

**MAURO PORTO COLLI**

**COMPONENTES DE RENDIMENTO E  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTO  
EM GENÓTIPOS DE FISÁLIS SUBMETIDOS A  
DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

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

**Orientador:** Altamir Frederico Guidolin.

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

**LAGES, SC  
2015**

Colli, Mauro Porto

Componentes de rendimento e características físico-químicas de fruto em genótipos de *Physalis* submetidos a diferentes espaçamentos / Mauro Porto Colli.

Lages - 2015.

71 p.

Orientador: Altamir Frederico Guidolin

Coorientador: Jefferson Luís Meirelles

Coimbra

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado

de Santa Catarina, Centro de Ciências

Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em

Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. *Physalis peruviana* L. . 2. Componentes de rendimento. 3. Características físico-químicas. I. Frederico Guidolin, Altamir. II. Luís Meirelles Coimbra, Jefferson . III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título.

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

**MAURO PORTO COLLI**

**COMPONENTES DE RENDIMENTO E  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTO  
EM GENÓTIPOS DE FISÁLIS SUBMETIDOS A  
DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

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 Produção Vegetal.

**Banca Examinadora:**

Orientador:

---

Prof. Dr. Altamir Frederico Guidolin

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

Membro:

---

Dra. Maraisa Crestani Hawerth

Pesquisadora da Estação Experimental de Caçador – EPAGRI

Membro:

---

Dr. Marcus Vinícius Kvitschal

Pesquisador da Estação Experimental de Caçador - EPAGRI

Lages, 27 de novembro de 2015



Aos mestres  
Aos meus familiares  
A minha companheira e querida  
esposa Ana  
**Dedico**



## AGRADECIMENTOS

A minha família pelo apoio incondicional que me foi dado durante a realização dos estudos.

Ao Prof. Altamir Frederico Guidolin, pelo auxílio na construção deste trabalho e, sobretudo pelo incentivo que me foi dado na busca pelo conhecimento.

Ao Prof. Jefferson Luís Meirelles Coimbra, por dedicar-se a mostrar os caminhos corretos durante a realização dos estudos.

A amiga e colega Nicole Trevisani por me auxiliar na elaboração de meu trabalho.

A Dra. Maraisa Crestani Hawerth e ao Dr. Marcus Vinícius Kvitschal por aceitar o convite para serem membros externos de minha banca.

E a todos que de forma direta ou indireta me auxiliaram para cumprir mais essa etapa de minha vida.

Obrigado.





“Viva intensamente, nunca deixe de fazer aquilo que poderia ter feito, pois o amanhã pode se tornar em um nunca mais”.

Minha autoria



## RESUMO

COLLI, Mauro Porto. **Componentes de rendimento e características físico-químicas de fruto em genótipos de fisális submetidos a diferentes espaçamentos**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC. 2015.

Considerando o potencial da cultura do fisális em Santa Catarina incorporada ao cultivo das pequenas frutas, o interesse de consumidores e produtores e a necessidade de maiores estudos para o desenvolvimento da cultura, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar os componentes de rendimento e avaliar as características físico-químicas de frutos de populações de fisális, submetidos a diferentes espaçamentos entre filas. Foram avaliadas seis populações de fisális, sob três espaçamentos entre filas em seis períodos de colheita. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso em parcelas subdividas com três repetições. O arranjo experimental compõe esquema fatorial 3 x 6 x 6 para os componentes de rendimento e 3 x 6 para as características físico-químicas. Para os componentes de rendimento foram avaliados: rendimento total ( $t\ ha^{-1}$ ), rendimento de frutos acumulados ( $kg\ planta^{-1}$ ), número de frutos acumulados ( $n^{\circ}\ planta^{-1}$ ), massa de fruto ( $g\ planta^{-1}$ ), diâmetro polar (mm) e equatorial (mm), e percentual de fruto rachados (%). Para as características físico-químicas foram avaliados: sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\ Brix$ ), acidez total titulável (% ác. cítrico), índice de maturação, firmeza (N) e índice de cor dos frutos. A análise estatística dos dados foi realizada pelo ajuste de matrizes de variância e covariância residuais pelo critério de informação de Akaike-AIC para os componentes de rendimento e ambos os estudos foram submetidos à análise de variância univariada



(Anova) para descrição dos resultados, e quando significativos, para as variáveis qualitativas utilizou-se o teste de comparação de médias de Tukey ( $p=0,05$ ), e para as variáveis quantitativas utilizou-se regressão linear e não linear. O espaçamento influenciou a massa, os sólidos solúveis totais e o índice de cor dos frutos das populações de *Physalis peruviana* avaliadas. As populações apresentaram variabilidade para diâmetro equatorial e acidez titulável total, sendo estes importantes caracteres para determinação da forma e do sabor dos frutos. Os componentes de rendimento apresentaram variação ao longo dos períodos de colheitas.

**Palavras-chave:** *Physalis peruviana* L.. Introdução. Seleção. Produção. Medidas repetidas. Qualidade.



## ABSTRACT

COLLI, Mauro Porto. **Yield components and physicochemical characteristics of fruit in goldenberries genotypes under different spacings.** 2015. 71 f. Dissertation (Master in Plant Production) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC. 2015.

Considering the potential of goldenberries culture in Santa Catarina incorporated into the cultivation of small fruits, the interest of consumers and producers and the need for further studies for the development of culture, this study aimed to characterize yield components and evaluate the characteristics Physical and chemical fruit of populations *Physalis peruviana* submitted to different spacing between rows. They were evaluated six populations goldenberries under three spacing between rows in six periods of harvest. A block design at random in subdivided plots with three replications. The experimental setup consists factorial 3 x 6 x 6 for yield components and 3 x 6 for the physicochemical characteristics. To yield components were evaluated: total yield ( $t\ ha^{-1}$ ), income accumulated fruits ( $kg\ plant^{-1}$ ), backlog of fruits ( $n^{\circ}\ plant^{-1}$ ), fruit weight ( $g\ plant^{-1}$ ), diameter Polar (mm) and equatorial (mm), and cracked fruit percentage (%). For physical and chemical characteristics were evaluated: total soluble solids ( $^{\circ}\ Brix$ ), titratable acidity (% citric ac.), Maturation index, firmness (N) and fruit color index. Statistical analysis of data was performed by adjusting matrix of variance and covariance residual by-AIC Akaike information for the items of income and both studies were submitted to analysis of variance (Anova) for description of the results, and when significant, for qualitative variables we used the comparison test of Tukey ( $p=0.05$ ), and the quantitative variables we used linear and nonlinear regression. The spacing influenced mass, total soluble solids, and the color index of the fruit evaluated goldenberries populations. Populations showed variability for





equatorial diameter and titratable acidity, which are important characters for determining the shape and flavor of the fruit. Yield components showed the variation over periods of crops.

**Key-words:** *Physalis peruviana* L .. Introduction. Selection. Production. Repeated measures. Quality.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01 - Estimativa do número de frutos acumulados de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014..... 37
- Figura 02 - Estimativa da massa de frutos de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.....39
- Figura 03 - Estimativa do diâmetro polar de frutos de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014..... 41
- Figura 04 - Estimativa do percentual de frutos rachados de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014..... 44
- Figura 05 - Estimativa do rendimento de frutos (a), rendimento de frutos acumulados (b), diâmetro equatorial (c) e massa de fruto (d) de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.....47
- Figura 06 - Estimativa dos sólidos solúveis totais (a) e índice de cor (b) de frutos de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.....60



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 01 - Análise de variância do rendimento total (RT, em t ha<sup>-1</sup>), rendimento de frutos acumulados (RFA, em g planta<sup>-1</sup>), número de frutos acumulados (NFA, em n° planta<sup>-1</sup>), massa de frutos (MF, em g fruto<sup>-1</sup>), diâmetro polar (DP, em mm), diâmetro equatorial (DE, em mm) e porcentagem de frutos rachados (PFR, em %), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.....36
- Tabela 02 - Valores médios do diâmetro equatorial (DE, em mm), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.....42
- Tabela 03 - Análise de variância de sólidos solúveis totais (SST, em °Brix), acidez total titulável (ATT, em % ác. cítrico), Índice de maturação (IM, razão SST/ATT), firmeza (FR, em N) e Índice de cor (IC), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidas a diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.....56
- Tabela 04 - Valores médios de acidez total titulável (ATT, em % ác. cítrico), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L., submetidas a diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.....58



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>21</b>
<b>2 CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DE RENDIMENTO EM GENÓTIPOS DE FISÁLIS SUBMETIDOS A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS AO LONGO DOS PERÍODOS DE COLHEITA.....</b>	<b>27</b>
2.1 RESUMO.....	27
2.2 ABSTRACT .....	28
2.3 INTRODUÇÃO .....	28
2.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	31
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
1.6 CONCLUSÃO .....	48
<b>3 CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTO EM GENÓTIPOS DE FISÁLIS SUBMETIDOS A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS.....</b>	<b>49</b>
3.1 RESUMO.....	49
3.2 ABSTRACT .....	50
3.3 INTRODUÇÃO.....	50
3.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	52
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
3.6 CONCLUSÃO.....	62
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	





## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente o mundo produz mais de 800 milhões de toneladas de frutos. O Brasil se encontra em terceiro lugar no *ranking* das principais nações produtoras de frutas, ficando atrás apenas da China e da Índia. Alguns países vêm se destacando no cenário mundial, a exemplo do Peru, não em volume de produção, mas nas exportações, e a Colômbia, com especialização na fruticultura exótica (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015).

A Colômbia é o principal país produtor de fisális (*Physalis Peruviana L.*), com cerca de 90 % da produção mundial, seguido da África do Sul, Equador, Peru, Zimbábue e México. A fisális na Colômbia ocupa o terceiro lugar nas exportações, com participação de 4 % em valor de exportação de frutas frescas. Enquanto isso o Brasil se enquadra no cenário mundial como país de pouca importância na produção de fisális.

As primeiras pesquisas com a cultura da fisális no Brasil iniciaram em 1999, na estação experimental de Santa Luzia, no Estado de São Paulo (CHAVES, 2006). Os principais cultivos de fisális estão situados no Sul do país, em especial nas localidades que apresentam condições agroecológicas para o cultivo. Em Santa Catarina o cultivo se concentra no planalto serrano catarinense, mas recentemente foram introduzidos novos cultivos na região oeste do estado nas cidades de Chapecó e Xanxerê.

A fisális faz parte do grupo das pequenas frutas, e é classificado como uma fruta fina, de alto valor agregado, e atrai os seus consumidores por apresentar excelentes propriedades nutraceuticas, sabor e aroma característico. Quanto ao consumo, as frutas podem ser consumidas *in natura* ou processadas na forma de doces em pasta, geleias, fruto

desidratado, sorvetes, licores e bombons para decoração de mesas para festa.

A cultura é originária dos Andes, especificamente do Perú. Pertence à família das solanáceas e ao gênero *Physalis*, sendo conhecida como “goldenberries” ou “Physalis”. Em outros países recebe as seguintes denominações: na Colômbia “uchuva”; no Equador “uvilla”; no Perú “aguaymanto”; na Espanha “alquequenje”; na África do Sul “cape gooseberry”; e no Brasil “fisális”.

