

VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICA RACHADURA DE FRUTOS EM POPULAÇÕES DE *PHYSALIS*

Emanuele Carolina Barichello¹

Marcio dos Santos²

Murielli Sabrina Gemeli²

Paulo Henrique Cerutti²

Rita Carolina de Melo³

Cleiton Luiz Wille⁴

RESUMO: O cultivo de *Physalis* vem demonstrando importância na classe dos pequenos frutos, devido principalmente ao seu valor nutricional. Contudo, programas de melhoramento da cultura nas condições edafoclimáticas brasileiras ainda são incipientes. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade genética para a característica rachadura de frutos em populações de *Physalis peruviana* L. O experimento foi desenvolvido na safra agrícola 2015/2016. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições. Os genótipos avaliados consistiram de quatro populações originais advindas da Colômbia, Peru, Lages e Caçador, populações originais submetidas a três gerações de autofecundação e híbridos formados após o cruzamento dessas populações originais. As variáveis avaliadas foram: massa média de frutos normais e massa média de frutos totais, massa de frutos com rachadura transversal e massa de frutos com rachadura profunda. As análises estatísticas foram realizadas no software SAS. Na presença de significância entre os genótipos, contrastes de médias foram executados. As populações de *Physalis* avaliadas apresentam diferença significativa para a variável massa média de frutos normais. Porém a divergência foi encontrada apenas nos híbridos, indicando assim a necessidade de ampliação da variabilidade genética em programas de melhoramento.

Palavras-chave: Autofecundação, Divergência, Frutos Rachados.

1 Mestranda em Produção Vegetal, Universidade do estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC
2 Mestrandos em Produção Vegetal, Universidade do estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC
3 Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade do estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC
4 Graduando em Agronomia, Universidade do estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC
Revista da 15ª Jornada de Pós graduação e Pesquisa. ISSN: 2526-4397
Submetido: 26 /08 /2018 Avaliado: 09 /10 /2018.

GENETIC VARIABILITY FOR THE FRUIT CRACKING TRAIT IN POPULATIONS OF PHYSALIS

ABSTRACT: The Physalis crop has been showing its importance as part of the small fruits category, mainly due to its nutritional value. However, plant breeding programs to improve this crop in Brazilian edaphoclimatic conditions are still incipient. Thus, the goal of this study was to evaluate the genetic variability for the fruit cracking trait in populations of Physalis peruviana L. The experiment was carried out on the 2015/2016 crop year. The experiment was set up in a completely randomized block design with three replications. The genotypes evaluated consisted of four original populations derived from Colombia, Peru, Lages and Caçador, original populations that were subjected to three generations of selfing and hybrids formed after the crossing of the original populations. The variables evaluated were: average mass of normal fruits, total average mass of fruits, total mass of fruits with transversal crack and mass of fruits with deep crack. Statistical analyzes were performed using the SAS software. Contrasts were performed when genotypes presented significant differences. The populations of physalis evaluated presented a significant difference to the variable average mass of normal fruits. However, the divergence was found only in the hybrids, which indicates the need for broadening its genetic variability in breeding programs.

Keywords: Selfing, divergence, cracked fruits.

INTRODUÇÃO

A espécie da *Physalis peruviana* L. pertence à família Solanaceae, que faz parte de um grupo de pequenas frutas com alto valor econômico e nutricional. Uma planta de cultivo simples que apresenta frutas com alta concentração de açúcares, vitaminas A e C, antioxidantes e minerais essenciais, além de ferro e fósforo, possuindo assim função nutracêutica, (RUFATO et al., 2009).

As condições climáticas favoráveis no cenário brasileiro de produção no país têm proporcionado o cultivo de *Physalis* e de outras pequenas frutas como mirtilo, framboesa e morango. Mediante melhorias no desenvolvimento da produção o Brasil passou a ocupar o terceiro lugar no *ranking* da produção de frutas (COLLI, 2015). A espécie de *Physalis* é natural da região Andina, uma cadeia montanhosa, que se estende a países como Colômbia, Peru e Equador, grandes produtores e exportadores da fruta (CONDORI, 2015). A implantação da *Physalis* no Brasil ocorreu através de genótipos procedentes da Colômbia, sendo estes cultivados em

grande parte na região sul do país, como Lages, Fraiburgo, além de algumas cidades do Rio Grande do Sul como Pelotas e Vacaria (COLLI, 2015).

