVALUATION OF LANDRACES OF *Capsicum baccatum***

### **2.2 – Abstract**

Among the many plants known as peppers, are those of the genus *Capsicum*, which have striking feature as the presence of capsaicin, which is responsible for its characteristic pungency. This work was developed with the aim of characterizing and evaluating agronomic landraces of *C. baccatum*. The experiment was carried out from July 2011 to May 2012 in the Embrapa Temperate Climate field in a randomized complete block design with 18 treatments (hits) and three replications. The experimental unit consisted of a 10 plants row. To the agronomic evaluation were used 27 descriptors, 14 quantitative and 13 qualitative multicategoric. Analyzes included means comparison test using, for quantitative data, clustering by Tocher method, and, for qualitative data, clustering by Tocher method and UPGMA. Accessions P27 and P179 are recommended for fresh consumption. Access P92 had the highest productivity and pungent fruits that can be used for canning. Access P8 may be recommended for ornamental use due to the prostrate growth habit, high density leaves and erect fruit that change color during maturation. There is great variability among the accessions of *C. baccatum* landraces evidenced by the quantitative and qualitative characters analyzed.

**Keywords:** peppers, Solanaceae, genetic resources, germplasm active bank.

### **2.3 - Introdução**

As pimentas do gênero *Capsicum* pertencem à família Solanaceae. O gênero *Capsicum* abrange de 25 a 30 espécies, sendo cinco domesticadas: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (Heiser, 1995). Popularmente, a palavra **pimenta** é usada indistintamente para designar o condimento picante, derivada de várias plantas diferentes com origens muito diversas (Neitzke, 2012). Entre tantas plantas conhecidas como pimentas, estão presentes as do gênero *Capsicum*, que possuem como traço marcante a presença de capsaicina, responsável por sua pungência característica. Pimenta

vermelha, pimenta-de-cheiro e a que, atualmente, é conhecida como pimenta-malagueta, entre muitos outros nomes populares, são os frutos de arbustos de várias espécies desse gênero. Originárias das Américas, essas pimentas se tornaram mundialmente conhecidas após as viagens de Cristóvão Colombo a esse continente, no século 15 (Barbieri & Neitzke, 2008).

Atualmente as pimentas são consumidas e apreciadas em várias partes do mundo. No Brasil a produção de pimentas vem crescendo muito nos últimos anos, com cultivos em regiões de clima tropical e subtropical (Rufino & Penteado, 2006). Além disso, representam um importante nicho de mercado para a agricultura brasileira e para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (Carvalho *et al.*, 2003). As pimentas podem ser consumidas frescas, em forma de molhos, em conservas secas e moídas, em pó ou em flocos. Também participam como ingredientes da composição de biscoitos, doces, licores e chocolates (Barbieri *et al.*, 2011). O mercado para pimentas no Brasil é bastante dinâmico, devido a exploração de novos tipos de pimentas e pelo desenvolvimento de produtos com grande valor agregado (Rufino & Penteado, 2006).

Há uma infinidade de pimentas, cultivadas mundialmente, com diferentes formatos e cores. Os usos para estas pimentas são tão diversos como os tipos de frutos encontrados em *Capsicum* (Bosland & Votava, 1999). No país, o mercado de pimentas é muito segmentado e diverso, em razão da grande variedade de produtos e subprodutos, usos e formas de consumo (Henz & Ribeiro, 2008). O cultivo de pimentas no Brasil é de grande importância, tanto pelas características de rentabilidade, principalmente quando o produtor agrega valor ao produto, quanto pela importância social, por empregar elevada mão de obra (Rufino & Penteado, 2006; Vasconcelos *et al.*, 2012). Variedades crioulas de *C. baccatum* são bastante cultivadas na Região Sul do Brasil, sendo os tipos mais comuns a pimenta dedo-de-moça ou pimenta vermelha e pimenta cambuci ou pimenta chapéu-de-padre (Neitzke, 2012). Esta espécie é pouco cultivada fora da América do Sul. No Rio Grande do Sul, o principal município produtor de pimentas é Turuçu, localizado no Sul do Estado, reconhecido como capital nacional da pimenta vermelha, também denominada pimenta dedo-de-moça. Carvalho *et al.* (2003) descrevem a pimenta dedo-de-moça como sendo uma das pimentas mais consumidas no Brasil, principalmente nas regiões Sul e

Sudeste. É muito utilizada para o preparo de molhos e desidratada na forma de flocos com sementes.

O agronegócio *Capsicum* demanda genótipos com maior produtividade e qualidade, sobretudo novas cultivares resistentes a doenças e pragas. Para isso, os programas de melhoramento dependem da exploração da variabilidade genética disponível em bancos de germoplasma, para o desenvolvimento de combinações gênicas superiores (Bianchetti & Carvalho, 2005). O aproveitamento dos recursos genéticos torna possível lançar no mercado novos produtos com qualidades antes desconhecidas. Quanto maior a disponibilidade de germoplasma, especialmente em termos de variabilidade genética, maior a possibilidade de sucesso do melhoramento (Pereira *et al.*, 2010). O melhoramento de plantas é um processo contínuo, onde muitas vezes deve-se recorrer a antigas variedades ou a populações primitivas, em busca de genes específicos para utilização em determinadas circunstâncias. O desaparecimento desses genótipos, fenômeno conhecido como erosão genética, é altamente preocupante, por implicar na perda de genes valiosos que podem ser de importância em futuros programas de melhoramento genético. Exemplos típicos são variedades ou espécies silvestres portadoras de genes que conferem resistência às doenças, muitas dessas extremamente graves (Neitzke *et al.*, 2012).

Considerando o exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar e avaliar agronomicamente variedades crioulas de *Capsicum baccatum*.

## 2.4 - Material e Métodos

Foram avaliados 18 acessos de variedades crioulas de pimenta da espécie *Capsicum baccatum* que fazem parte do acervo do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. Este banco mantém 326 acessos, provenientes de coletas realizadas, de doações de agricultores, colecionadores particulares de pimentas e da aquisição de frutos em feiras populares. A escolha dos acessos avaliados neste trabalho foi feita com base na prévia caracterização morfológica com descritores do IPGRI (Neitzke, 2012) e na disponibilidade de um grande número de sementes.



Na Tabela 1 estão listados os 18 acessos usados na avaliação, com nome popular e procedência. Os nomes populares atribuídos a variedades crioulas de pimentas geralmente estão associados a alguma característica dos frutos ou a um uso. É importante considerar que os nomes populares variam muito de um lugar para outro. Algumas variedades de pimenta denominadas pelo mesmo nome popular, às vezes, são completamente diferentes, mas também acontece de ao mesmo tipo de pimenta ser atribuídos diferentes nomes populares, dependendo do local onde são cultivadas. Por exemplo, uma variedade crioula avaliada neste trabalho é conhecida popularmente como “pimentão”, por não apresentar pungência, apesar de ter frutos morfológicamente muito distintos do que é comercialmente denominado de pimentão.

A semeadura foi realizada em julho de 2011 em bandejas de poliestireno de 72 células preenchidas com substrato comercial. Em outubro do mesmo ano, quando as mudas apresentaram de cinco a sete folhas verdadeiras, foram transplantadas para o campo experimental da Embrapa Clima Temperado, no espaçamento de 0,6m entre plantas e 1,2m entre fileiras. Os canteiros foram cobertos com plástico tipo *mulching* preto. As plantas foram irrigadas, sempre que necessário, por sistema de gotejamento. O solo teve a correção do pH efetuada e foi adubado conforme a recomendação técnica para o pimentão (*C. annuum*) (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004), pois não existe recomendação técnica em bibliografia para *C. baccatum*.

O delineamento experimental empregado foi de blocos completos casualizados com 18 tratamentos (acessos) e três repetições. A unidade experimental foi composta por uma fileira com 10 plantas, no espaçamento de 0,6m entre plantas e 1,2m entre fileiras.

A avaliação foi realizada quando a primeira planta de cada acesso iniciou o florescimento. Na avaliação agrônômica foram utilizados 14 descritores quantitativos (dias transcorridos do transplante ao florescimento e para a produção do primeiro fruto maduro, estatura da planta, diâmetro médio da copa, número de frutos, matéria fresca dos frutos, matéria fresca dos frutos por planta, matéria seca por fruto, relação entre matéria fresca e matéria seca dos frutos, produção estimada da matéria seca por planta, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do pedúnculo e espessura da parede do

fruto). Foram avaliadas todas as plantas da parcela experimental, utilizando uma régua para medir estatura da planta e diâmetro da copa, paquímetro digital e balança analítica de precisão para mensuração dos descritores de frutos.

Foram empregados 13 descritores qualitativos estabelecidos pelo IPGRI (1995), com algumas alterações sugeridas por Carvalho *et al.* (2003) para a caracterização morfológica. Os descritores qualitativos e seus respectivos estados de descritor, utilizados para caracterização estão listados a seguir:

**01) hábito de crescimento:** (3) prostrado; (5) intermediário; (7) ereto; (9) outro.

**02) densidade de ramificação:** (3) esparsa; (5) intermediária; (7) densa.

**03) densidade de folhas:** (3) esparsa; (5) intermediária; (7) densa.

**04) Persistência entre pedúnculo e planta:** (3) pouco persistente; (5) intermediário; (7) persistente.

**05) pungência:** (1) doce; (2) picante baixo; (3) picante médio; (4) picante alto.

**06) aroma:** (1) baixo; (2) médio; (3) alto.

**07) superfície do fruto:** (1) liso; (2) semi-rugoso; (3) rugoso; (4) liso com estrias; (5) semi-rugoso com estrias.

**08) cor do fruto imaturo:** (1) branco; (2) amarelo; (3) verde; (4) laranja; (5) violeta; (6) violeta escuro; (7) amarelo esverdeado; (8) verde amarelado; (9) branco amarelado; (10) marrom. Quando o fruto apresenta mais de uma cor de fruto imaturo, e considerada a cor do primeiro estágio.

**09) cor do fruto maduro:** (1) branco; (2) amarelo limão; (3) amarelo laranja pálido; (4) amarelo laranja; (5) laranja pálido; (6) laranja; (7) vermelho claro; (8) vermelho; (9) vermelho escuro; (10) violeta; (11) marrom; (12) preto; (13) amarelo; (14) amarelo pálido.

