

ORIGINAL ARTICLE

Qualidade de frutos de *Physalis peruviana* L. em função de diferentes tipos de tutoramento e poda

Quality of fruits of Physalis peruviana L. in the function of different types of training and pruning

Verônica Pellizzaro^{1*} , Jean Carlo Baudraz de Paula¹, Felipe Favoretto Furlan¹, Mônica Satie Omura¹, Lúcia Sadayo Assari Takahashi¹

¹Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Agronomia, Londrina/PR - Brasil

*Corresponding Author: Verônica Pellizzaro, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Agronomia, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Caixa Postal: 10.011, CEP: 86057-970, Londrina/PR - Brasil, e-mail: veronica.pellizzaro@gmail.com

Cite as: Pellizzaro, V., Paula, J. C. B., Furlan, F. F., Omura, M. S., & Takahashi, L. S. A. (2020). Quality of fruits of *Physalis peruviana* L. in the function of different types of training and pruning. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019073. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07319>

Resumo

A *Physalis peruviana* L. é uma pequena fruta reconhecida por apresentar grande importância farmacológica, uma vez que seus frutos apresentam altos teores de vitamina A, C, ferro e fósforo. Práticas culturais, como tutoramento e poda, podem influenciar a arquitetura da planta, de modo que ela obtenha frutos de melhor qualidade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de frutos de *Physalis peruviana* L. produzidos em diferentes sistemas de tutoramento e poda. O trabalho foi realizado em Londrina-PR utilizando delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 × 2, contendo quatro tipos de tutoramento (tutoramento UEL, tutoramento "V" invertido adaptado, sem tutoramento e tutoramento vertical) e duas poda (com e sem desbrota), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: largura e altura dos frutos, massa fresca com e sem capulho, coloração (L^* , C^* e h°), número de frutos por planta, sólidos solúveis, pH e acidez. Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade e, se atendidos os padrões, foram comparados pelo teste de Tukey, com nível de 5% de probabilidade pelo programa Sisvar, e correlacionados pelo teste de Pearson utilizando o programa estatístico R. Foi possível concluir que plantas conduzidas livremente tiveram os maiores valores de massa fresca de frutos com capulho e que os sistemas de condução proporcionaram maior penetração da radiação solar no dossel, o que favoreceu o acúmulo de açúcares e a intensidade das colorações dos capulhos. Plantas conduzidas nos sistemas de tutoramento UEL – Universidade Estadual de Londrina e "V" invertido adaptado (ambos sem desbrota) obtiveram maiores quantidades de frutos. A desbrota provocou redução no volume de frutos, menores valores de sólidos solúveis, capulhos mais escuros e com maior tendência à coloração amarelada.

Palavras-chave: Caracterização dos frutos; Desbrota; Fisális; Manejo; Pós-colheita; Solanaceae.

Abstract

Physalis peruviana L. is a small fruit known for the great pharmacological importance, since it has high levels of vitamin A, C, iron, and phosphorus. Cultural practices such as training and pruning can influence the architecture of



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença [Creative Commons Attribution](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

the plant, in such a way to obtain fruits of better quality. Therefore, the objective of this work was to evaluate the quality of fruits of *Physalis peruviana* L. produced in different systems of training and pruning. The work was carried out in Londrina-PR-Brazil using a completely randomized design, in a 4 × 2 factorial scheme containing four types of training (“UEL training”, “adapted inverted V training”, without training and “vertical training”) and two types of pruning (with and without prune) with four replicates. The analyzed variables were: fruit size and height, fresh weight with and without calyx, color (L^* , C^* and h°), number of fruits per plant, total soluble solids, pH, and acidity. The data were submitted to analysis of normality and homogeneity and compared by the Tukey test, at a 5% of probability level by the Sisvar program, and correlated by the Pearson test using the statistical program R. We conclude that plants conducted freely, had the highest values of fresh fruit mass with calyx. The conduction systems provide greater penetration of the solar radiation in the canopy, which favors, the accumulation of sugars and the intensity of the colorations of the calyxes. Plants conducted by the training systems UEL - State University of Londrina and adapted inverted “V” (both without pruning), obtained a greater amount of fruits. The pruning resulted in reduced fruit volume, lower values of soluble solids (SS), and dark calyx with a tendency to yellowish color.

Keywords: Characterization of fruits; Pruning; *Physalis*; Management; Post-harvest; Solanaceae.

1 Introdução

A *Physalis peruviana* L., pertencente à família das Solanaceae, é uma fruta produzida em regiões tropicais (Afsah, 2015) e cultivada nas mais variadas épocas e manejos (Muniz et al., 2010), sendo destinada basicamente a dois segmentos: frutos para o processamento ou consumo *in natura* (Rufato et al., 2013).

Independentemente do destino final do produto, um elevado padrão comercial deve ser atingido, visando ao fornecimento de frutos que atendam ao mercado consumidor, uma vez que a mudança dos hábitos alimentares, como o aumento no consumo de frutas, está em evidência (Patto, 2013). Portanto, otimizar o processo de desenvolvimento e crescimento de plantas de fisális por meio da alteração na arquitetura vegetal torna-se viável para a cadeia produtiva.