Muitos dos trabalhos realizados em *Physalis* são originários na Colômbia. A mesma possui um programa de melhoramento baseado na seleção de diferentes acessos. No Brasil, as sementes e espécies de *Physalis* são de origem desconhecida e não apresentam uma avaliação que diferencie as populações. Na presente atualidade não há informações no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) de sementes registradas, e nem de programas de melhoramento específicos para condições edafoclimáticas brasileiras (TREVISANI, 2015).

Uma cultura que apresenta poucas ampliações em programas de melhoramento em variabilidade genética, necessita de estudos em distintas perspectivas. Atualmente, um dos problemas que vem sendo muito observado em relação ao aspecto visual de frutos de *physalis*, que associado ao ambiente de cultivo, juntamente a fatores fisiológicos (deficiência nutricional), é a rachadura de frutos (OLIVEIRA et al., 2017).

Contudo, com a incorporação de métodos de melhoramento genético vegetal através da variabilidade genética para a característica em estudo e técnicas de manejo, é possível obtenção de plantas com características desejáveis, buscando relacionar a herança genética predominante em caracteres para a produção de frutos (TREVISANI, 2015).

Segundo Sánchez et al. (2014), as empresas de exportação descartam 20% dos frutos que apresentam alguma característica de rachadura. Em períodos com maiores quantidades de precipitações a quantidade de descarte chega a 45%. Os frutos que apresentam rachaduras são eliminados com intuito de evitar contaminações fúngicas e bacterianas que podem diminuir sua vida útil. O mercado revendedor exige que os frutos possuam boa aparência, e sejam frescos para o consumidor. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade genética para a característica rachadura de frutos em populações de *Physalis peruviana* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante a safra agrícola de 2015/2016 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. De acordo com Pandolfo et al. (2002), a temperatura média anual é de 16 a 17 °C; precipitação média anual de 2100 a 2300 mm, e umidade relativa do ar (média) de 78 a 80 %.

Foram avaliados 28 tratamentos, sendo: *i*) quatro populações originais de *Physalis* oriundas de Lages, Colômbia, Peru, Caçador, (4 tratamentos); *ii*) as mesmas quatro populações submetidas a três gerações de autofecundação (S1, S2, S3) (16 tratamentos) e *iii*) 12 híbridos provenientes de cruzamentos entre populações originais na geração S3, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Denominação das populações utilizadas no experimento.

Table 1. Denomination of the populations used in the experiment.

Populações			
1. Colômbia	2. Lages	3. Caçador	4. Peru
5. Colômbia em S ₁	6. Lages em S ₁	7. Caçador em S ₁	8. Peru em S ₁
9. Colômbia em S ₂	10. Lages em S ₂	11. Caçador em S ₂	12. Peru em S ₂
13. Colômbia em S ₃	14. Lages em S ₃	15. Caçador em S ₃	16. Peru em S ₃
17. Híbrido 5 x 8	18. Híbrido 5 x 10	19. Híbrido 5x 13	20. Híbrido 8 x 5
21. Híbrido 8 x 10	22. Híbrido 8 x 13	23. Híbrido 10 x 5	24. Híbrido 10 x 8
25. Híbrido 10 x 13	26. Híbrido 13 x 5	27. Híbrido 13 x 8	28. Híbrido 13 x 10

S₁, S₂ e S₃: primeira, segunda e terceira geração de autofecundação, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições. Em cada população avaliada foram aferidas cinco plantas totalizando 140 observações por bloco. Foram observadas no total 420 plantas.

