

**Desenvolvimento, produtividade e qualidade de physalis conduzido em diferentes sistemas de tutoramento**

Paola Ana Buffon<sup>1\*</sup>, Natalia Teixeira Schwab<sup>1</sup>, Vanderlei Both<sup>1</sup>, Airton Fuhr<sup>1</sup>, Manuela Cristine Binsfeld<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

\*Autor correspondente: paolabuffon2@gmail.com

Artigo enviado em 07/11/2019, aceito 01/05/2020.

**Resumo:** A physalis (*Physalis peruviana* L.) é uma solanácea de grande valor nutricional e econômico que está sendo incorporada ao cultivo de pequenas frutas de sabor exótico no Brasil. O objetivo foi avaliar o sistema de tutoramento mais adequados para o desenvolvimento vegetativo (medido através do plastocrono), produtividade (através de determinações de massa dos frutos com e sem cálice e diâmetro dos frutos) e qualidade de frutos (através do pH, acidez, sólidos solúveis, firmeza de polpa e colorimetria). Para melhorar o desenvolvimento da planta e aumentar a produtividade e qualidade dos frutos, utilizam-se algumas práticas de manejo, tais como tutoramento e podas. Neste trabalho foram testados três sistemas de tutoramento (em "X", "Y" e "V") além da testemunha (livre desenvolvimento). Para determinações do desenvolvimento foi instalado um experimento de campo no setor de Horticultura da UFSM, região central do Rio Grande do Sul. As determinações de produtividade e qualidade foram realizadas a partir dos frutos produzidos neste experimento. O plastocrono é afetado pelo número de hastes mantidas na planta, sendo maior no tutoramento em X. Para maiores produtividades recomenda-se o tutoramento em X e para melhor qualidade de frutos o tutoramento em Y. Plantas sem tutoramento apresentaram boa produtividade de frutos, porém os mesmos não apresentam qualidade satisfatória. Logo, a escolha de qual tutoramento utilizar ou a decisão de não tutorar as plantas vai depender da finalidade dos frutos colhidos.

**Palavras-chave:** *Physalis peruviana* L., plastocrono, sistemas de tutoramento.

**Development, productivity and quality of physalis conducted on training system**

**Abstract:** *Physalis peruviana* L., belonging to solanaceae family, is a fruit with great nutritional and economic value, that's being incorporated into small fruits cultivation with exotic flavor in Brazil. The objective of this study was to evaluate the most adequate tutoring system for plant development (measured through plastochron), productivity (through mass determinations of fruits with and without calyx and fruit diameter) and fruit quality (through pH, acidity, soluble solids, flesh firmness, and colorimetry). To improve the development of the plant and increase the productivity and quality of the fruits, some management practices are used, such as tutoring and pruning. In this work, three tutoring systems ("X" system, "Y" system, "V" system) were tested in addition to the control (free development). For determinations of development, a field experiment conducted at the Horticulture sector of UFSM, on the middle region of the state of Rio Grande do Sul. Productivity and quality determinations were performed from the fruits produced in this experiment. The plastochron is affected by the number of stems maintained in the plant, being higher in the "X" system. For greater productivities, it is recommended X-tutoring and for a better fruit quality, Y-tutoring.

Plants without tutoring showed good fruit productivity, but they not have satisfactory quality. Therefore, the choice of which tutoring to use or the decision not to stave the plants will depend on the purpose of the harvested fruits.

**Keywords:** *Physalis peruviana* L., plastochron, training system.

## Introdução

A physalis (*Physalis peruviana* L.) é uma solanácea de grande valor econômico que está sendo incorporada ao cultivo de pequenas frutas no Brasil (Chaves et al., 2010), especialmente na agricultura familiar. Tradicionalmente é cultivada na Colômbia e tem despertado grande interesse mundial por produzir frutos de sabor e visual exótico e com propriedades medicinais, apresentando componentes antioxidantes, ácidos graxos poli insaturados, vitaminas A, B, C, E e K, além de minerais essenciais (Puente et al., 2011).

