

**NICOLE TREVISANI**

**VARIABILIDADE GENÉTICA E SELEÇÃO EM  
POPULAÇÕES DE PHYSALIS (*Physalis peruviana* L.)  
EM LAGES-SC**

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

**Orientador:** Altamir Frederico Guidolin.

**Co-orientador:** Jefferson Luís Meirelles Coimbra.

**LAGES, SC  
2014**

T814a

Trevisani, Nicole

Avaliação do crescimento de estruturas reprodutivas e seleção em populações de *physalis* no planalto Serrano Catarinense / Nicole Trevisani. - Lages, 2014.

70 p.: il. ; 21 cm

Orientador: Altamir Frederico Guidolin

Coorientador: Jefferson Luís Meirelles Coimbra

Bibliografia: p. 43-49

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2014.

1. *Physalis peruviana* L. 2. Descritores morfológicos.
3. Análise multivariada. I. Trevisani, Nicole. II. Guidolin, Altamir Frederico. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

CDD: 634- 20.ed.

**NICOLE TREVISANI**

**VARIABILIDADE GENÉTICA E SELEÇÃO EM  
POPULAÇÕES DE *PHYSALIS* (*Physalis peruviana* L.)  
EM LAGES-SC**

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

**Banca Examinadora:**

Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. ALTAMIR FREDERICO GUIDOLIN

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

Co-orientador:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. JEFFERSON LUÍS MEIRELLES COIMBRA

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

Membro:

\_\_\_\_\_  
Dr. GIOVANI OLEGÁRIO DA SILVA

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa CNPH/SPM

Lages, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_



## RESUMO

TREVISANI, Nicole. **Avaliação do crescimento de estruturas reprodutivas e seleção em populações de *Physalis* no planalto Serrano Catarinense**. 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC. 2014.

Considerando ser uma alternativa de produção com potencial valor econômico e devido ao conhecimento incipiente da variação genética nas populações cultivadas, é necessário iniciar um estudo para o melhoramento genético da espécie, de forma que o conhecimento da variabilidade poderá possibilitar a seleção de populações produtivas e adaptadas às condições locais de cultivo. Nesse sentido, o trabalho foi dividido em dois capítulos, onde os objetivos foram: *i*) avaliar a variação genética em populações de *physalis* quanto ao crescimento de estruturas reprodutivas medidas ao longo do tempo; *ii*) caracterizar a variabilidade genética em populações de *physalis* e selecionar genitores para utilização em programas de melhoramento genético. O experimento foi realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no campo experimental do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular (IMEGEM). As populações são originárias de diferentes regiões, sendo Fraiburgo, Caçador, Vacaria, Lages, Colômbia e Peru. O experimento foi conduzido a campo, em delineamento de blocos casualizados, com duas repetições. Os caracteres avaliados foram número de botões florais, número de flores, número de frutos, massa de frutos, massa de cápsula, massa de mil sementes, diâmetro equatorial de frutos e diâmetro polar de frutos. Os dados foram analisados



considerando informações referentes a dados com medidas repetidas no tempo para o primeiro capítulo e considerando informações referentes ao erro entre e dentro para a seleção de populações no segundo capítulo. O comportamento diferenciado quanto ao crescimento reprodutivo entre as populações sugere que as avaliações devem ser realizadas ao longo do tempo. Não foi possível selecionar populações quanto a precocidade na emergência das estruturas reprodutivas. A população de Fraiburgo apresentou maior emergência de frutos no último período de avaliação. Existe variabilidade entre as populações de *physalis* no Planalto Serrano Catarinense ( $p < 0,05$ ), para os caracteres de frutos. Não existe variação dentro da unidade experimental. Recomenda-se o cruzamento da população de Vacaria com as populações de Caçador, de Lages e do Peru, para a obtenção de populações segregantes de *Physalis*.

**Palavras-chave:** *Physalis peruviana* L.. Descritores morfológicos. Análise multivariada.





## ABSTRACT

TREVISANI, Nicole. **Reproductive growth and plant selection in populations of the plant *Physalis* in Santa Catarina.** 2014. 70 f. Dissertation (Master in Plant Production) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC. 2014.

Be considering an alternative production potential and economic value due to incipient knowledge of genetic variation in cultivated populations, it is necessary to launch a study to the genetic improvement of the species, so that the knowledge of the variability may enable the selection of productive populations and adapted to local growing conditions. In this sense, the work was divided into two chapters, where the objectives were: *i*) to evaluate the genetic variation in populations of physalis about the growth of reproductive structures measured over time; *ii*) evaluate the genetic variability within and among populations of physalis for selecting promising populations. The experiment was conducted at the State University of Santa Catarina (UDESC) on the experimental field of the Institute of Molecular Genetics and Breeding (IMEGEM). Populations originate from different regions, being Fraiburgo, Caçador, Vacaria, Lages, Colômbia and Peru. The field experiment was conducted in a randomized block design with two replications. The characters were the number of buds, number of flowers, number of fruits, fruit weight, mass capsule, thousand seed mass, diameter of fruits and fruit polar diameter. Data were analyzed considering information relating to the data with repeated measures in time to the first chapter and considering information regarding the error between and within populations in the second chapter. The different behavior regarding reproductive growth among



populations suggests that assessments should be carried out over time. Unable to select populations for early emergence in the reproductive structures. The population of Fraiburgo showed higher emergence of fruit. There is variability among populations of *Physalis* ( $p < 0.05$ ) for the characters of fruits evaluated. There is no variation in the experimental unit. It is recommended the hybridization of population Vacaria with populations Caçador, Lages and Peru, to obtain segregating populations of *Physalis*.

**Key-words:** *Physalis peruviana* L.. Morphological descriptors. Multivariate analysis.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de segundo grau para a variável número de botões (NBF) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) em seis populações de physalis..... 39
- Figura 2 - Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de primeiro grau para a variável número de botões (NFL) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) em seis populações de physalis..... 41
- Figura 3 - Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de primeiro e segundo grau para a variável número de frutos (NFR) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) em seis populações physalis..... 42



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Teste com as matrizes de variância e covariância (MVC) pelo critério de informação de Akaike (AIC) para as variáveis número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR) entre as seis populações de *physalis*..... 34
- Tabela 2 - Variâncias residuais (diagonal principal) e covariâncias residuais (acima da diagonal) entre as respectivas épocas de avaliação para os caracteres número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR), preditos pelas matrizes desestruturada UN, CSH e ANTE(1), respectivamente..... 36
- Tabela 3 - Análise de variância dos efeitos fixos para as variáveis número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR) entre as seis populações de *physalis*..... 37
- Tabela 4 - Efeito fixo do fator época entre as seis populações de *physalis*, considerando a variável número de frutos (NFR), quantificado aos: 50, 57, 64 e 71 dias após transplante das mudas..... 44





- Tabela 5 - Análise de variância multivariada ( $p < 0,05$ ), com graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL), valor do teste Lambda de Wilks, valor do teste F e significância, para a massa de frutos, massa de cápsula, massa de mil de sementes, diâmetro equatorial de frutos e diâmetro polar de frutos, entre as seis populações de physalis, com a utilização dos erros corretos para os testes de hipóteses..... 53
- Tabela 6 - Estimativa da divergência genética entre seis populações de physalis, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), considerando as características massa de frutos, massa de cápsula, massa de mil sementes, diâmetro equatorial de frutos e diâmetro polar de Frutos..... 55
- Tabela 7 - Contrastes multivariados obtidos pela informação das distancias generalizadas de Mahalanobis ( $D^2$ ) com respectivos coeficientes canônicos padronizados e a estatística da razão de verossimilhança das cinco variáveis-resposta: massa de cápsula (MDC), massa de fruto (MDF), massa de mil sementes (MMS), diâmetro equatorial de frutos (DEF), diâmetro polar de frutos (DPF)..... 57



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	21
2 CAPÍTULO I: VARIABILIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE <i>PHYSALIS</i> QUANTO AO CRESCIMENTO DE ESTRUTURAS REPRODUTIVAS .....	27
2.1 RESUMO .....	27
2.2 ABSTRACT .....	28
2.3 INTRODUÇÃO.....	29
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
2.6 CONCLUSÃO.....	44
3 CAPÍTULO II: SELEÇÃO DE GENITORES CONTRASTANTES PARA CARACTERES DE FRUTOS EM <i>Physalis peruviana</i> L.....	46
3.1 RESUMO .....	46
3.2 ABSTRACT .....	47
3.3 INTRODUÇÃO.....	48
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.6 CONCLUSÃO.....	59
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
REFERÊNCIAS .....	62



## INTRODUÇÃO GERAL

O segmento frutícola no Brasil tem garantido colheita superior a 40 milhões de toneladas de frutas ao ano desde 2004 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2014). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) o Brasil ocupa a terceira colocação no *ranking* da produção mundial de frutas, seguido da Índia e da China. As frutas que mais contribuem para o volume total da produção brasileira são a laranja, a banana, a uva, o abacaxi e o mamão, que juntas, somam aproximadamente 30 milhões de toneladas (IBGE, 2013). A presença brasileira no mercado externo, com a oferta de frutas tropicais e de clima temperado durante boa parte do ano, é possível devido a extensão territorial do país, posição geográfica e condições de clima e de solo privilegiados. A diversidade de condições edafoclimáticas proporciona ao Brasil a incorporação e diversificação dos cultivos, muitos dos quais são poucos explorados economicamente, considerando diferentes espécies frutíferas nativas e exóticas.

A espécie *Physalis peruviana* L., enquadrada na categoria dos pequenos frutos, tem despertado a atenção de consumidores, processadores de frutas, agentes comercializadores e, por consequência, produtores em escala familiar como também de médio e grande porte (PAGOT; HOFFMANN, 2003). A espécie, popularmente conhecida como *physalis*, é cultivada como planta exótica no Brasil e conhecida no mundo pelo seu sabor e aspecto singular (PATRO, 2010). Pertence a família das solanáceas e durante muitos anos foi considerada como erva daninha (BERNAL, 1986), sem importância econômica. A *Physalis peruviana* L. é originária da região Andina, destacando-se países como a Colômbia, o Peru e o Equador (MEDINA, 1991). O gênero

*Physalis* inclui cerca de 100 espécies, entre anuais e perenes, e a espécie *Physalis peruviana* L. é considerada a mais importante do gênero. Quiros (1984) em um estudo reporta que o número básico de cromossomos do gênero *physalis* é  $n = 12$  e que a maioria das espécies se caracteriza por serem diploides. Das espécies cultivadas, somente a *Physalis peruviana* é considerada tetraploide. Lagos (2005) em estudo sobre o comportamento meiótico de alguns acessos de *P. peruviana* concluiu que a espécie não possui problemas de esterilidade e a viabilidade do pólen é entre 89 e 93% o que facilita muito a fertilização e propagação das plantas.