**10) formato do fruto:** (1) alongado; (2) arredondado; (3) triangular; (4) campanulado; (5) retangular.

**11) número de lóculos:** (1) um; (2) dois; (3) três; (4) quatro; (5) cinco.

**12) persistência entre fruto e pedúnculo:** (3) pouco persistente; (5) intermediário; (7) persistente.

**13) frutos encostando-se no chão:** (0) ausente; (1) presente.

Os dados dos caracteres quantitativos foram submetidos à análise de variância, pela qual foram obtidos o arquivo de médias e a matriz de variâncias

e covariâncias residuais, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974). No método de agrupamento de Tocher, na importância relativa dos caracteres e no descarte de variáveis que menos contribuíram para a dissimilaridade genética. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional Genes (Cruz, 2006). Para a complementação do estudo da distância genética entre os acessos foi realizada uma análise multicategórica. Para os descritores qualitativos os dados foram obtidos por meio da moda de cada acesso para cada descritor. Os dados de caracteres qualitativos que apresentaram polimorfismo foram submetidos à análise de divergência genética pelo procedimento para dados multicategóricos do programa computacional Genes (Cruz, 2006). Esta metodologia consiste na obtenção de um índice, em que são considerados vários caracteres simultaneamente, sendo que cada caráter pode apresentar várias classes.

A partir desta análise foi gerada uma matriz de dissimilaridade com base no complemento do coeficiente de coincidência simples, sendo esta empregada na formação do dendrograma pelo método UPGMA no programa computacional NTSYS pc 2.1 (Rohlf, 2000). A estimativa do ajuste de correlação do coeficiente cogenético entre a matriz de dissimilaridade e o dendrograma foi realizada no mesmo programa. O método de agrupamento de Tocher foi realizado utilizando o programa computacional GENES (Cruz, 2006).

## **2.5 - Resultados e Discussão**

Foi constatada significância pelo teste F para todos os caracteres quantitativos avaliados. As médias apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste de Scott e Knott para todos os caracteres avaliados (Scott & Knott, 1974) ao nível de significância de 5% (Tabela 2).

Com relação ao ciclo, os primeiros frutos maduros de cada acesso foram produzidos de 101 dias (P213) a 120 dias (P25) após o transplante. Costa *et al.* (2007) relatam que o ciclo de pimentas *C. baccatum* do tipo dedo-de-moça, cultivadas nas condições do Distrito Federal, produzem frutos de 100 a 120 dias após a semeadura, sendo consideradas tardias. Os mesmos autores ressaltam que as pimentas apresentam diferentes pontos de colheita, de acordo com cada tipo, região de cultivo e época do ano. O ciclo da cultura e o

período de colheita são afetados diretamente pelas condições climáticas e pelos tratos culturais, como adubação, irrigação, incidência de pragas e doenças, e a adoção de medidas de controle fitossanitário. Considerando as diferenças climáticas do Distrito Federal em relação a Pelotas, pode-se dizer que o ciclo das variedades crioulas avaliadas no presente trabalho estão dentro do esperado.

O diâmetro do dossel variou de 71,24cm (P79) até 100,06cm (P50). O cultivo de variedades crioulas com menores diâmetros de dossel poderia resultar em uma maior produtividade, devido à adoção de menores distâncias entre plantas na lavoura. Porém, deve ser levado em consideração a matéria fresca de frutos produzidos por planta, uma vez que nem sempre há uma correlação entre esses fatores.

O acesso P8 produziu o maior número de frutos por planta (cerca de 1734), porém, associado ao baixo teor de matéria fresca (1225,35 g) produzido, implica em uma demanda de mão-de-obra muito grande para a colheita. Além disso, P8 também apresentou a menor espessura da parede do fruto (0,75mm), o que teve uma relação direta com a menor produção de matéria fresca por planta e também a menor produção de matéria seca por planta. Em contraste, o acesso P92, que produziu o maior teor de matéria fresca por planta (2769,67 g), mesmo produzindo apenas 326,03 frutos por planta, demanda muito menos mão-de-obra e pode ser considerado como o acesso com maior produtividade dentre as variedades crioulas avaliadas.

A Tabela 3 apresenta a distância de Mahalanobis para os caracteres quantitativos entre todos os pares de genótipos. Os acessos P71 e P87 foram os mais similares, com a distância de menor magnitude ( $D^2 = 24,46$ ). Ambos apresentaram valores muito próximos para dias do primeiro fruto maduro, estatura de planta, diâmetro médio da planta, matéria fresca dos frutos, matéria seca por fruto, relação entre matéria fresca e matéria seca dos frutos, produção estimada da matéria seca por planta e largura do fruto. A maior distância foi encontrada entre P8 e P179 ( $D^2 = 5505,36$ ). Estes acessos apresentaram os mesmos valores em apenas um descritor (dias do primeiro fruto maduro), ambos apresentaram o primeiro fruto maduro 108 dias após o transplante para o campo.

A estimativa das distâncias genéticas com base nos descritores quantitativos permitiu a formação de dois grupos distintos pelo método de Tocher. O primeiro grupo reuniu quase todos os acessos (P49, P71, P87, P213, P179, P50, P61, P108, P79, P92, P120, P27, P197, P14, P59, P117 e P25), com exceção do acesso P8 que ficou isolado no segundo grupo. Com o mesmo tipo de análise estatística, Farias *et al.* (2012) verificaram um fato semelhante em 46 acessos de pimenta, ao agrupar 94% destes em um primeiro grupo e apenas 6% em um segundo grupo. Em estudo sobre dissimilaridade genética entre 17 acessos de pimentas *Capsicum* spp., Neitzke *et al.* (2010) encontraram resultados semelhantes, quando verificaram a formação de quatro grupos distintos pelo método de Tocher para dados quantitativos, onde o primeiro grupo também reuniu a grande maioria dos acessos (cerca de 76%). O acesso P8 é muito diferente dos demais acessos de variedades crioulas avaliadas. Produziu um número de frutos por planta muito maior do que os demais (em média 1734,90 frutos/planta). Além disso, em comparação com os outros acessos, apresentou valores muito menores para matéria fresca dos frutos, relação entre matéria fresca e matéria seca dos frutos, matéria seca por fruto e largura do fruto (Tabela 2).

Foi verificada a contribuição relativa dos caracteres quantitativos para a dissimilaridade entre os acessos de *C.baccatum*. O descritor que mais contribuiu para a dissimilaridade genética foi a relação entre matéria fresca e matéria seca dos frutos, com 34,50% e com valores variando de 0,38 g (P8) a 7,85 g (P79). A segunda variável em importância foi o número de frutos por planta, com 25,93%, com os valores variando de 100,47 (P79) a 1.734,90 (P8). O terceiro caráter que mais contribuiu para a dissimilaridade genética entre os acessos foi o comprimento do fruto, com 15,30%, sendo o menor valor 24,76 mm (P117) e o maior valor 125,44 mm (P108).

Foi realizada também a análise de dissimilaridade considerando os descritores qualitativos. Estes descritores são muito importantes para a identificação dos acessos com maior potencial para consumo *in natura*, produção de conservas e geleias e também plantas com potencial ornamental. Os descritores qualitativos mais importantes para avaliação do potencial ornamental das plantas são coloração dos frutos quando imaturos e maduros, posição dos frutos, hábito de crescimento da planta, densidade de folhas, cor

das folhas e formato dos frutos (Neitzke, 2008). Alguns tipos de pimentas, com frutos pequenos e de colorido intenso, são indicados para o processamento, principalmente para produção de conservas em vidros transparentes. Estes frutos, além de poderem ser consumidos, podem ser usados na decoração de ambientes, como cozinhas e restaurantes (Neitzke, 2012). O acesso P8 apresentou hábito de crescimento prostrado, alta densidade de folhas, frutos eretos que passaram por quatro cores durante o processo de maturação (amarelo-esverdeado, violeta, laranja e vermelho), os quais se destacaram em relação às folhas de coloração verde. Os acessos P27, que apresentou cor do fruto maduro amarelo, e P179, que produziu frutos vermelhos, apresentaram ausência de pungência, o que os torna adequados para consumo *in natura*.

Foi constatada grande variabilidade para produtividade entre os acessos avaliados. O acesso P8 apresentou a menor produtividade estimada por ha, com 17 t/ha. Embora tenha produzido o maior número de frutos por planta, foi o acesso que apresentou os menores frutos e com menor teor de matéria fresca por fruto, o que implica em maiores necessidades de mão-de-obra para colheita quando comparada com as demais variedades crioulas avaliadas. Por outro lado, o acesso P92 apresentou a maior produtividade, estimada em 38 t/ha. Este valor foi superior ao estudo de Madail *et al.* (2005) que indicaram uma produtividade de cerca de 13 t/ha para as variedades crioulas de *Capsicum baccatum* no município de Turuçu (RS).

A Tabela 3 apresenta a distância entre todos os pares de acessos de variedades crioulas com base no complemento de coincidência simples entre os acessos de variedades crioulas. Na análise de dissimilaridade baseada em dados qualitativos, os pares de acessos mais similares foram P71 e P92, com distância 0 (zero), ambos com formato do fruto alongado, cor do fruto maduro vermelho e pungência média, e os quatro pares (P49 e P92, P49 e P71, P49 e P108 e o par P71 e P87), todos com distâncias de 0,07. Entretanto, em relação aos pares de acessos mais dissimilares considerando os dados qualitativos, P25 e P179 com distância de 0,84, apresentaram coincidência de apenas uma classe (superfície do fruto semi-rugoso) para os 13 descritores usados na análise.

O dendrograma resultante da análise de agrupamento pelo método UPGMA (Figura1), com base nos dados qualitativos, revelou a formação de

quatro grupos pelo corte na dissimilaridade média entre os acessos estudados (0,41). O primeiro grupo reuniu os acessos P79 e P61. Estes acessos foram monomórficos para os seguintes descritores: formato do fruto (alongado), cor do fruto imaturo (verde), superfície do fruto (semi-rugoso), densidade de folhas (intermediária). O segundo grupo reuniu os acessos P213, P117 e P59, os quais apresentaram superfície do fruto semi-rugoso, cor do fruto imaturo amarelo esverdeado, pungência média e persistência intermediária do fruto e do pedúnculo. O terceiro grupo foi o que reuniu os acessos P50, P179, P120, P87, P92, P71, P108, P49, P197, P27 e P14, que apresentaram cor do fruto imaturo verde e presença de frutos encostando no chão. O quarto e último foi formado pelos acessos P8 e P25 que apresentaram densidade de ramificação densa, densidade de folhas densa, aroma médio e ausência de frutos encostando no chão.

Pelo método de Tocher, usando os dados qualitativos, houve a formação de seis grupos distintos. No primeiro grupo ficaram agrupados os acessos P71, P92, P49, P87, P108, P120, P179, P197, P27 e P14 (Figura 2). Estes acessos apresentaram cor do fruto imaturo verde e presença de frutos encostando no chão. Os acessos P59 e P117 ficaram agrupados no segundo grupo, eles apresentaram cor do fruto imaturo amarelo esverdeado, formato do fruto triangular, pungência média, superfície do fruto semi-rugoso e persistência intermediária entre fruto e pedúnculo. O terceiro grupo reuniu os acessos P8 e P25, com hábito de crescimento prostrado, alta densidade de ramificação e das folhas e aroma médio. Os acessos P61 e P79 que formaram o quarto grupo, apresentaram densidade intermediária de folhas, superfície do fruto semi-rugoso, cor do fruto imaturo verde e formato do fruto alongado. O quinto grupo foi formado pelo acesso P50, que apresentou cor do fruto maduro amarelo laranja pálido. O acesso P213 ficou isolado no sexto grupo, este acesso foi o único que apresentou densidade de folhas esparsa.