A fisális apresenta hábito de crescimento indeterminado, crescendo inicialmente na forma herbácea e a partir do segundo ano assume porte arbustivo e pereniza. Sem tutoramento a planta pode atingir uma altura de 1,0 a 1,5 m, e quando tutorada pode chegar a 2 m (FISCHER et al., 2011). Para o crescimento das plantas e produção as temperaturas ótimas estão entre 13 °C e 16 °C, sendo que a temperatura fisiológica base é de 6,29 °C. Temperaturas inferiores a 0 °C, provocam danos de queimadura as plantas (SALAZAR et al., 2008).

Quanto à exigência de luz, a cultura precisa aproximadamente 1.500 a 2.000 horas de luz para o ótimo desenvolvimento de fruto (MORA et al., 2006). A fisális é, portanto, classificada como uma planta de dias curtos, já que a reprodução se dá em fotoperíodo negativo. Em função do hábito de crescimento indeterminado a cultura é exigente em fornecimento constante de água, em especial para as fases de crescimento da planta, reprodução e maturação dos frutos. A exigência hídrica da cultura está entre 1.000 a 1.800 mm de precipitação distribuída durante o ciclo, e umidade relativa do ar entre 70 a 80% (FISCHER & MIRANDA, 2012). Variações na umidade do solo como altas precipitações seguidas de período seco, podem promover a rachadura nos frutos.

Quanto aos recursos genéticos da espécie *physalis peruviana*, as flores são hermafroditas, solitárias e pedunculadas, e ficam localizadas nas axilas das ramas. O tipo de polinização predominante é por alogamia (FISCHER, 2000). As flores são facilmente polinizadas por insetos e pelo vento, e também apresentam autopolinização (CRFG, 2003).

De acordo com MENZEL (1951) o número cromossômico da espécie é  $2n = 48$ , porém de acordo com RODRIGUES (2004), esta espécie apresenta ampla variação entre genótipos, sendo que para o genótipo Colômbia o número cromossômico é  $2n = 32$ . Ao longo do tempo, com a polinização cruzada associada a grande diversidade ecológica de seu habitat, a seleção natural, e a seleção feita pelos agricultores durante o processo de domesticação, foram proporcionadas a espécie condições para o desenvolvimento de uma ampla diversidade genética.

Esta diversidade genética é manifestada em populações com diferentes hábitos de crescimento, grau de tolerância ou susceptibilidade a condições adversas de origem biótica ou abiótica, e na grande variabilidade para formas de frutos, aos quais apresentam diferentes tamanhos e cores (FISCHER, 2005).

A implantação da cultura é feita por semeadura ou transplante das mudas em terreno preparado ou em covas. A densidade de plantas por área varia de acordo com o local agroecológico, do cultivar e do manejo. Por razões de fitossanidade e de manejo é importante conhecer a distância entre filas e entre plantas para ajustar a densidade adequada ao arranjo das plantas no terreno. Assumindo o porte arbustivo da cultura e a necessidade de um melhor ambiente para manutenção de uma boa condição fitossanitária, faz-se necessário a adoção de tutoramento. Entre os sistemas de tutoramento, o tipo espaldeira simples se destaca pela

economia de material, e pela facilidade na instalação e nas práticas fitossanitárias.

No mundo há poucas variedades de fisális, sendo que a maioria dos cultivos utilizam genótipos selecionados em diferentes países, que apresentam adaptação aos diferentes climas das regiões específicas de cultivo. Os principais genótipos são: Kenia, Sudáfrica e Colômbia. Os genótipos Kenia e Sudáfrica, apresentam frutos maiores, porém menores concentrações de sólidos solúveis totais e ácido cítrico que o Colômbia (FISCHER et al., 2014). A maior parte dos genótipos utilizados no Brasil é proveniente de populações da espécie *Physalis peruviana*, que são selecionados empiricamente pelos próprios produtores e disseminados pelas regiões produtoras.

O melhoramento de fruteiras é definido de acordo com a necessidade dos diversos agentes da cadeia produtiva. A melhoria de aspectos como adaptação a condições de clima e solo, resistência a pragas e doenças, qualidade, atratividade, resistência ao transporte e armazenamento, adequadas características físicas e químicas, é dependente da variabilidade genética.

Definido os objetivos, de acordo com a característica da espécie e com o germoplasma disponível, se dá a escolha do método de melhoramento a ser empregado. A introdução de plantas consiste em um método, que possibilita a introdução imediata dos genótipos no local de cultivo para serem avaliados e selecionados, ou mesmo servirem de germoplasma para o melhoramento (DANTAS et al., 2001). A introdução do material deve ser seguida da sua caracterização nas condições locais, realização de estudos de interação genótipo x ambiente e seleção dos melhores genótipos para uso imediato como novas variedades ou como fonte de variabilidade genética (BRUCKNER, 2008).

Devido ao potencial que a cultura da fisális apresenta tanto na produção para consumo interno, quanto para a exportação da fruta, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos visando à melhoria do desempenho de caracteres que estão associados aos parâmetros que compõe o rendimento e a qualidade das frutas. De acordo com as NTC 4580, são estabelecidos requisitos (definições, classificação e calibre) que se deve cumprir para destinação do fruto para consumo ou matéria prima para processamento de *Physalis peruviana*.

Os frutos de fisális são classificados em categorias Extra, I e II, sendo que para cada categoria são pré-estabelecidos requisitos e tolerâncias. Para os requisitos são normatizados aspectos associados aos requisitos gerais, à maturação, aos sólidos solúveis totais, á acidez total titulável e ao índice de maturação; enquanto para tolerâncias: são definidos a qualidade, o calibre e a cor. Na obtenção de cultivares superiores quanto à qualidade e que atendam as normas supracitadas, cabe ao melhorista o desafio em atender os critérios mínimos exigidos quanto à qualidade de fruto para a cultura da fisális.

Neste sentido, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos, sendo que o primeiro aborda aspectos que compõe o rendimento de genótipos de fisális quando submetidos a diferentes espaçamentos entre fila ao longo dos períodos de avaliação das colheitas, e o segundo as características físico-químicas de fruto dos genótipos submetidos a diferentes espaçamentos entre fila. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de rendimento e as características físico-químicas de fruto em genótipos de fisális submetidos a diferentes espaçamentos entre filas durante os períodos de colheita.



## **2 CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DE RENDIMENTO EM GENÓTIPOS DE FISÁLIS SUBMETIDOS A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS AO LONGO DOS PERÍODOS DE COLHEITA**

### **2.1 RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de rendimento de populações de fisális submetidas a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita. Foram avaliadas seis populações de fisális sob três espaçamentos entre filas em seis períodos de colheita, em um delineamento em blocos inteiramente casualizados em parcelas subdividas em esquema fatorial com três repetições. Os componentes de rendimento avaliados foram: rendimento total ( $t\ ha^{-1}$ ), rendimento de frutos acumulados ( $kg\ planta^{-1}$ ), número de frutos acumulados ( $n^{\circ}\ planta^{-1}$ ), massa de fruto ( $g\ fruto^{-1}$ ), diâmetro polar (mm), diâmetro equatorial (mm) e percentual de fruto rachados (%). A análise estatística dos dados foi realizada pelo ajuste de matrizes de variância e covariância residuais pelo critério de informação de Akaike-AIC, e submetidos à análise de variância univariada (Anova) e quando significativos os efeitos dos fatores de tratamento, para as variáveis qualitativas utilizou-se o teste de comparação de médias de Tukey ( $p=0,05$ ), e para as variáveis quantitativas utilizou-se regressão linear e não linear. A massa de frutos das populações de fisális avaliadas foi influenciada pelo espaçamento. As populações apresentaram variabilidade para diâmetro equatorial, sendo este um importante caráter para determinação da forma do fruto. Os componentes de rendimento apresentaram variação ao longo dos períodos de colheitas.

**Palavras-chave:** *Physalis peruviana* L.. Produção. Período de colheita. Medidas repetidas.

## 2.2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the goldenberries populations of yield components under different spacings over the harvest periods. Were evaluated six populations goldenberries under three spacing between rows in six periods of harvest, in a completely randomized blocks in subdivided plots in a factorial design with three replications. The yield components evaluated were: total yield ( $t\ ha^{-1}$ ), income accumulated fruits ( $kg\ plant^{-1}$ ), backlog of fruits ( $no\ plant^{-1}$ ), fruit weight ( $g\ fruit^{-1}$ ), polar diameter (mm), equatorial diameter (mm) and cracked fruit percentage (%). The statistical analysis was performed by adjusting matrices of variance and residual covariance by Akaike-AIC information and subjected to analysis of variance (ANOVA) and when significant effects of treatment factors for qualitative variables used -if the mean comparison Tukey test ( $p=0.05$ ), and the quantitative variables we used linear and nonlinear regression. A mass of fruit evaluated goldenberries population was influenced by spacing. Populations showed variability for equatorial diameter, which is an important character to determine the shape of the fruit. Yield components showed the variation over periods of crops.

**Key-words:** *Physalis peruviana* L.. Production. Harvest period. repeated measures.

## 2.3 INTRODUÇÃO

A cultura da fisális (*Physalis peruviana* L.) tem como centro de origem e diversificação os Andes Sul Americanos. É



encontrada principalmente na Colômbia, Peru e Equador (MEDINA, 1991). O gênero *Physalis* inclui aproximadamente cem espécies (FISCHER et al., 2005). A espécie *P. Peruviana* compõe mais de 80 ecotipos, sendo o ‘Kenia’, o ‘Sudáfrica’ e o ‘Colômbia’ os mais cultivados por apresentarem desempenhos superiores quanto a coloração e teor de açúcares em seus frutos (AMANZA & FISCHER, 1993).

No Brasil os cultivos de fisális são implantados com a utilização de genótipos provenientes de populações originárias da Colômbia. Em 2008 iniciaram-se os primeiros cultivos comerciais em alguns municípios dos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Em SC os cultivos estão concentrados nas cidades de Urupema, Fraiburgo e Lages (LIMA et al., 2009), e mais recentemente novos cultivos foram introduzidos na região oeste do estado, nos municípios de Chapecó e Xanxerê. Mesmo com o aumento crescente dos cultivos, a oferta do produto é inferior à demanda, sendo assim necessária a importação de frutos de fisális, principalmente de países produtores andinos.

A cultura da fisális é reconhecida pela sua qualidade nutracêutica, em função da alta concentração de antioxidantes, vitaminas (A, B, C, E e K), ácidos graxos poliinsaturados, fitoesteróis e minerais essenciais (PUENTE et al., 2011).

As principais características que a cultura apresenta é altura média de 1,50 m, frutos coberto por cálice, com diâmetro entre 1,25 a 2,50 cm, com forma globosa ou ovoide, contendo entre 150 e 300 sementes, e massa média entre 4 a 10 g, necessitando de 60 a 80 dias para atingir a maturação (FISCHER et al., 2011). Um problema limitante da qualidade dos frutos é a rachadura, que pode chegar a 30 % do total de frutos comerciais e afeta negativamente o potencial de armazenamento (GORDILLO et al., 2004). De acordo com TORRES et al. (2004) & COOMAN et al., (2005) a rachadura

de frutos está atribuída a efeitos relacionados com variações hídricas e desordens nutricionais de Ca, B e Cu. Esse problema fisiológico está condicionado a uma grande sensibilidade varietal que a espécie apresenta, demonstrando variabilidade entre genótipos quanto à resistência a rachadura de frutos (FISCHER et al., 2011).