A *Physalis* passou a ter importância comercial na Colômbia, no ano de 1985, com ampla produção dos frutos destinados para o consumo *in natura* e também em diversas formas de processamento (NAVOA et al., 2006). Atualmente, a Colômbia é o maior produtor mundial de *physalis*, sendo que a frutífera corresponde a um total de 54% das exportações de frutas frescas neste país. Provavelmente, a Colômbia é o país com maior área de cultivo, em torno de 800 a 1000 hectares e produtividade entre 15 e 28 t/ha<sup>-1</sup> (MIRANDA, 2004). No Brasil, o cultivo da *physalis* iniciou no ano de 1999 na Estação experimental de Santa Luzia no Estado de São Paulo, com a realização de trabalhos voltados a diferentes formas de adubação e condução das plantas. A partir de 2008, novos fruticultores iniciaram o cultivo, o que trouxe boas perspectivas para incorporação da cultura na agricultura familiar. Mesmo assim, o cultivo da *physalis* ainda é recente no Brasil, com pequena expansão para o Estado do Rio Grande do Sul, principalmente para as cidades de Vacaria, Roca Sales e Áurea, bem como em Santa Catarina, nas cidades de Urupema, Fraiburgo e Lages (LIMA et al., 2009). No planalto Serrano Catarinense existem cultivos comerciais, no entanto não é possível encontrar na literatura dados de produção média desta

frutífera no país, caracterizando-se como um cultivo em desenvolvimento.

No ano 2000 a Universidade de Nariño na Colômbia estabeleceu uma linha de pesquisa voltada a produção de frutos Andinos (CRIOLLO; LAGOS, 2000) e dentro desta linha se destaca o projeto uvilla (*Physalis peruviana* L.) com o intuito em avançar os trabalhos de coleta, caracterização e conservação dos recursos genéticos (HEJEILE; IBARRA, 2001). Esses trabalhos possibilitaram o desenvolvimento de diversas coleções em bancos de germoplasma de physalis, sendo a de maior destaque situada em Palmira, na Universidade Nacional da Colômbia, contando com 222 acessos. Nos bancos de germoplasma de CORPOICA (Corporação Colombiana de Investigação Agropecuária), em Antioquia, existem 98 acessos (LIGARRETO et al., 2005). A Universidade de Nariño conta com uma coleção de 50 acessos que compreendem introduções regionais coletadas e caracterizadas morfológicamente por Hejeile e Ibarra (2001). Lagos et al. (2007) enfatizam que mesmo havendo a caracterização destas coleções, não existe um bom sistema de documentação do gênero no país e, portanto, sua contribuição aos processos de seleção é escassa. Além disso, se desconhece a procedência de uma grande quantidade de acessos cultivados (LIGARRETO et al., 2005), havendo a necessidade em proceder a avaliação do germoplasma a fim de estabelecer a capacidade combinatória dos acessos e o nível de heterose das introduções que apresentam atributos promissores nos estudos de caracterização.

Estudos relacionados à caracterização de populações de physalis são escassos na literatura brasileira. Os cultivos estabelecidos nas diferentes regiões do país são provenientes de sementes de procedência desconhecida, de forma que não existem no país variedades de physalis registradas (MAPA,

2014). Desta forma, o conhecimento de possíveis variações na constituição genética das populações, com a avaliação de características agrônômicas importantes é o primeiro passo para a seleção de indivíduos para compor um programa de melhoramento. Os estudos de caracterização são destinados ao conhecimento das principais características morfológicas dos acessos para poder diferencia-los e, desta forma, identificar o potencial dos mesmos para a utilização direta ou para geração de novos acessos.

Os programas de melhoramento de plantas atuam no desenvolvimento de variedades, buscando principalmente eficiência na produção e na qualidade do produto final aliada a tolerância a pragas, doenças e estresses abióticos (BORÉM; MIRANDA, 2013). Essas características, por sua vez, demonstram uma grande heterogeneidade entre os indivíduos que compõe uma mesma cultivar e nos diferentes tempos de colheita (LANCHERO et al., 2007). Esses fatores conjuntamente evidenciam a necessidade em conhecer as possíveis variações genéticas entre as populações cultivadas para que, desta forma, seja possível a seleção de indivíduos com características promissoras. A utilização plena do potencial genético de qualquer cultivo depende da disponibilidade de uma ampla base genética para que se possam aplicar processos de seleção (LOBO, 2006).

Os descritores morfológicos têm sido amplamente utilizados na caracterização da variabilidade do germoplasma, selecionando aqueles que mais contribuem para a variabilidade e que são úteis na discriminação de genótipos contrastantes. O que se descreve é o fenótipo e este é dependente do componente genético, do componente ambiental e da possível interação genótipo e ambiente (PALOMINO, 2010). Para tanto, diversos descritores morfológicos foram descritos para a cultura da *Physalis* pelos autores Hejeile e Ibarra (2001) na



Colômbia. Dentre os principais descritores estabelecidos, os principais avaliam características relacionadas ao formato e cor de folhas, de flores e de frutos e, também aqueles destinados a avaliação de características de qualidade de frutos, como massa de frutos com cálice, massa de frutos, diâmetro polar, diâmetro equatorial, número de sementes por fruto e graus Brix. Em estudo de caracterização morfológica realizado por Palomino (2010) é possível verificar a discriminação dos acessos em grupos de similaridade, e também a relação entre os descritores empregados. Com este estudo, foi detectada variabilidade entre 29 acessos avaliados, com a seleção de seis acessos promissores, que apresentam frutos de maior tamanho e com elevado conteúdo de sólidos solúveis. Além disso, a avaliação de características relacionadas ao crescimento de estruturas reprodutivas é importante para a seleção de populações adaptadas as condições locais de cultivo. Características relacionadas a precocidade na emergência de botões, flores e frutos pode ser uma alternativa ao cultivo da *physalis* em regiões com clima temperado, com temperaturas negativas no inverno.

Neste sentido, o presente estudo foi dividido em dois capítulos. No primeiro capítulo foram abordadas questões referentes ao crescimento de estruturas reprodutivas (botões, flores e frutos) entre as diferentes populações de *physalis*, em que as avaliações foram realizadas ao longo de distintas épocas de crescimento da planta. O segundo capítulo foi destinado ao estudo da variabilidade genética entre e dentro das populações de *physalis*, baseando-se em caracteres morfológicos de frutos, para a seleção de populações promissoras. O estudo se baseou nas seguintes hipóteses: *i*) existe variabilidade genética entre as populações estudadas, oriundas de diferentes locais; *ii*) existe eficiência na utilização dos descritores morfológicos para discriminação das populações; *iii*) a seleção de indivíduos

promissores pode contribuir para o melhoramento genético da espécie no planalto Serrano Catarinense. Com base nestas hipóteses, os objetivos foram: *i*) avaliar a variação genética em populações de *physalis* quanto ao crescimento de estruturas reprodutivas medidas ao longo do tempo; *ii*) caracterizar a variabilidade genética em populações de *physalis* e selecionar genitores para utilização em programas de melhoramento genético.

## **2 CAPÍTULO I: VARIABILIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE PHYSALIS QUANTO AO CRESCIMENTO DE ESTRUTURAS REPRODUTIVAS**

### **2.1 RESUMO**

O objetivo do trabalho foi avaliar a variação genética em populações de physalis quanto ao crescimento de estruturas reprodutivas. O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto de melhoramento e genética molecular da UDESC (IMEGEM), localizado em Lages-SC. O experimento consiste de seis populações de physalis, conduzido em blocos ao acaso. Os caracteres avaliados foram número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR), quantificadas aos 43, 50, 57, 64 e 71 dias após o transplante das mudas no campo. Os dados foram analisados considerando o modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + b_j + \alpha_i + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + e_{ijk}$ . Foram estruturadas matrizes de variância e covariância dos erros. As matrizes selecionadas foram: desestruturada (UN), simetria composta heterogênea (CSH) e ante-dependente de primeira ordem [ANTE(1)], por meio do critério de informação de Akaike (AIC). A análise de variância ( $p < 0,05$ ) foi significativa para o efeito da interação população\*época. As populações de physalis comportam-se diferentemente quanto ao crescimento das estruturas, ao longo do período de tempo avaliado. A população de Vacaria apresentou menor emergência de botões e de flores, contudo a frutificação foi semelhante às populações de Lages e da Colômbia. A população de Fraiburgo demonstrou maior número de frutos emergidos na última época de avaliação. Não foi possível selecionar populações de physalis quanto a precocidade na emergência das estruturas reprodutivas.

**Palavras-chave:** *Physalis peruviana* L.. Frutificação. Estruturação de matrizes. Regressão.

## 2.2 ABSTRACT

The objective was to evaluate the genetic variation in populations of physalis about the growth of reproductive structures. The experiment was conducted in the experimental field of the Instituto de Melhoramento e Genética Molecular of UDESC (IMEGEM), located in Lages-SC. The experiment consists of six populations of physalis, conducted in randomized blocks. The characters were the number of flower buds (NBF), number of flowers (NFL) and number of fruits (NFR), quantified at 43, 50, 57, 64 and 71 days after transplanting in the field. Data were analyzed considering the statistical model:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_k + b_j + (\alpha\gamma)_{ik} + e_{ijk}$ . Variance and covariance matrices of the errors were structured. Selected matrices were unstructured (UN), heterogeneous compound symmetry (CSH) and ante-dependent first order [ANTE (1)] by means of the Akaike information criterion (AIC). The analysis of variance ( $p < 0.05$ ) was significant for the effect of population\*time interaction. Populations of physalis behave differently for growth in structures throughout the time period evaluated. The population showed lower Vacaria emergency buttons and flowers, but fruit set was similar to the population of Lages and Colômbia. The population of Fraiburgo showed greater number of fruits emerged last season evaluation. Unable to select populations of physalis as early in the emergence of reproductive structures.