Os métodos de agrupamento de Tocher e o hierárquico UPGMA para os dados qualitativos foram parcialmente concordantes. Bütow *et al.* (2010) também encontraram algumas diferenças na formação dos grupos usando mesmos métodos quando compararam diferentes acessos de *Capsicum annuum*. As diferenças encontradas podem ser devido às diferentes formas

usadas por cada um dos dois métodos para calcular a variabilidade genética (Geleta *et al.*, 2005; Votava *et al.*, 2002).

Não foi observada relação entre os grupos formados e o local de procedência das variedades crioulas. Esses acessos são provenientes de coletas realizadas em feiras e em áreas de produção de várias regiões do Brasil: Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Este resultado concorda com Vasconcelos *et al.* (2012) que também não encontraram relação entre os grupos formados e o local de procedência de variedades crioulas de *Capsicum chinense*.

Existe grande variabilidade genética entre os acessos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum* avaliados agronomicamente, evidenciada mediante a análise de caracteres quantitativos e qualitativos.

Para uso ornamental pode ser recomendado o acesso P8, devido ao hábito de crescimento prostrado, alta densidade de folhas e frutos eretos que passam por quatro cores durante o processo de maturação.

Os acessos P27 e P179 ambos sem pungência, o primeiro com frutos amarelos e o segundo com frutos vermelhos quando maduros, são recomendados para consumo *in natura*.

O acesso P92 apresenta maior produtividade, com frutos pungentes que podem ser usados para a produção de pimenta calabresa ou conservas.

## 2.6 – Referências Bibliográficas

BARBIERI RL; NEITZKE RS. 2008. Pimentas do gênero *Capsicum* – cor, fogo e sabor. In: BARBIERI RL; STUMPF ERT. *Origem e evolução de plantas cultivadas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 727-745.

BARBIERI RL; NEITZKE RS; UENO B. 2011. Agronegócio da pimenta no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. *Palestras...* Viçosa: SOB (CD-ROM).

BIANCHETTI LB; CARVALHO SIC. 2005. Subsídios a coleta de germoplasma de espécies de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum*. In: WALTER BMT; CAVALCANTI TB. *Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal*. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 355-385.

BOSLAND PW; VOLTAVA EJ. 1999. *Peppers: vegetable and spice capsicums*. Wallingford: CABI Publishing. 204 p.

BÜTTOW MV; BARBIERI RL; NEITZKE RS; HEIDEN G; CARVALHO FF. 2010. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural* 40: 1264-1269.



CARVALHO SIC; BIANCHETTI LB; BUSTAMANTE PG; SILVA DB. 2003. *Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.) da Embrapa Hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças. 49 p.

COSTA CSR; HENZ GP. *Pimenta (Capsicum spp.)*. 2007. Brasília: Embrapa Hortaliças, 18 de novembro de 2012. Disponível em [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp).

CRUZ CD. 2006. *Programa Genes (versão Windows); aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV. 175p.

FARIAS PN; CECON PR; SILVA AR; FINGER FL.; SILVA FF; CRUZ CD; SÁVIO FL. 2012. Métodos de agrupamentos em estudo de divergência genética de pimentas. *Horticultura Brasileira* 30: 428-432.

GELETA LF; LABUSCHAGNE MT; VILJOEN CD. 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. *Biodiversity and Conservation* 14: 2361–2375.

HEISER JRCB. 1995. Peppers – *Capsicum* (Solanaceae). In: SMARTT J; SIMMONDS NW. *Evolution of crop plants*. London: Longman. p. 449-451.

HENZ GP; RIBEIRO CSC. 2008. Mercado e comercialização. In: RIBEIRO CSC; CARVALHO SIC; HENZ GP; REIFSCHNEIDER FJB. *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 15-24.

IPGRI. 1995. *Descritores para Capsicum (Capsicum spp.)*. Roma: IPGRI. 51 p.

MADAIL JCM; SCHNEID LF; SIMA LF; WEND AN. 2000. *Economia da produção de pimenta vermelha no município de Turuçu-RS*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 27p.

NEITZKE R. 2012. *Recursos genéticos de pimentas do gênero Capsicum – explorando a multiplicidade de usos*. Pelotas: UFPel. 115p (Tese doutorado).

NEITZKE RS; BARBIERI RL; HEIDEN G; CASTRO CM. 2008. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. *Magistra* 20: 249-255.

NEITZKE RS; BARBIERI RL; RODRIGUES WF; CORRÊA IV; CARVALHO FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira* 28: 47-53.

PEREIRA MG; SILVA FF; PEREIRA TNS. 2010. Recursos genéticos e o melhoramento de plantas. In: PEREIRA TNS. *Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas*. Viçosa: Arca. p. 115-140.

ROHLF FJ. 2000. *NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system*. version 2.1. Exeter Software, New York.

RUFINO JLS; PENTEADO DCS. 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe Agropecuário EPAMIG* 27: 7-15.

SCOTT AJ; KNOTT MA. 1974. Cluster analysis methods for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30: 507-512.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO. 2004. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 394p.

SOKAL RR; ROHLF FJ. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon* 11: 30-40.

VASCONCELOS CS; BARBIERI RL; NEITZKE RS; PRIORI D; FISCHER SZ; MISTURA CC. 2012. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em característica de flores. *Ceres* 59: 493-498.

VOTAVA EJ; NABHAN GP; BOSLAND PW. 2002. Genetic diversity similarity revealed via molecular analysis among and within an *in situ* population and *ex situ* accessions of chiltepín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*). *Conservation Genetics* 3: 123-129.

**Tabela 1** – Acessos de variedades crioulas *Capsicum baccatum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado submetidos à avaliação agronômica.

| <b>Acesso</b> | <b>Nome popular</b> | <b>Procedência</b>      |
|---------------|---------------------|-------------------------|
| P8            | pimenta             | Renascença –PR          |
| P14           | cambuci             | Renascença –PR          |
| P25           | pimento             | Pelotas –RS             |
| P27           | pimentão            | Renascença –PR          |
| P49           | dedo-de-moça        | São Lourenço do Sul–RS  |
| P50           | dedo-de-moça        | São Lourenço do Sul -RS |
| P59           | dedo-de-moça        | Cristal –RS             |
| P61           | dedo-de-moça        | São Lourenço do Sul–RS  |
| P71           | dedo-de-moça        | Pelotas –RS             |
| P79           | dedo-de-moça        | Canoinhas –SC           |
| P87           | dedo-de-moça        | Turuçu –RS              |
| P92           | dedo-de-moça        | Três Forquilhas –RS     |
| P108          | dedo-de-moça        | Turuçu –RS              |
| P117          | pimenta             | Campo Grande –MS        |
| P120          | dedo-de-moça        | Rio Grande –RS          |
| P179          | dedo-de-moça        | Rio Grande –RS          |
| P197          | dedo-de-moça        | Pelotas –RS             |
| P213          | dedo-de-moça        | Pelotas –RS             |

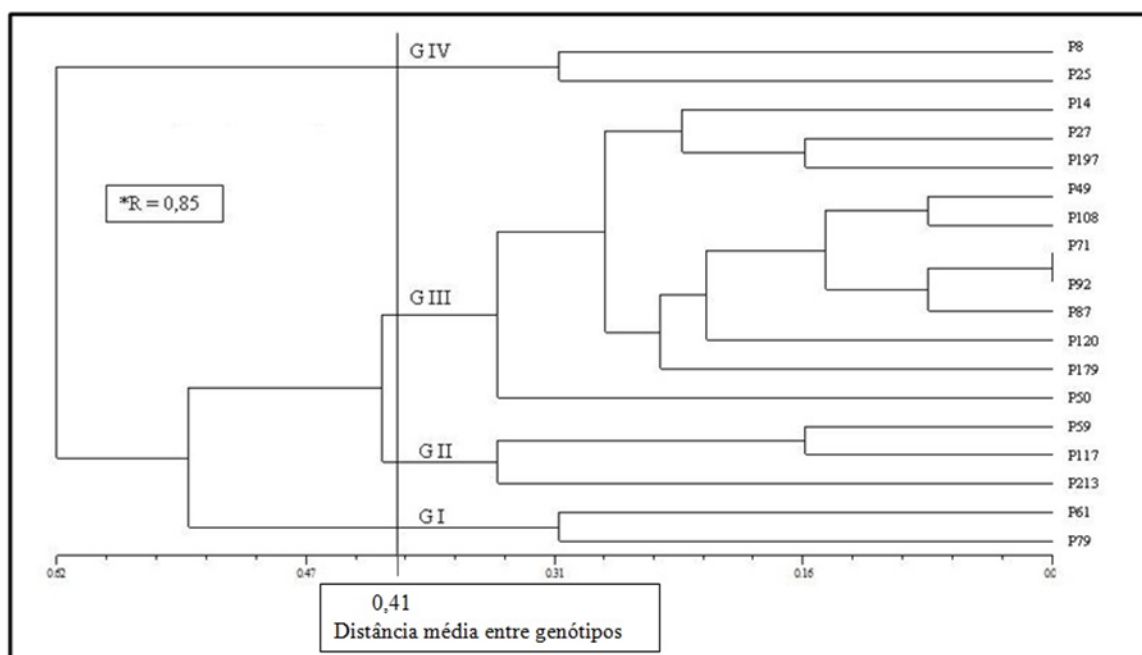
**Tabela 2** – Médias obtidas para 14 descritores quantitativos em acessos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum*. Pelotas, RS. 2012.