Práticas que alteram a arquitetura da planta, como tutoramento e poda, podem influenciar a relação fonte-dreno, de modo a obter maior produtividade, tamanho, peso, concentrações de sólido solúveis e menor acidez dos frutos (Peluzio et al., 1999). Essa relação depende da eficiência fotossintética e da translocação de fotoassimilados para os locais de maior demanda (Silvius et al., 1978). Desta forma, evidencia-se como unidades de fonte e dreno as folhas e os frutos, respectivamente (Tanaka & Fujita, 1974).

Neste cenário, a utilização de tutoramento no cultivo de fisális proporciona um suporte para o crescimento vegetativo das plantas evitando o contato com o solo, além de possibilitar o aumento da ventilação e a iluminação no dossel produtivo, facilitando os tratos culturais (Alvarenga, 2004). Os sistemas de condução mais utilizados para o cultivo de fisális são: livre, espaldeira, em “V” e em “X” (Muniz, 2011; Gonçalves et al., 2012).

Embora sejam os métodos mais usados, necessitam da utilização de duas plantas por tutor; logo, uma alternativa a esses modelos é a utilização de somente uma planta, otimizando o custo de implantação. O manejo da densidade de plantas e a realização da poda apical interferem na produtividade e qualidade dos frutos, assim como na duração do período de colheita (Bogiani et al., 2008).

A realização da poda, além de ter efeito direto no tamanho dos frutos, na melhoria da arquitetura da planta e na eficiência do sistema de condução (Zapata et al., 2002), constitui uma importante ferramenta, pois pode alterar a quantidade da radiação solar que incide sobre o dossel e refletir na produtividade.

Tendo em vista que o potencial de conservação de um fruto está diretamente relacionado ao manejo (Chitarra & Chitarra, 2005), alterações nas práticas culturais pela adoção de métodos de condução e poda podem modificar a arquitetura das plantas e refletir diretamente na qualidade dos frutos produzidos.

Neste sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de frutos de *Physalis peruviana* L. sob diferentes sistemas de tutoramento e poda.

2 Material e métodos

O trabalho foi conduzido no município de Londrina-PR, localizado à 23°19'42" S, 51°12'11" W e 574 m de altitude, no período de maio de 2016 a novembro de 2017. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2017). O clima da região é do tipo Cfa, conforme classificação de Koppen, sendo subtropical com chuvas bem distribuídas no verão. As médias de temperatura ocorridas no período estão apresentadas com base nos dados do IAPAR, segundo a Figura 1.

A correção do solo foi realizada por meio da aplicação de composto químico seguindo as recomendações de Oliveira (2003), com base nos resultados da análise química do solo (Tabela 1), realizada no Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Londrina (UEL), oriunda de amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm.

As sementes de *Physalis peruviana* L. foram obtidas por meio de frutos adquiridos comercialmente em completo estágio de maturação, caracterizado pela coloração alaranjada. A semeadura foi feita em bandejas de isopor contendo 128 células preenchidas com substrato comercial e mantidas em casa de vegetação com ambiente controlado. O transplântio das mudas foi realizado em abril de 2017, quando as plantas se encontravam com 3 a 4 folhas verdadeiras (60 dias após a semeadura) e aproximadamente 20 cm de altura, utilizando uma planta por cova, com espaçamento de 3,0 × 1,0 m entre linhas e plantas, respectivamente.

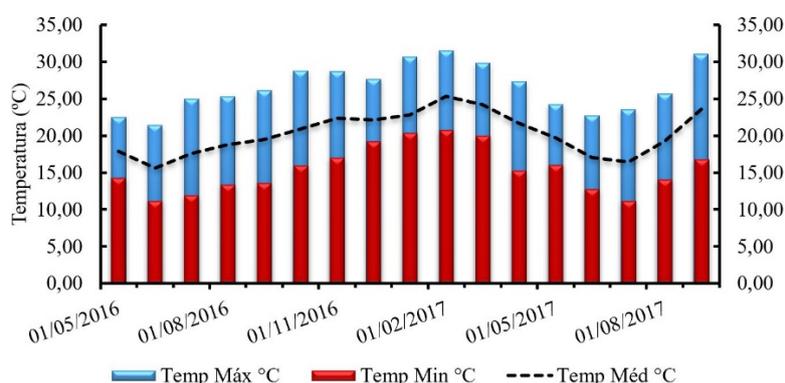


Figura 1. Valores de temperatura máxima (T máx. °C), mínima (T min. °C) e média (T med. °C) no município de Londrina-PR durante o experimento (ano 2016/2017). **Fonte:** Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (2017).

Tabela 1. Análises químicas do solo da área de cultivo, Londrina-PR.

pH*	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	K ⁺	SB	CTC	P	C	MO	V
	cmol _c dm ⁻³					mg/dm ³	mg/dm ³	%	g kg ⁻¹	%	
5	4,2	2,05	0,04	5,76	0,53	6,77	6,81	1,31	1,12	19,26	54,03

*pH em CaCl₂. SB calculada com base em pH 7. SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; P: fósforo; C: carbono; MO: matéria orgânica; V: saturação de bases. **Fonte:** Elaborada pelo próprio autor.

Os tratos culturais foram realizados conforme recomendação de Rufato et al. (2008). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 × 2, contendo quatro tipos de tutoramento (tutoramento UEL, tutoramento “V” invertido adaptado, sem tutoramento e tutoramento vertical) e dois tipos de poda (com e sem desbrota), com quatro repetições por tratamento. Foram definidos como área experimental 255 m² (15 × 17 m), contendo 4 fileiras, com 16 plantas cada, totalizando 64 plantas.