Para atender uma demanda de frutos de qualidade, é necessário o uso de adequadas práticas de produção, iniciando pelo planejamento da implantação do cultivo e pelo conhecimento prévio das principais práticas fitotécnicas tais como: adubação, tutoramento, desbaste, condução, poda, entre outras. A planta de fisális ao atingir a produção plena, alcança elevada massa verde e aumenta a susceptibilidade ao tombamento. Portanto, torna-se necessário o uso de um sistema de apoio “físico” para a planta, visando melhorar a produtividade e a qualidade dos frutos (ZAPATA et al., 2002).

A adoção do sistema de condução está relacionada à disposição das plantas no terreno, associada basicamente com a topográfica do terreno, densidade de plantio, tipo de mecanização e aproveitamento da área disponível. A escolha do sistema de condução tem por objetivo dar condições para a expressão da produção e da qualidade dos frutos, porém plantas mais produtivas e com maior qualidade de frutos são obtidas por meio do melhoramento genético.

A cultura da fisális apresenta uma grande variabilidade genética (FISCHER, 2000). Diante disso, como em outras culturas, existem caracteres primordiais que o melhorista deve priorizar no momento da seleção para obtenção de frutos superiores quanto à qualidade. A ampla variabilidade genética da espécie se dá pela ampla zona biogeográfica de seu centro de origem (FISCHER et al., 2005). A exploração da variabilidade das populações permite a seleção de genótipos

promissores para a produção comercial ou para a introdução em programas de melhoramento genético.

No Brasil, são incipientes os trabalhos realizados contemplando o melhoramento genético da cultura da fisális, como também não há registro de cultivares desenvolvida no país. As informações sobre a descrição dos genótipos utilizados nos cultivos são inexistentes, o que dificulta a contribuição nos processos de seleção. Outro fator limitante no processo de melhoramento é o desconhecimento da origem de grande parte dos genótipos, sendo que muitos são cultivados sem conhecimento de suas características e muitas vezes mostram-se pouco adaptados as condições limitantes de cultivo (FISCHER et al., 2005). A seleção de genótipos resistentes à rachadura pode auxiliar na minimização de perdas por frutos rachados, quando associado a boas práticas culturais para minimizar a ocorrência desse dano.

Este estudo teve como objetivo avaliar os componentes de rendimento de populações de fisális submetidas a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em condições de campo, durante o ano agrícola de 2013/2014 no município de Xanxerê – SC (latitude 26°48'22" S; longitude 52°23'57" W; numa altitude de 774 m); tipo climático Cfb de acordo com a classificação climática de Köppen; solo do tipo latossolo; temperatura média anual de 16 a 17 °C; precipitação média anual de 2100 a 2300 mm, e umidade relativa do ar (média) de 78 a 80 % (PANDOLFO et al., 2002).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. O arranjo experimental foi em esquema fatorial em parcelas sub subdividas. O fator

espaçamento foi representado por três níveis (2, 3 e 4 m) entre as filas. O fator populações foi representado por seis níveis (Fraiburgo, Caçador, Lages, Camboriu, Colômbia e Peru). Os espaçamentos foram alocados nas parcelas, e as populações foram alocadas nas sub-parcelas. Cada unidade experimental foi composta por cinco plantas. O efeito bordadura foi formado pela mesma combinação de espaçamento e população e o espaçamento adotado entre plantas na fila foi de 1 m entre si.

As mudas utilizadas na implantação do experimento foram produzidas através da semeadura de sementes de fisális em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, preenchidas com substrato composto por 20 % de vermiculita expandida, 60 % de turfa, 30 % de composto orgânico contendo (65 % de MS, 0,93 % de N, 1,48 % de  $P_2O_5$  e 1,14 % de  $K_2O$ ). As mudas foram condicionadas em casa de vegetação até o transplante. As mudas foram transplantadas com 35 dias após a semeadura no dia 01 de novembro de 2013, quando se encontravam com altura média de 10 cm, diâmetro médio do caule de 2,5 mm, e com 5 a 6 folhas definitivas.

O preparo do solo foi realizado com enxada rotativa e a adubação corretiva realizada com base nos dados da análise química do solo (Anexo 01), aplicando-se uma dose de 60 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  (COMISSÃO..., 2004). A adubação de manutenção foi realizada aplicando-se doses de 20 kg  $ha^{-1}$  de N, 30 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  e 40 kg  $ha^{-1}$  de  $K_2O$  antes do plantio. O manejo do nitrogênio foi realizado com a aplicação de 40 kg  $ha^{-1}$ . Parcelado: 20 kg  $ha^{-1}$  aos 45 dias e 20 kg  $ha^{-1}$  aos 90 dias após o transplante.

O sistema de condução utilizado foi o tipo espaldeira simples, com a instalação de postes espaçados em cinco metros entre si com 1,5 metros de altura, e dois fios ovalados a 0,5 e 1,2 m do nível do solo. O tutoramento das plantas foi realizado com uso de fitilho, realizado semanalmente. Durante o ciclo da

cultura foram efetuadas podas de formação, deixando-se uma haste principal e seis hastes secundárias equidistantes. O controle de plantas daninhas foi efetuado de forma mecânica, com capina na projeção da fila e roçado entre as filas.

A colheita foi iniciada aos 115 dias após o plantio (DAP) e finalizada aos 295 DAP, sendo que o período de colheita durou 180 dias. A colheita obedeceu a uma frequência média de duas vezes por semana. Os frutos eram colhidos quando se apresentavam nos estágios de coloração de cálice 5 - 6, de acordo com a NTC 4580 (ICONTEC, 1999). Para obtenção dos parâmetros que compõe o rendimento, os frutos após a colheita foram separados em frutos comerciais e não comerciais.

Os frutos comerciais eram os frutos que se enquadravam as NTC 4580 (ICONTEC, 1999) e os não comerciais aqueles que apresentavam rachadura, podridões e injúrias. As avaliações foram repetidas seis vezes no tempo, ao longo do período de colheita (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias). Para cada unidade amostral foi avaliado os seguintes caracteres: rendimento total (RT, em  $t\ ha^{-1}$ ); rendimento de frutos acumulados (RFA, em  $kg\ planta^{-1}$ ) para aqueles que apresentavam aspectos comerciais e se enquadravam a NTC 4580; número de frutos acumulados (NFA, em  $n^{\circ}\ planta^{-1}$ ) por contagem; massa de frutos (MF, em  $g\ planta^{-1}$ ); diâmetro polar (DP, em mm) e diâmetro equatorial (DE, em mm) com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm; e porcentagem de frutos rachados (PFR, em %) do rendimento total produzido. Para composição dos dados referente à rachadura de frutos foram inclusos frutos com rachadura superficial (*crackin*) e profunda (*applitting*) em todos os seus possíveis formatos (FISCHER, 2005).

Os dados coletados de cada variável foram processados, obtidas as médias e submetidos à análise. O modelo estatístico adotado é descrito por:

$$y_{ijkl} = \mu + \rho_l + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + (e)_{ijkl}$$

onde:  $y_{ijkl}$  = observação do i-ésimo nível do espaçamento, j-ésimo nível da população e k-ésimo nível da colheita e l-ésimo nível do bloco;  $\mu$  = média geral;  $\rho_l$  = efeito devido ao l-ésimo nível do bloco;  $\alpha_i$  = efeito devido ao i-ésimo nível do espaçamento;  $\beta_j$  = efeito devido ao j-ésimo nível da população;  $(\alpha\beta)_{ij}$  = efeito da interação entre o i-ésimo nível do espaçamento e o j-ésimo nível da população;  $\gamma_k$  = efeito das colheitas do k-ésimo nível da colheita;  $(\alpha\gamma)_{ik}$  = efeito da interação entre o i-ésimo nível do espaçamento e o k-ésimo nível da colheita;  $(\beta\gamma)_{jk}$  = Efeito da interação entre o j-ésimo nível da população e o k-ésimo nível da colheita;  $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  = Efeito da interação entre o i-ésimo nível do espaçamento, j-ésimo nível da população e o k-ésimo nível da colheita;  $(e)_{ijkl}$  = Erro aleatório associado ao i-ésimo nível do espaçamento, j-ésimo nível da população, k-ésimo nível da colheita e l-ésimo nível do bloco.

Assumindo que as medidas repetidas durante as colheitas apresentam estruturas de erros correlacionados devido às avaliações no decorrer do tempo, e apresentam valores correlacionados diferentes do início ao fim das colheitas, foi realizado o ajuste de matrizes de variância e covariância residuais, pelo critério de informação de Akaike-AIC. Após ser atendida a escolha das matrizes que apresentaram melhor estrutura, os dados foram submetidos à análise de variância univariada (Anova) e quando significativos os efeitos, para os fatores qualitativos utilizou-se o teste de comparação de médias de Tukey ( $p=0,05$ ), e para os fatores quantitativos utilizou-se

regressão linear e não linear. Para realização das análises estatísticas foi utilizado o procedimento GLM do SAS.

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seleção das matrizes pelo critério de Akaike-AIC foi obedecida depois de comparadas, pela escolha do menor número de AIC quando testado o modelo estatístico para cada caráter. As matrizes escolhidas para os caracteres foram: componentes de variância (VC) para rendimento total; autorregressiva heterogênea de primeira ordem [ARH (1)] para o rendimento de frutos acumulados; autorregressiva de primeira ordem [AR (1)] para o número de frutos acumulados; componentes de variância (VC) para a massa de frutos; autorregressiva heterogênea de primeira ordem [ARH (1)] para o diâmetro polar; autorregressiva heterogênea de primeira ordem [ARH (1)] para o diâmetro equatorial e simetria composta heterogênea (CSH) para o percentual de frutos rachados.

A natureza aleatória dos erros durante as épocas de avaliação exigiu a necessidade da correção dos erros impostos pelo ambiente, através da estruturação das matrizes de variância e covariância mais adequadas para o modelo estatístico testado.

A análise de variância evidenciou efeito significativo do fator colheita para todos os caracteres em estudo, e para o fator população foram identificados efeitos significativos para os caracteres MF, DP, DE e PFR. A análise de variância evidenciou efeito da interação entre população e espaçamento para a variável MF, e efeito de interação entre população e colheita para as variáveis NFA, DP e PFR (Tabela 01).

Tabela 01 - Análise de variância do rendimento total (RT, em t ha<sup>-1</sup>), rendimento de frutos acumulados (RFA, em g planta<sup>-1</sup>), número de frutos acumulados (NFA, em n<sup>o</sup> planta<sup>-1</sup>), massa de frutos (MF, em g fruto<sup>-1</sup>), diâmetro polar (DP, em mm), diâmetro equatorial (DE, em mm) e porcentagem de frutos rachados (PFR, em %), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.