| Acesso | DF     | DFM     | ETP<br>(cm) | DM<br>(cm) | NF       | MFF<br>(g) | MFFP<br>(g) | MSF<br>(g) | MF/MS<br>(g) | MSP<br>(g)          | CF<br>(mm) | LF<br>(mm) | CP<br>(mm) | EP<br>(mm) |
|--------|--------|---------|-------------|------------|----------|------------|-------------|------------|--------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|
| P8     | 68,00a | 108,00b | 43,83e      | 82,96b     | 1734,90a | 0,70f      | 1225,35b    | 0,02d      | 0,35a        | 34,69b              | 49,28e     | 6,52c      | 23,85c     | 0,75g      |
| P14    | 49,33c | 106,66b | 76,30b      | 93,14a     | 116,76d  | 20,55a     | 2410,13a    | 3,20a      | 6,42b        | 373,63 <sup>a</sup> | 48,31e     | 53,76a     | 41,59b     | 2,79b      |
| P25    | 70,00a | 120,66a | 57,10d      | 82,44b     | 438,84b  | 4,41e      | 1932,61b    | 0,84c      | 5,25c        | 368,62a             | 25,94f     | 26,37b     | 30,28c     | 3,40a      |
| P27    | 55,66c | 107,33b | 60,00d      | 81,58b     | 161,96d  | 15,97c     | 2583,30a    | 2,31b      | 6,91b        | 374,12a             | 46,21e     | 49,09a     | 45,11a     | 2,68b      |
| P49    | 61,00b | 109,33b | 68,83c      | 87,75a     | 139,66d  | 14,84c     | 2089,19a    | 2,88a      | 5,15c        | 402,22a             | 108,50b    | 23,06b     | 42,63b     | 1,77e      |
| P50    | 49,00c | 103,33b | 90,51a      | 100,06a    | 173,99d  | 9,03d      | 1589,11b    | 2,54b      | 3,55c        | 441,93a             | 100,69b    | 20,31b     | 35,84b     | 1,93d      |
| P59    | 61,00b | 114,00a | 58,57d      | 79,13b     | 445,15b  | 4,94e      | 2202,88a    | 0,91c      | 5,42c        | 405,08a             | 29,27f     | 26,01b     | 28,08c     | 2,27c      |
| P61    | 49,00c | 106,00b | 66,30c      | 83,85b     | 202,73d  | 8,11d      | 1657,54b    | 2,04b      | 3,97c        | 413,56a             | 90,91c     | 30,59b     | 49,01a     | 1,46f      |
| P71    | 64,33b | 106,33b | 64,97c      | 90,68a     | 171,11d  | 14,47c     | 2489,50a    | 2,50b      | 5,78b        | 427,77a             | 98,26c     | 23,75b     | 37,94b     | 1,69e      |
| P79    | 66,00b | 112,66a | 72,38b      | 71,24b     | 100,47d  | 21,89a     | 2193,27a    | 3,13a      | 6,99b        | 314,47a             | 112,30b    | 28,74b     | 42,00b     | 2,71b      |
| P87    | 53,00c | 109,00b | 68,05c      | 91,42a     | 158,70d  | 13,86c     | 2164,92a    | 2,85a      | 4,86c        | 452,29a             | 94,96c     | 23,80b     | 38,02b     | 1,85e      |
| P92    | 64,00b | 108,66b | 66,40c      | 81,81b     | 326,03c  | 8,50d      | 2769,67a    | 1,29c      | 6,58b        | 420,57a             | 81,88d     | 20,56b     | 39,83b     | 2,26c      |
| P108   | 53,00c | 108,00b | 59,63d      | 87,60a     | 132,06d  | 15,27c     | 2024,43b    | 3,63a      | 4,20c        | 479,59a             | 125,44a    | 22,12b     | 40,40b     | 1,73e      |
| P117   | 70,00a | 119,33a | 66,40c      | 84,40b     | 519,76b  | 3,70e      | 1934,65b    | 0,72c      | 5,13c        | 374,22a             | 24,76f     | 22,48b     | 36,38b     | 2,11d      |
| P120   | 75,33a | 104,66b | 63,50c      | 79,13b     | 353,55c  | 4,68e      | 1590,45b    | 0,84c      | 5,57c        | 296,98a             | 73,90d     | 11,22c     | 40,10b     | 1,26f      |
| P179   | 49,33c | 108,00b | 64,04c      | 81,79b     | 194,69d  | 14,26c     | 2745,93a    | 2,76a      | 5,16c        | 537,34a             | 110,95b    | 21,15b     | 45,66a     | 2,12d      |
| P197   | 63,66b | 109,33b | 77,59b      | 92,25a     | 131,05d  | 18,23b     | 2395,19a    | 3,12a      | 5,84b        | 408,87a             | 43,75e     | 53,05a     | 40,53b     | 2,73b      |
| P213   | 48,66c | 101,66b | 62,32d      | 76,91b     | 150,74d  | 10,69d     | 1623,81b    | 2,84a      | 3,76c        | 428,10a             | 84,33d     | 23,32b     | 39,12b     | 1,66e      |

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. DF: Dias para o florescimento; DFM: Dias do primeiro fruto maduro; ETP: Estatura da planta; DM: Diâmetro médio da planta; NF: Número de frutos por planta; MFF: Matéria fresca dos frutos; MFFP: Matéria fresca dos frutos por planta; MSF: Matéria seca por fruto; MF/MS: Relação entre matéria fresca e matéria seca dos frutos; MSP: Produção estimada da matéria seca por planta; CF: Comprimento do fruto; LF: Largura do fruto; CP: Comprimento do pedúnculo; EP: Espessura da parede do fruto.

**Tabela 3** – Distâncias entre 18 acessos de variedades crioulas de pimentas *Capsicum baccatum*. Abaixo da diagonal os valores foram calculados pelo método das distâncias de Mahalanobis para os caracteres quantitativos e na parte superior foram calculados pelo método de complemento do coeficiente de coincidência simples para os caracteres qualitativos. Pelotas, RS.2012.

|      | P8      | P14    | P25     | P27    | P49    | P50    | P59    | P61    | P71    | P79    | P87    | P92    | P108   | P117   | P120   | P179   | P197   | P213 |
|------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| P8   |         | 0,61   | 0,30    | 0,76   | 0,61   | 0,61   | 0,53   | 0,76   | 0,53   | 0,69   | 0,46   | 0,53   | 0,69   | 0,38   | 0,53   | 0,69   | 0,69   | 0,38 |
| P14  | 5240,70 |        | 0,69    | 0,23   | 0,30   | 0,46   | 0,46   | 0,38   | 0,23   | 0,61   | 0,30   | 0,23   | 0,38   | 0,46   | 0,30   | 0,30   | 0,23   | 0,46 |
| P25  | 4973,00 | 689,85 |         | 0,76   | 0,69   | 0,61   | 0,38   | 0,76   | 0,61   | 0,69   | 0,53   | 0,61   | 0,76   | 0,38   | 0,61   | 0,84   | 0,76   | 0,53 |
| P27  | 5290,38 | 116,12 | 367,24  |        | 0,23   | 0,30   | 0,46   | 0,53   | 0,30   | 0,76   | 0,38   | 0,30   | 0,30   | 0,53   | 0,30   | 0,23   | 0,15   | 0,53 |
| P49  | 5345,92 | 448,29 | 952,40  | 317,62 |        | 0,23   | 0,38   | 0,38   | 0,07   | 0,61   | 0,15   | 0,07   | 0,07   | 0,38   | 0,23   | 0,15   | 0,15   | 0,30 |
| P50  | 5162,65 | 411,68 | 775,84  | 330,11 | 106,91 |        | 0,53   | 0,46   | 0,30   | 0,53   | 0,38   | 0,30   | 0,30   | 0,61   | 0,38   | 0,38   | 0,38   | 0,46 |
| P59  | 4662,42 | 477,31 | 61,20   | 217,58 | 690,48 | 550,52 |        | 0,53   | 0,30   | 0,61   | 0,38   | 0,30   | 0,46   | 0,15   | 0,30   | 0,53   | 0,46   | 0,38 |
| P61  | 5410,00 | 644,01 | 774,30  | 350,45 | 112,99 | 147,09 | 553,06 |        | 0,30   | 0,30   | 0,38   | 0,30   | 0,46   | 0,61   | 0,38   | 0,38   | 0,53   | 0,53 |
| P71  | 5045,17 | 357,25 | 807,38  | 234,79 | 17,26  | 114,48 | 558,19 | 137,79 |        | 0,53   | 0,07   | 0      | 0,15   | 0,30   | 0,15   | 0,23   | 0,23   | 0,23 |
| P79  | 5615,39 | 305,96 | 1074,00 | 322,05 | 121,08 | 243,43 | 804,00 | 398,92 | 124,94 |        | 0,53   | 0,30   | 0,69   | 0,69   | 0,61   | 0,61   | 0,76   | 0,69 |
| P87  | 5164,25 | 277,81 | 720,46  | 182,89 | 34,160 | 70,04  | 486,55 | 126,71 | 24,46  | 128,58 |        | 0,30   | 0,23   | 0,38   | 0,23   | 0,30   | 0,30   | 0,30 |
| P92  | 4829,34 | 489,71 | 382,77  | 212,89 | 179,12 | 144,62 | 245,09 | 102,17 | 144,35 | 369,68 | 133,92 |        | 0,15   | 0,30   | 0,15   | 0,23   | 0,23   | 0,23 |
| P108 | 5480,32 | 550,67 | 1159,29 | 438,97 | 38,33  | 185,78 | 883,24 | 192,89 | 72,83  | 150,20 | 80,67  | 306,64 |        | 0,46   | 0,30   | 0,23   | 0,23   | 0,38 |
| P117 | 4451,82 | 674,22 | 122,56  | 339,07 | 713,33 | 577,35 | 62,80  | 499,24 | 595,08 | 943,83 | 552,05 | 225,89 | 957,15 |        | 0,46   | 0,53   | 0,46   | 0,30 |
| P120 | 4783,62 | 858,63 | 618,81  | 465,87 | 287,09 | 313,55 | 441,32 | 133,87 | 259,88 | 622,12 | 309,76 | 93,74  | 461,06 | 295,24 |        | 0,30   | 0,30   | 0,38 |
| P179 | 5505,36 | 469,41 | 804,45  | 281,13 | 41,03  | 98,91  | 581,67 | 67,68  | 68,58  | 178,75 | 43,80  | 125,91 | 69,40  | 623,56 | 275,31 |        | 0,23   | 0,46 |
| P197 | 5089,35 | 26,44  | 602,05  | 89,35  | 390,46 | 387,57 | 403,33 | 587,85 | 287,45 | 271,68 | 248,49 | 403,78 | 515,35 | 566,53 | 712,28 | 440,52 |        | 0,46 |
| P213 | 5272,52 | 347,57 | 658,46  | 178,71 | 60,02  | 90,35  | 428,01 | 69,67  | 58,61  | 195,17 | 25,55  | 95,57  | 118,98 | 474,81 | 236,26 | 30,45  | 317,16 |      |



**Figura 1** – Dendrograma resultante da análise de agrupamento de 18 acessos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum* pelo método UPGMA, utilizando complemento do índice de coincidência simples como medida de distância genética, obtido a partir da análise dos dados qualitativos. \*R: Correlação cofenética. Pelotas, RS. 2012.



**Figura 2** – Acessos de *Capsicum baccatum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado agrupados pelo método de Tocher, com base nos dados qualitativos. Fotos: Carla Sigales de Vasconcelos.