A estrutura de tutoramento utilizada (bambus com 1,80 m de altura) foi instalada antes do transplântio, e, assim que as plantas atingiram aproximadamente 30 cm, elas foram conduzidas aos tutores com auxílio de barbantes.

Para o tutoramento do tipo UEL, dois bambus foram dispostos na forma de “X”, cruzando-se entre si a uma altura de 60 cm, e suas bases foram apoiadas no solo com 50 cm de distância entre si, sendo a planta transplantada no meio das duas bases. No tipo “V” invertido adaptado, dois bambus foram cruzados nas extremidades superiores, e suas bases foram dispostas a 50 cm de distância entre si, sendo a planta transplantada no meio das suas bases. Para o vertical, foi feito o uso de um bambu disposto verticalmente ao solo, sendo a planta transplantada na base do bambu. Já para as plantas sem tutoramento, houve desenvolvimento natural sem alterações na arquitetura.

A poda do tipo desbrota foi realizada semanalmente a partir da emissão das gemas laterais (30 cm) em conjunto com o tutoramento, com auxílio de tesoura de poda, havendo a retirada parcial das gemas laterais. Para plantas com desbrota, foi feita a condução de duas hastes, e para os tratamentos sem desbrota, todas as hastes foram tutoradas.

As colheitas foram realizadas manualmente ou com o auxílio de uma tesoura, de maneira a evitar o desprendimento do cálice, sendo os frutos colhidos conforme escala de maturação de Muniz (2011) (4 - amarelo; 5 - amarelo-amarronzado; e 6 - pardo-amarronzado) e, logo após, submetidos aos testes.

Na análise da qualidade física dos frutos, foram avaliados largura (Larg) e altura (Alt), massa fresca com e sem capulho de 10 frutos (MFC e MFS, respectivamente), coloração e número de frutos por planta (NF). Em relação à qualidade química, foram avaliados sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), pH e acidez (AC).

Para altura e diâmetro, foram medidos 30 frutos por planta com auxílio de um paquímetro digital graduado em centímetros. Para massa fresca dos frutos, foi feita a pesagem com e sem capulho, e os resultados foram expressos em gramas por 10 frutos. Para avaliação de número de frutos por planta, foi realizada a contagem nas colheitas.

A avaliação dos atributos de cor foi realizada empregando-se o colorímetro Minolta CR-10®, sendo obtidas as variáveis de sua porção equatorial: L^* , C^* e h° ($n = 5$ frutas/planta). Os valores de L^* variam de 0 (preto e menor luminosidade) a 100 (branco e maior luminosidade). O C^* indica a pureza ou intensidade da cor – a distância a partir de cinza (acromática) em direção a uma cor pura – e é calculado a partir dos valores de a^* e b^* da escala CIELab, com a cor neutra em 0 e as cores mais saturadas com o aumento da magnitude. O ângulo de h° refere-se à roda de cores e é medido em ângulos: verde, amarelo e vermelho correspondem a 180° , 90° e 0° , respectivamente (Carreño et al., 1995; Lancaster et al., 1997; Orak, 2007).

O teor de sólidos solúveis (SS), representado por $^{\circ}$ Brix, foi determinado em refratômetro digital de bancada, com compensação automática de temperatura (Modelo DR301-95, Krüss Optronic, Alemanha) ($n = 10$ frutos/planta). O pH foi determinado com potenciômetro digital, medindo-se 10 frutos por tratamento.

A determinação da acidez titulável (AT) foi realizada por titulação do mosto com solução padronizada de NaOH (0,1 N) em titulador potenciométrico digital (Modelo Tritoline Easy, Schott Geräte, Alemanha), e o resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico (Roberto et al., 2012).

Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade e, se atendidos os padrões, comparados pelo teste de Tukey, com nível de 5% de probabilidade pelo programa Sisvar, e correlacionados pelo teste de Pearson utilizando o programa estatístico R.

3 Resultados e discussão

Para análise de variância, não houve efeito significativo da interação entre o sistema de condução e a desbrota para as características avaliadas, exceto número total de frutos (NF) (Tabela 2). Foram significativas de forma isolada para desbrota as variáveis pH e coloração C^* sem capulho (CCSC). Para tutor, foram significativas as variáveis massa fresca de frutos sem capulho (MFS) e coloração C^* com capulho (CCC). Para os dois fatores, foram significativas as variáveis sólidos solúveis (SS) ($^{\circ}$ Brix), massa fresca de fruto com capulho (MFC), acidez (AC), coloração L^* com capulho (CLC), coloração h° com capulho (CHC) e coloração L^* sem capulho (CLSC).

Como as informações a respeito de tutoramento e poda de fisalis são escassas, principalmente quando associadas a outras formas de tutoramento de plantas, foi necessário relacionar os resultados com outras espécies. Assim, neste trabalho, também foram utilizadas referências que continham resultados e explicações a respeito de outras culturas.

Com relação às características físicas dos frutos (Tabela 3), foi observada a influência dos sistemas de tutoramento na massa fresca com a presença do capulho (MFC), em que plantas sem tutoramento (tutor 3) tiveram as maiores médias. São atribuídos os maiores valores de MFC ao microclima favorável gerado a partir dos sistemas de tutoramento, uma vez que, com a alteração da arquitetura vegetal, é elevada a ventilação em torno da planta (Andriolo, 1999), proporcionando, conseqüentemente, menor umidade dos capulhos.