Fonte de variação	GL	Variáveis						
		NFA	MF	DP	DE	PFR	RFA	RT
		Valor de F						
Bloco	2	2,12	0,78	1,50	1,39	0,67	0,76	1,56
Espaçamento (Esp)	2	1,87 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	2,42 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>
Colheita (Col)	5	132,8*	52,49*	73,87*	64,67*	130,9*	98,97*	59,73*
Esp x Col	10	1,67 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
População (Pop)	5	1,07 <sup>ns</sup>	5,03*	5,79*	3,88*	3,97*	0,50 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>
Pop x Esp	10	0,25 <sup>ns</sup>	1,98*	0,82 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>
Pop x Col	25	2,84*	0,70 <sup>ns</sup>	1,73*	1,17 <sup>ns</sup>	1,80*	1,40 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>
Pop x Esp x Col	50	1,18 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>

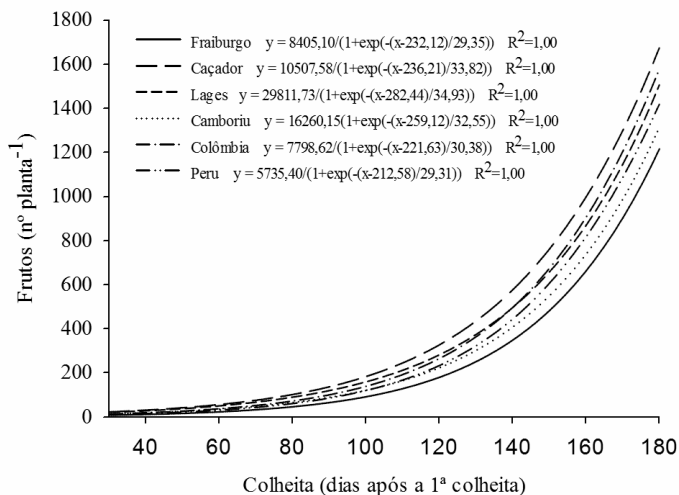
<sup>ns</sup> Não-significativo; \* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

O número de frutos acumulados sofreu efeito da interação entre população e colheita (Tabela 01). Foi possível observar aumento significativo do número de frutos produzidos ao longo das colheitas (Figura 01). Foi nítida a influência dos períodos de colheita no número de frutos produzidos. A evolução da produção durante os períodos de colheita demonstra que o período de colheita apresenta influência no acúmulo de frutos sobre as populações em avaliação. As equações ajustadas apresentam alta capacidade preditiva.



Figura 01 - Estimativa do número de frutos acumulados de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

O número de frutos acumulados para cada população durante os períodos de colheita correspondeu a: Caçador (1675), Colômbia (1579), Lages (1507), Peru (1419), Camboriu (1315) e Fraiburgo (1217) frutos planta<sup>-1</sup>. Segundo FISCHER (1995), populações provenientes do tipo ‘Colômbia’ apresentam maior número de frutos quando comparados com ‘Kenia’ e ‘SudrÁfrica’. MOURA (2013), ao estudar a densidade de plantas na produção e qualidade dos frutos, observou

valores de 498,7 frutos ( $n^{\circ}$  planta $^{-1}$ ) em cultivo com espaçamento de 3,0 x 1,0 m, em sistema de condução do tipo 'V', na região de Lavras, MG. Os resultados obtidos neste trabalho demonstram maior número de frutos produzidos que os resultados obtidos por (MOURA, 2013).

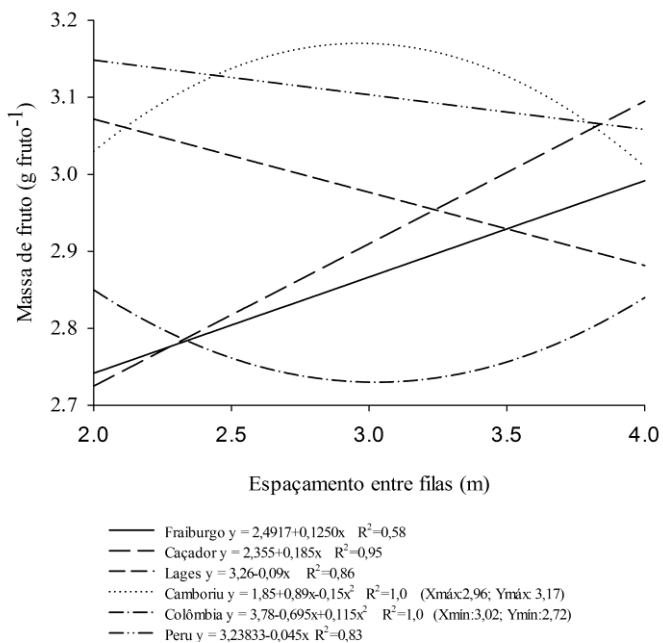
A variável massa de frutos sofreu efeito significativo do fator colheita e interação significativa entre população e espaçamento (Tabela 01). A análise do fator colheita demonstrou efeito significativo das colheitas sobre a massa de frutos (Figura 05 d). O comportamento da massa de frutos ao longo dos períodos de colheita foi crescente com máxima massa de frutos no 123 $^{\circ}$  dia, com valor de (3,40 g fruto $^{-1}$ ), demonstrando influência do período de colheita na massa dos frutos.

De acordo com FISCHER et al. (2011), o acúmulo de massa no fruto está relacionado ao ambiente ao qual a planta está sendo cultivada. A disponibilidade de recursos (água, luz, nutrientes etc...), controlam a massa de frutos ao longo do período de produção, assim é esperado a existência de variabilidade durante os períodos de colheita, em função da disponibilidade variável destes recursos no ambiente. Resultados similares ao presente trabalho foram obtidos por PALOMINO (2010), ao caracterizar morfológicamente 29 acessos de fisális, que obteve valores de massa de frutos que variaram de 3,32 a 4,07 g fruto $^{-1}$ .

A análise da interação demonstrou efeito de interação entre população e espaçamento para o caractere massa de frutos (Tabela 01). Desdobrando o efeito da população dentro do espaçamento foi possível verificar que não houve diferença significativa entre os espaçamentos para o caráter massa de fruto. Já ao analisar os efeitos dos espaçamentos dentro das populações, é possível observar que as populações apresentam

diferentes respostas quando cultivadas sob diferentes espaçamentos (Figura 02).

Figura 02 - Estimativa da massa de frutos de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

A alteração da distância entre as filas interagiu com as populações, influenciando a massa de fruto. É possível observar que as populações Fraiburgo e Caçador apresentaram comportamento linear e crescente, sendo que para cada população o aumento da distância entre filas, aumentou a

massa de fruto na ordem ( $0,12 \text{ g m}^{-1}$ ) para a população Fraiburgo e ( $0,18 \text{ g m}^{-1}$ ) para Caçador. As populações Lages e Peru apresentaram comportamento linear e decrescente, ou seja, a medida que aumentou a distância entre filas a massa de fruto reduziu na ordem de ( $0,09 \text{ g m}^{-1}$ ) para a população Lages e ( $0,04 \text{ g m}^{-1}$ ) para Peru.

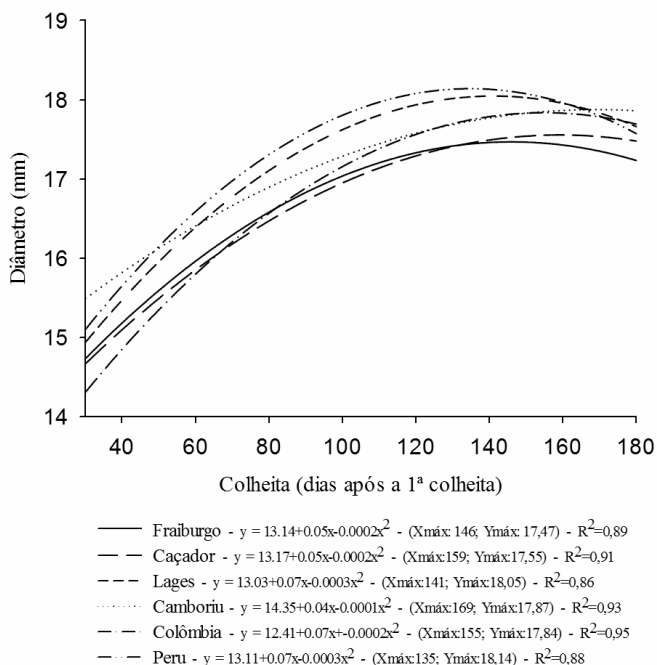
Para as populações Camboriu e Colômbia o comportamento foi quadrático. A população Camboriu apresentou seu ponto de máxima ( $3,17 \text{ g fruto}^{-1}$ ) com a distância entre filas de 2,96 m. Já a população Colômbia, apresentou seu ponto de mínima ( $2,72 \text{ g fruto}^{-1}$ ) com a distância entre filas de 3,02 m (Figura 02).

Foi possível observar habilidade distinta das populações quanto o uso otimizado de recursos disponíveis no ambiente, que modificam a expressão da massa dos frutos. Uma combinação favorável entre espaçamento e população é importante quando se objetiva atender uma demanda por frutos com maior massa.

Em relação aos diâmetros de fruto, foi possível observar diferença entre genótipos para diâmetro equatorial e influência de interação do espaçamento para diâmetro polar (Tabela 01). Para o diâmetro polar, houve interação significativa entre colheita e população, sendo que as populações apresentam comportamento quadrático ao longo dos períodos de colheitas, com valores máximos de diâmetro polar de: Peru (135° dia: 18,14 mm), Lages (141° dia: 18,05 mm), Camboriu (169° dia: 17,87 mm), Colômbia (154° dia: 17,84 mm), Caçador (159° dia: 17,55 mm) e Fraiburgo (146° dia: 17,47 mm) (Figura 03).

É possível observar que ao longo dos períodos de colheita os diâmetros polares apresentaram comportamento crescente até o ponto de máxima da curva, e as populações com maiores valores de diâmetro atingiram antecipadamente máximo diâmetro polar de fruto (Figura 03).

Figura 03 - Estimativa do diâmetro polar de frutos de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

Para o diâmetro equatorial, houve efeito significativo do fator populações (Tabela 01). O estudo independente do fator população demonstrou que as populações diferem para o caráter diâmetro equatorial, sendo que as populações Peru (17,29 mm) e Camboriu (17,28 mm) apresentaram maiores diâmetros do que a população Colômbia (16,82 mm) (Tabela 02). Embora significativo a diferença de diâmetro equatorial

das populações Peru e Camboriu, é importante considerar como pequena esta diferença para a seleção destas populações, quando se objetiva a introdução deste caráter em programas de melhoramento.

Tabela 02 - Valores médios do diâmetro equatorial (DE, em mm), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.

Populações	Diâmetro equatorial
Peru	17,29 a
Camboriu	17,28 a
Lages	17,09 abc
Fraiburgo	16,98 abc
Caçador	16,97 abc
Colômbia	16,82 c
Média	17,07

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

ESCOBAR et al. (2001), ao caracterizar acessos de fisális por suas características de qualidade, observaram oscilação de diâmetros na região equatorial dos genótipos entre 17,29 mm para genótipos de menores diâmetros e 25,64 mm para genótipos de maiores diâmetros. Ao analisar a distribuição dos genótipos quanto ao diâmetro, foi observado que somente 18,94 % dos genótipos apresentaram diâmetros equatoriais inferiores a 18 mm, 78,25 % possuíam diâmetros entre 18 e 22 mm e 2,80 % diâmetros superiores a 22 mm.