A planta é considerada rústica, com ramificações densas que necessitam de sistema de tutoramento (Lima et al., 2010), evitando assim o tombamento e quebra de galhos, especialmente quando a planta está em plena produção e atinge elevada massa dos ramos (Zapata et al., 2002). O tutoramento também tem como vantagem facilitar os tratos culturais em comparação a plantas conduzidas livremente.

Compreender o desenvolvimento do physalis e como os sistemas de tutoramento podem afetar a produtividade e qualidade de frutos torna-se necessários para determinar os tratos culturais mais adequados para seu cultivo, possibilitando incremento de renda aos produtores (Andrade, 2008). O estudo do desenvolvimento, medido através do plastocrono, é um estudo básico, porém de extrema relevância para compreensão da ecofisiologia das culturas. O plastocrono pode ser estimado a partir do

conhecimento do tempo necessário (em dias, semanas ou soma térmica) para o aparecimento de dois nós sucessivos em uma haste (Streck et al., 2005). A unidade de tempo normalmente utilizada para caracterizar o desenvolvimento vegetal é a soma térmica (°C dia) (Streck et al., 2005), pois quantifica o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento vegetal (McMaster e Smika, 1988).

Além de proporcionar sustentação e facilidade nas práticas de manejo, uma hipótese a ser estudada neste trabalho trata da influência do sistema de tutoramento sobre a arquitetura da planta, o que pode implicar sobre a produtividade e qualidade dos frutos, devido à otimização da distribuição da luz no dossel da planta (Jackson, 1980; Lucchesi, 1987; Caetano et al., 2005).

Tendo em vista a importância dessa cultura como alternativa de produção e renda para os pequenos e médios produtores rurais, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de tutoramento sobre o desenvolvimento das plantas (medido através do plastocrono), bem como analisar a produtividade (através de determinações de massa dos frutos com e sem cálice e diâmetro dos frutos) e qualidade (através do pH, acidez, sólidos solúveis, firmeza de polpa e colorimetria) dos frutos de physalis.

## Material e métodos

Foi conduzido um experimento a campo com a cultura do physalis na área

experimental do Setor de Horticultura da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS (altitude local de 95 m, latitude -29° 43' 23" e longitude -53° 43' 15") onde o clima é classificado como Cfa (subtropical), segundo a classificação de Köppen (Kuinchtner e Buriol, 2001). O solo do local é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico argilúvico típico) (Streck et al., 2008). O experimento foi conduzido com delineamento blocos ao acaso, implantado a partir de mudas produzidas em bandejas de 128 células preenchidas com substrato comercial MECPLANT®. Quando as mudas apresentaram 3 folhas verdadeiras, no dia 22 de outubro de 2017, foram transplantadas para canteiros de 1 metro de largura previamente preparados e adubados com base na cultura do tomateiro, visto que não há recomendações específicas para a cultura da *physalis* e ambas pertencem à mesma família botânica.

O espaçamento entre as plantas no canteiro foi de 1,5 m. Para o sistema "X", foi realizada a poda de formação mantendo 4 hastes principais por planta; para o sistema "Y", foram mantidas 3 hastes principais por planta; para o sistema "V", foram mantidas 2 hastes principais por planta; para a testemunha, as plantas foram mantidas em livre crescimento, ou seja, sem podas de formação e sem tutoramento. Para todos os tratamentos os canteiros foram cobertos com mulching plástico preto e o solo foi irrigado conforme a necessidade da cultura.