De acordo com Lima et al. (2009), Ramadan (2011), Puente et al. (2011) e Luchese et al. (2015), a massa dos frutos de fisalis pode variar entre 4 e 10 g, sendo que estes são comercializados em conjunto com o talo e o cálice. Deste modo, para a obtenção de resposta da massa total dos frutos, é preciso mensurar os três componentes (Lima et al., 2009).

A partir dos dados obtidos para coordenadas cromáticas, a cartesiana (L^*) e as cilíndricas (C^* e h°) (Tabela 3), foi possível observar que a desbrota gerou frutos com capulhos mais escuros e com maior tendência à coloração amarelada. Com relação aos frutos sem capulho, plantas que foram desbrotadas resultaram em frutos com maiores valores de L^* e menores de C^* , não apresentando diferença no ângulo h° , diferindo do padrão observado nos frutos com capulho.

Desta forma, podemos inferir que a desbrota gera frutos com coloração mais escura e mais saturada por causa da incidência de radiação solar sobre eles. Neste contexto, plantas sem desbrota apresentam um maior adensamento das folhas e, por consequência, autossombream-se, o que dificulta a interceptação da luz (Zabot et al., 2004); assim, é possível associar a maior disponibilidade de radiação solar com a coloração mais intensa do fruto.

Em um panorama agrícola geral, a coloração dos frutos é considerada um dos indicadores do ponto de maturação, além de ser associada à maior presença de compostos fenólicos e carotenoides, conforme observado por Ligarreto et al. (2011).

Com relação aos sistemas de tutoramento, plantas conduzidas livremente apresentaram capulhos com menor luminosidade (mais escuros) em comparação aos demais sistemas, menor saturação comparativamente ao tutoramento UEL e menor tendência à cor amarela em relação ao tutoramento UEL e vertical (tutor 4). Os sistemas de condução proporcionaram maior penetração da radiação solar no dossel, otimizando a utilização desse fator pelas plantas, o que favoreceu a intensidade das colorações dos capulhos.

Tabela 2. Análise de variância com valores do quadrado médio de sólidos solúveis ($^\circ$ Brix), largura (Larg), altura (Alt), massa fresca de 10 frutos com capulho (MFC), massa fresca de 10 frutos sem capulho (MFS), número de frutos (NF), pH, acidez (AC), coloração L^* com capulho (CLC), coloração C^* com capulho (CCC), coloração h° com capulho (CHC), coloração L^* sem capulho (CLSC), coloração C^* sem capulho (CCSC) e coloração h° sem capulho (CHSC) de frutos de *Physalis peruviana* L. em função de dois tipos de poda (P) e quatro sistemas de tutoramento (T). Londrina-PR, 2018.

Fontes de variações	Quadrado médio													
	$^\circ$ Brix	Larg	Alt	MFC	MFS	NF	Ph	AC	CLC	CCC	CHC	CLSC	CCSC	CHSC
Poda (P)	6,480**	0,019 ^{ns}	0,017 ^{ns}	75,645*	67,696 ^{ns}	31626,12**	0,0871**	0,4347**	81,472**	0,365 ^{ns}	26,608**	2,886*	7,478*	0,0019 ^{ns}
Tutor (T)	2,262**	0,008 ^{ns}	0,008 ^{ns}	89,538*	54,326*	1881,70**	0,0083 ^{ns}	0,0745*	70,711**	8,691*	16,538**	2,025*	0,166 ^{ns}	0,1321 ^{ns}
PxT	0,820 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	13,006 ^{ns}	3,364 ^{ns}	1468,70**	0,0036 ^{ns}	0,0447 ^{ns}	5,141 ^{ns}	1,056 ^{ns}	3,352 ^{ns}	1,086 ^{ns}	1,274 ^{ns}	1,0654 ^{ns}
Erro	0,293	0,006	0,009	21,546	17,092	236,10	0,0108	0,0219	2,195	2,388	3,137	0,469	1,345	12,617
CV (%)	3,85	4,48	4,88	10,66	10,24	26,29	2,42	7,28	2,91	4,14	2,40	1,26	2,33	1,53

**Significativo a 1%. *Significativo a 5%. ^{ns}Não significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Ainda a respeito dos sistemas de condução em relação à coloração do fruto, foram observadas diferenças apenas na luminosidade, pois o tutoramento UEL apresentou frutos mais escuros (menor intensidade na taxa de luminosidade) que o tutoramento “V” invertido adaptado (tutor 2). No sistema de tutoramento “V” invertido adaptado, há um maior sombreamento na parte interna dos bambus por causa da angulação dos tutores, em comparação com os outros sistemas, o que pode ter acarretado frutos mais claros.

Tabela 3. Valores médios para características físicas de massa fresca de frutos com capulho (MFC), massa fresca de 10 frutos sem capulho (MFS), coloração L^* com capulho (CLC), coloração C^* com capulho (CCC), coloração h° com capulho (CHC), coloração L^* sem capulho (CLSC) e coloração C^* sem capulho (CCSC) de frutos de *Physalis peruviana* L., em função de dois tipos de poda (com e sem desbrota) e quatro sistemas de tutoramento (1- tutoramento UEL; 2- tutoramento “V” invertido adaptado; 3- sem tutoramento; 4- tutoramento vertical). Londrina-PR, 2018.