De encontro com esses autores é possível afirmar que as populações em estudo estão agrupadas quanto ao diâmetro

equatorial de frutos em inferiores, que correspondem a diâmetros  $< 18$  mm. Ainda podem ser classificadas na escala de calibre 'B', que varia de 15,1 a 18,0 mm conforme a NTC 4580. A avaliação física compõe um atributo de aspecto muito importante, pois a aparência associada a medidas elevadas nos frutos de *fisális* podem definir a preferência de escolha da maioria dos consumidores.

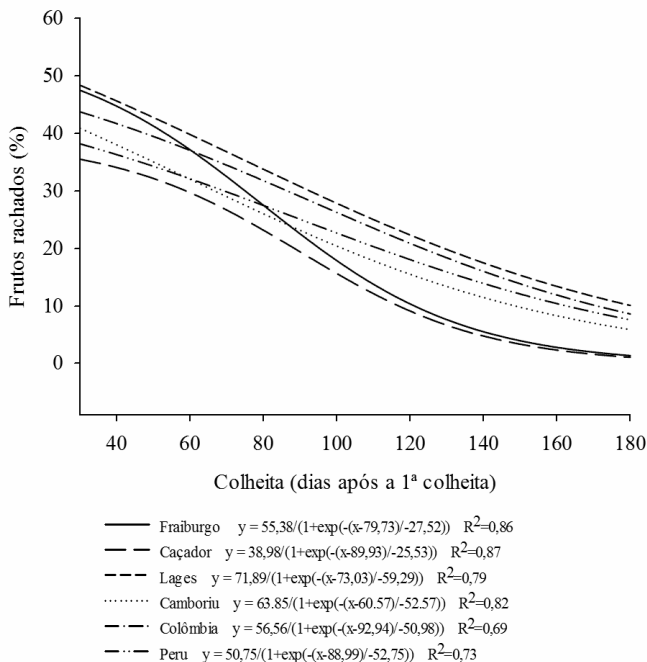
De acordo com FRIEDRICH & FISCHER et al. (2000) o tamanho de fruto é determinado por componentes genéticos no que se refere ao número de células e a capacidade de expansão, sendo que ambos podem ser modificados pelas condições ambientais. Neste sentido, foi possível verificar a influência dos períodos de colheitas no diâmetro polar dos frutos (Figura 02). O efeito do ambiente sobre o diâmetro de fruto é mais bem compreendido quando realizado estudos de interação genótipo x ambiente, através da avaliação de genótipos em diferentes épocas, locais e anos.

De acordo com HERRERA (2012), em avaliação de descritores qualitativos para o tipo de fruto definiu-se que as relações de diâmetro equatorial/polar definem o tipo de fruto, onde frutos alongados apresentam relação DE/DP ( $< 0,95$ ), redondos (0,95 - 1,05) e achatados ( $> 1,05$ ). Portanto, os frutos das populações avaliadas em Xanxerê apresentaram grupos de formatos de frutos distintos, dividindo-se em fruto do tipo alongado para população Colômbia, tipo redondo para as populações Caçador, Lages, Camboriu e Peru, e tipo achatado para a população Fraiburgo.

Os frutos avaliados de cada população não apresentaram forma diferente ao longo das épocas de colheita. O formato do fruto é um importante caráter de seleção e classificação de frutos, cujo destino é o consumo *in natura* ou o uso do germoplasma em programas de melhoramento.

O percentual de frutos rachados foi afetado pela interação entre população e colheita (Tabela 01). As populações apresentaram comportamento decrescente ao longo dos períodos de colheita (Figura 04). O maior percentual de frutos rachados se deu nos primeiros períodos de colheita, e a possível causa não está relacionada ao tamanho do fruto, pois nestas épocas os frutos não apresentavam comparativamente maior massa.

Figura 04 - Estimativa do percentual de frutos rachados de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.



De acordo com COOMAN et al., (2005) o efeito do tamanho do fruto sobre a rachadura é pouco influenciado pelo tamanho do fruto. Portanto, é possível atribuir a causa da rachadura de frutos a variações hídricas que ocasionalmente ocorreram durante as épocas de colheita, em principal um excesso de umidade seguido de estresse hídrico. A variação dos percentuais de frutos rachados apresenta um comportamento não linear, fortemente influenciado pelo ambiente de cultivo. Ao contrário do observado nesta avaliação, TORRES (2004) em experimento conduzido em ambiente protegido verificaram frutos que o tamanho não influenciou a ocorrência de rachados, e o efeito da rachadura está relacionado com o ambiente de cultivo.

Os fatores agroecológicos, como precipitação, humidade relativa do ar e humidade do solo, afetam profundamente a desenvolvimento e qualidade do fruto (FISCHER et al., 2011). Os frutos rachados podem ocorrer em diferentes formas e intensidades, dependendo da causa e do genótipo. As áreas cultivadas com fisális, em sua maioria são a campo, sofrendo influência do ambiente que potencialmente pode promover a rachadura nos frutos em função da alta variação das precipitações impostas durante os períodos de colheita. Neste sentido, a fim de evitar perdas, é importante a obtenção de genótipos resistentes a esta desordem, através de processos de melhoramento genético da cultura.

AYALA (1995), conduzindo estudos sobre avaliação do número de ramos e frutos por ramo identificou uma redução de frutos rachados em seus tratamentos 480, 676 e 980 frutos por planta, que respectivamente apresentam a produtividade de 126,4, 82 e 25 kg ha<sup>-1</sup>. De acordo com FISCHER et al., (2011) a rachadura de frutos promove perdas importantes na produção e comercialização, e representa uma das principais causas de descarte na exportação, chegando a 20 % do total rachado,

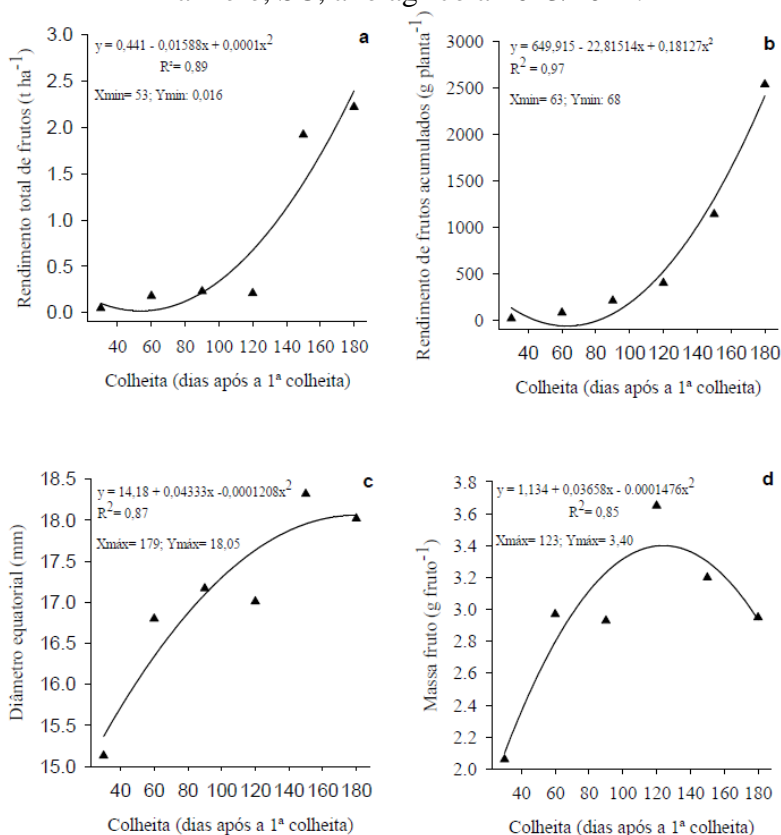
além de deixar o fruto sujeito a ocorrência de doenças pós colheita. No cultivo as perdas podem chegar a mais que 30% do total de frutos comerciais (GORDILLO et al., 2004). A NTC 4580 (INCOTEC, 1999) preconiza para a categoria II um valor máximo de 20 % em número e peso de frutos rachados, com uma área superior a 5 %. A existência de variabilidade para o caráter em questão é um importante parâmetro para seleção de populações que apresentam menor rendimento de frutos rachados. O rendimento de frutos comerciais é afetado pela rachadura, comprometendo a produção e o valor de comercialização.

Houve efeito significativo do fator colheita para os caracteres rendimento total de frutos e rendimento de frutos acumulados (Tabela 01). O rendimento total de frutos é modificado a cada colheita, demonstrando comportamento crescente durante os períodos de colheita. O ponto de mínima da curva se deu a partir do 54º dia ( $0,01 \text{ t ha}^{-1}$ ) de colheita, atingindo a produção máxima acumulada no último período de colheita, com valores  $2,2 \text{ t ha}^{-1}$  no conjunto das populações (Figura 05 a).

Para o rendimento de frutos acumulado, evidenciou efeito significativo entre os períodos de colheita (Figura 05 b). O ponto de mínimo da curva se deu a partir do 89º dia ( $64 \text{ g planta}^{-1}$ ), atingindo os valores máximos no fim do período de colheita, que foram na ordem de  $2539 \text{ g planta}^{-1}$  para o conjunto das populações.

A razão para um menor rendimento, tanto total como de frutos acumulados durante os primeiros meses de colheita esteve associada a temperaturas elevadas, fora da faixa ótima de conforto para a cultura que ocorreram durante o mês de fevereiro (Anexo 02). De acordo com (ANGULO, 2003), temperaturas maiores que  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  prejudicam a floração e a frutificação, promovendo a senescência antecipada.

Figura 05 - Estimativa do rendimento de frutos (a), rendimento de frutos acumulados (b), diâmetro equatorial (c) e massa de fruto (d) de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos a diferentes espaçamentos ao longo dos períodos de colheita. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

Como consequência das temperaturas elevadas o rendimento e o número de frutos foram reduzidos, conforme foi observado a campo. A influência do ambiente no

comportamento produtivo das plantas frutíferas é importante, pois, há períodos que apresentam oscilação e afetam a produção de frutos.

As regiões brasileiras apresentam uma grande oscilação nas condições climáticas, devido aos agentes condicionantes do clima, como latitude, longitude, altitude, radiação solar, massas de ar e pressão atmosférica.

O conhecimento da variação temporal da produção auxilia no planejamento das atividades de colheita e comercialização dos frutos. No Brasil não há parâmetros definidos para determinação das faixas de produtividade média para a cultura do fisális, onde a inexistência de cultivares registradas restringe as práticas de avaliação da cultura.

## 1.6 CONCLUSÃO

O espaçamento influenciou a massa de frutos das populações de fisális avaliadas.

As populações apresentaram variabilidade para diâmetro equatorial, sendo este um importante caráter para determinação da forma do fruto.

Os componentes de rendimento apresentaram variação ao longo dos períodos de colheitas.