### 3. CAPÍTULO II

#### CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTOS DE VARIEDADES CRIOULAS DE PIMENTAS (*Capsicum baccatum*)<sup>2</sup>

##### 3.1 – Resumo

Os frutos de pimentas do gênero *Capsicum* são fontes importantes de antioxidantes naturais: vitamina C, carotenoides, antocianinas e vitamina E. Este trabalho teve por objetivo caracterizar a produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimenta (*Capsicum baccatum*). Em 2011/2012, em campo experimental, foram cultivadas 30 plantas de cada acesso. Em 2012, foram colhidos dois frutos de cada planta, os frutos foram congelados em freezer a -18°C até o momento das análises. Foi avaliada a produção de compostos fenólicos, antocianinas totais, atividade antioxidante e produção de carotenoides totais de 18 variedades crioulas de *C. baccatum* nos quatro pontos de maturação dos frutos (0% de maturação, 30% de maturação, 70% de maturação e 100% maduros). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística multivariada, com análise de componentes principais. Foi constatado que a produção de compostos bioativos variou com os diferentes pontos de maturação. O acesso P8, por exemplo, apresentou valor 53% superior no fruto totalmente maduro em relação ao fruto totalmente imaturo para a análise de compostos fenólicos. Na análise de antocianinas o acesso P25 apresentou valores bastante discrepantes para frutos com 30% de

---

<sup>2</sup> Será submetido para publicação na Revista Horticultura Brasileira



maturação, os quais apresentaram frutos com coloração violeta. Para atividade antioxidante o acesso P108 apresentou grande variação nos resultados, variando de 588,44 µg nos frutos imaturos a 1373,44 µg nos frutos com 70% de maturação. Na análise de carotenoides o acesso que mais variou foi P49, com menor valor de 65,03mg em frutos totalmente imaturos e o maior valor igual a 367,73mg nos frutos com 100% de maturação. Existe grande variabilidade genética para a produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimenta (*Capsicum baccatum*).

**Palavras-chave:** Solanaceae, recursos genéticos, alimentos funcionais, banco ativo de germoplasma

## **CHARACTERIZATION OF PRODUCTION OF FRUITS BIOACTIVE COMPOUNDS IN LANDRACES OF PEPPERS (*Capsicum baccatum*)**

### **3.2 – Abstract**

*Capsicum* fruits are important sources of natural antioxidants such as vitamin C, carotenoids, anthocyanins and vitamin E. This study aimed to characterize of production of bioactive compounds in fruits of *C. baccatum* landraces. In the experimental field, year 2011/2012, 30 plants were grown for each access. Two fruits per plant were collected and immediately frozen at -18°C until analysis. The total content of phenolic compounds, anthocyanins, carotenoids and antioxidant activity were evaluated in 18 acessions of *C. baccatum* landraces at four fruit maturation stages (0%, 30%, 70% and 100% mature). The data were subjected to the principal components multivariate statistical analysis. Bioactive compounds varied with the different maturation stages. The access P8, for example showed a value of phenolic compounds 53% higher on fully ripe fruit compared to totally immature fruit. Access P25 showed values quite discrepant for anthocyanins in the 30% maturation stage due to the violet color in this period. Access P108 showed great variability in results for antioxidant activity, ranging from 588.44 mg in unripe fruit and 1373.44 mg in fruits with 70% of maturation. For carotenoids, the access P49 had the highest variation with

values ranging from 65.03 mg in fruits immature and 367.73 mg in fruits 100% mature. There is great genetic variability for production of bioactive compounds in fruits of *C. baccatum* landraces.

**Keywords:** Solanaceae, genetic resources, functional foods, active germplasm bank

### 3.3- Introdução

As pimentas do gênero *Capsicum* pertencem à família Solanaceae. Abrangem espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres originadas das Américas Central e do Sul. As espécies cultivadas, *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* tem grande importância agrônômica (Pickersgill, 1997; Belletti *et al.*, 1998; Paran *et al.*, 1998). São amplamente cultivadas no mundo, sendo utilizadas como matéria-prima para indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas (Yamamoto & Nawata, 2005; Bento *et al.*, 2007).

As diferentes espécies e variedades de pimentas podem ser discriminadas por características morfológicas, visualizadas principalmente nas flores, mas também nos frutos (Carvalho *et al.*, 2003). A posição da flor e do pedicelo, a presença ou ausência de manchas nos lobos das pétalas, a margem do cálice e o número de flores por entrenó têm importância taxonômica na discriminação das espécies (Carvalho & Bianchetti, 2004). Estes e outros caracteres das flores poderiam ser utilizados como marcadores morfológicos para determinar a divergência genética entre acessos de bancos de germoplasma, com a vantagem de poderem ser avaliados no início do ciclo reprodutivo das plantas (Vasconcelos *et al.*, 2012). A diversidade encontrada em *Capsicum* é ampla, com grande diversidade de cores, formatos e sabores; o mercado é bastante diversificado, indo desde a comercialização para consumo *in natura* e conservas caseiras, até a exportação de produtos industrializados (Ferrão *et al.*, 2011).

Os frutos de pimentas do gênero *Capsicum* são fontes importantes de antioxidantes naturais: vitamina C, carotenoides, antocianinas e vitamina E (Neitzke, 2012). Também são ricos em capsaicinoides, compostos fenólicos

responsáveis pelo sabor pungente ou picante (Carvalho & Biachetti, 2004). Há evidências de que os antioxidantes previnem doenças degenerativas como o câncer, as doenças cardiovasculares, a catarata, o mal-de-Parkinson e o mal-de-Alzheimer, por sequestrarem radicais livres (Pereira *et al.*, 2012). Além dos efeitos benéficos à saúde, os antioxidantes presentes na pimenta podem também auxiliar na conservação de alimentos. Há grande interesse em encontrar, nas plantas condimentares, princípios ativos que possuam ação antioxidante que possam contribuir para a conservação de alimentos (Costa *et al.*, 2010).

O desenvolvimento de cultivares ricas em compostos funcionais (alimentos que beneficiam uma ou mais funções orgânicas, além da nutrição básica) tem se consolidado como um dos principais focos dos programas de melhoramento genético de hortaliças (Carvalho *et al.*, 2006). Para tanto, é importante a identificação de genótipos com características superiores que possam ser usados nos programas de melhoramento genético. A Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) mantém um Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, onde estão conservados aproximadamente 326 acessos deste gênero. Este banco mantém em seu acervo acessos de todas as espécies domesticadas de *Capsicum*: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (Barbieri *et al.*, 2007; Neitzke *et al.*, 2010; Buttow *et al.*, 2010). Fazem parte do acervo variedades crioulas de *C. baccatum* que são mantidas há gerações pelos agricultores da Região Sul do Brasil (Neitzke *et al.*, 2008). Essas variedades apresentam grande variabilidade para formato de fruto (arredondado, alongado, campanulado e triangular), cor de fruto (amarelo, laranja e vermelho), comprimento de fruto (desde menos de 1cm até mais de 20cm), pungência (do doce ao muito picante) e posição do fruto na planta (pendente, intermediário e ereto). É fundamental que esses acessos sejam devidamente caracterizados e avaliados para que possam ser inseridos em programas de melhoramento (Neitzke, 2012).

Este trabalho teve por objetivo caracterizar a produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimenta (*Capsicum baccatum*).

### 3.4 - Material e Métodos

Este trabalho foi realizado no campo experimental e no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado. Foi realizada a caracterização dos compostos bioativos em diferentes pontos de maturação dos frutos (Figura1) em 18 acessos de variedades crioulas de *Capsicum baccatum* (Tabela 1) do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. A escolha dos acessos foi feita com base na caracterização morfológica realizada por Neitzke (2012) e na disponibilidade de um grande número de sementes. Os acessos avaliados são variedades crioulas cujas sementes foram doadas por agricultores dos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná e do Mato Grosso do Sul. Estes acessos apresentam grande variabilidade genética para caracteres de fruto, como formato, cor, tamanho, aroma e pungência.

Em 2011/2012, em campo experimental, foram cultivadas 30 plantas de cada acesso, com espaçamento de 0,6m entre plantas e de 1,2m entre linhas. Foram realizadas adubação e correção da acidez do solo de acordo com a recomendação para *Capsicum annuum* (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004), pois não há recomendação específica para *C. baccatum*. Em 2012, foram colhidos dois frutos de cada planta com 0% de maturação, 30% de maturação, 70% de maturação e 100% maduros. Os frutos foram congelados em freezer a -18°C até o momento das análises.

Para as análises, as sementes foram descartadas e porções longitudinais opostas dos frutos foram manualmente preparadas. Os acessos foram caracterizados quanto aos compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, antocianinas totais e carotenoides totais. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### **Quantificação de compostos fenólicos totais**

A metodologia utilizada para determinação de compostos fenólicos totais foi adaptada de Swain & Hillis (1959). Para cada tubo de ensaio foram pipetados 250µl da amostra, sendo adicionados 4ml de água ultra pura e 250µl do reagente Folin- Ciocalteau (0,25N). Os tubos foram agitados e deixados em

repouso por 3 minutos, para reagir. Após, foram adicionados 500µl de carbonato de sódio (1N). Os tubos foram agitados novamente e mantidos em repouso por 2 horas, para reagir. Foram feitas leituras da absorbância em um espectrofotômetro no comprimento de onda de 725nm, após o mesmo ter sido zerado com o controle metanol, usando cubeta de vidro. Para os cálculos, uma curva padrão para o ácido clorogênico foi construída.

### **Quantificação da atividade antioxidante**

A atividade antioxidante dos frutos foi quantificada de acordo com a metodologia de Brand-Williams *et al.* (1995). Cinco gramas de amostra foram homogeneizados em ultra-turrax com 15ml de metanol e centrifugados por 20min a 15.000rpm em centrífuga refrigerada a 4 °C. Uma alíquota de 200µl do sobrenadante da amostra foi combinada com 3800µl da solução de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) diluído (de uma solução concentrada) em metanol até uma absorbância de  $1,1 \pm 0,02$  VA a 515nm. As leituras foram feitas usando cubeta de vidro em espectrofotômetro previamente zerado com metanol. As amostras reagiram por 24 horas. Para os cálculos, uma curva padrão para o trolox foi construída.

### **Quantificação de antocianinas totais**

As antocianinas totais foram quantificadas pelo método de Fuleki & Francis, (1968) modificado. Um grama do sobrenadante foi colocado em um tubo do tipo falcon, sendo adicionado solvente até o volume final de 22,5ml. Após uma partição com hexano para retirada de carotenoides, as leituras foram feitas em espectrofotômetro previamente zerado com o solvente extrator. A absorbância foi lida em cubeta de vidro a 535nm. Os resultados foram expressos em cianidina-3-glicorídeo.

### **Quantificação de carotenoides totais**

Os carotenoides foram quantificados através da metodologia adaptada de Talcott & Howard (1999), com algumas modificações. Na ausência de luz direta, um grama de amostra foi homogeneizado em ultra-turrax com 20ml da solução de acetona/etanol (1:1) contendo 200mg.l<sup>-1</sup> de BHT (butilhidroxitolueno). Após a filtração, foram adicionados 25ml de hexano à

amostra. Após agitar e separar as fases, foram adicionados 25ml de água ultrapura. Foram feitas leituras da absorbância em um espectrofotômetro no comprimento de onda de 470nm, após o mesmo ter sido zerado com o solvente hexano como branco, usando cubeta de vidro. Os resultados foram expressos em  $\beta$ -caroteno.