O espaçamento foi de 1,5 metros entre plantas e 2 metros entre filas, sendo o total da área experimental 90m x 20m= 1800m². A semeadura dos tratamentos ocorreu no dia 12 de agosto de 2015 em casa de vegetação, onde foram acondicionadas até o transplante das mudas. O transplante ocorreu quando as mudas atingiram entre 10 e 15cm.

A mensuração dos caracteres referentes a aspectos da planta e qualidade do fruto foram avaliados individualmente em cada planta e tratamento. Foram avaliadas as variáveis: *i*) massa de frutos normais (MFN); *ii*) massa média de frutos totais (MMT); *iii*) massa de frutos com rachadura no sentido transversal do fruto (MFRT) e *iv*) massa de frutos com rachadura profunda (MFRP). Ambas foram obtidas mediante auxílio de uma balança de precisão portátil.

Os dados foram submetidos a análise de variância global e na presença de diferenças significativas para os tratamentos, as médias foram comparadas por contrastes de médias baseados no teste t. Todas as análises foram executadas no software SAS.

RESULTADOS

A análise de variância para o fator população apresenta significância a 5% pelo teste F para a variável massa média de frutos normais (MFN) e não significância para a variável massa média total (MMT) (Tabela 2). Possivelmente, as populações revelam variabilidade genética para a variável massa de frutos normais.

Tabela 2. Análise de variância para massa média de frutos normais (MFN) e massa média de frutos totais (MMT) com as respectivas probabilidades.

Table 2. Analysis of variance for the average mass of normal fruits (MFN) and total average mass of fruits (MMT) and their respective probabilities.

Causa de variação	MFN			MMT	
	GL	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	2	1956,17	0,0006*	108,69	0,0068*
Populações	27	496,23	0,0072*	23,05	0,3128
Resíduo	54	226,71	-	19,84	-

A massa de frutos normais obteve uma variação de 32g (para a população 7) e 76g (para população 25), de acordo com Figura 1.

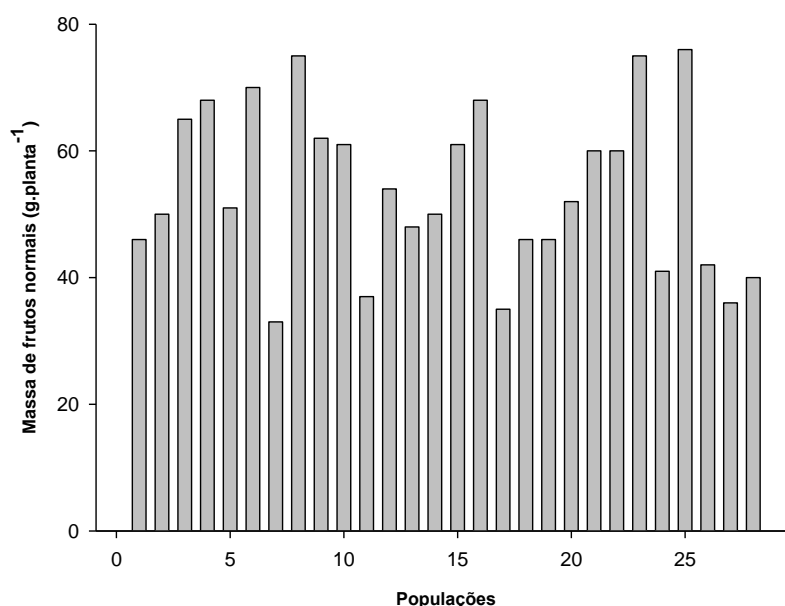


Figura 1. Variação entre genótipos para massa média de frutos normais.

Figure 1. Variation among genotypes for average mass of normal fruits.

Buscando inferir sobre o comportamento das populações foram executados contrastes de médias. Na Tabela 3, estão representadas as comparações entre as populações originais (Colômbia, Lages, Caçador e Peru).

Tabela3. Estimativas de comparação de médias para a variável massa de frutos normais nas populações originais.