**Key-words:** *Physalis peruviana* L.. Fruits. Structuring matrices. Regression.

## 2.3 INTRODUÇÃO

A espécie *Physalis peruviana* L., comumente conhecida por physalis, é uma planta que pertence a família das solanáceas, cuja origem compreende a região Andina. Caracteriza-se por produzir frutos açucarados e com bom conteúdo de vitamina A, C, ferro e fósforo (FISHER; ALMANZA, 1993). A espécie encontra-se distribuída em grande parte de regiões tropicais e subtropicais onde se comporta como planta anual ou perene, dependendo das condições de temperatura predominantes na região. Esta frutífera apresenta elevado potencial econômico devido à qualidade nutricional, sensorial e visual dos frutos, sendo consumida no Brasil como fruta exótica a preço elevado (LIMA et al., 2009). O elevado custo de produção se deve a diversos fatores relacionados ao manejo, como a elevada exigência de mão-de-obra na colheita (SCHNEIDER et al., 2007), no entanto, a maior limitação deve-se ao conhecimento insipiente da cultura nas condições de cultivo em regiões brasileiras.

Uma vez reconhecida a sua importância, é necessário considerar que o aumento da produção da physalis não depende somente das técnicas de manejo. Aliado a isso, torna-se necessário a aplicação do melhoramento genético com intuito de tornar o cultivo rentável e com qualidade no produto final. No melhoramento de espécies frutíferas, características relacionadas ao crescimento de estruturas relacionadas a frutificação, como emergência de botões florais, flores e frutos, são de grande importância na seleção de populações produtivas e adaptadas as condições locais de cultivo. A descrição das etapas de crescimento e desenvolvimento em diferentes populações proporciona informações importantes sobre a duração média de cada fase em relação às diferentes épocas do

ano (LARCHER, 2000), possibilitando o aumento do período de oferta de frutos e adaptação das tecnologias disponíveis (ANTUNES et al., 2008).

O crescimento reprodutivo é determinado pela contagem de botões florais, abertura de flores e formação dos frutos, em épocas sucessivas de avaliação, em que os mesmos indivíduos na unidade experimental são avaliados de maneira repetida. Planejamentos desse tipo permitem que se avaliem mudanças que ocorrem ao longo do tempo (FERREIRA, 2012). A realização de medidas no tempo ou no espaço é prática comum no melhoramento de espécies frutíferas, pois características de interesse se expressam mais de uma vez em um mesmo indivíduo (RESENDE, 2002). Como as medidas são realizadas na mesma unidade experimental e, em geral, de modo sistemático, é de se esperar que ocorra correlação não nula entre as medidas no tempo, bem como exista certa heterogeneidade de variâncias (LITTEL et al., 2006). É possível considerar que as respostas de tempos mais próximos sejam mais correlacionadas do que aquelas de tempos mais distantes, característica comum de dados mensurados ao longo do tempo (CECON et al., 2008).

Desta forma, em experimentos em que são obtidos dados com medidas repetidas no tempo é recomendável que se leve em conta a estrutura das variâncias e covariâncias residuais, assumindo ausência de correlação dos erros experimentais e homogeneidade de variâncias residuais. A não consideração de ambas as pressuposições do modelo estatístico podem gerar o risco de selecionar maior proporção de genótipos com alto valor fenotípico, e não de maior valor genético, podendo ocorrer até a redução no progresso genético esperado (TAPIA et al., 2011).

O objetivo do trabalho foi avaliar a variação genética em populações de *physalis* quanto ao crescimento de estruturas reprodutivas.

## **2.4 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no campo experimental do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC (IMEGEM) situado na cidade de Lages-SC (27° 48' S e 50° 19' O), com altitude média de 916m. O município apresenta clima do tipo Cfb (clima temperado com verão fresco) e temperatura média anual de 14,3°C, com precipitação pluvial média anual de 1479,4 mm (CARDOSO et al., 2003).

Os dados são provenientes de um experimento formado por seis populações de *physalis* oriundas de diferentes locais. Cada local caracteriza uma população ou um tratamento. As mudas foram preparadas em casa de vegetação e transplantadas para o campo 47 dias após o plantio nas bandejas, ou seja, quando as mudas atingiram altura entre 15-20 cm. A unidade experimental é composta por 25 plantas, espaçadas 2 m entrelinha e 1 m entre plantas, com amostragem de seis plantas. Os caracteres avaliados foram número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR), quantificadas ao longo do tempo. O período de avaliação para a variável NBF foi de 36 até 71 dias após o transplante (DAT). Para a variável NFL a contagem iniciou 43 até 71 DAT. Para a variável NFR foram consideradas as épocas 50 DAT até 71 DAT. As inferências deste estudo são baseadas no crescimento das estruturas reprodutivas durante o período de crescimento precedente e primeira frutificação. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com duas repetições.

Os dados foram submetidos ao teste de Levene para a verificação da homogeneidade de variâncias por meio do

procedimento GLM do SAS 9.2. A correção de independência dos erros foi feita pelo ajuste da matriz de variâncias e covariâncias dos erros, para cada variável-resposta, considerando o modelo estatístico escrito:  $Y_{ijk} = \mu + b_j + \alpha_i + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + e_{ijk}$ . Onde,  $Y_{ijk}$  é o valor observado da variável resposta na  $j$ -ésima unidade experimental submetida a  $i$ -ésima população no  $k$ -ésimo tempo;  $\mu$  é a média geral observada;  $b_j$  efeito do bloco da população  $i$  na unidade experimental  $j$ ;  $\alpha_i$  efeito da população  $i$ ;  $\gamma_k$  efeito da época  $k$ ;  $(\alpha\gamma)_{ik}$  efeito da interação entre a população  $i$  na época  $k$  e  $e_{ijk}$  é o erro aleatório associado as observações do  $k$ -ésimo tempo para a  $i$ -ésima população na  $j$ -ésima unidade experimental. A hipótese de erro correlacionado devido a avaliação contínua das mesmas plantas no decorrer das épocas sugere diferentes estruturas para a matriz de variância e covariância dos erros. A escolha da melhor estrutura foi estabelecida pelo critério de informação de Akaike (AIC). Os valores são obtidos pela equação  $AIC = -2\log L + 2d$  em que:  $L$  corresponde o máximo valor de verossimilhança restrita e  $d$  o número de parâmetros de covariância. Os parâmetros das matrizes de variância e covariância dos erros foram testados pelo teste Z ( $p < 0,05$ ).

Os dados foram submetidos a análise de variância univariada para testar a significância dos efeitos da população, da época e da interação população\*época. Para a obtenção dos parâmetros da equação de regressão foi utilizado o procedimento GLM do SAS com auxílio de coeficientes estabelecidos para os componentes de 1º e 2º grau dos contrastes ortogonais. Os pontos de inflexão das curvas ajustadas correspondem aos momentos em que ocorre o máximo crescimento da característica em análise. Desta forma, os pontos de máxima no modelo de regressão quadrática foram calculados com a derivada da função de 2º grau.



## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as três variáveis avaliadas (NBF, NFL e NFR) não foi constatado heterogeneidade de variâncias pela aplicação do teste de Levene (GL população = 5; GL resíduo = 426; QM = 1088178;  $F = 0,41^{ns}$ ). O teste estatístico possui hipótese de nulidade para variâncias homogêneas dos erros experimentais ( $\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_n$ ), ou seja, com aceitação da hipótese de nulidade é possível afirmar que as variâncias comportam-se de maneira semelhante entre as populações de *physalis*. Entre as pressuposições, a homogeneidade de variâncias dos erros é usualmente a menos provável de ser atendida. Com isso, os resultados obtidos demonstram que dados seguem a esta importante pressuposição.

O critério de informação de Akaike (AIC) recomenda o uso da matriz desestruturada (UN), matriz simetria composta heterogênea (CSH) e matriz ante-dependente primeira ordem [ANTE(1)] para o caráter NBF, NFL e NFR, respectivamente (Tabela 1). A escolha destas matrizes se deve aos valores inferiores de AIC comparativamente as demais matrizes. Loughin et al. (2007) fizeram consideráveis críticas aos modelos univariados que utilizam medidas repetidas ao longo do tempo, por não considerar as correlações existentes nas unidades experimentais, e isso pode invalidar todos os resultados das análises estatísticas. Uma consequência de ignorar a presença de correlação entre as medidas repetidas no tempo é que a significância entre as médias dos tratamentos pode ser exagerada e a sensibilidade dos testes para a interação é reduzida (LITTELL et al., 2006). Desta forma, é necessário o emprego da melhor estrutura da matriz de variância e covariância dos erros, selecionando-se aquela que melhor se adapte à correlação presente nas unidades experimentais (FREITAS et al., 2006).

**Tabela 1** - Teste com as matrizes de variância e covariância (MVC) pelo critério de informação de Akaike (AIC), considerando as variáveis número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR) entre as seis populações de *physalis*.

MVC	AIC		
	NBF	NFL	NFR
UN	2266	1593	1198
UN(1)	2391	1608	1210
AR(1)	2759	2524	1339
ARH(1)	2293	-	1200
TOEP	2711	2530	1341
TOEP(2)	2763	2524	1340
TOEPH	2283	1594	1203
CS	2749	2525	1337
CSH	2314	1590	1201
VC	2773	2527	1340
ARMA(1,1)	2743	2526	1337
ANTE(1)	2285	-	1193
HF	2602	2286	1221
FA(1)	2277	-	1195

Fonte: Produção do próprio autor

NOTAS:  $AIC = -2\log L + 2d$ . No qual:  $L$  corresponde ao máximo valor da verossimilhança restrita;  $d$  o número de parâmetros de covariância. UN: matriz desestruturada; UN(1): Desestruturada bandeada; AR(1): Autorregressiva de primeira ordem; ARH(1): Autorregressiva heterogênea de primeira ordem; TOEP: Toeplitz; TOEP(2): Toeplitz de banda; TOEPH: Toeplitz heterogênea; CS: Simetria composta; CSH: Simetria composta heterogênea; VC: Componente da variância; ARMA(1,1): Autorregressiva de primeira ordem de médias móveis; ANTE(1): Ante-dependente de primeira ordem ; HF: Huynh-Feldt; FA(1): Fator analítico de primeira ordem.

As variâncias residuais aumentam progressivamente e são significativas com o passar das épocas de avaliação para o caráter emergência de botões florais, havendo decréscimo aos 71 dias após o transplante (Tabela 2). O aumento das variâncias residuais ao longo das épocas está relacionado à emergência das estruturas reprodutivas, em que existem grandes variações entre as repetições na unidade experimental, com destaque aos 64 dias após o transplante que apresentou a maior variação entre os valores das repetições. Como os erros experimentais são preditos pelas diferenças observadas entre as repetições, a variação genética existente entre as plantas pode estar ampliando a variância dos erros experimentais, havendo comportamento diferenciado em cada época.