O desenvolvimento das plantas foi determinado a partir do plastocrono. Para isso foram feitas contagens, duas vezes por semana, do número de nós acumulados em todas as hastes das plantas de *physalis* nos diferentes

sistemas de tutoramento, sendo avaliadas 12 plantas por tratamento, sendo cada planta uma repetição. Para a testemunha não foi realizada a contagem do número de nós devido ao fato de que cada planta apresenta um número de hastes diferentes, não sendo, desta forma possível padronizar as avaliações. A partir desses dados foi calculado o plastocrono através de uma regressão linear simples entre o número de nós acumulados na haste (NN) e a Soma Térmica Acumulada (STa) a partir da data de transplântio das mudas, utilizando a temperatura base de 6,29 °C (Salazar et al., 2008). O plastocrono foi calculado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o NN e a STa.

A soma térmica foi calculada pela média aritmética das temperaturas mínima e máxima diárias do ar menos a temperatura base da cultura (McMaster e Wilhelm, 1997). A soma térmica diária (STd, °C dia) foi calculada pela equação (Gilmore e Rogers, 1958; Arnold, 1960):

$$STd = \left( \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_b \right) * 1 \text{ dia}$$

em que Tmax é a temperatura máxima diária do ar (°C), Tmin é a temperatura mínima diária do ar (°C) e Tb é a temperatura base da cultura (°C).

A soma térmica acumulada (STa, °C dia) a partir do transplântio foi obtida pelo somatório das STd, ou seja:

$$STa = \sum STd$$

Para determinação da soma térmica foram utilizados os dados da estação meteorológica convencional de Santa Maria, RS, disponibilizados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados de plastocrono foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste F (5% de significância).

A colheita dos frutos foi realizada quando estes apresentaram coloração alaranjada e cálice amarelo. A produtividade de frutos foi determinada

pela avaliação dos frutos colhidos nas 12 plantas avaliadas em cada tratamento, sendo que foram realizadas três colheitas sequenciais: a primeira, em 26/01/2018; a segunda, em 02/02/2018; e a terceira, em 09/02/2018. Os frutos colhidos foram levados até o laboratório de Biometria da UFSM onde foram realizadas as seguintes determinações: massa do fruto com cálice (MCC) (g); massa do fruto sem cálice (MSC) (g); diâmetro do fruto (DIAM) (cm). A massa dos frutos foi determinada a partir da balança de precisão (0,05g) e o diâmetro do fruto foi medido no sentido equatorial com auxílio de paquímetro. Os dados de produtividade dos frutos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias, pelo teste F (a 5% de significância).

A qualidade de frutos foi determinada pela avaliação dos frutos colhidos nas 12 plantas avaliadas em cada tratamento, a partir da colheita realizada em 21/02/2018. Os frutos colhidos das 12 plantas de cada tratamento foram agrupados, sendo que a cada 4 plantas formou-se uma amostra composta, resultando em 3 amostras compostas por tratamento. Os frutos foram levados até o laboratório do Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita (NPP) da UFSM onde foram realizadas as seguintes determinações: pH (medido por pHmetro Luca-210), sólidos solúveis (<sup>o</sup>Brix, medido por refratômetro) e acidez. A acidez titulável foi obtida pela titulação, com NaOH 0,1 N, de 10 mL de suco da fruta em 90 mL de água destilada até pH 8,1. Em seguida, os dados obtidos foram calculados para serem expressos em % de ácido cítrico.

Para tanto, utilizou-se a seguinte fórmula:

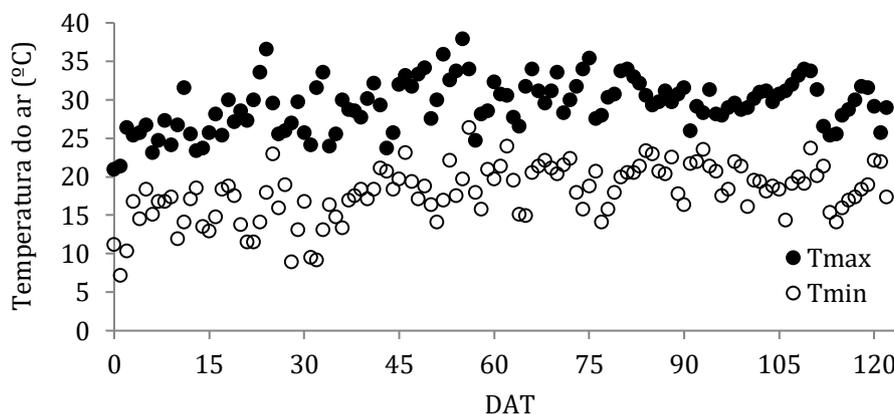
$$\text{Ácido cítrico (\%)} = \frac{N * V * 0,064 * 100}{P}$$