Table 3. Comparison contrasts for the average mass of normal fruits variable in the original populations

Contraste	Valor de t	Pr> t
1. Peru x Caçador	0,24	0,8096
2. Peru x Lages	1,43	0,1576
3. Peru x Colômbia	1,85	0,0693

As comparações de médias indicam a elevada similaridade entre as diferentes populações (ausência de significância a 5% nos três contrastes realizados). Esse fato demonstra a baixa variabilidade genética entre as origens de coleta. Com o propósito de compreender a variabilidade genética em populações de *physalis* e seu modo de reprodução (ainda questionável) – as populações foram levadas a homozigose. As mesmas populações originais foram conduzidas a três gerações de autofecundação e novamente contrastes de médias foram realizados (Tabela 4). Do mesmo modo, as populações mantiveram a similaridade para esse caráter (ausência de significância nos contrastes de comparação de médias pelo teste t).

Tabela 4. Estimativas de comparação de médias para a variável massa de frutos normais para populações com três gerações de autofecundação.

Table 4. Comparison contrasts for the average mass of normal fruits variable in the populations with three generations of selfing.

Contraste	Valor de t	Pr> t
4. Peru x Caçador	0,56	0,5793 ^{ns}
5. Peru x Lages	1,14	0,1512 ^{ns}
6. Peru x Colômbia	1,60	0,1153 ^{ns}

Por fim, comparações entre híbridos resultantes da recombinação entre populações na terceira geração de autofecundação apresenta significância a 5 % de probabilidade de erro em 63% dos contrastes realizados (Tabela 5). Isso indica que aumentos na variabilidade são promovidos após a recombinação entre os genitores utilizados nos cruzamentos.

Tabela 5. Estimativas de comparação de médias para a variável massa de frutos normais em híbridos formados do cruzamento entre populações (S₁, S₂ e S₃).

Table 5. Comparison contrasts for the average mass of normal fruits variable in hybrids formed by crossings between populations (S₁, S₂ and S₃).

Contraste	Valor de t	Pr> t
07. 25 x 17	3,84	0,0017*
08. 25 x 18	2,47	0,0166*
09. 25 x 19	1,84	0,0717
10. 25 x 20	2,00	0,0509*
11. 25 x 21	1,34	0,1850
12. 25 x 22	1,32	0,1915
13. 25 x 23	0,16	0,8727
14. 25 x 24	2,86	0,0059*
15. 25 x 26	2,76	0,0079*
16. 25 x 27	3,23	0,0021*
17. 25 x 28	2,95	0,0047*

Já para as variáveis massa de frutos com rachadura transversal (MFRT) e massa de frutos com rachadura profunda (MFRP), a análise de variância não apresenta significância a 5% de probabilidade de erro para o fator população, indicando comportamento semelhante para essa característica (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância para as causas de variação controladas considerando as variáveis rachadura transversal (MFRT) e rachadura profunda (MFRP).

Table 6. Analysis of variance for the controlled sources of variance considering the variables transverse cracking (MFRT) and deep crack (MFRP).

Causa de variação	GL	MFRT		MFRP	
		QM	P>F	QM	P>F
Bloco	2	124,84	0,1247	35,95	0,0256*
População	27	65,29	0,3413	14,48	0,0913
Resíduo	54	57,56	-	8,38	-

A baixa variabilidade das populações para característica de rachadura em frutos implica em falta de opção ao melhorista na busca pela melhoria do caráter. A variação para massa de frutos com rachadura transversal foi de 2 – 18g por planta, e para massa de frutos com rachadura profunda foi de 1 – 12g por planta, de acordo com Figura 2.