### **Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística multivariada, com análise de componentes principais, utilizando o programa estatístico MINITAB Release 14.1.

## **3.5 Resultados e Discussão**

Os resultados obtidos evidenciaram a presença de variabilidade genética nos acessos de *Capsicum baccatum* para a produção de compostos bioativos nos frutos (Tabela 2). Para melhor visualização do conteúdo de compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, antocianinas totais e carotenoides totais nos quatro pontos de maturação dos frutos avaliados (0%, 30%, 70% e 100%), os dados foram apresentados de forma gráfica na Figura 2.

É importante considerar que existe uma ampla variabilidade genética para muitos caracteres nas espécies domesticadas de *Capsicum* (Neitzke *et al.*, 2008; Büttow *et al.*, 2010; Neitzke *et al.*, 2010), inclusive para os compostos antioxidantes, como foi detectado no presente trabalho. Costa *et al.* (2010) relataram a avaliação de atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em *C. baccatum* e, mesmo utilizando apenas dois genótipos (cambuci e cumari), encontraram diferenças significativas entre eles. Em *C. chinense* foi encontrada grande variação para a concentração de compostos fenólicos em frutos maduros de 63 acessos provenientes de oito diferentes países (Antonious *et al.*, 2009). Ampla variabilidade para produção de compostos fenólicos totais também foi encontrada em pimentas do tipo malagueta (*C. frutescens*), cambuci (*C. baccatum*), pimenta cumari (*C. baccatum*) e pimentão (*C. annuum*), sendo que o pimentão foi o que apresentou concentrações mais baixas (Costa *et al.*, 2010). Grande variabilidade na produção de carotenoides

nos frutos maduros de diferentes variedades de *Capsicum* foi encontrada também por Ha *et al.* (2007).

Na representação gráfica a partir do emprego dos escores do primeiro componente e segundo componente da análise de componentes principais, os acessos com produção superior de compostos bioativos podem ser visualizados no quarto quadrante (Figura 2).

Foi evidenciado que os dois primeiros componentes explicaram a variação disponível (Tabela 3), condição que permite a análise de divergência por meio da dispersão gráfica (Cruz & Regazzi, 1994). Na análise dos frutos totalmente imaturos (0% de maturação) foi observada a formação de quatro grupos contrastante na Figura 2 A, os acessos P197, P59, P8 e P179 ficaram reunidos no segundo quadrante. Nestes acessos, o menor valor encontrado em antocianinas foi 3,07 mg (P59) e o maior valor 5,15 mg (P179). Os valores de carotenoides variaram de 23,93 mg (P8) a 39,46 mg (P179). O menor valor encontrado em atividade antioxidante foi 788,73 µg (P59) e o maior valor 1155,43 µg (P179). Para compostos fenólicos o menor valor foi 117,00 mg (P197) e o maior valor foi 178,34 mg (P8). O acesso P179 se destacou dos demais acessos nas análises do fruto totalmente imaturo por apresentar maior valor em antocianinas, carotenoides e atividade antioxidante.

Na análise de componentes principais foi evidenciada a formação de quatro grupos contrastantes dos acessos com 30% de maturação dos frutos (Figura 2 B). No segundo quadrante ficaram reunidos os acessos P79, P197, P213, P92, P117 e P27. Para compostos fenólicos o menor valor nestes acessos foi 126,33 mg (P27) e o maior valor foi 194,27 mg (P79). O menor valor encontrado em atividade antioxidante foi 527,63 µg (P27) e o maior valor 897,69 µg (P197). Os valores de carotenoides variaram de 38,78 mg (P117) a 96,66 mg (P92). O menor valor encontrado em antocianinas foi 2,46 mg (P27) e o maior valor 6,56 mg (P213).

Considerando 70% de maturação dos frutos, também ocorreu a formação de quatro grupos diferentes (Figura 2 C). Os acessos P197, P87, P179, P108 e P120 ficaram reunidos no segundo quadrante. Para compostos fenólicos, nestes acessos o menor valor foi 173,02 mg (P197) e o maior valor

225,33 mg (P120). O menor valor encontrado em antocianinas foi 4,84 mg (P197) e o maior valor 8,33 mg (P87). Os valores de carotenoides variam de 108,81 mg (P87) a 162,44 mg (P120). O menor valor encontrado em atividade antioxidante foi 1171,65 µg (P197) e o maior valor 1585,12 µg (P179).

Na análise dos frutos 100% maduros, os acessos também formaram grupos distintos (Figura 2 D). Ficaram reunidos no segundo quadrante os acessos P87, P179, P120 e P8 ficaram reunidos no quarto e último quadrante. Para compostos fenólicos o menor valor foi 146,82 mg (P179) e o maior valor foi 152,55 mg (P8). O menor valor encontrado em antocianinas foi 10,52 mg (P87) e o maior valor 13,30 mg (P8). O menor valor encontrado em atividade antioxidante foi 984,05 µg (P179) e o maior valor 1573,01 µg (P8). Os valores de carotenoides variaram de 171,64 mg (P8) a 196,47 mg (P120). O acesso P8 se destacou dos demais acessos nas análises do frutos totalmente maduros por apresentar maior valor em compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante.

Foi constatado que a produção de compostos bioativos variou em cada acesso com os diferentes pontos de maturação. O acesso P8, por exemplo, apresentou produção de compostos fenólicos 53% superior no fruto totalmente maduro em relação ao fruto totalmente imaturo. Para produção de antocianinas o acesso P25 apresentou valores bastante diferentes em relação às outras variedades crioulas para frutos com 30% de maturação, os quais apresentaram coloração violeta (Figura 2 B). Para atividade antioxidante o acesso P108 apresentou grande variação nos resultados, variando de 588,44 µg nos frutos imaturos a 1373,44 µg nos frutos com 70% de maturação. Na análise de carotenoides o acesso que mais variou foi o P49, com menor valor de 65,03mg em frutos totalmente imaturos e o maior valor igual a 367,73mg nos frutos com 100% de maturação.

A quantidade de carotenoides produzidas nos frutos de variedades crioulas de pimentas totalmente maduros foi superior ao valor obtido em cenoura por Zeraik e Yariwake (2008). Vários são os carotenoides presentes nas plantas. Capsantina e capsorubina são carotenoides que se encontram quase exclusivamente em frutos de *Capsicum*, sendo os principais pigmentos



que dão cor às pimentas vermelhas (Meléndez-Martínez *et al.*, 2004). Segundo Neitzke (2012), entre os compostos presentes nos alimentos funcionais, os carotenoides apresentam-se como uma das classes de compostos mais importantes devido ao seu potencial antioxidante e à sua função pró-vitamina A. Os frutos das variedades crioulas de pimenta com 100% de maturação apresentaram valores superiores ao teor de compostos fenólicos em relação a cenoura e couve flor cozidas a vapor (Melo *et al.*, 2009) e valores inferiores a pimentão (Arnnok *et al.*, 2012). Segundo Neitzke (2012), a determinação dos níveis de compostos fenólicos totais em tecidos vegetais é a etapa inicial de qualquer investigação de funcionalidade fisiológica para posterior estímulo ao consumo, visando a prevenção de doenças crônico-degenerativas. Foi evidenciada grande variabilidade genética para a produção de antocianinas totais em variedades crioulas de *C. baccatum*. Os frutos com 100% de maturação apresentaram valores superiores ao repolho roxo (Gioppo *et al.*, 2012) e pimentão (Arnnok *et al.*, 2012), porém a quantidade produzida foi inferior à de mirtilo (Pertuzatti, 2009) e à casca da berinjela (Mallmann, 2011). Embora as antocianinas estejam em baixas concentrações nas pimentas, o consumo de pimentas pode contribuir para a saúde, principalmente das pimentas sem pungência, as quais podem ser consumidas *in natura*, em maiores quantidades (Neitzke, 2012). A atividade antioxidante nos frutos destas variedades crioulas de pimentas foi superior a de alface crespa, alface lisa, cenoura, couve-flor, chuchu, espinafre, pepino, repolho verde e tomate (Melo *et al.*, 2006).

Não houve a correspondência entre a quantidade de compostos bioativos presentes nas pimentas com os caracteres morfológicos das plantas. Neitzke *et al.* (2008) e Büttow *et al.* (2010) relataram um fato similar com a pungência, quando os tipos de pimentas morfológicamente similares apresentaram diferentes níveis de pungência.

Existe grande variabilidade genética na caracterização da produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimentas (*C.baccatum*).

O conteúdo de carotenoides e antocianinas aumenta com a evolução da maturação dos frutos.

É recomendado que o ponto de colheita dos frutos de pimenta para consumo *in natura* seja realizado quando estas apresentarem 100% de maturação.

Quanto à recomendação para o consumo *in natura*, é aconselhada a utilização dos frutos provenientes dos acessos de variedades crioulas P8 e P179.

### 3.6 - Referências Bibliográficas

ARNNOK P; RUANGVIRIYACHAI C; MAHACHAI R; TECHAWONGSTIEN S; CHANTHAI S. 2012. Determination of total phenolics and anthocyanin contents in the pericarp of hot chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *International Food Research Journal* 19: 235-243.

BARBIERI RL; HEIDEN G; NEITZKE RS; CHOER E; LEITE DL; GARRASTAZU MC. 2007. *Capsicum* gene bank of southern Brazil. *Acta Horticulture* 745: 319-322.

BRAND-WILLIAMS W; CUVELIER ME; BERSET C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 28: 25-30.

BÜTTOW MV; BARBIERI RL; NEITZKE RS; HEIDEN G; CARVALHO FIF. 2010. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural* 40: 1264-1269.

CARVALHO PGB; MACHADO CMM; MORETTI CL; FONSECA MEN. 2006. Hortaliças como alimentos funcionais. *Horticultura Brasileira* 24: 397-404.

CARVALHO SIC; BIANCHETTI LB. *Sistema de produção de pimentas (Capsicum spp.): Botânica*. 2004. Brasília: Embrapa Hortaliças, 02 de outubro de 2012. Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica>.

CARVALHO SIC; BIANCHETTI LB; BUSTAMANTE PG; SILVA DB. 2003. *Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.) da Embrapa Hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças. 49p.

COSTA, L.M; MOURA F; MARANGONI C; MENDES CE; TEIXEIRA AO. 2010. Atividade antioxidante de pimentas do gênero *Capsicum*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 37: 67-75.

CRUZ CD; REGAZZI AJ. 1994. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa : UFV. 390p.