	MFC (g)	MFS (g)	CLC	CCC	CHC	CLSC	CCSC
Poda							
Com	45,10	41,83	49,38 B	37,46	72,80 B	54,21 B	50,23 A
Sem	42,02	38,92	52,47 A	37,25	74,62 A	54,81 A	49,26 B
Tutoramento							
1	39,57 B	37,51	52,36 A	38,36 A	74,20 A	54,03 B	49,59
2	45,32 AB	42,14	51,67 A	37,84 AB	73,90 AB	54,99 A	49,88
3	47,13 A	42,98	46,62 B	35,94 B	71,69 B	54,11 AB	49,65
4	42,22 AB	38,87	53,24 A	37,28 AB	75,06 A	54,89 AB	49,85

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A coloração do fruto é um atrativo para o consumidor, uma vez que produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, mesmo que esse fator, na maioria das vezes, não contribua para o aumento efetivo do valor nutritivo ou no sabor do produto (Chitarra & Chitarra, 2005).

Para a variável número de frutos (Tabela 4), a interação poda e sistemas de tutoramento proporcionou para as plantas sem desbrota maiores médias em relação àquelas com desbrota. Esse resultado pode estar associado ao fato de a fisális produzir flores e frutos nos ramos novos em crescimento. Dessa forma, a redução do número de ramos em razão da desbrota provocou redução nas gemas floríferas e, conseqüentemente, no volume de frutos.

Resultados semelhantes foram observados por Azevedo et al. (2010) em tomateiros conduzidos com maior número de hastes e cachos, pois, em geral, as plantas produziram maior número de frutos. Hafle et al. (2009) constataram em maracujazeiros um decréscimo na produção de frutos por planta à medida que foi reduzido o número de ramos terciários, sendo que o maior número de frutos por planta foi atingido no tratamento com maior quantidade de ramos terciários.

Ainda para a interação, as respostas verificadas para número de frutos por planta de fisális mostram que somente plantas sem desbrota nos sistemas de tutoramento UEL e “V” invertido adaptado obtiveram maiores quantidades de frutos. Esses sistemas de tutoramento (UEL e “V” invertido adaptado) influenciaram a relação fonte-dreno das plantas, pois beneficiaram a interação da radiação solar e, conseqüentemente, a translocação de fotoassimilados, proporcionando um maior número de frutos por planta.

Resultados semelhante foram observados por Da Costa et al. (2005), que, ao avaliarem diferentes sistemas de condução em maxixe-do-reino (*Cyclanthera pedata* L.), constataram que o sistema de tutoramento vertical com fitilho ocasionava má distribuição dos ramos e menor produção por causa do maior contato das ramificações com o solo, semelhante às plantas sem tutoramento.

Além disso, Azevedo (2006), ao avaliar os sistemas de tutoramento verticais, verificou que as plantas formam naturalmente uma maior curvatura na base do caule, o que dificulta seu crescimento e desenvolvimento, resultando em menores produções.

Com relação às características químicas dos frutos (Tabela 5), é possível observar que, para sólidos solúveis (SS) dos frutos representado por $^\circ$ Brix, as plantas sem desbrota apresentaram as maiores médias, pois o incremento no teor de SS nos frutos de fisális pode estar associado à maior área foliar. Resultados semelhantes foram observados por Moura et al. (2013) com frutos de mirtilo, ao verificarem maior valor para SS em frutos produzidos em plantas que não foram podadas ($13,53^\circ$ Brix), seguidos por poda leve ($12,40^\circ$ Brix) e drástica ($12,20^\circ$ Brix). Em função da diminuição da área foliar, há menor realização de fotossíntese, menor fluxo de fotoassimilados e conseqüente estresse.

Tabela 4. Valores médios de número de frutos em plantas de *Physalis peruviana* L., em função de dois tipos de poda (com e sem desbrota) e quatro sistemas de tutoramento (1- tutoramento UEL; 2- tutoramento “V” invertido adaptado; 3- sem tutoramento; 4- tutoramento vertical). Londrina-PR, 2018.

Tutoramento	Poda	
	Com	Sem
1	29,00 Ab	110,50 Aa
2	29,50 Ab	115,75 Aa
3	27,00 Ab	54,25 Ba
4	22,50 Ab	79,00 Ba

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si nas colunas (maiúsculas) e na linha (minúsculas) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as plantas tutoradas (com e sem desbrota), foi observada uma maior média para a variável SS. Tal comportamento se deve à mudança na arquitetura da planta com sistemas de condução, pois, além de facilitarem o manejo, promovem melhor aeração e penetração de luz no dossel (Santos et al., 2008), uma vez que, quanto maior a incidência da radiação solar, maior será o acúmulo de açúcares (Morrison & Noble, 1990). Os resultados obtidos para SS estão próximo dos 12,1 a 14,30 obtidos por vários autores para a cultura da fisális (Puente et al., 2011; Luchese et al., 2015; Lima et al., 2009; Licodiedoff, 2012).

De acordo com Chitarra & Chitarra (2006), os SS são as porções dos sólidos que se encontram dissolvidas na seiva vascular. Em frutas, correspondem, principalmente, aos açúcares, minerais e pectinas, que se encontram em solução no vacúolo. Segundo Pinheiro et al. (1984), o teor de SS é de grande importância, tanto para consumo *in natura* como para processamento industrial, pois elevados teores desses constituintes implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento industrial.