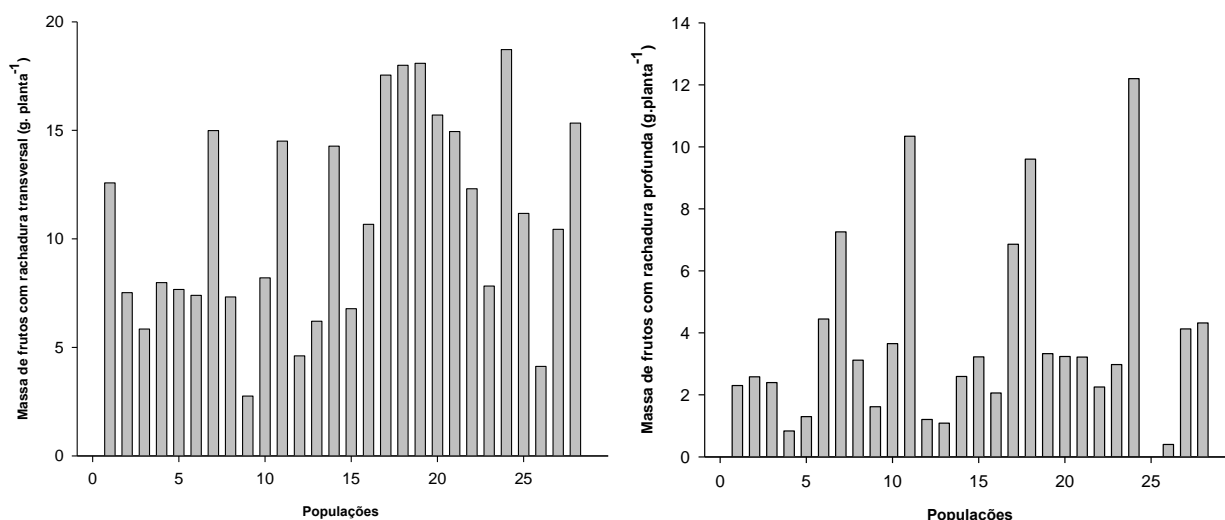


Figura 2. Massa de frutos com rachadura transversal e profunda.

Figure 2. Fruit mass with transverse and deep crack.

DISCUSSÃO

Estudos direcionados para à caracterização de populações de *physalis* são relativamente incipientes em condições climáticas brasileiras. Áreas cultivadas no país tem genótipos advindos de sementes de procedência desconhecida, não existindo no país variedades de *physalis* registradas (MAPA, 2018).

A *Physalis*, por ser uma cultura relativamente nova no Brasil, não possui um programa de melhoramento genético bem específico. Muitos trabalhos são realizados em busca de maior desempenho, melhoria de caracteres que compõe a produção e rendimento dos frutos, porém voltados principalmente a condições de manejo. De acordo com Borém; Miranda (2013), além da diversidade de espécies que o homem cultiva, existe variabilidade dentro de cada uma, cabendo ao melhorista determinar a expressão dessa variabilidade, mediante inclusão de novas populações em seu programa. O conhecimento do possível potencial genético apresentado por uma espécie é dependente em grande parte da disponibilidade de ampla base genética (BETANCOURT et al., 2008).

Os objetivos de melhorar uma planta segundo COLLI (2015), devem ser estabelecidos possibilitando a escolha dos melhores genótipos, o local de cultivo ideal, podendo ser empregado no banco de germoplasma para futuros estudos, e com isso definir um programa de melhoramento voltado a espécie. A variabilidade genética se define pelos caracteres utilizados na hora da seleção, um método estratégico que facilita o conhecimento das qualidades relacionadas para obtenção de genótipos que

garantam heranças genéticas, fazendo com que ocorra melhorias na planta e conseqüentemente na produção de frutos (SILVA, 2007).

O presente trabalho avaliou através de cruzamentos diretos e recíprocos em populações originais e híbridos de *Physalis*, a variabilidade genética para massa de frutos normais para cultivo e massa de frutos que rachaduras transversais e profundas.

A característica de rachadura em frutos é observada quando ocorre chuvas ou irrigações intensas, uma alta porcentagem de água se desloca para o interior dos frutos causando um inchamento, que em decorrência causa rachadura da epiderme. Esse problema é visto também quando ocorre longos períodos de umidade seguidos por longos períodos de seca. Para a comercialização é importante a qualidade do fruto. Quando frutos são afetados pela rachadura, acabam diminuindo sua produção e valor (COLLI, 2015).

Em busca de melhorar a qualidade dos frutos e evitar perdas, é importante priorizar a seleção de genótipos promissores para esta característica, por meio do melhoramento genético das plantas (COLLI, 2015).