- FERRÃO LFV; CECON PR; FINGER FL; SILVA FF; PUIATTI M. 2011. Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrômicos. *Horticultura Brasileira* 31: 354-358.
- FULEKI T; FRANCIS FT. 1968. Quantitative methods for anthocyanins extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *Journal of Food Science* 33: 72-77.
- GIOPPO M; SOUZA AM; GONÇALVES J; AYUB RA. 2012. Vida útil pós-colheita do repolho roxo minimamente processado, armazenado em diferentes embalagens. *Ceres* 59: 560-564.
- HA SH; KIM JB; PARK JS; LEE SW; CHO KJ. 2007. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. *Journal of Experimental Botany* 58: 3135–3144.
- MALLMANN LP. 2011. *Extração de antocianinas a partir de casca de berinjela (Solanum melongena)*. Porto Alegre: UFRGS. 48p (Monografia).
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ AJ; VICARIO IM; HEREDIA FJ. 2004. Importância nutricional de los pigmentos carotenóides. *Archivos Latinoamericano de Nutrición* 54: 149-155.
- MELO EA; MACIEL MIS; LIMA VLAG; SANTANA APM. 2009. Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. *Nutrite: Sociedade Brasileira de Alimentos Nutricional* 34: 85-95.
- MELO EA; MACIEL MIS; LIMA VLAG; LEAL FLL; CAETANO ACS; NASCIMENTO RJ. 2006. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciência Tecnologia de Alimentos* 26: 639-644.
- MINITAB. 2003. Statistical Software Release 14.1.
- NEITZKE R. 2012. *Recursos genéticos de pimentas do gênero Capsicum – explorando a multiplicidade de usos*. Pelotas: UFPel. 115p (Tese doutorado).
- NEITZKE RS; BARBIERI RL; RODRIGUES WF; CORREA IV; CARVALHO FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira* 28: 47-53.
- NEITZKE RS; BARBIERI RL; HEIDEN G; CASTRO CM. 2008. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategoricos. *Magistra* 20: 249-255.
- PEREIRA MC; STEFFENS RS; JABLONSKI A; HERTZ PF; RIOS AO; VIZZOTTO M; FLÓRES SH. 2012. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 3061-3067.

PERTUZATTI PB. 2009. *Compostos bioativos em diferentes cultivares de mirtilo (Vaccinium ashei Reade)*. Pelotas: UFPel. 86p (Tese mestrado).

PICKERSGILL B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. Wageningen: *Euphytica*. 113p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. 2004. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 394p.

SWAIN T; HILLIS WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.- The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science Food and Agriculture* 10: 63-68.

TALCOTT T S; HOWARD RL. 1999. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47: 2109-2115.

VASCONCELOS CS; BARBIERI RL; NEITZKE RS; PRIORI D; FISCHER SZ; MISTURA CC. 2012. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em característica de flores. *Ceres* 59: 493-498.

YAMAMOTO S; NAWATA E. 2005. *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. *Economic Botany* 59: 18-28.

ZERAIK ML; YARIWAKE JH. 2008. Extração de  $\beta$ -Caroteno de cenoura: uma proposta para disciplinas experimentais de química. *Química Nova* 31: 72-81.

**Tabela 1** – Acessos de variedades crioulas de pimentas *Capsicum baccatum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado caracterizados quanto aos compostos bioativos.

| Acesso | Tipo         | Procedência             | Cor do fruto maduro | Formato do fruto | Pungência |
|--------|--------------|-------------------------|---------------------|------------------|-----------|
| P8     | pimenta      | Renascença, PR          | Vermelho            | alongado         | alta      |
| P14    | cambuci      | Renascença, PR          | Vermelho            | campanulado      | ausente   |
| P25    | pimenta      | Pelotas, RS             | vermelho escuro     | triangular       | média     |
| P27    | pimentão     | Renascença, PR          | Amarela             | campanulado      | ausente   |
| P49    | dedo-de-moça | São Lourenço do Sul, RS | Vermelho            | alongado         | média     |
| P50    | dedo-de-moça | São Lourenço do Sul, RS | Amarela             | alongado         | média     |
| P59    | dedo-de-moça | Cristal, RS             | vermelho escuro     | triangular       | média     |
| P61    | dedo-de-moça | São Lourenço do Sul, RS | amarela laranja     | alongado         | média     |
| P71    | dedo-de-moça | Pelotas, RS             | Vermelho            | alongado         | média     |
| P79    | dedo-de-moça | Canoinhas, SC           | Laranja             | alongado         | alta      |
| P87    | dedo-de-moça | Turuçu, RS              | Vermelho            | alongado         | média     |
| P92    | dedo-de-moça | Três Forquilhas, RS     | Vermelho            | alongado         | média     |
| P108   | dedo-de-moça | Turuçu, RS              | Vermelho            | alongado         | média     |
| P117   | pimenta      | Campo Grande, MS        | Vermelho            | triangular       | média     |
| P120   | dedo-de-moça | Rio Grande, RS          | vermelho escuro     | alongado         | média     |
| P179   | dedo-de-moça | Rio Grande, RS          | Vermelho            | alongado         | ausente   |
| P197   | dedo-de-moça | Pelotas, RS             | Vermelho            | campanulada      | baixa     |
| P213   | dedo-de-moça | Pelotas, RS             | vermelho claro      | alongado         | média     |

**Obs.:** Informações provenientes dos dados de passaporte e de caracterização morfológicas dos acessos.

**Tabela 2** – Compostos fenólicos totais, antocianinas totais, carotenoides totais e atividade antioxidante em quatro pontos de maturação de 18 acessos de variedades crioulas de pimentas *Capsicum baccatum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado.

| Acesso | Ponto de maturação | Compostos fenólicos totais <sup>1</sup> | Antocianinas totais <sup>2</sup> | Carotenoides Totais <sup>3</sup> | Atividade antioxidante <sup>4</sup> |
|--------|--------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| P8     | 0%                 | 178,34                                  | 4,34                             | 23,93                            | 982,12                              |
|        | 30%                | 250,77                                  | 8,47                             | 51,16                            | 741,77                              |
|        | 70%                | 234,62                                  | 5,24                             | 121,30                           | 1716,53                             |
|        | 100%               | 252,55                                  | 13,30                            | 171,64                           | 1573,01                             |
| P14    | 0%                 | 119,50                                  | 3,72                             | 49,58                            | 638,18                              |
|        | 30%                | 214,07                                  | 7,75                             | 211,89                           | 1266,47                             |
|        | 70%                | 133,22                                  | 6,40                             | 230,18                           | 811,43                              |
|        | 100%               | 140,18                                  | 6,55                             | 340,69                           | 839,03                              |
| P25    | 0%                 | 98,54                                   | 3,22                             | 7,17                             | 548,97                              |
|        | 30%                | 158,89                                  | 22,57                            | 23,86                            | 844,84                              |
|        | 70%                | 115,73                                  | 6,25                             | 57,66                            | 484,07                              |
|        | 100%               | 109,59                                  | 6,17                             | 152,37                           | 543,60                              |

|      |      |        |       |        |         |
|------|------|--------|-------|--------|---------|
| P27  | 0%   | 95,13  | 3,27  | 95,60  | 484,25  |
|      | 30%  | 126,33 | 2,46  | 94,58  | 527,63  |
|      | 70%  | 153,58 | 2,90  | 216,88 | 812,15  |
|      | 100% | 95,42  | 3,36  | 297,59 | 451,52  |
| P49  | 0%   | 156,30 | 4,62  | 65,03  | 947,66  |
|      | 30%  | 206,77 | 5,14  | 137,30 | 910,66  |
|      | 70%  | 203,92 | 2,06  | 249,71 | 823,01  |
|      | 100% | 155,16 | 10,49 | 367,73 | 1500,98 |
| P50  | 0%   | 114,30 | 3,88  | 71,42  | 496,99  |
|      | 30%  | 199,26 | 3,44  | 161,89 | 694,62  |
|      | 70%  | 139,46 | 5,44  | 230,57 | 703,77  |
|      | 100% | 166,82 | 5,22  | 299,53 | 1028,52 |
| P59  | 0%   | 133,72 | 3,07  | 17,61  | 788,73  |
|      | 30%  | 176,85 | 9,27  | 47,82  | 725,84  |
|      | 70%  | 109,24 | 3,73  | 92,26  | 524,86  |
|      | 100% | 136,66 | 6,21  | 154,92 | 768,62  |
| P61  | 0%   | 137,02 | 4,55  | 88,19  | 641,16  |
|      | 30%  | 202,07 | 4,73  | 130,83 | 1032,96 |
|      | 70%  | 218,72 | 7,44  | 203,89 | 1180,18 |
|      | 100% | 238,46 | 8,59  | 244,94 | 1501,80 |
| P71  | 0%   | 57,34  | 3,96  | 38,64  | 424,75  |
|      | 30%  | 204,81 | 7,69  | 92,16  | 812,11  |
|      | 70%  | 137,19 | 6,04  | 137,44 | 665,00  |
|      | 100% | 115,82 | 9,24  | 162,60 | 1172,55 |
| P79  | 0%   | 88,23  | 2,83  | 22,23  | 387,75  |
|      | 30%  | 194,27 | 3,07  | 60,48  | 848,92  |
|      | 70%  | 195,61 | 2,83  | 80,17  | 1072,98 |
|      | 100% | 182,77 | 4,85  | 181,12 | 1616,49 |
| P87  | 0%   | 100,54 | 3,06  | 39,38  | 484,61  |
|      | 30%  | 218,64 | 9,48  | 82,98  | 1210,91 |
|      | 70%  | 187,00 | 8,33  | 108,81 | 1248,58 |
|      | 100% | 162,77 | 10,52 | 194,46 | 1192,98 |
| P92  | 0%   | 97,19  | 3,06  | 46,44  | 527,49  |
|      | 30%  | 137,74 | 8,60  | 96,66  | 610,61  |
|      | 70%  | 124,76 | 7,52  | 139,93 | 640,55  |
|      | 100% | 119,05 | 10,23 | 187,43 | 719,50  |
| P108 | 0%   | 128,40 | 4,93  | 41,19  | 588,44  |
|      | 30%  | 180,48 | 4,93  | 92,98  | 1074,42 |
|      | 70%  | 200,33 | 7,01  | 140,04 | 1373,44 |
|      | 100% | 155,13 | 8,35  | 191,28 | 954,33  |
| P117 | 0%   | 86,96  | 4,04  | 23,45  | 804,47  |
|      | 30%  | 151,00 | 3,21  | 38,78  | 613,98  |
|      | 70%  | 158,96 | 4,98  | 86,31  | 635,17  |
|      | 100% | 127,14 | 6,41  | 91,63  | 779,50  |
| P120 | 0%   | 123,79 | 4,77  | 67,92  | 725,34  |
|      | 30%  | 234,51 | 7,70  | 108,58 | 1408,26 |
|      | 70%  | 225,33 | 8,13  | 162,94 | 1279,03 |
|      | 100% | 213,19 | 11,39 | 196,47 | 1354,32 |
| P179 | 0%   | 160,77 | 5,15  | 39,46  | 1155,43 |
|      | 30%  | 207,52 | 4,63  | 71,47  | 1025,32 |
|      | 70%  | 179,87 | 6,41  | 125,49 | 1585,12 |
|      | 100% | 146,82 | 13,13 | 184,41 | 984,05  |
| P197 | 0%   | 117,00 | 3,13  | 36,62  | 882,78  |
|      | 30%  | 158,90 | 4,18  | 74,32  | 897,69  |
|      | 70%  | 173,02 | 4,84  | 113,60 | 1171,65 |
|      | 100% | 124,18 | 6,71  | 163,78 | 1282,81 |
| P213 | 0%   | 102,96 | 2,17  | 20,84  | 607,42  |

|      |      |        |      |        |         |
|------|------|--------|------|--------|---------|
| P213 | 30%  | 155,08 | 6,56 | 77,70  | 739,56  |
|      | 70%  | 124,06 | 8,42 | 180,41 | 788,42  |
|      | 100% | 161,28 | 2,46 | 262,40 | 1037,65 |

<sup>1</sup>Compostos fenólicos totais expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g de peso fresco. <sup>2</sup>Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox/g de peso fresco.