## **3 CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTO EM GENÓTIPOS DE FISÁLIS SUBMETIDOS A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

### **3.1 RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas de frutos em genótipos de fisális, quando submetidos a diferentes espaçamentos. O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Xanxerê, SC, durante o ano agrícola de 2014. Os tratamentos foram seis “populações” de fisális (Fraiburgo, Caçador, Lages, Camboriu, Colômbia e Peru) e três níveis de espaçamento entre filas (2, 3 e 4 m). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial em parcelas subdivididas, sendo que as parcelas receberam o fator de tratamento espaçamento e as sub-parcelas as populações, com três repetições, sendo avaliadas cinco plantas por unidade amostral. Foram avaliados os caracteres de fruto: teor de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável (% ácido cítrico), índice de maturação, firmeza (N) e índice de cor dos frutos. Os resultados evidenciaram que não houve interação entre espaçamento e população para as variáveis em estudo. O espaçamento influenciou o acúmulo de sólidos solúveis totais e o índice de cor dos frutos de fisális. As populações apresentam diferença significativa para o caráter acidez titulável total, sendo que a população Peru apresentou características promissoras para introdução em programas de melhoramento genético da cultura, com objetivo na melhoria do sabor de frutos.

**Palavras-chave:** *Physalis peruviana*, populações, qualidade do fruto.

### 3.2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical characteristics of fruits in goldenberries genotypes submitted to different spacings. This work was developed in the city of Xanxerê, SC, during the agricultural year 2014. The treatments were six populations of *Physalis* (Fraiburgo, Caçador, Lages, Camboriu, Colombia and Peru) and three levels of spacing between rows (2, 3 and 4 m). The experimental design was a randomized block in a factorial design in a split plot, and the plots received the treatment spacing factor and the sub-plots the populations, with three replications, being evaluated five plants per sample unit. The traits of fruit: total soluble solids (° Brix), titratable acidity (% citric acid), maturation index, firmness (N) and fruit color index. The results showed that there was no interaction between spacing and population for the study variables. The spacing influenced the accumulation of soluble solids and color index of fruits *Physalis*. The populations significantly different to the character titratable acidity, and the Peru population had promising characteristics for introduction in breeding programs of culture, aiming at improving fruit flavor.

**Key-words:** *Physalis peruviana*, populations, fruit quality.

### 3.3 INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* (L.) pertence à família das solanáceas. Inicialmente cresce na forma herbácea, e em locais sem ocorrência de geada assume porte arbustivo e pereniza. Sua origem é a América do Sul, e foi aclimatada nos altiplanos do Peru e Chile. No Brasil os primeiros cultivos foram

realizados na estação experimental de Santa Luzia, no estado de São Paulo no ano de 1999 (CHAVES, 2006).

Atualmente a fruta é comercializada em mercados especializados e atende uma demanda elitizada, cujo valor de mercado pode ser até 20 vezes maior pelo kg de fruto de banana e laranja. Em função do alto valor agregado, o cultivo da fruta se torna atrativo, principalmente para produtores rurais que detém mão de obra do tipo familiar e áreas com superfície de cultivo reduzido. Em busca de uma melhor qualidade para atender a demanda dos consumidores, o conhecimento de práticas relacionadas ao cultivo, como a adoção de espaçamentos mais adequados, combinados com a escolha de genótipos superiores favorecem a melhoria das características físico-químicas dos frutos comercializados.

A densidade de plantas ideal varia de acordo com o local de cultivo, em função de aspectos relacionados à topografia do terreno, genótipo, manejo do cultivo, além do tipo de mecanização (FISCHER et al., 2014). Por razões de fitossanidade e manejo, são desejados espaçamentos mais amplos entre plantas e filas. Segundo ANGULO (2011), distâncias maiores favorecem a sanidade do cultivo, principalmente em locais úmidos. Devido ao hábito arbustivo da fisális, da grande capacidade de crescimento vegetativo, da necessidade de aeração no cultivo e de frequentes práticas de manejo, torna-se fundamental a adoção de sistemas de tutoramento. O sistema de tutoramento deve favorecer a melhoria do aproveitamento de luz, resultando em maior fotossíntese, e conseqüente aumento da produtividade e qualidade visual dos frutos (ANGULO, 2011).

No Brasil não há genótipos de fisális recomendados pela pesquisa, e os cultivos comerciais utilizam genótipos selecionados pelos próprios produtores. Os estudos relacionados a aspectos genéticos da cultura são incipientes e

quase a totalidade dos esforços de pesquisa são direcionados às práticas de manejo e para a qualidade pós-colheita. A avaliação de populações superiores é fundamental para produzir frutos de alta qualidade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas de frutos em genótipos de *Physalis*, quando submetidos a diferentes espaçamentos.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2013/2014, em cultivo a campo, no município de Xanxerê, região oeste de SC (latitude 26°48'22"S e longitude 52°23'57"W). Apresenta altitude de 774 m, tipo climático Cfb de acordo com a classificação climática de Köppen, solo do tipo latossolo, temperatura média anual de 16 a 17 °C, precipitação média anual de 2100 a 2300 mm e umidade relativa do ar (média) de 78 a 80 % (PANDOLFO et al., 2002).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições. O arranjo experimental foi em esquema fatorial em parcelas subdivididas, sendo que as parcelas receberam os níveis de espaçamento entre filas de cultivo (2, 3 e 4 m) e as sub-parcelas os sub-níveis de população (Fraiburgo, Caçador, Lages, Camboriu, Colômbia e Peru). Para o efeito bordadura foi utilizado a mesma combinação de espaçamento e população. As avaliações foram realizadas nas 54 unidades amostrais, sendo que cada unidade amostral foi composta por cinco plantas úteis para avaliação. O espaçamento entre plantas foi de 1 m.

As mudas utilizadas no cultivo foram produzidas em bandejas de poliestireno de 128 células, preenchidas com substrato para produção de mudas de solanáceas, e condicionadas em casa de vegetação até o transplante, que



ocorreu no dia 01 de novembro de 2013. O transplante foi realizado 35 dias após a semeadura, em solo preparado com enxada rotativa e adubado de acordo com os dados da análise química do solo (Anexo 01), aplicando-se uma dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a correção do teor de P (COMISSÃO..., 2004). A adubação de manutenção compreendeu as doses de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O manejo do nitrogênio em cobertura foi realizado com parcelamentos de 1/3 no transplante, 1/3 aos 45 dias e 1/3 % aos 90 dias após o transplante.

O sistema de condução adotado foi do tipo espaldeira simples, sendo que os postes foram instalados a 1,5 m acima do nível do solo e entre os postes foram dispostos para sustentação das plantas dois fios de aço ovalado. A poda de formação das plantas manteve uma haste principal e seis hastes secundárias, não havendo controle das demais hastes emitidas, e também não foram efetuadas práticas de raleio para controle do número de frutos. Periodicamente foram efetuadas práticas de desbrota na base da planta, visando suprimir as emissões de brotações basais.

A colheita foi iniciada aos 115 dias após o transplante, sendo que os frutos foram coletados manualmente e aleatoriamente dentro de cada unidade experimental quando se encontravam nos estádios de maturação 5 – 6 de acordo com as NTC 4580 (INCONTEC, 1999). As características físico-químicas avaliadas foram: acidez total titulável (ATT, em % de ácido cítrico), obtido através de uma amostra de 10 mL de suco extraído dos frutos, diluído em 90 mL de água destilada e titulada com solução de hidróxido de sódio a 0,1 N até atingir pH 8,0; sólidos solúveis totais (SST, em °Brix), determinado por refratometria, através da extração de suco conforme descrito para ATT, utilizando-se um mL de suco para leitura com correção de temperatura de 20 °C; índice de maturação

(IM, razão SST/ATT); firmeza dos frutos (FR, em N), obtido com penetrômetro TA.XT – plus<sup>®</sup>, equipado com microcomputador. As perfurações foram realizadas, utilizando uma ponteira de 2 mm de diâmetro e velocidade de 1,0 mm s<sup>-1</sup>; índice de cor (IC), obtido pela medida das coordenadas (L\*, a\* e b\*), com o uso de colorímetro Minolta, modelo CR 400. As determinações foram feitas com base em duas leituras em lados opostos do fruto na região equatorial, onde foram obtidos os valores da coordenada L\* que expressa o grau de luminosidade da cor medida (L\*=0, preto a 100, branco), coordenada a\* que expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde (a\* negativo= verde; a\* positivo= vermelho) e coordenada b\*, que expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo (b\* negativo = azul; b\* positivo= amarelo). O índice de cor (IC) foi calculado a partir da equação:  $IC = (1.000 \times a^*) / (L^* \times b^*)$ . Em função do índice de cor os intervalos que caracterizam a coloração dos frutos são:  $IC \leq -7$ = coloração verde;  $-7 < IC < 0$ = Coloração verde amarela;  $IC \approx 0$ = Coloração amarela;  $0 < IC < 7$ = Coloração laranja e  $IC > 7$ = Coloração laranja intenso.

Os dados foram submetidos à análise estatística. Para atender as pressuposições do modelo estatístico adotado, e descrito por:  $y_{ijl} = \mu + \rho_l + \alpha_i + (wp)_{il} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + (sp)_{ijl}$  onde:  $y_{ijl}$  = observação do i-ésimo nível da parcela, j-ésimo nível da subparcela e l-ésimo nível do bloco;  $\mu$  = média geral;  $\rho_l$  = efeito devido ao l-ésimo nível do bloco;  $\alpha_i$  = efeito devido ao i-ésimo nível da Parcela;  $(wp)_{il}$  = erro associado ao i-ésimo nível da parcela e l-ésimo nível do bloco;  $\beta_j$  = efeito devido ao j-ésimo nível da subparcela;  $(\alpha\beta)_{ij}$  = efeito da interação entre o i-ésimo nível da parcela e o j-ésimo nível da subparcela;  $(sp)_{ijl}$  = erro associado o i-ésimo nível da parcela, j-ésimo nível da subparcela e l-ésimo bloco.

Os dados foram submetidos à análise preliminar para testar a homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, distribuição normal dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e aditividade de blocos pelo teste de Brien procedimento Tukey.1df. Após serem atendidas as pressuposições do modelo, os dados foram submetidos à análise de variância univariada (Anova), quando significativos, o fator qualitativo foi submetido ao teste de separação de médias de Tukey ( $p=0,05$ ), e o fator quantitativo à análise de regressão linear. Em caso de interação será desdobrado o fator espaçamento dentro do fator populações. A análise estatística foi realizada com o auxílio do software R Core Team (2014).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis foram processadas individualmente, sendo que em nenhuma variável foram encontrados indícios de violação das pressuposições do modelo estatístico para as variáveis sólidos solúveis totais, acidez titulável total, índice de maturação, firmeza e índice de cor. Com a análise preliminar dos dados não foi possível detectar evidências contrárias quanto à homogeneidade de variâncias, normalidade dos resíduos e aditividade de blocos. Em ambos os casos as análises preliminares foram significativas e atenderam as premissas do modelo estatístico adotado.

Não houve interação significativa entre os fatores espaçamento e população para as variáveis em estudo, isso demonstra que as populações independem do espaçamento. Não houve diferença significativa para as variáveis índice de maturação e firmeza (Tabela 03).