A variância nas sucessivas épocas é crescente quando considerado o número de flores, com destaque aos 71 dias após o transplante (Tabela 2). A última época de avaliação é a que apresenta maior abertura das flores, com maior variação entre as repetições. Esse resultado fica evidente quando comparado à variação decrescente do número de botões e crescente no número de flores na última época de avaliação. De fato, a campo pode ser verificado a grande desuniformidade na abertura das flores, pois em uma mesma planta e no mesmo dia de avaliação podem ser encontrados botões, flores e frutos em diferentes estágios de formação. A variação no padrão fenológico é consequência das características genéticas e dos fenômenos climáticos como temperatura e fotoperíodo, que interferem na floração e brotação, aspecto observado em algumas cultivares estudadas na cultura do mirtilo (ANTUNES et al., 2008). Na *physalis*, a colheita é contínua, permitindo a realização de coletas semanais, dependendo da maturidade dos frutos e da necessidade do mercado (IANCKIEVICZ et al., 2013).

**Tabela 2** - Variâncias residuais (diagonal principal) e covariâncias residuais (acima da diagonal) entre as respectivas épocas de avaliação para os caracteres número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR), preditos pelas matrizes desestruturada UN, CSH e ANTE(1), respectivamente.

Var	Dias	36	43	50	57	64	71
NBF	36	2,40*	3,58*	4,22*	2,68*	8,62*	-0,39
	43		10,98*	10,59*	5,06*	20,96*	-0,59
	50			21,02*	9,50*	46,47*	3,74
	57				24,4*	29,60*	1,86
	64					240,33*	19,74*
	71						15,26*
	Épc	-	43	50	57	64	71
NFL	43	-	0,54*	0,05	0,06	0,11	0,94
	50			1,85*	0,12	0,19	1,73
	57				2,35*	0,22	1,95
	64	CSH=0,058*				6,340*	3,21
	71						484,97*
Épc	-	-	14	21	28	35	
NFR	50			0,46*	1,32	0,07	0,01
	57	$\rho_1=$ 0,5			13,6*	0,74	0,08
	64	$\rho_2=$ 0,1				8,56*	0,91
	71	$\rho_3=$ 0,1					7,03*

Fonte: Produção do próprio autor.

NOTAS: \* significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste Z.

Ao considerar o carácter NFR é possível notar que a variação entre as repetições ao longo do período de tempo avaliado não segue um comportamento crescente. A maior variação é constatada aos 57 dias, de forma que a partir dessa época todas as populações apresentam valores semelhantes quanto ao número de frutos formados (Tabela 2). A menor variação para esse carácter demonstra que após certo período de

tempo as flores se desenvolvem em frutos com maior uniformidade entre as populações, quando comparado à fase anterior.

Para avaliar a existência de variação genética entre as populações e se as mesmas comportam-se diferentemente nas épocas de avaliação foi realizada uma análise de variância univariada ( $p < 0,05$ ). Os resultados apontam diferenças para os efeitos da população e da interação população\*época (Tabela 3).

**Tabela 3** - Análise de variância dos efeitos fixos para as variáveis número de botões florais (NBF), número de flores (NFL) e número de frutos (NFR) entre as populações de *physalis*.

Variáveis	FV	NGL	DGL	Valor de F
NBF	Bloco	1	65	1,810
	População	5	65	3,680*
	Época	5	65	1000,650*
	População*época	25	65	4,570*
NFL	Bloco	1	65	0,001
	População	5	65	2,090 <sup>ns</sup>
	Época	4	264	357,750*
	População*época	20	264	2,320*
NFR	Bloco	1	65	0,090
	População	5	65	1,440 <sup>ns</sup>
	Época	3	198	798,030*
	População*época	15	198	2,810*

Fonte: Produção do próprio autor

NOTAS: \*significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo. FV: fontes de variação. NGL: número de graus de liberdade do numerador. DGL: número de graus de liberdade do denominador.

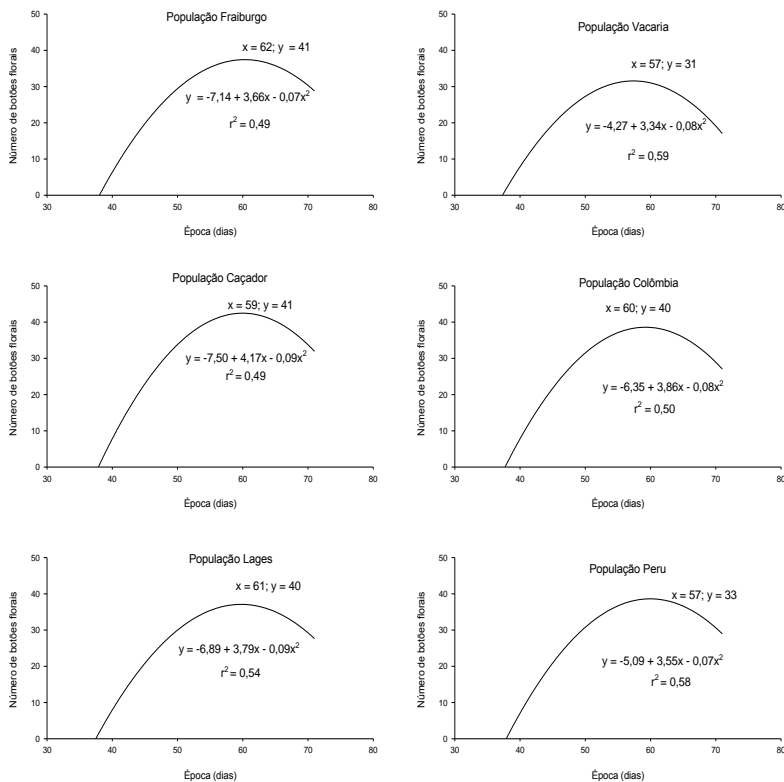
A existência de interação revela relação dos fatores, população e época, sobre a emergência das estruturas reprodutivas e que as populações não possuem o mesmo padrão de crescimento ao longo do período de avaliação. Esse

resultado é esperado, pois o crescimento das estruturas reprodutivas está diretamente relacionado às sucessivas épocas de avaliação, ou seja, a variação deve-se ao comportamento crescente das estruturas e que varia entre as populações.

A análise de regressão foi realizada para estudar a relação entre os fatores, população e época, no crescimento das estruturas reprodutivas. A Figura 1 representa o crescimento dos botões florais em cada população, ao longo das seis épocas de avaliação. Existe relação quadrática crescente e significativa pelo teste F ( $p < 0,05$ ), com intercepto (a) não significativo, coeficiente de regressão linear (b) e coeficiente de regressão quadrático (c) significativos para todas as populações. Os valores observados para os coeficientes de regressão, linear e quadrático, são determinantes na interpretação da curva de crescimento dos botões, o sinal negativo observado para o coeficiente de regressão quadrático em todas as funções, exprime o comportamento decrescente destas estruturas com o passar das épocas.

Ao avaliar a máxima emergência de botões florais, verifica-se que a população de Vacaria foi a que apresentou menor emergência destas estruturas, se comparada às demais populações. O ponto de inflexão da curva revela que aos 57 dias após o transplante das mudas emergiram 31 botões, seguido da população de Lages que na mesma época apresentou 33 botões. As demais populações (Fraiburgo, Caçador, Colômbia e Peru) demonstram comportamento semelhante, com variação entre 40 e 41 botões emergidos.

**Figura 1** - Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de segundo grau para a variável número de botões (NBF) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) entre as seis populações de physalis.



Fonte: próprio autor

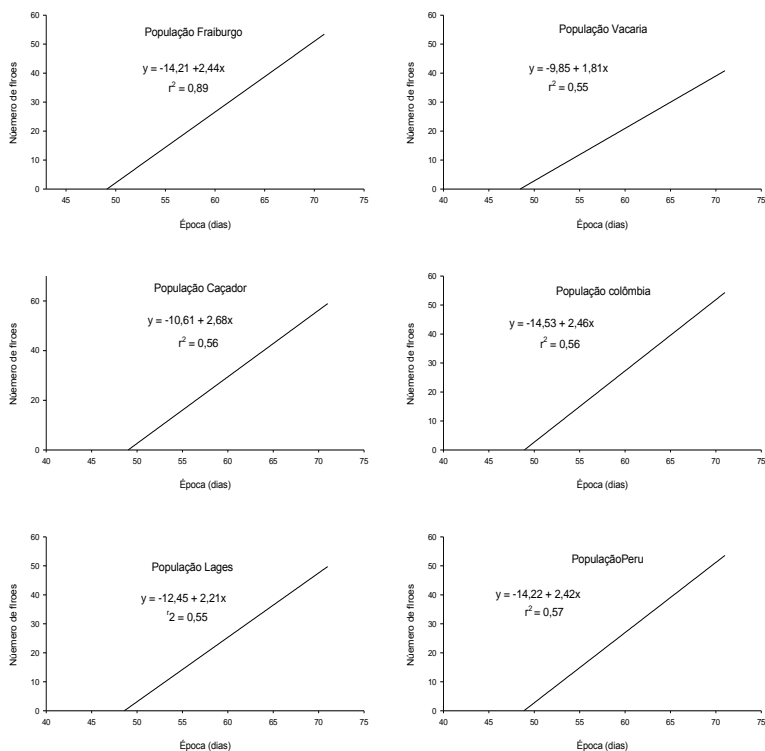
Os resultados obtidos revelam variação das populações nas diferentes épocas, fato comprovado pela interação entre os fatores população\*época significativa. A seleção de populações promissoras, com destaque a produtividade e precocidade na emergência dos botões, deverá considerar as épocas de avaliação. A seleção voltada a precocidade das populações se deve às condições edafoclimáticas adversas no inverno no

planalto Serrano Catarinense e, com isso, plantas com ciclo relativamente mais curto podem ser uma alternativa ao cultivo da *physalis* nesta região. O período para o cultivo da *physalis* é restrito em regiões com inverno rigoroso (Lages, Fraiburgo, Urupema), concentrando o cultivo apenas nos meses mais quentes do ano. A ocorrência de geadas promove a morte prematura das plantas, sendo principalmente nocivo quando atinge os botões florais.