Para a variável pH (Tabela 5), plantas com desbrota apresentaram maiores médias, o que se relaciona com a acidez dos frutos, uma vez que os mesmos tratamentos apresentaram menor acidez. Nova et al. (2006) definem o pH como um parâmetro na regulação do metabolismo e afirmam que mais de 90% do volume celular é ocupado pelo vacúolo, o qual é muito ácido e apresenta pH inferior a 5, valor que coincide com os obtidos neste trabalho (4,30).

Resultados semelhantes foram observados com a poda drástica por Moura et al. (2013) em trabalho feito com mirtilo, em que constataram maior pH dos frutos, porém não diferiu estatisticamente de frutos produzidos em plantas sem e com poda leve.

Para o fator acidez (AC) (Tabela 5), foi observada menor porcentagem em frutos provenientes de plantas conduzidas com desbrota e sem sistema de tutoramento. Esses valores encontram-se dentro dos referidos para a acidez total titulável em fisális (expressos também em % de ácido cítrico), sendo 0,69 (Lima et al., 2009), 1,90 a 2,10 (Puente et al., 2011) e 1,54 (Licodiedoff, 2012).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima (2009), em trabalho realizado com sistemas de tutoramento e épocas de transplantio com a cultura da fisális em Pelotas-RS, no qual observou maior acidez total titulável em frutos produzidos no sistema de condução vertical com fitilho e bambu.

Existem diferenças entre os resultados encontrados. Lima et al. (2009) explicam que essas diferenças podem estar relacionadas com o estado de maturação das bagas durante a colheita e estado de conservação pós-colheita, visto que a acidez titulável decresce com o avanço do processo de maturação em virtude do consumo dos ácidos orgânicos durante a respiração.

Neste contexto, a correlação simples de Pearson aparece como complemento para as análises realizadas, pois permite avaliar a magnitude e o sentido da associação entre dois caracteres (Lopes & Franke, 2009).

De acordo com os resultados obtidos (Figura 2), foram discutidas apenas correlações acima ou abaixo de 0,60, por serem consideradas com alta magnitude, e observadas uma correlação altamente positiva entre as variáveis físicas de largura, altura, massa fresca de 10 frutos com capulho e sem capulho, ou seja, quanto maior o fruto, maior a massa, sendo a recíproca verdadeira. Esse fenômeno se deve a algumas plantas apresentarem maior acúmulo de fotoassimilados, produzindo, assim, frutos com maior massa e tamanho.

Tabela 5. Valores médios para características químicas de sólidos solúveis (°Brix), pH e acidez (AC) (% de ácido cítrico) de frutos de *Physalis peruviana* L., em função de dois tipos de poda (com e sem desbrota) e quatro sistemas de tutoramento (1- tutoramento UEL; 2- tutoramento “V” invertido adaptado; 3- sem tutoramento; 4- tutoramento vertical). Londrina-PR, 2018.

	°Brix	pH	AC (%)	
	Poda			
Com	13,63 B	4,35 A	1,91 B	
Sem	14,53 A	4,25 B	2,15 A	
	Tutoramento			
	1	14,22 A	4,30	2,00 AB
	2	14,23 A	4,27	2,06 AB
	3	13,32 B	4,30	1,91 B
	4	14,56 A	4,34	2,14 A

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A coordenada L^* de frutos com capulho teve correlação positiva com a quantidade de SS e acidez dos frutos, sendo que, quanto mais escuros os frutos, maiores o °Brix e a acidez. Com o processo de maturação dos frutos, a coloração tende a ficar mais escura, e os frutos, mais doces, em razão das transformações bioquímicas, as quais acumulam glicose. Essas modificações são coordenadas por enzimas e hormônios. Também os teores de SS são utilizados como índice de maturidade para algumas frutas. Em trabalho realizado com a cultura da acerola, Nogueira et al. (2002) encontram teores maiores de SS em acerolas maduras e menores em acerolas verdes.

Em contrapartida, uma correlação negativa com a coordenada L^* dos frutos com capulho e a massa fresca dos frutos foi constatada, sendo que os frutos mais escuros possuíam menor massa fresca. A cor dos frutos está associada a atributos genéticos (pureza varietal, potencial de produtividade, precocidade, resistência a condições adversas de solo e clima), mas também à radiação solar incidente sobre eles. Assim, é possível associar maior disponibilidade de radiação solar com a coloração mais intensa do fruto (Radünz et al., 2014), pois maior incidência resulta em maior produção de pigmentos fotossintetizantes e, conseqüentemente, coloração mais acentuada, resultados esses que também explicam a correlação positiva entre as coordenadas L^* e h° de frutos com capulho.