onde N = normalidade do NaOH; V = volume de NaOH utilizado na titulação; 0,064 = equivalente grama do ácido cítrico e P = peso da amostra (gramas) utilizado na titulação.

Na avaliação da firmeza utilizou-se um penetrômetro (Effegi, modelo FT 327), com ponteira de 3 mm de diâmetro, que foi inserida na polpa da fruta, sendo expressa em Newton (N). A partir dos dados de sólidos solúveis (SS) e acidez, foi calculado o Ratio (SS/acidez). Para a avaliação da cor externa dos frutos foi utilizado um colorímetro eletrônico marca Minolta CR 310. Foram avaliados os parâmetros de cor Luminosidade (L), que varia de preto (0) até branco (100); os eixos a e b (variando de -a = verde até +a = vermelho e -b = azul e +b = amarelo); intensidade da cor, ou cromaticidade (C) e o ângulo Hue (h°), em que 0° equivale a vermelho puro, 90° amarelo, 180° verde e 270° a azul puro. Os dados de qualidade dos frutos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias, pelo teste de Tukey (5%).

## Resultados e discussão

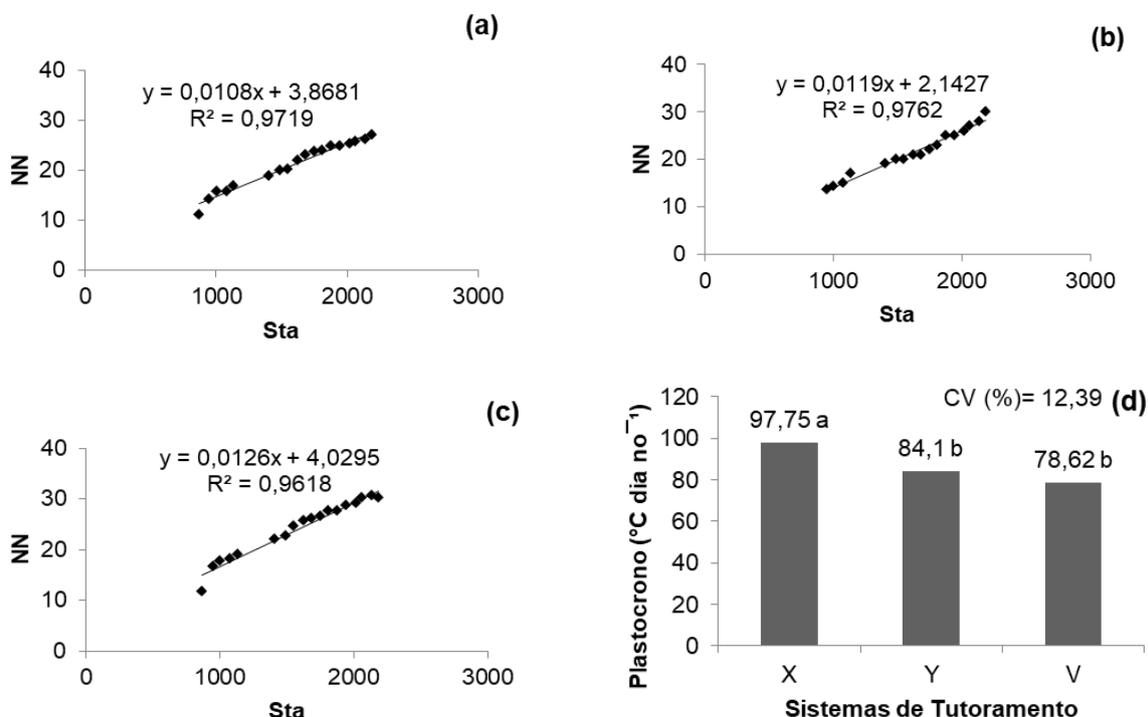
As plantas de *physalis* foram cultivadas a campo e, portanto, estiveram submetidas, ao longo do experimento, a uma ampla faixa de variações da temperatura do ar (Figura 1). A temperatura mínima absoluta do ar foi de 7,1°C no dia 23/10/2017. Já a temperatura máxima absoluta foi 38,6°C no dia 16/12/2017.