Na Tabela 3 é possível avaliar a estimativa de comparação de médias de frutos normais para populações com três gerações de autofecundação, que apresentaram uma significância de 63%, resultando em aumento de variabilidade genética advinda de processo de recombinação das populações.

E em relação a massa de frutos com rachadura, as populações não diferem entre si. O que ainda indica a falta de variabilidade para esse caráter.

Uma ferramenta que pode auxiliar na eficiência do processo seletivo de populações com características superiores no melhoramento dessa cultura e que será empregada em futuros trabalho é a utilização da seleção recorrente. A mesma pode proporcionar quebra de blocos gênicos e ou genes ligados e dessa forma promover a expressão das variâncias genéticas de natureza não aditivas. O sucesso da seleção recorrente é avaliado pelo progresso genético em cada ciclo de seleção realizado (SILVA et al., 2010). Leite et al. (2017) destaca que características agrônômicas complexas que envolvem vários genes podem apresentar dificuldades de avanços em programas de melhoramento. E assim, novas ferramentas devem ser utilizadas na busca do ideótipo de cada espécie.

CONCLUSÃO

Os cruzamentos entre as populações revelam variabilidade genética para massa de frutos normais. Ainda há falta de variabilidade para possivelmente sanar o problema de rachadura de frutos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo aporte financeiro e ao Instituto de Melhoramento e Genética (IMEGEM).

REFERÊNCIAS

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.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Ed.UFV, 2013. 523p.

COLLI, M. P. **Componentes de rendimento e características físico-químicas de fruto em genótipos de *Physalis* submetidos a diferentes espaçamentos**. 2015. 75f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages 2015.

CONDORI, D. P. C. **Determinación de la concentración y tiempo de exposición de la colchicina para la duplicación del número cromosómico de *Physalis peruviana* L. en condiciones *in vitro***. 2016. 99F. Dissertação (Mestrado em Biología) - Universidad Nacional San Agustín de Arequipa Facultad de Ciencias Biológicas Escuela Profesional y Académica de Biología. Arequipa 2016.

LEITE, M. E.; FIGUEIREDO, I.C.R.de.; DIAS, J.A.; ALVES, F.C.; SANTOS, J.B.dos.. Reaction of common bean lines derived from recurrent selection for white mold resistance and aggressiveness of *Sclerotinia sclerotirum* isolates. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 5, p. 1177–1187, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v33n5a2017-36779>

OLIVEIRA, L. D. S.; MOURA, M. S. B.; LEÃO, P. C. S, SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B. **Características agrônômicas e sensibilidade ao rachamento de bagas de uvas e sementes**. *Journal of Environmental Analysis and Progress*v. 02n. 03 p.274-282, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.2.3.2017.1451.274-282>

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 13p.

RUFATO, A. R.; RUFATO, L.; LIMA, C. S. M.; MUNIZ, J. **A Cultura do *Physalis*: Série fruticultura-Pequenos frutos**. CAV UDESC - Lages SC. 2009. p. 19-27.

SÁNCHEZ, A. M. C.; MONTANEZ, G. A. P.; RODRÍGUEZ, Y. A. **Alternativas de procesamiento de uchuva (*Physalis peruviana* L.) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización em fresco**. 2014. Escuela de Administración de Empresas Agropecuarias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama. Carrera 18 Calle 22. Duitama, Boyacá, Colombia.2014.

SILVA, G. S. da.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.de.F.B.; NUNES, J.A.R. Estimation of genetic progress after eight cycles of recurrent selection for common bean grain yield. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 10, p. 351–356, 2010.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332010000400010>

SILVA, A. H. B. **Seleção e variabilidade genética para caracteres qualitativos e quantitativos em progênies de *Physalis angulata* L. (Solanaceae)**. Em Feira de Santana Bahia. 2007.88f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Botânica) Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana 2007.

TREVISANI, N. **Variabilidade Genética e seleção em populações de *Physalis* (*Physalis peruviana* L.)** em Lages SC. 2015. 70f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do estado de Santa Catarina, Lages 2015.