Para o caráter número de flores, o início das épocas de avaliação é marcado pelo grande número de botões emergidos e pequena abertura destes em flores, de forma que houve uma rápida abertura destas estruturas nas épocas procedentes (Figura 2). Para o estudo deste caráter foi determinada a equação de regressão linear, para todas as populações. Como exposto no gráfico, o coeficiente de regressão linear positivo em todas as populações demonstra o comportamento crescente das flores. A população de Caçador foi a que apresentou a maior emergência de flores aos 71 dias após o transplante da mudas, com um total de 64 flores. De maneira contrária, a população de Vacaria novamente demonstrou comportamento inferior, com 41 flores no último dia de avaliação. As demais populações demonstram comportamento semelhante, variando entre 50 e 55 flores emergidas. Conforme Cerda (1995) em Santiago no Chile, a média de flores por planta é em torno de 60 flores. O pico de floração e frutificação pode estar relacionado com fatores abióticos que atuam sobre a fisiologia da planta, determinando ou restringindo a ocorrência destas fases (NETO, 2004).



**Figura 2.** Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de primeiro grau para a variável número de botões (NFL) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) em seis populações de physalis.

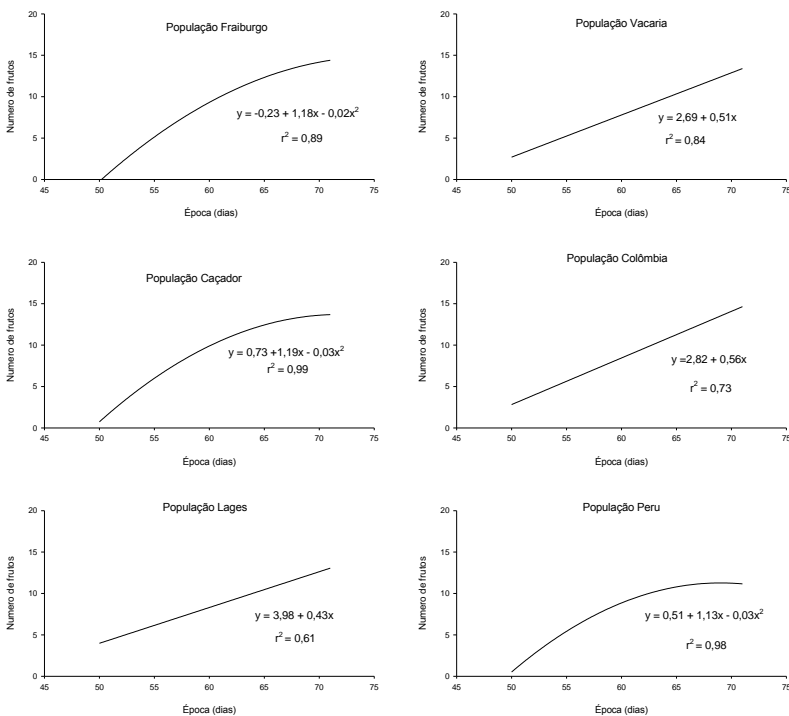


Fonte: próprio autor

O caráter número de frutos apresentou comportamento quadrático entre as populações de Fraiburgo, Caçador e Peru e linear para as populações de Vacaria, Lages e Colômbia. O comportamento de produção máxima na população de Fraiburgo ultrapassou o limite das épocas de avaliação deste estudo. Este resultado demonstra longevidade e produtividade

desta população, no entanto estudos sobre esse comportamento deverão ser procedidos para uma melhor compreensão da produtividade. As populações de Caçador e do Peru produziram 11 e 13 frutos, respectivamente, no ponto de máxima produção. O coeficiente de regressão quadrática negativo expressa comportamento decrescente da curva para estas populações.

**Figura 3** - Representação gráfica, estimativas das equações polinomiais de primeiro e segundo grau para a variável número de frutos (NFR) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) em seis populações phyalis.



Fonte: próprio autor

Na regressão linear, o coeficiente de regressão estimado foi positivo, o que demonstra relação crescente do número de frutos para a época estipulada neste estudo, para as populações Vacaria (0,51), Colômbia (0,56) e Lages (0,43). O coeficiente de regressão linear expressa a variação na variável-resposta correspondente ao incremento de um dia na época de avaliação, em que a população da Colômbia apresentou maior taxa de crescimento. Esta mesma população apresentou um total de 15 frutos aos 71 dias após o transplante das mudas.

A avaliação individual de cada época considerando todas as populações pode ser efetuada com o estudo do efeito simples do fator época. Os resultados obtidos demonstram que, realmente, as populações possuem comportamentos distintos em cada época de avaliação. A população de Lages, aos 50 e 57 dias após o transplante, foi a população com médias superiores a todas as demais populações e aos 64 e 71 essa mesma população foi a que apresentou a menor média na emergência de frutos. A população de Fraiburgo demonstrou comportamento inverso, ou seja, aos 50 e 57 dias após o transplante foi a população com menor emergência de frutos, enquanto que nos próximos dias (64 e 71) a produtividade dos frutos foi superior, em média, as demais populações. A população do Peru segue com o mesmo comportamento ao longo das quatro épocas de avaliação.

A avaliação individual de cada época considerando todas as populações pode ser efetuada com o estudo do efeito simples do fator época (Tabela 4). Os resultados obtidos demonstram que, realmente, as populações possuem comportamentos distintos em cada época de avaliação. A população aos 50 e 57 dias após o transplante foi a população com médias superiores a todas as demais populações e aos 64 e 71 essa mesma população foi a que apresentou a menor média na emergência

de frutos. A população 01 demonstrou comportamento inverso a população 05, ou seja, aos 50 e 57 dias após o transplante foi a população com menor emergência de frutos, enquanto que nos próximos dias (64 e 71) a produtividade dos frutos é superior as demais populações. Desta forma, as populações 01 e 05 apresentam um bom exemplo de interação complexa. A população 06 segue com o mesmo comportamento ao longo das quatro épocas de avaliação.

**Tabela 4** - Efeito fixo do fator época entre as seis populações de *physalis*, considerando a variável número de frutos (NFR), quantificado aos: 50, 57, 64 e 71 dias após transplante das mudas.

Caráter	Dias após transplante							
	50*		57		64		71	
NFR	05	1,17a	05	10,00a	04	14,75a	01	13,67a
	04	0,92ab	02	8,08b	01	14,00a	03	13,58a
	02	0,92ab	04	7,58b	03	12,33ab	02	11,67ab
	03	0,84ab	03	7,42b	02	11,50b	04	11,67ab
	06	0,75ab	06	6,25bc	06	11,25b	06	10,92b
	01	0,50b	01	4,75bc	05	10,42b	05	10,41b

Fonte: Produção do próprio autor.

Notas: \*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## 2.6 CONCLUSÃO

1 - As populações de *physalis* não apresentam o mesmo padrão no crescimento de botões, de flores e de frutos, ao longo das épocas de avaliação estabelecidas.

2 - Não foi possível selecionar populações com características de precocidade na emergência das estruturas reprodutivas.

3 - A população de Vacaria apresentou menor emergência de botões e flores, contudo para a frutificação foi semelhante às populações de Lages e da Colômbia.

4 - Ao priorizar produtividade de frutos, a população de Fraiburgo mostra-se com maior emergência destas estruturas, considerando o período de tempo avaliado.

### **3 CAPÍTULO II: SELEÇÃO DE GENITORES CONTRASTANTES PARA CARACTERES DE FRUTOS EM *Physalis peruviana* L.**

#### **3.1 RESUMO**

O objetivo do trabalho foi caracterizar a variabilidade genética em populações de *physalis* e selecionar genitores para utilização em programas de melhoramento genético. O delineamento foi de blocos casualizados, com duas repetições, composto por seis populações. A unidade experimental foi composta por 25 plantas, com amostragem de cinco plantas. Os caracteres avaliados foram massa de frutos (MDF), massa de cápsula (MDC), massa de mil sementes (MMS), diâmetro equatorial de frutos (DEF) e diâmetro polar de frutos (DPF). Os dados foram submetidos a análise de variância multivariada com a especificação do erro entre ( $p < 0,05$ ). A distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) foi utilizada como medida de distância genética e, posteriormente a técnica de contrastes multivariados para comparações de interesse e verificação das variáveis que contribuíram para a discriminação. Existem diferenças significativas entre as populações de *physalis*. A relação do erro entre sobre dentro indica a não necessidade de amostragens dentro da unidade experimental. A maior magnitude de distância, obtida pelo coeficiente de Mahalanobis, foi entre as populações de Lages e Vacaria, devido as diferenças quanto aos caracteres avaliados. Os contrastes multivariados apontam diferença entre a população de Vacaria com as populações de Caçador, de Lages e do Peru, que serão selecionadas para compor os futuros cruzamentos. Os caracteres responsáveis pela discriminação foram massa de cápsula, massa de frutos e diâmetro equatorial de frutos. A seleção das populações tem como intuito a complementação de

características contrastantes de frutos presente nos genitores envolvidos no cruzamento.

**Palavras-chave:** *Physalis peruviana* L.. Variação genética. Análise multivariada.

### 3.2 ABSTRACT

The aim of the study was to characterize the genetic variability in populations of *physalis* and to select parents for use in breeding programs. The design was a randomized complete block design with two replications consisting of six populations. The experimental unit consisted of 25 plants, with sampling of five plants. There evaluated fruit mass (MDF), mass capsule (MDC), thousand seed mass (MMS), diameter of fruits (DEF) and polar diameter of fruits (DPF). Data were subjected to multivariate analysis of variance with the specification of the error between ( $p < 0.05$ ). The Mahalanobis distance ( $D^2$ ) was used as a measure of genetic distance and subsequently the technique of multivariate contrasts for comparisons of interest and check the variables that contributed to discrimination. There are significant differences between the populations of *physalis*. The relationship between the error on the inside indicates no need for sampling within the experimental unit. The greater magnitude of distance, obtained by the coefficient of Mahalanobis, was among populations of Lages and Vacaria because the differences for the evaluated traits. Multivariate contrasts point difference between the population of Vacaria with populations Caçador, Lages and Peru, which will be selected to compose the future crossings. The characters were responsible for mass discrimination capsule, fruit mass and diameter of fruits. The selection of

populations will aim to complement the contrasting characteristics of this fruit in the parents involved in the cross.