<sup>3</sup>Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g de peso fresco.

<sup>4</sup>Carotenoides totais expresso em mg equivalente β-caroteno/100g de peso fresco.

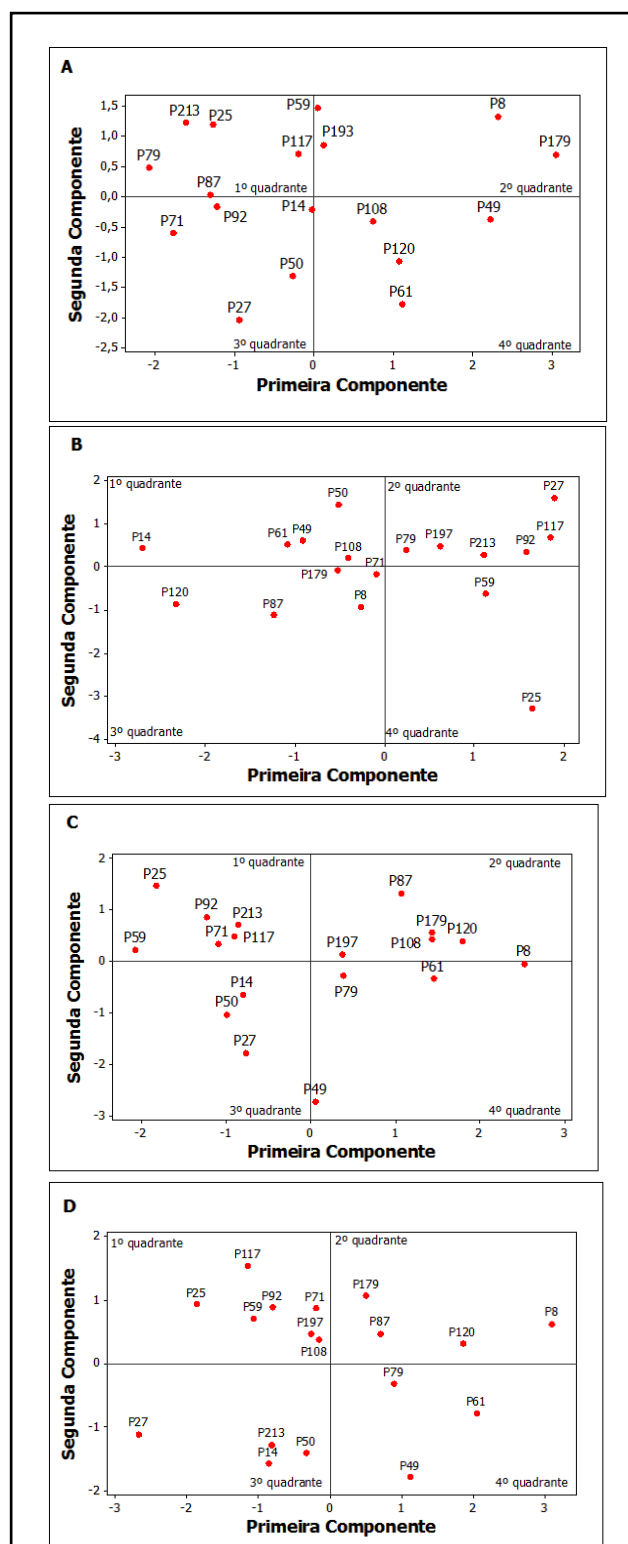
**Tabela 3** – Estimativa dos autovalores em acessos de variedades crioulas de pimentas *Capsicum baccatum* em quatro pontos de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado.

| <b>Raiz (%)</b> | <b>Porcentagem acumulada (%)</b> |
|-----------------|----------------------------------|
| 53,67           | 53,67                            |
| 20,56           | 74,24                            |
| 18,99           | 93,23                            |
| 6,76            | 100,00                           |



**Figura 1** – Acessos de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*) do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado caracterizadas quanto a produção de compostos bioativos em frutos (A) Frutos maduros de todas as variedades crioulas avaliadas (B) Diferentes pontos de maturação (0%, 30%, 70% e 100%) nos acessos P25, P50 e P108. Fotos: Carla Sigales de Vasconcelos.





**Figura 2** – Dispersão gráfica gerada a partir dos escores do primeiro componente e segundo componente, na análise de componentes principais dos acessos de pimentas (*Capsicum baccatum*) (A) frutos com 0% de maturação (B) frutos com 30% de maturação (C) frutos com 70% de maturação (D) frutos 100% maduro.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho contribuíram significativamente para o conhecimento do germoplasma conservado no Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da EmbArapa Clima Temperado, por meio da avaliação agronômica de variedades crioulas de *Capsicum baccatum* e caracterização da produção de compostos bioativos em frutos de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*).

Para fazer um bom uso dos acessos de variedades crioulas conservados em Bancos de Germoplasma é essencial a caracterização dos mesmos para que se conheça a diversidade existente nas espécies conservadas e também a variabilidade nos acessos de uma mesma espécie. Essa caracterização é parte inicial para a realização de trabalhos futuros de melhoramento genético com *Capsicum baccatum*.

O capítulo I desta dissertação apresenta a avaliação agronômica de 18 acessos de variedades crioulas com 14 descritores quantitativos (dias transcorridos do transplante ao florescimento e para a produção do primeiro fruto maduro, estatura da planta, diâmetro médio da copa, número de frutos, matéria fresca dos frutos, matéria fresca dos frutos por planta, matéria seca por fruto, relação entre matéria fresca e matéria seca dos frutos, produção estimada da matéria seca por planta, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do pedúnculo e espessura da parede do fruto) e 13 descritores qualitativos (hábito de crescimento, densidade de ramificação, densidade de folhas, persistência entre pedúnculo e planta, pungência, aroma, superfície do fruto, cor do fruto imaturo, cor do fruto maduro, formato do fruto, persistência entre fruto e pedúnculo, número de lóculos e frutos encostando-se no chão). Foram identificados acessos com potencial para consumo *in natura*, para uso ornamental e com alta produtividade de frutos, sugerindo seu uso para o

melhoramento. O capítulo II apresenta a avaliação da produção de compostos fenólicos, antocianinas totais, atividade antioxidante e produção de carotenoides totais em quatro pontos de maturação dos frutos (0% de maturação, 30% de maturação, 70% de maturação e 100% maduros).

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram a grande variabilidade genética encontrada em *Capsicum*. A caracterização e avaliação destes acessos de variedades crioulas permitiu reconhecer os mais indicados para integrarem programas de melhoramento com diferentes objetivos, tanto para desenvolvimento de novas cultivares ornamentais, quanto para a obtenção de cultivares aptas à produção de frutos para consumo *in natura* ou processados.

Os dois capítulos da dissertação evidenciam a importância do acervo do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado, pela presença de acessos de variedades crioulas com grande variabilidade genética, podendo tornar-se parte de programas de melhoramento de *Capsicum baccatum* no Brasil.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Introdução Geral)

BIANCHETTI, L.B.; CARVALHO, S.I.C. Subsídios a coleta de germoplasma de espécies de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum*. In: WALTER, B.M.T.;n CAVALCANTI, T.B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. 2005. p. 355-385.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B. Botânica e recursos genéticos. In: RIBEIRO, C.S.C.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 39-53.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum* spp.): Botânica**. 2004. Disponível em: [www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica](http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica). Acesso em: 21 Out. 2012.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; BUSTAMANTE, P.G.; SILVA, D.B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**, Embrapa Hortaliças. Documentos n. 49, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. 49p.

LOPES, J.F.; CARVALHO, S.I.C. A variabilidade genética e o pré-melhoramento. In: FALEIRO, FARIAS NETO, A.L.; RIBEIRO JUNIOR, W.Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 65-74.

NASS, L.L.; NISHIKAWA, M.A.N.; FÁVERO, A.P.; LOPES, M.A. Pré-melhoramento de germoplasma vegetal. In: NASS, L.L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 683-716.

NEITZKE, R. **Recursos genéticos de pimentas do gênero *Capsicum* – explorando a multiplicidade de usos**. 2012. 115f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NEITZKE, R.S.; BARBIERI, R.L.; HEIDEN, G.; CASTRO, C.M. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, 2008, p. 249-255.

NICK, C.; CARVALHO, M.; ASSIS, L.H.B.; CARVALHO, S.P. Genetic dissimilarity in cassava clones determined by multivariate techniques. **Crop Breeding and Applied Genetics**, Viçosa, v.8, 2008, p.104-110.

PEREIRA, M.C.; STEFFENS, R.S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P.F.; RIOS, A.O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S.H. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v.60, p. 3061-3067, 2012.

PEREIRA, M.G.; SILVA, F.F.; PEREIRA, T.N.S. Recursos genéticos e o melhoramento de plantas. In: PEREIRA, T.N.S. **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa: Arca, 2010. p.115-140.

REIFSCHNEIDER, F.I.B. (Org.) ***Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. 113p.

## 6. VITAE

Carla Sigales de Vasconcelos, filha de Jurema Sigales de Vasconcelos e João Carlos Santos de Vasconcelos, nasceu em 30 de julho de 1989, em Pelotas, Rio Grande do Sul. Completou o Ensino Fundamental na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Osmar da Rocha Grafulha, e o Ensino Médio e Técnico em Agroindústria pelo Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça – CAVG/UFPel, durante o qual realizou estágio na Embrapa Clima Temperado no Laboratório de Sementes, sob orientação do Dr. Daniel Franco. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Católica de Pelotas – UCPel, durante a graduação realizou estágio na Embrapa Clima Temperado no Laboratório de Cultura de Tecidos sob orientação do Dr. Roberto Pedroso e no laboratório de Recursos Genéticos, sob orientação da Dra. Rosa Lía Barbieri. Desde 2011, é aluna regular do Programa de Pós-graduação em Agronomia na área de concentração em Fitomelhoramento, como bolsista da CNPq. Neste período, participou das atividades de pesquisa sobre recursos genéticos e compostos bioativos de *Capsicum baccatum*, sob orientação das pesquisadoras Dra. Rosa Lía Barbieri e Dra. Márcia Vizzotto.