Tabela 03 - Análise de variância de sólidos solúveis totais (SST, em °Brix), acidez total titulável (ATT, em % ác. cítrico), Índice de maturação (IM, razão SST/ATT), firmeza (FR, em N) e Índice de cor (IC), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidas a diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		SST	ATT	IM	FR	IC
Bloco	2	1,094*	0,030 <sup>ns</sup>	1,363 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,327*
Espaçamento (Esp)	2	1,493**	0,023 <sup>ns</sup>	1,320 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,303*
Erro Esp	4	0,072	0,030	0,588	0,006	0,028
População (Pop)	5	0,486 <sup>ns</sup>	0,030*	0,341 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,087 <sup>ns</sup>
Esp x Pop	10	0,113 <sup>ns</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	0,136 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,144 <sup>ns</sup>
Erro Pop	30	0,271	0,009	0,198	0,002	0,077
Total	53	-	-	-	-	-
Médias	-	14,37	1,98	7,24	0,53	4,58
CV (%) Parcela	-	1,87	8,81	10,58	14,72	3,67
CV (%) Sub-parcela	-	3,61	5,00	6,14	8,24	6,07

<sup>ns</sup> Não significativo; \* Significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F.

CV. Coeficiente de variação; GL. Graus de liberdade.

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

O acúmulo de sólidos solúveis totais apresentou comportamento linear simples e crescente com o aumento do espaçamento (Figura 06 a). Foi possível observar que o espaçamento entre as filas incrementou o sólido solúvel total nos frutos de fisális, na ordem de 0,28 °Brix m<sup>-1</sup>. Este comportamento é resultado da maior capacidade de interceptação da radiação solar incidente proporcionada pelo

aumento da distância entre as filas. Devido ao estímulo da atividade fotossintética, ocorre maior acúmulo de açúcares nos frutos.

A escolha de um espaçamento que proporcione melhor interceptação da radiação solar pode ser estratégica quando se objetiva frutos mais doces. Porém, é importante salientar que a NTC 4580 atribui ao maior estágio (6) de coloração de cálice valor de 15,1 °Brix, sendo, portanto o valor máximo necessário para atender a exigência de sólido solúvel total. De acordo com as normas da CODEX STAN (2005), os frutos devem ser colhidos quando apresentam valores mínimos de 14 °Brix. Portanto, os frutos avaliados apresentaram valores superiores ao mínimo requerido (Tabela 03), atendendo a exigência de sólido solúvel total para o mercado.

De acordo com CRIOLLO et al. (2001), os frutos de fisális, quando comparados com frutos de outras culturas, apresentam valores superiores de sólido solúvel total, a exemplo de laranjas, maracujás e goiabas com 9 °Brix e de amoras-pretas e abacaxis com 7 °Brix. O alto sólido solúvel total das fisális também é vantagem no processamento industrial, devido à economia de açúcar para o processamento de produtos derivados.

Para o fator população, não foi constatado diferença significativa, ou seja, as populações não apresentam variabilidade para o caráter sólido solúvel total. Estudos conduzidos por LAGOS et al. (2007), ao estimar a capacidade de combinação geral e específica de algumas características de fruto de *Physalis peruviana*, demonstraram que não ocorreram diferenças significativas entre locais de cultivo e sim diferenças entre os genótipos avaliados. BONILLA et al. (2007), ao estudar 24 acessos, destacaram sete acessos com possíveis vantagens para o mercado *in natura* e processamento, quanto a características de peso, conteúdo de sólidos solúveis totais e

baixo número de sementes. Contudo, a inexistência de variabilidade das populações em estudo pode estar relacionada às mesmas condições naturais do ambiente de origem onde eram cultivadas.

Para a variável acidez total titulável, foi encontrado diferença significativa para as populações em estudo (Tabelas 03 e 04). A população Fraiburgo apresentou valor de acidez superior (2,08 % de ácido cítrico) quando comparada com a população Peru (1,92 % de ácido cítrico). Níveis inferiores de acidez, como os valores da população Peru, garantem maior aceitabilidade da fruta pela maioria dos consumidores.

Os frutos colhidos no presente trabalho apresentaram valores de acidez total titulável dentro dos intervalos recomendados pela NTC 4580 (INCONTEC, 1999).

Tabela 04 - Valores médios de acidez total titulável (ATT, em % ác. cítrico), de diferentes populações de *Physalis peruviana* L., submetidas a diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.

Populações	Acidez total titulável
Fraiburgo	2,08 a
Caçador	2,03 ab
Lages	2,00 ab
Camboriu	1,96 ab
Colômbia	1,94 ab
Peru	1,92 b
Média	1,98

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

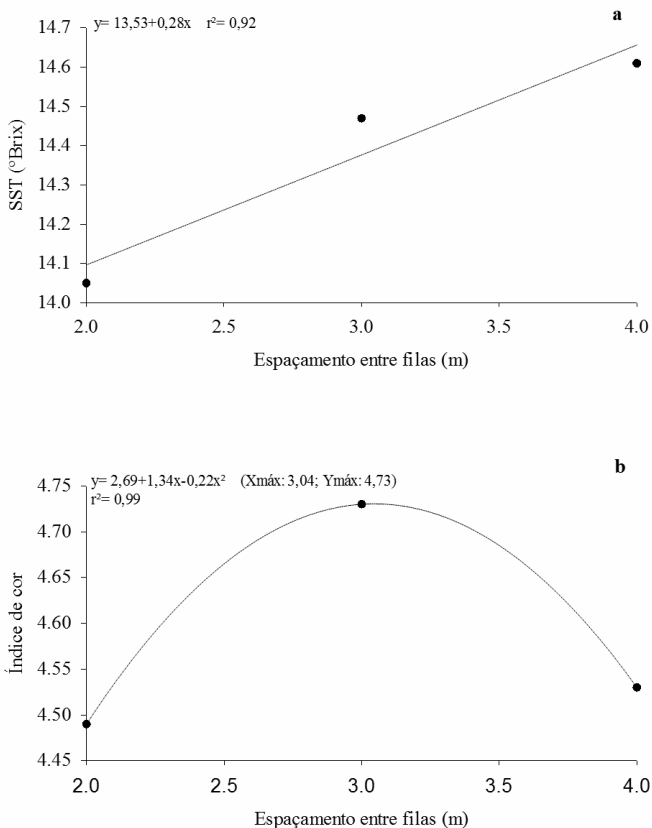
MARQUEZ et al., (2009), ao efetuar avaliações físico-químicas e sensoriais em acessos de *Physalis peruviana*, encontraram dois acessos promissores para introdução em programas de melhoramento, sendo que estes acessos apresentaram valores próximos a 1,80 e 1,90 % de ácido cítrico, em geral 0,62 e 0,55 % de ácido cítrico menos que o tratamento testemunha comercial respectivamente. Convém ressaltar que a variável acidez total titulável não deve ser analisada individualmente, quando se objetiva avaliar a qualidade de fruto, pois, os atributos de qualidade estão relacionados aos sólidos solúveis totais e acidez total titulável, que quando analisados conjuntamente determinam o balanço entre ácidos e açúcares, pela relação entre ambos.

A alteração do espaçamento entre filas, não influenciou o índice de maturação dos frutos, e as populações não apresentaram diferença significativa para o caráter (Tabela 03). O motivo dos genótipos não diferir para o índice de maturação está relacionado o momento em que foi realizada a colheita, pois a seleção dos frutos obedecia à mesma coloração de cálice. Portanto, os frutos colhidos apresentavam a mesma coloração, o que demonstra controle do índice de maturação sobre as amostras analisadas para a determinação de sólidos solúveis totais e acidez total titulável. A razão entre os sólidos solúveis totais (°Brix) e a acidez total titulável (% ác. cítrico), determina o índice de maturação do fruto, que tem por objetivo definir o momento adequado para a realização da colheita, momento que se entende que o fruto está adequado para o consumo.

O índice de maturação também está relacionado com a escala de coloração do cálice, sendo que a escala apresenta seus respectivos valores de coloração de: 0 (3,5), 1 (4,2), 2 (5,2), 3 (6,0), 4 (7,1), 5 (8,1) e 6 (9,0), conforme NTC 4580 (INCONTEC, 1999). No presente trabalho, foi obtido valor

médio de índice de maturação de 7,24, que corresponde a valores de coloração de cálice entre 4 e 5.

Figura 06 - Estimativa dos sólidos solúveis totais (a) e índice de cor (b) de frutos de diferentes populações de *Physalis peruviana* L. submetidos diferentes espaçamentos. Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.



Para fins de comercialização é desejável frutos colhidos com um índice de maturação  $\geq 6,0$ , os quais atendem perfeitamente o mercado consumidor. Portanto, é desejável valores de coloração de cálice acima de 3 na escala de coloração, para se efetuar colheitas de frutos cujo destino é o mercado *in natura*.

Para firmeza, o valor médio obtido foi de 0,53 N, não havendo efeito do espaçamento sobre esse caráter, a exemplo das populações, que não apresentaram variabilidade para o caráter (Tabela 01). A firmeza é um excelente indicador prático para determinar a maturação de uma fruta em suas diferentes etapas de desenvolvimento, sendo assim possível conhecer os níveis ótimos para consumo, transporte e manejo do produto (BARBOSA et al., 2003).

De acordo com MITCHAM et al. (1997), a firmeza é um importante atributo físico usado por técnicos de campo, produtores, pesquisadores e consumidores para definir a qualidade de uma fruta. Na cultura da fisális, os estudos relacionados à firmeza de polpa estão associados em geral ao tempo de armazenamento da fruta.

As populações não apresentaram variabilidade para o caráter índice de cor. Contudo houve efeito do espaçamento sobre esse caráter (Tabela 03). O índice de cor apresenta comportamento quadrático, atingindo o seu ponto de máximo da curva com a distância entre filas de 3,04 m e valor de IC de 4,73 (Figura 06 b).

O espaçamento entre filas de 3,04 m favorece a coloração dos frutos, quando colhidos no momento adequado. O que difere o espaçamento de 3,04 m dos demais é a intensidade da cor alaranjada, que os frutos apresentaram.

A coloração alaranjada dos frutos se deve principalmente ao acúmulo de  $\beta$ -caroteno, sendo que durante as diferentes fases de maturação, há um incremento linear de  $\beta$ -

caroteno da coloração verde até a laranja (FISCHER & MARTÍNEZ, 1999). A produção de carotenoides está relacionada à qualidade da luz incidente nos frutos. Neste caso, é afetado pela variação no ambiente proporcionado pela alteração do espaço entre as filas.

O fruto de fisális, em particular, é um dos poucos frutos que é protegido por um cálice, que o acompanha durante o seu desenvolvimento (FISCHER et al., 2014). As cores do fruto e do cálice são alteradas de forma simultânea. Inicialmente o fruto apresenta cor verde, passando pela cor amarela e no estágio final de maturação cor laranja, demonstrando maturação paralela com o cálice. Em média, a cor verde ocorre nos primeiros 35 dias após a antese, a cor amarela entre 35 e 63 dias e a cor laranja dos 63 aos 84 dias (CASTAÑEDA & PAREDES, 2003). O atributo cor de frutos é um caráter importante, quando observado pelos consumidores.