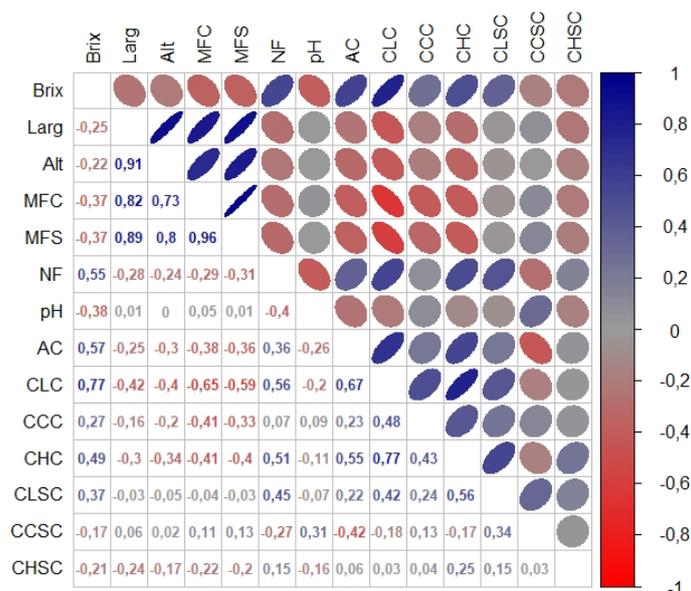


Figura 2. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as diferentes características: sólidos solúveis (°Brix), largura (Larg), altura (Alt), massa fresca de 10 frutos com capulho (MFC), massa fresca de 10 frutos sem capulho (MFS), número de frutos (NF), pH, acidez (AC), coloração L^* com capulho (CLC), coloração C^* com capulho (CCC), coloração h° com capulho (CHC), coloração L^* sem capulho (CLSC), coloração C^* sem capulho (CCSC) e coloração h° sem capulho (CHSC) avaliadas em frutos de *Physalis peruviana* L. Londrina-PR, 2018. Correlações acima de 0,25 e abaixo de -0,25 são significativamente diferentes de 0 pelo teste t a 5% de significância.

4 Conclusões

Plantas conduzidas livremente tiveram os maiores valores de massa fresca de frutos com capulho. Os sistemas de condução proporcionaram maior penetração da radiação solar no dossel, o que favoreceu o acúmulo de açúcares e a intensidade das colorações dos capulhos. Plantas conduzidas nos sistemas de tutoramento UEL e “V” invertido adaptado (ambos sem desbrota) obtiveram maiores quantidades de frutos.

A desbrota provocou redução no volume de frutos, menores valores de sólidos solúveis (SS), capulhos mais escuros e maior tendência à coloração amarelada.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro, e ao Laboratório de Fruticultura da Universidade Estadual de Londrina, pelo espaço cedido para realização dos testes.

Referências

- Afsah, A. F. E. (2015). Survey of insects & mite associated Cape gooseberry plants (*Physalis peruviana* L.) and impact of some selected safe materials against the main pests. *Annals of Agricultural Science*, 60(1), 183-191. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aos.2015.04.005>
- Alvarenga, M. (Ed.). (2004). *Tomate: Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia* (400 p.). Lavras: UFLA.
- Andriolo, J. L. (1999). *Fisiologia das culturas protegidas*. Santa Maria: UFSM.
- Azevedo, V. F., Abboud, A. C. S., & Carmo, M. G. F. (2010). Row spacing and pruning regimes on organically grown cherry tomato. *Horticultura Brasileira*, 28(4), 389-394. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000400002>
- Azevedo, V. F. (2006). *Produção orgânica de tomateiro tipo “Cereja”: comparação entre cultivares, espaçamentos e sistemas de condução da cultura* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Bogiani, J. C., Anton, C. S., Seleguini, A., Faria Júnior, M. J. A., & Seno, S. (2008). Poda apical, densidade de plantas e cobertura plástica do solo na produtividade do tomateiro em cultivo protegido. *Bragantia*, 67(1), 145-151. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000100018>
- Carreño, J., Martínez, A., Almela, L., & Fernández-López, J. A. (1995). Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Food Research International*, 28(4), 373-377. [http://dx.doi.org/10.1016/0963-9969\(95\)00008-A](http://dx.doi.org/10.1016/0963-9969(95)00008-A)
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2006). *Pós-colheita de frutas e hortaliças: Glossário*. Lavras: UFLA.
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliça: Fisiologia e manuseio* (2. ed., 783 p.). Lavras: UFLA.
- Costa, C. A., Ramos, S. J., Alves, D. S., Martins, E. R., Fernandes, L. A., Leite, G. L. D., & Napoleão, R. L. (2005). Produção do maxixe-doreino em função do sistema de tutoramento e do espaçamento. *Horticultura Brasileira*, 23(1), 28-31. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000100006>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2017). *Sistema brasileiro de classificação de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos.
- Gonçalves, E. D., Zambon, C. R., Pio, R., Silva, L. F. O., Alvarenga, A. A., & Caproni, C. M. (2012). *Aspectos técnicos do cultivo de fisalis para o sul de Minas*. Belo Horizonte: EPAMIG.
- Haffe, O. M., Ramos, J. D., Lima, L. C. D., Ferreira, E. A., & Melo, P. C. D. (2009). Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(3), 763-770. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000300020>
- Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR. (2017). *Agrometeorologia, dados diário de Londrina*. Londrina. Recuperado em 20 de novembro de 2017, de <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1828>
- Lancaster, J. E., Lister, C. E., Reay, P. F. Y., & Triggs, C. M. (1997). Influence of pigment composition on skin color in a widerange of fruits and vegetables. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(4), 594-598. <http://dx.doi.org/10.21273/JASHS.122.4.594>
- Licodiedoff, S. (2012). *Caracterização físico-química e compostos bioativos em Physalis Peruviana e derivados* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Ligarreto, G. A., Patino, M. P., & Magnitskiy, S. V. (2011). Phenotypic plasticity of *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) in wild populations of mountain forests in Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 569-583. PMID:21717851.
- Lima, C. S. M. (2009). *Fenologia, sistemas de tutoramento e produção de Physalis peruviana na região de Pelotas, RS* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Lima, C. S. M., Severo, J., Manica-Berto, R., Silva, J. A., Rufato, L. U., & Rufato, A. D. R. (2009). Características físico-químicas de physalis em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(4), 1061-1068. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000400020>
- Lopes, R. R., & Franke, L. B. (2009). Análise de trilha dos componentes do rendimento de sementes de trevo-branco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(10), 1865-1869. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001000002>