**Key-words:** *Physalis peruviana* L.. Genetic Variation. Multivariate Analysis.

### 3.3 INTRODUÇÃO

A physalis (*Physalis peruviana* L.) é uma planta originária da região Andina e pertence a família das solanáceas. É cultivada como planta anual na maioria dos casos, contudo na ausência de geadas pode ser considerada perene. O número básico de cromossomos do gênero physalis é  $n = 12$ , sendo que a maioria das espécies é diploide e, entre as espécies cultivadas, somente a *P. peruviana* é tetraploide (QUIROS, 1984). A polinização é predominante por alogamia (SANTANA; ANGARITA, 1999), embora possa ocorrer algum grau de autofecundação (MACCAIN, 1993). Os frutos são amarelo-alaranjado, entre 10 e 35,50 milímetros de diâmetro, suculento, aromático e com sabor adocicado. O consumo dos frutos pode ser *in natura*, em diversas formas no processamento e também utilizado como decorativo. Os elevados teores de vitaminas A, B1, B2, B12 e C o tornam uma importante fonte nutricional (SARANGI et al. 1989).

A physalis é cultivada predominantemente na Colômbia, mas também se destacam regiões de países como a Índia, África do Sul, Nova Zelândia, Austrália e Hawaii (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989). No Brasil, a espécie foi introduzida no ano de 1999, na Estação Experimental de Santa Luzia em São Paulo e, posteriormente, expandiu para a região Sul do país. A adaptação da cultura as condições edafoclimáticas e aceitação do fruto pelos consumidores foram determinantes para a incorporação desta



espécie nos cultivos brasileiros, principalmente em pequenas e médias propriedades. O aumento na demanda da frutífera nos mercados da América do Norte, Europa e Japão dão boas perspectivas para a expansão da produção de *physalis*. O Brasil mostra-se como um potencial produtor de *physalis*, tanto para consumo interno como para exportação dos frutos. No entanto, a cadeia produtiva de um cultivo depende, dentre inúmeros fatores, do comprometimento das instituições de pesquisas na realização de trabalhos de melhoramento. A maior parte das pesquisas está voltada ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas de cultivo, havendo poucos esforços concentrados no melhoramento genético da *physalis*.

Alguns trabalhos com a coleta e caracterização de acessos, realizados na Colômbia (CRIOLLO; LAGOS, 2000), foram base para o início de um programa de melhoramento com a seleção entre diferentes acessos. Diferenças genéticas em produção e em qualidade de frutos encontradas entre acessos de diferentes origens (PROHENS; NUEZ, 1997) podem ser exploradas no melhoramento da *physalis*. No Brasil, as populações cultivadas são oriundas de sementes com procedência desconhecida, sem avaliação previa de características importantes de frutos que diferenciem as populações. Este fato pode ser confirmado pela inexistência de sementes registradas (MAPA, 2014), reforçando a importância em iniciar um programa de melhoramento genético das populações.

Nesse contexto, o conhecimento do potencial genético de uma espécie depende, em grande parte, da disponibilidade de ampla base genética (BETANCOURT et al. 2008). A variabilidade genética é a base do melhoramento e pode viabilizar a seleção de populações produtivas e adaptadas às condições locais (WAMSER et al., 2012). Com base nos recursos genéticos o melhorista pode selecionar populações

com ampla distância genética ou com características previamente definidas, aperfeiçoando trabalhos de clonagem e multiplicação massiva dos indivíduos portadores de características desejadas ou de suas combinações (LIGARRETO et al., 2005). Estudos de caracterização utilizam descritores morfológicos para estimar a variabilidade, sendo este o primeiro passo para o conhecimento do potencial genético da espécie.

O objetivo do trabalho foi caracterizar a variabilidade genética em populações de *physalis* e selecionar genitores para utilização em programas de melhoramento genético.

### **3.4 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido na área experimental do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC (IMEGEM), em Lages SC, sob coordenadas geográficas de 27°48' Latitude Sul e 50°19' Longitude Oeste, com altitude média de 916 m. O município apresenta clima do tipo Cfb (clima temperado com verão fresco) e temperatura média anual de 14,3°C, com precipitação pluvial média anual de 1479,4 mm (CARDOSO et al., 2003).

Os dados são provenientes de um experimento formado por seis populações de *physalis*, oriundas de Fraiburgo, Vacaria, Caçador, Lages, Colômbia e Peru. A produção das mudas foi realizada em bandejas, acondicionadas em ambiente protegido até atingirem altura entre 15-20 cm e transplante para local definitivo no campo. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com duas repetições, composto por seis populações. A unidade experimental é composta por 25 plantas espaçadas 1 metro na linha e 2 metros entre linha. A amostragem foi de cinco plantas da unidade experimental. Os caracteres avaliados foram massa de frutos sem cápsula

(MDF); massa de cápsula (MDC); massa de mil sementes (MMS); diâmetro equatorial de fruto (DEF); e diâmetro polar de fruto (DPF). A massa aferida em balança analítica de precisão (gramas) e os diâmetros com paquímetro digital (mm).

Para a análise dos dados, primeiramente foi realizado um teste global de variância multivariada, a 5% de probabilidade de erro pelo critério Lambda de Wilks, com a utilização do procedimento GLM do SAS 9.2. Na análise, considerou-se o erro entre e o erro dentro, para obtenção de inferências quanto a variabilidade entre as populações e a variação dentro da unidade experimental, considerando o modelo estatístico representado por:  $y_{ij} = \mu + b_i + \text{pop}_i + e_{ij} + d_{ij}$ . Onde,  $y_{ij}$ : refere-se ao conjunto de caracteres avaliados;  $\mu$ : efeito associado à média geral;  $b_i$ : efeito do bloco;  $\text{pop}_i$ : efeito associado a j-ésimo nível da população,  $e_{ij}$ : efeito do erro entre (erro experimental);  $d_{ij}$ : efeito do erro dentro (erro amostral), informação obtida pela avaliação das plantas dentro das parcelas.

Para estimar a dissimilaridade genética entre as populações foram utilizados coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), que intuito de caracterizar e identificar constituições genéticas distintas entre populações, comparadas duas a duas. Os coeficientes são estimados a partir da média das populações e da matriz de covariância residual. A adoção desta medida de distância deve-se a que a mesma considera a variabilidade de cada unidade amostral, sendo recomendada para dados provenientes de delineamentos experimentais e, principalmente quando as variáveis possuem algum grau de correlação.

Após os resultados fornecidos pelos coeficientes de Mahalanobis e obtenção das medidas de distância genética entre as populações o procedimento dos contrastes multivariados foi realizado para testar a significância entre

combinações específicas e também para a verificação dos caracteres que contribuíram de modo significativo para a variação, considerando o critério Lambda de Wilks ( $p < 0,05$ ). O procedimento GLM do SAS 9.2 foi utilizado para testar os contrastes.

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado na análise de variância multivariada revelou a existência de diferença significativa para o fator população, a 5% de probabilidade de erro, demonstrando a existência de variabilidade entre pelo menos duas populações de *physalis* (Tabela 5). O teste de hipóteses refere-se a aceitação da hipótese de nulidade  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  versus a hipótese alternativa  $H_A$ : pelo menos duas  $\mu_s$  são diferentes e é a primeira etapa da análise de dados multivariados oriundos de mais de duas populações. Seu resultado evidencia a significância ou não dos vetores de médias dos tratamentos, demonstrando a existência de variabilidade entre as populações avaliadas.

A existência de variabilidade pode ter sido em virtude das condições naturais do ambiente em que cada população foi cultivada desde a sua origem. Os processos de seleção natural ou até mesmo seleção artificial promoveram a expressão das características de frutos diferentemente nas populações, devido às condições edafoclimáticas dos diferentes locais onde foram cultivadas. E com isso, ao condicionar todas as populações a mesma condição de ambiente é possível constatar diferenças entre as mesmas. A importância do conhecimento da variabilidade genética nos programas de melhoramento permite expressar o potencial da população para a seleção (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 1996). Para o melhorista, interessa a obtenção de elevada variabilidade genética nas

plantas para a imposição de processos seletivos que efetivamente resulte em ganhos genéticos significativos (ALLARD, 1971).

**Tabela 5** - Análise de variância multivariada ( $p < 0,05$ ), indicando os graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL), valor do teste Lambda de Wilks, valor do teste F e a significância, para as cinco variáveis-resposta: massa de frutos, massa de cápsula, massa de mil de sementes, diâmetro equatorial de frutos e diâmetro polar de frutos, entre as seis populações de *physalis*, com a utilização dos erros corretos para os testes de hipóteses.

<b>Fontes de variação</b>	<b>NGL</b>	<b>DGL</b>	<b>Valor <math>\lambda</math></b>	<b>Valor F</b>
<b>Bloco</b>	5	1	0.001	123.91 <sup>ns1</sup>
<b>População</b>	25	5.21	0.001	8.37*
<b>Erro entre</b>	25	164.95	0.606	0.95 <sup>ns</sup>

Fonte: Produção do próprio autor

Notas: <sup>1/\*</sup>: Significativo a 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup>: não significativo. Hipótese de nulidade testada:  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ .

Cabe ressaltar que devido ao conhecimento incipiente quanto ao comportamento genético da espécie a avaliação realizada planta a planta teve o intuito de minimizar as possíveis variações não controladas e obter melhores estimativas quanto a verdadeira variabilidade genética entre as populações. A variação pode inflar o erro experimental dificultando a identificação de diferenças entre as populações (ALMEIDA et al., 2011). A análise de variância foi realizada com a especificação do erro entre, pois ao testar as médias de uma população, o erro entre é o apropriado denominador, uma vez que o mesmo é constituído de todas as fontes de variação

que compõe as médias dos tratamentos, exceto aquelas devido aos próprios tratamentos (STEEL et al., 1997).

A variação entre as amostras dentro da unidade experimental fornece uma medida da homogeneidade da unidade experimental. Na decomposição da variação total em dois componentes (entre e dentro), a variância dentro pode ser usada como medida para comparação da variância entre (GRANER, 1952). Desta forma, o erro experimental pode conter ou não variação adicional aquela entre as unidades de observação (plantas), dependendo da relação de grandeza entre a variação entre as unidades experimentais e a variação entre as unidades de observação (SILVA, 2003). Na análise tem-se, portanto, a variância do erro entre sobre a variância do erro dentro como não significativa (Tabela 5). Portanto, a variação afetando os valores das amostras (plantas) é devida exclusivamente ao acaso, sendo a variação uniformemente distribuída entre as cinco plantas dentro da unidade experimental. Assim, não convém realizar amostragens dentro da unidade se a variação dentro é insignificante (homogênea).

Para determinar o quão distante geneticamente uma população é da outra foram estimados valores da distância generalizada de Mahalanobis entre cada par de populações, que foram comparadas duas a duas (Tabela 6). Questões importantes referentes à eficiência relativa dos tratamentos (populações), na obtenção de quais comparações entre vetores de médias de interesse são relevantes e quais as variáveis que contribuíram de modo significativo para a variação entre os vetores de médias podem ser esclarecidas por técnicas de análise multivariada, como uma ferramenta exploratória dos dados. Os valores de distância, geradas pelos coeficientes de Mahalanobis, fornecem medidas de natureza preditiva quanto a dissimilaridade entre as populações, de suma importância para os programas de melhoramento destinados a seleção.