De acordo com KADER (2008), a coloração externa é um fator importante, pois a aparência responde por 83 % da decisão de aquisição de um produto pelo consumidor. A colheita deve ser efetuada quando os frutos se encontram na cor amarela e apresentam índice de maturação  $\geq 6,0$ . Os frutos colhidos no presente trabalho apresentavam valores médios de índice de cor de 4,58, ou seja, coloração alaranjada, sendo, portanto, aptos para a comercialização.

### 3.6 CONCLUSÃO

O espaçamento influenciou o acúmulo de sólidos solúveis totais e o índice de cor dos frutos de fisális.

As populações diferiram quanto à acidez total titulável.

O desempenho das características físico-químicas das populações testadas independe da mudança do espaçamento.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao termino deste trabalho é possível destacar a importância das avaliações realizadas na Região Oeste do Estado de Santa Catarina, na contribuição para o conhecimento do cultivo na região. Portanto, é possível concluir sobre os resultados do presente trabalho quanto aos componentes de rendimento que o número de frutos foi influenciado pelos períodos de colheita, em razão da variação imposta pelo ambiente de cultivo.

As populações diferiram quanto à massa de fruto, quando submetidas a diferentes espaçamentos entre filas, e apresentaram variabilidade para diâmetro equatorial. Para os aspectos físico-químicos, o percentual de frutos rachados foi fortemente influenciado pelo ambiente, as populações diferiram para o caráter, porém são necessários maiores estudos de interação genótipo x ambiente para melhor compreensão do efeito. Ao se realizar a introdução e avaliação este é o primeiro estudo que se deve realizar para conhecer a adaptação e estabilidade dos genótipos.

O espaçamento influenciou o acúmulo de sólidos solúveis totais e o índice de cor dos frutos de fisális. O espaçamento de 3,04 m representou ser a melhor opção de uso em cultivos que objetivam melhor coloração de fruto associado ao sabor. As populações diferiram quanto à acidez total titulável, destacando a população Peru que se destacou e apresenta potencial para cultivos e introdução em programas de melhoramento da cultura, objetivando a melhoria de sabor. De forma geral a busca pela variabilidade de caracteres de qualidade de fruto pode ser obtida através de introdução de acessos, hibridação para obtenção de populações segregantes

ou práticas de mutação induzida nestas populações que foram avaliadas e caracterizadas no presente estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALMANZA, P.J.; FISCHER, G. **La uchuva (*Physalis peruviana* L.)**: Una alternativa promisorio para las zonas frías de Colombia, Agricultura Tropical, Palmira, v.30, n.1, 1993.
- ANGULO, R. **Frutales exóticos de clima frío**. Bogotá: Curso Bayer Cropscience S.A. 2003.
- ANGULO, R. **Uchuva *Physalis peruviana***. Bogotá: Bayer CropScience, 2011.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2014. **Santa Cruz do Sul**: Editora Gazeta, 2015. Disponível em: <[http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo\\_edicao/4/2015/03/20150301\\_106c8c2f1/pdf/4718\\_2015fruticultura.pdf](http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/pdf/4718_2015fruticultura.pdf)>. Acesso em: 31 de outubro de 2015.
- AYALA, C. **Evaluacion de tres densidades de siembra y tres sistemas de poda em el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.), ecotipo Colombia, bajo invernadero**.1995, Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- BARBOSA, C. G. et al. **Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas**. Roma: Agriculture Organization of the United Nations. (Technical Manual FAO Agricultural Services Bulletin, n° 149), 2003.
- BONILLA, M. L. B. et al. Caracterizacion morfológica de 24 accesiones de uchuva del banco de germoplasma de la Universidade Nacional de Colombia Sede Palmira. **Acta Agron.** (Palmira), 57 (2), 2008. Disponível em:

<<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v57n2/v57-n2a04.pdf>>. Acessado em: 06 de junho de 2015.

BRUCKNER, C. H. **Fundamentos do melhoramento de fruteiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008.

CASTAÑEDA, G. E.; PAREDES, R. I. Estudio del proceso respiratorio, principales ácidos orgânicos, azúcares y algunos cambios físico-químicos en el desarrollo del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) **Trabajo de grado**. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2003.

CHAVES, A. C. **Propagação e avaliação fenológica de Physalis sp na região de Pelotas, RS**. 2006. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

CODEX STAN. **Norma del códex para La uchuva**. México. 2005.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-CFRS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2.ed. Passo Fundo: Núcleo Regional Sul, 1994.

COOMAN, A. et al. **Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta.**, Agronomía Colombiana, 2005.

CRFG. California Rare Fruit Growers. 2003. **Cape gooseberry: *physalis peruviana* L.** Disponível em: [www.cfrg.org/pubs/ff/cape-goose-berry.html](http://www.cfrg.org/pubs/ff/cape-goose-berry.html). Acessado em: 14 de janeiro de 2016.

CRIOLLO, H. E. et al. Caracterización de materiales de uvilla (*Physalis peruviana* L.) por sus características de calidad. **Revista de ciencias Agrícolas**, Vol. 18, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1719>>. Acessado em: 06 de junho de 2015.

DANTAS, J. L. L. et al. Melhoramento de fruteiras de clima tropical. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELLO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. **Recursos genéticos e melhoramento – plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001.

ESCOBAR, H. C. et al. Caracterización de materiales de uvilla (*Physalis peruviana* L.) por sus características de calidad. *Revista Ciencias Agrícolas*, Nariño, Colombia, 2001.

FISCHER G. **Crecimiento y desarrollo**. Em: Flórez VJ, Fischer G, Sora AD (Eds.). *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.)*. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; 2000.

FISCHER, G. et al. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2005.

FISCHER, G. et al. Cape gooseberry (*Physalis peruaviana* L.) In: YAHIA, E. M. (Ed.). **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Acai to citrus. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011.

FISCHER, G. et al. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – Sp, v. 36, n 1, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100294520140001000>>

03&scrip-t=sci\_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 05 maio de 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29454-41/13>.

FISCHER, G.; MARTÍNEZ, O. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) em relación com la coloración del fruto. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.16, 1999.

FISCHER, G.; MIRANDA, D. Uchuva (*Physalis peruviana* L.) In: FISCHER, G. (Ed). **Manual para el cultivo de frutales em el trópico**. Bogotá: Produmedios, 2012.

FRIEDRICH, G.; FISCHER, M. **Physiologische grundlagen des obstbaues**. Verlag Ulmer, Stuttgart, 2000.

GORDILLO, O. et al. Efecto del riego y de la fertilización sobre la incidencia del rajado en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Sylvania (Cundinamarca). **Agron. Colomb.** 22(1), 2004.

HERRERA, M. A. et al. Agronomical evaluation of cape gooseberries (*Physalis peruviana* L.) from central and north-eastern Colombia. **Agronomía Colombiana** 30(1), 2012.

INCOTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. **Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones del empaque**. Bogotá, 1999. (Norma Técnica Colombiana, 4580).

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002.

LAGOS, T. C. et al. Análisis de la aptitud combinatória de algunas características del fruto de *Physalis peruviana* L. **Agron. Colomb.** Vol. 25, n. 1, Bogotá, 2007. Disponível em:



<[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120996520070-00100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120996520070-00100005&script=sci_arttext)>. Acessado em: 05 de junho de 2015.

LIMA, C. S. M. et al. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.-php?script=sci\\_arttext&pid=S010029452009000400020](http://www.scielo.br/scielo.-php?script=sci_arttext&pid=S010029452009000400020)>. Acessado em: 29 de maio de 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S010029452009000400020>.

MÁRQUEZ, C. J. C. et al. Evaluación físico-química y sensorial de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Vitae**, vol. 16, n. 1, Medellín, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012140042009000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012140042009000100005&script=sci_arttext)>. Acessado em: 06 de junho de 2015.

MEDINA, M. **El cultivo de la uchuva tipo exportación**. Revista Agricultura Tropical. Palmira, v.28, n.2, 1991.

MENZEL, M. Y. **The cytotaxonomy and genetics of *Physalis***. Proceedings of the American Philosophic Society 95, 1951.

MITCHAM, E. et al. **Evaluation of four cherry firmness measuring devices**. Davis, CA: University of California. Departamento of Pomology. (13 th Anual Postharvest Conference, article), 1997.

MOURA, P. H. A. **Cobertura plástica e densidade de plantio na produção e qualidade das frutas de *Physalis peruviana* L.** Tese de doutorado, Lavras: Ufla, 2013.

PALOMINO, C. E. M. **Caracterización morfológica de accesiones de *Physalis peruviana* L. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.** 2010. Tese (Mestrado) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010.

PANDOLFO, C. et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2002.

PUENTE. L. A. S et al. ***Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of highly functional fruit: a review.** Food Res. Intl. 44, 2011.

RODRIGUEZ, N.C. Estudio citogenético em *Physalis peruviana* L.: “uchuva” (Solanacea). **Trabajo de grado.** Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2004.

SALAZAR, M. R. et al. Base temperature and simulation model for nodes appearance in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v.30, n.4, 2008.

TORRES, C. A. et al. Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana*) bajo cubierta. **Agron. Colomb.** 22, 2004

ZAPATA, J. L. et al. **Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia.** (Boletim Técnico). Antioquia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2002.

## ANEXOS

### Anexo 01 – Resultados da análise química do solo da área experimental. Xanxerê, SC, 2013.

% Arg.	pH- Água	Índice	P	K	%	Al	Ca	Mg	
m/v	1:1	SMP	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	m/v	cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	
46	5,8	6,1	8,1	152,0	4,1	0,0	12,6	2,3	
Interpretação									
C. 2	M	-	M	A	M	-	A	A	
H + Al	CTC	Al	% Saturação na CTC a pH 7,0			Relações			
cmolc/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	Valor m	Bases	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
3,76	19,05	0,00	80,26	2,04	66,14	12,07	5,48	32,41	5,92
Interpretação									
-	A	MB	A	-	-	-	-	-	-

MB: Muito Baixo; B: Baixo; M: Médio; A: Alto; MA: Muito Alto; C.: Classe. Sociedade... (2004).

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

### Anexo 02 – Dados climáticos (valores médios de temperatura máxima e mínima absoluta, umidade relativa do ar e precipitação pluvial) do local experimental no município de Xanxerê, SC, ano agrícola 2013/2014.

Fator climático	2013		2014		
	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Temperatura mínima. (° C)	16,8	18,8	20,1	19,7	17,1
Temperatura máxima (° C)	28,0	29,2	28,7	30,1	26,3
Umidade relativa (%)	68,0	70,4	78,1	69,6	79,0
Precipitação pluvial (mm)	162,1	119,5	139,6	157,2	256,3

Fator climático	2014				
	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto
Temperatura mínima (° C)	15,5	12,4	11,9	10,5	11,8
Temperatura máxima (° C)	24,7	21,1	18,8	19,8	22,9
Umidade relativa (%)	79,4	82,4	85,3	78,1	72,1
Precipitação (mm)	231,8	262,9	548,8	109,5	97,3

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.