- Luchese, C. L., Gurak, P. D., & Marczak, L. D. F. (2015). Osmotic dehydration of physalis (*Physalis peruviana* L.): evaluation of water loss and sucrose incorporation and the quantification of carotenoids. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 63(2), 1128-1136. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.060>
- Morrison, J. C., & Noble, A. C. (1990). The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. *American Journal of Enology and Viticulture*, 41(3), 193-200.
- Moura, G. C., Vizzotto, M., & Antunes, L. E. C. (2013). Características físico-químicas de frutas de mirtilo submetidos à intensidades de podas. In *Anais do 13º Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado*. Caçador: Epagri.
- Muniz, J. (2011). *Sistemas de condução e espaçamentos para o cultivo de Physalis (Physalis peruviana L.) no planalto catarinense* (Dissertação de mestrado). Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Muniz, J., Kretschmar, A. A., & Rufato, L. (2010). Cultivo de *Physalis peruviana* L.: Uma nova alternativa para pequenos produtores. *Jornal da Fruta*, 18(228), 22.
- Nogueira, R. J. M. C., Moraes, J. A. P. V., Burity, H. A., & Silva Junior, J. F. (2002). Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(4), 463-470. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000400006>
- Novoa, R. H., Bojacá, M., Galvis, J. A., & Fischer, G. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombiana*, 24(1).
- Oliveira, E. D. (2003). *Comportamento de genótipos de soja quanto a doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes no Estado de Goiás* (Tese de doutorado). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiás.
- Orak, H. H. (2007). Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*, 111(3), 235-241. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2006.10.019>
- Patto, L. S. (2013). *Armazenamento a frio e fitorreguladores na propagação vegetativa da amoreira vermelha (Rubus rosifolius)* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Peluzio, J. M., Casali, V. W., Lopes, N. F., Miranda, G. V., & Santos, G. R. (1999). Comportamento da fonte e do dreno em tomateiro após a poda apical acima do quarto cacho. *Ciência e Agrotecnologia*, 23, 510-514.
- Pinheiro, R. V. R., Marteleto, L. O., de Souza, A. C. G., Casali, W. D., & Condé, A. R. (1984). Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. *Revista Ceres*, 31, 360-387.
- Puente, L. A., Pinto-Muñoz, C. A., Castro, E. S., & Cortés, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1733-1740. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.034>
- Radünz, A. L., Acunha, T. S., Kröning, D. P., Scheunemann, L. C., Rassch, C. G., Chaves, F. C., & Herter, F. G. (2014). Efeito da época de poda na produção e qualidade de frutos de mirtilo. *Bragantia*, 73(1), 45-49. <http://dx.doi.org/10.1590/brag.2014.009>
- Ramadan, M. F. (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): an overview. *Food Research International*, 44(7), 1830-1836. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.042>
- Roberto, S. R., De Assis, A. M., Yamamoto, L. Y., Miotto, L. C. V., Sato, A. J., Koyama, R., & Genta, W. (2012). Application timing and concentration of abscisic acid improve color of 'Benitaka' table grape. *Scientia Horticulturae*, 142, 44-48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.04.028>
- Rufato, A. D. R., Rufato, L., Lima, C. S. M., & Muniz, J. (2013). *A cultura da Physalis*. Lages: Embrapa Uva e Vinho.
- Rufato, A. D. R., Schelemper, C., Lima, C. S. M., & Kretschmar, A. A. A. (2008). *Aspectos técnicos da cultura da Physalis* (pp. 457-463). Lages: CAV/Udesc.
- Santos, H. S., Perin, W. H., Titato, L. G., & Vida, J. B. (2008). CALLEGARI, O. Avaliação de sistemas de condução em relação à severidade de doenças e à produção do tomateiro. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 21, 453-457.
- Silvius, J. E., Kremer, D. F., & Lee, D. R. (1978). Carbon assimilation and translocation in soybean leaves at different stages of development. *Plant Physiology*, 62(1), 54-58. PMID:16660468. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.62.1.54>
- Tanaka, A., & Fujita, K. (1974). Nutrio-physiological studies on the tomato plant IV. Source-sink relationship and structure of the source-sink unit. *Soil Science and Plant Nutrition*, 20(3), 305-315. <http://dx.doi.org/10.1080/00380768.1974.10433252>
- Zabot, L., Dutra, L. M. C., Jauer, A., Lucca Filho, O. A., Uhry, D., Stefanelo, C., & Paulo, M. (2004). Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha, em quatro densidades de semeadura. Santa Maria/RS. *Revista de Ciências Agrovetinárias*, 3(2), 105-115.
- Zapata, J. L., Saldarriaga, A., Londoño, M., & Díaz, C. (2002). *Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia* (Boletín Técnico, No. 14, 40 p.). Bogotá: Corpoica.

Financiamento: CAPES (Coordenador de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Projeto: 88882.461666/2019-01) e CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Received: Mar. 14, 2019; Accepted: Mar. 20, 2020