**Tabela 6** - Estimativa da divergência genética entre seis populações de *physalis*, estabelecidos pelos coeficientes da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), considerando as características massa de frutos, massa de cápsula, massa de mil sementes, diâmetro equatorial de frutos e diâmetro polar de Frutos.

<b>População</b>	<b>Vacaria</b>	<b>Caçador</b>	<b>Lages</b>	<b>Colômbia</b>	<b>Peru</b>
<b>Fraiburgo</b>	1.022 <sup>ns</sup>	0.558 <sup>ns</sup>	3.313 <sup>*</sup>	0.514 <sup>ns</sup>	0.691 <sup>ns1</sup>
<b>Vacaria</b>		1.195 <sup>*</sup>	4.641 <sup>*</sup>	0.853 <sup>ns</sup>	2.21 <sup>*</sup>
<b>Caçador</b>			1.617 <sup>*</sup>	0.206 <sup>ns</sup>	0.372 <sup>ns</sup>
<b>Lages</b>				1.972 <sup>*</sup>	1.375 <sup>*</sup>
<b>Colômbia</b>					0.477 <sup>ns</sup>

Fonte: Produção do próprio autor.

Notas: <sup>1/</sup> \*: significativo a 5% de probabilidade de erro. <sup>ns/</sup>: não significativo.

A população proveniente do município de Lages foi a que divergiu significativamente de todas as demais populações, demonstrando que as características avaliadas, relacionadas ao fruto, permitiram diferenciar esta população. A maior magnitude de distância da população de Lages foi com a população de Vacaria (4,641) sendo, portanto, populações com menor semelhança. A população de Vacaria também se demonstrou diferente das populações de Caçador (1,192) e do Peru (2,210). Diferenças genéticas em produtividade e em características de qualidade de frutos encontrados entre acessos de diferentes origens podem ser exploradas no melhoramento da *physalis* (LEIVA-BRONDO et al. 2008). A variabilidade obtida neste estudo pode ser ter sido oriunda da adaptação das populações as condições naturais do local onde foram cultivadas, em que o ambiente pode ter sido determinante na expressão de genes que contribuam de forma significativa para determinadas características. Falconer (1987) relata que a seleção natural, muitas vezes, não age na mesma direção dos

objetivos do melhorista e que pode operar em sentido inverso a seleção artificial.

As populações oriundas da Colômbia e do Peru não diferiram significativamente segundo o critério de Mahalanobis (Tabela 6), comprovando a semelhança entre ambas as populações quanto ao conjunto de caracteres avaliados. Segundo Falconer (1987) o grau de semelhança entre indivíduos varia com o caráter e pode ser utilizado para prever o resultado de acasalamentos seletivos, apontando qual o melhor método de conduzir a seleção. Em estudo sobre caracterização morfológica de *P. peruviana*, realizado por Ligarreto et al. (2005) na Colômbia, foi possível constatar que existem dez acessos de *physalis* com distâncias fenotípicas muito próximas, os quais conformam um grupo compacto com pequenas diferenças, sendo estas devido principalmente ao efeito do ambiente. Possivelmente se trata de um mesmo acesso com ampla dispersão na Zona Andina.

As técnicas de análise multivariada ( $D^2$ ) fornecem coeficientes para a quantificação das distâncias genéticas das populações duas a duas, desta forma, parte-se da hipótese de que quanto maior a distância genética entre dois genitores, maiores são as chances de combinações promissoras ao programa de melhoramento. Linhagens que contenham um grande número de alelos em comum, para uma determinada característica, são designadas como similares e inadequadas para produzir cruzamentos superiores (CHIORATO, 2004).

As comparações entre os vetores de médias de interesse gerados pelos contrastes multivariados ( $p < 0,05$ ) demonstram que existe diferença significativa apenas entre as combinações que envolvem a população de Vacaria (Tabela 7). Desta forma, os caracteres avaliados possibilitaram diferenciar a população de Vacaria das populações de Caçador, Lages e Peru. A amplitude de distância obtida entre as populações de Lages e



Vacaria, comprovada pelos resultados obtidos nos coeficientes de distancia de Mahalanobis, sugerem que ambas as populações podem ser selecionadas para um futuro processo de hibridação. A escolha de progenitores para programas de hibridação que visem a ampliação da variabilidade da espécie para o melhoramento genético deve levar em consideração a divergência genética, o desempenho per se dos progenitores e a complementariedade alélica (SOUZA et al., 2004).

**Tabela 7** - Contrastes multivariados obtidos pela informação das distancias generalizadas de Mahalanobis ( $D^2$ ) com respectivos coeficientes canônicos padronizados e a estatística da razão de verossimilhança das cinco variáveis: massa de cápsula (MDC), massa de fruto (MDF), massa de mil sementes (MMS), diâmetro equatorial de frutos (DEF), diâmetro polar de frutos (DPF).

Contrastes	MDC	MDF	MMS	DEF	DPF	F
Fraiburgo vs Lages	0.569	0.866	-0.502	-0.444	-0.374	0.115 <sup>ns1</sup>
Vacaria vs Caçador	0.193	0.794	-0.129	0.355	-0.433	0.025*
Vacaria vs Lages	0.339	0.709	-0.393	0.356	-0.338	0.001*
Vacaria vs Peru	0.056	0.608	-0.370	0.543	-0.352	0.002*
Caçador vs Lages	0.493	0.156	-0.781	0.176	0.046	0.751 <sup>ns</sup>
Lages vs Colômbia	0.492	0.634	-0.192	0.362	-0.504	0.416 <sup>ns</sup>
Lages vs Peru	0.930	0.241	-0.054	-0.434	0.029	0.596 <sup>ns</sup>

Fonte: Produção do próprio autor.

Notas: 1/\*: significativo a 5% de probabilidade de erro. ns/: não significativo.

Ainda assim, podem ser questionado quais os caracteres agronômicos que contribuíram de modo relevante para a significância da variação entre os vetores de médias das populações avaliadas. Tal resposta pode ser esclarecida com auxílio dos coeficientes canônicos padronizados (CCP) entre as cinco variáveis-resposta separadamente para cada contraste testado (Tabela 7). Dentre os contrastes que foram significativos é possível notar que as características que contribuíram para a diferença foram a massa de cápsula (MDC), a massa de fruto (MDF) e o diâmetro equatorial de frutos (DEF). De modo contrário, os coeficientes canônicos padronizados (CCP) com valores negativos podem ser interpretados de maneira similar, porém com direção contrária ao efeito, ou seja, valor negativo reduz o efeito da variável-resposta em questão (COMIBRA et al., 2007). As variáveis massa de mil sementes (MMS) e diâmetro polar de frutos (DPF) contribuem para a semelhança entre a população de Vacaria com Caçador, Lages e Peru.

Os resultados apontam que os caracteres que contribuíram para a diferença entre as populações podem ser priorizados no melhoramento genético da *physalis* para a região do planalto Serrano Catarinense. Em estudo de caracterização morfológica em acessos de *Physalis peruviana* L. Bonilla e Espinosa (2005) destacam que os caracteres massa de frutos e diâmetro de frutos foram decisivos na identificação de acessos com potencialidades para o mercado de consumo *in natura* e no processamento dos frutos. Estas foram características importantes para os programas de melhoramento genético da espécie na Colômbia. Dentre as características importantes na seleção, a massa de frutos é a principal a ser considerada para a comercialização (SOUZA et al., 2004). O valor comercial dos frutos está relacionado a aparência, ao tamanho e a qualidade pós colheita (TAVARINI et al. 2008).

### **3.6 CONCLUSÃO**

1 - As populações de *physalis* cultivadas no Sul do Brasil são diferentes geneticamente.

2 - Existe homogeneidade dentro das populações de *physalis* o que evidencia a não necessidade em realizar amostragens dentro da unidade experimental.

3 - Recomenda-se o cruzamento da população de Vacaria com as populações de Caçador, de Lages e do Peru, para a obtenção de populações segregantes de *physalis*.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo da physalis pode ser considerado uma atividade agrícola recente no Brasil, principalmente no planalto Catarinense. Embora não haja uma produção significativa no país, a physalis é aceita pelo mercado consumidor, destacando-se no cenário dos pequenos frutos como uma alternativa de renda para produtores da região Serrana.

Na cadeia produtiva de espécies frutíferas, deve existir uma forte relação entre o produtor, que prioriza produtividade em seu pomar e o consumidor, que prioriza sabor e qualidade dos frutos. Para que seja possível obter melhor qualidade de frutos e melhores características nas plantas, além da adoção de práticas e técnicas de cultivo, há necessidade em conhecer as diferentes populações, em seus diversos aspectos genéticos. Somente após o conhecimento da variabilidade disponível o melhorista poderá iniciar um programa de melhoramento da espécie, partindo-se com a seleção dos indivíduos superiores, adaptados as condições do local de cultivo. É conveniente destacar que as condições edafoclimáticas adversas no inverno, como baixas temperaturas no inverno, impossibilitam o cultivo da espécie nessa época do ano. A seleção de populações com características promissoras somente será possível com uma ampla base genética disponível ao melhorista.

Com o trabalho realizado foi possível concluir que o crescimento das estruturas reprodutivas não é o mesmo para as seis populações avaliadas. A interação entre os fatores populações e época demonstrou que as diferentes estruturas também não seguem um padrão de crescimento entre as populações, ou seja, as avaliações devem ser realizadas ao longo do tempo para uma melhor compreensão da variação de crescimento nas populações. Ao considerar a característica

número de frutos foi possível notar que algumas populações não atingiram o seu máximo crescimento dentro o período de tempo avaliado, demonstrando que as mesmas apresentam maior produtividade, se comparado às demais populações, e o período de avaliação deve ser prolongado.

A variação não significativa dentro das populações, para os caracteres relacionados ao fruto, define estratégias de melhoramento. Desta forma, em experimentos futuros não haverá necessidade em realizar amostragens dentro da unidade experimental, em que o fator planta não necessariamente será incluso no modelo estatístico. A população de Vacaria demonstrou-se divergente das populações de Caçador, de Lages e do Peru, em que as características de maior contribuição para este resultado foram massa de cápsula, massa de frutos e diâmetro equatorial de frutos. As populações supracitadas serão indicadas para cruzamentos para obtenção de populações segregantes de *physalis* e complementação das características relacionadas aos frutos.

## REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Edgard Blucher - São Paulo, 1971, 381p.

ALMEIDA, C. B. D.; ARRUDA, B.; PEREIRA, T. P.; VALE, N. M. D., HEIDEMANN, J. C.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. Existe variabilidade para o caráter tempo de cocção em feijão? depende do erro!. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 915-923, 2011.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; RISTOW, N. C.; CARPENEDO S.; TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.1011-1015, 2008.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2014. **Santa Cruz do Sul**: Editora Gazeta, 2014. 140 p. Disponível em: <<http://www.grupogaz.com.br/>>. Acesso em: 11 de junho de 2014.

BERNAL, J. 1986. La uchuva (*Physalis peruviana* L.) historia, taxonomía y biología. Pp. 1-5. **En memorias primer curso nacional de uchuva**. UPTC. Tunja.

BETANCOURT, M. L. B.; PIEDRAHÍTA, K. E.; TERRANOVA, A. M. P.; AMARILES, H. D. V.; FLÓREZ, J. E. M. Caracterización morfológica de 46 accesiones de uchuva del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. **Acta Agronomica**, Palmira, v. 57, n. 2, p. 101-108, 2008.

BONILLA, M. L.; K. ESPINOSA. 2003. **Colección, evaluación fenotípica y molecular de poblaciones de uchuva *Physalis peruviana* L.** Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 75 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas.** 6 ed. Viçosa: UFV, 2013. 525p.

CARDOSO, C. O.; ULLMANN, M. N.; EBERHARDT, E. L. Balanço hídrico agroclimático para Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 2, n. 2, p. 118-130, 2003.

CECON, P. R.; SILVA, F. F.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R. G.; CARNEIRO, A. P. S.; DETMANN, E.; FARIA, P. N.; MORAIS, T. S. S. Análise de medidas repetidas em clones de café 'Conilon'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1171-1176, set. 2008.

CERDA, R. C. DE LA. **Efectos de la conduccion y fertilizacion sobre la produccion y calidad en uvilla (*Physalis peruviana* Linn.).** 1995. 47 p. Graduação (Agronomia) - Escuela de Agronomia. Universidad de Chile, Santiago, 1995.

CHIORATO, A. F. **Divergência genética em acessos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)** do banco de germoplasma do Instituto Agrônomo-IAC. 2004. Dissertação (mestrado) – Curso de Pós Graduação do Instituto Agrônomo – IAC.

COIMBRA, J. L. M.; SCHWANTES, D.; BERTOLDO, J. G.; KOPP, M. M. Introduction of genetic variability in oat. **Crop**

**Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 7, n. 3, p. 212 – 220, 2007.

CRIOLLO, H.; LAGOS, T. C. **Presentación Línea de Investigación em Producción de Frutales Andinos**. Pasto, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2000. 10 p.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Trad. De Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa. UFV. Impr. Univer. 1987. 279 p.

FAO – **Organização das nações unidas para a alimentação e a agricultura**. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 3 de abril de 2014.

FERREIRA, W. L. **Análise de dados com medidas repetidas em experimento com ingestão de café**. 2012. 108 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

FISCHER, G.; ALMANZA, P.J. Nuevas tecnologías en el cultivo de la uchuva *Physalis peruviana* L. **Revista Agrodesarrollo**, Tunja, v. 4, n. 1-2, p.-294, 1993.

FREITAS, A. R. DE; PRESOTTI, C. V.; TORAL, F. L. B. Alternativas de Análises em dados de medidas repetidas de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2233-2244, 2006.

GRANER, E. A. **Como aprender estatística**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, n. 13, p. 88, 1952.



IANCKIEVICZ, A.; TAKAHASHI, H. W.; FREGONEZI, G. A. F.; RODINI, F. K. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis peruviana* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 438-444, mar, 2013.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 de abril de 2014.

ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). **Norma técnica colombiana NTC 4580**: Frutas frescas: uchuva. Bogotá. 15 p., 1999.

HEJEILE, H.; IBARRA, A. **Colección e caracterización de recursos genéticos de uvilla** (*Physalis peruviana* L.) em algunos municipios del sur del departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 2001, 123 p.

LAGOS, T. C.; ALIRIO, V. F.; CRIOLLO, H. Análise da amplitude combinatória de algumas características do fruto de *Physalis peruviana* L. **Agronômica Colombiana**, v.25, n 1, 36-37, 2007.

LAGOS, T. C.; CABRERA, F. A. V.; ESCOBAR, H. C.; FLÓREZ, J. E. M. Biología reproductiva de la uchuva. **Acta Agronomica**, Palmira, v. 57, n. 2, p. 81-87, 2008.

LANCHERO, O.; VELANDIA, G; FISCHER, G.; VARELA, N.C.; GARCIA, H. Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmosfera

modificada activa. *Revista Corporica – Ciencia y Tecnología Agropecuária*, Bogotá, v.8, n.1, p. 61-68, 2007 .

LARCHER, W. **Ecofisiología vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 123 p.

LEIVA-BRONDO, M.; PROHENS, J.; NUEZ, F. Genetic analysis indicate superiority of performance of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) hybrids. **Journal of new seeds**, 3:3, p. 71-84, 2008.

LIGARRETO, G. A.; LOBO, M.; CORREA, A. **Recursos genéticos del género *Physalis* en Colombia**. In: FISCHER, G. (Ed). Avances en el cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2005, p. 9-53.

LIMA, C. S. M.; SEVERO, J.; BERTO, R. M.; SILVA, J. A.; RUFATO, L.; RUFATO, A. R. Características físico-químicas de physalis em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1060-1068, 2009.

LITTELL, R. C. et al. **SAS for Mixed Models**. 2ª ed. Cary, EUA: SAS Institute Inc., 2006. 815p.

LOBO, A. M. 2006. Recursos Genéticos y Mejoramiento de Frutales Andinos: Una visión conceptual. **Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 7, n. 2, p 40-54, 2006.

LOUGHIN, T. M. et al. On the analysis of long-term experiments. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A**, London, v. 170, n. 1, p. 29-42, 2007.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC. 2014. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares\\_protegidas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_protegidas.php). Acesso: 15 abr. 2014.

MACCAIN, R. **Goldenberry, Passionfruit, & White Sapote: Potential Fruits for Cool Subtropical Areas**. In: *New Crops*, eds J. Janick, J.E. Simon, New York, John Wiley & Sons, Inc, p. 479-486, 1993.

MEDINA, M. El cultivo de la uchuva tipo exportación. **Agricultura tropical (Colombia)**. 28 (2): 55 – 64. 1991.

MIRANDA, D. **Criterios para el establecimiento, los sistemas de cultivo y la poda de la uchuva**. In: FISHER, G.; MIRANDA, D.; PIEDRAHÍTA, W.; ROMERO, J. Avances em cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. em Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, 2004. p. 29-54.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1.989. Goldenberry (cape gooseberry). p. 241 – 251. En: *Lost crops of the incas*. **National Academy press**, Washington, D.C. 428 p.

NETO, N. E. **Estudo da reprodução vegetativa, aspectos fenológicos e marcadores moleculares para a leguminosa *Discolobium benth***, nativa do Pantanal Mato-Grossense. 2004. 99f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade De Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal De Mato Grosso, Cuiabá, 2004

NOVOA, R., M.; BOJACÁ, J.; GALVIS, Y.; G. FISCHER. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) almacenada. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 24, n. 1, p. 77-86, 2006.

NUEZ, F.; RUIZ, J. J.; PROHENS, J. (1997). Mejora Genética para Mantener la Diversidad en los Cultivos Agrícolas. **Background study paper no 6**. Rome: FAO. 1997.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. **Produção de pequenos frutos**. In: Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas, 1., 2003, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.7-15. (Documentos, 37)

PALOMINO, C. E. M. **Caracterización morfológica de accesiones de *Physalis peruviana* L.** del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Colombia, 2010, 70 f. Dissertação (Mestrado) - Facultad de Ciencias Agropecuarias da Universidad Nacional de Colombia.

PATRO, R. *Physalis pruviana* L. Disponível em: <<http://www.jardineiro.net/plantas/fisalis-physalis-sp.html>> Publicado em 3 de Maio de 2010. Acesso em: 10 de Maio de 2013.

QUIROS, C. 1984. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. **Hort Science**. 19(6): 872 – 874.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 5. ed. Lavras: UFLA, 2012. 463p.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

SANTANA, G.; ANGARITA, A. 1999. Regeneración adventicia de somaclones de uchuva. <<http://www.agronomia.unal.edu.co/biblioteca/public/revista/artic/Fuchuv.htm>>.

SARANGI, D.; SARKAR, T. K.; ROY, A., K.; JANA, S. C.; CHATTOPADHYAY, T. K. Physico-chemical changes during growth of cape gooseberry fruit (*Physalis peruviana* L.). **Progressive Horticulture**, 21: 225-228.

SCHNEIDER, E. P.; PAGOT, E.; NACHTIGAL, J. C.; BERNARDI, J. Ações para o desenvolvimento da produção orgânica de pequenas frutas na região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 245-248, 2007.

SILVA, J. G. C. **Delineamentos experimentais simples**. In: Estatística experimental: análise estatística de experimentos. UFPel, Pelotas, 285 – 318, 2003.

SOUZA, J.C, MALUF, W.R., SOBRINHO, F.S., GOMES, L.A.A., MORETTO, P., LICURSI, V. Características de produção e conservação pós-colheita de frutos de tomateiros híbridos portadores do alelo "alcobaça". **Ciência e Agrotecnologia** 25(3): 503- 509, 2004.

STEEL, R. G. D; TORRIE, J.H; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. 3. ed. Boston: McGraw-Hill, 1997. 666p.

TAPIA, E. F. V., et al. Heterogeneidade dos componentes de variância na produção de leite e seus efeitos nas estimativas de herdabilidade e repetibilidade. **Ciência Rural** 41: 1070-1075, 2011.

TAVARINI, S. et al. Preliminary characterisation of peach cultivars for their antioxidant Capacity. *International Journal of Food Science and Technology*, v.43, p.810-815, 2008

WAMSER, G. H.; ARRUDA, B.; STINGHEN, J. C.; ROZZETTO, D. S.; BERTOLDO, J. G.; LANNES, S.; GUIDOLIN, A. F.; COIMBRA, J. L. M. Caracterização e estimativa da variabilidade genética de genótipos de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 327-332, 2012.