**Figura 1.** Variação da temperatura máxima e mínima do ar para o período de condução do experimento (22/10/17 a 21/02/2018) em Santa Maria, RS.

A Figura 2 apresenta a estimativa do plastocrono pelo sistema da regressão linear entre o NN e STa. Os valores de  $R^2$  obtidos para todos sistemas de tutoramento foram elevados (acima de 0,96), logo a emissão de nós em *physalis* é fortemente influenciada

pela temperatura do ar, corroborando com dados obtidos para outras espécies, como para a soja (Streck et al., 2008) e para o meloeiro (Streck et al., 2005), indicando que a metodologia utilizada é apropriada.



**Figura 2.** Regressão linear entre STa e NN médio acumulados em hastes de *physalis* e Plastocrono ( $^{\circ}\text{C dia no}^{-1}$ ) de plantas de *physalis* conduzidas em sistema de tutoramento X, Y e V em Santa Maria, RS, Brasil. (a) Tutoramento em X; (b) Tutoramento em Y; (c) Tutoramento em V; (d) Plastocrono ( $^{\circ}\text{C dia no}^{-1}$ ).

Quando os dados de plastocrono foram submetidos a teste estatístico

(Figura 2d), observou-se que no sistema de tutoramento X as plantas

necessitaram de maior soma térmica ( $97,75^{\circ}\text{C dia n}^{\circ-1}$ ) para emissão de um novo nó, seguido pelo tutoramento Y ( $84,10^{\circ}\text{C dia n}^{\circ-1}$ ) e V ( $78,62^{\circ}\text{C dia n}^{\circ-1}$ ), respectivamente. Considerando que todas as plantas do experimento estavam submetidas a um mesmo ambiente e condições de manejo, no tutoramento em X, as plantas necessitaram de maior demanda de temperatura para a emissão de um novo nó, possivelmente porque apresentavam maior quantidade de drenos por planta quando comparado com os outros sistemas. Isso resultou em uma menor taxa de emissão de nós ( $0,0108^{\circ}\text{C dia n}^{\circ-1}$ ), ou seja, desenvolvimento vegetal mais lento.

Em experimentos com *Aspilia montevidensis*, Fagundes et al. (2008) encontraram valores menores de plastocrono nas hastes principais indicando que a emissão de nós e, conseqüentemente, a emissão de folhas é mais rápida na haste principal que nas demais hastes, ou seja, quanto maior o número de haste maior será o valor de plastocrono, o que corrobora com os dados encontrados para *physalis*.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pivetta et al. (2007) para o tomateiro, em que o filocrono da haste principal foi menor que nas hastes laterais, e como encontrado por Muniz et al. (2015) onde o comprimento da haste de *physalis* no ano de 2009/10 foi maior no sistema livre, porém este resultado não diferiu do sistema em X. Segundo Fagundes et al. (2008), a maior velocidade de emissão de nós da haste principal pode estar associada à distribuição de fotoassimilados na planta, que pode resultar em maior disponibilidade de carboidratos na porção basal da haste principal.

Com relação à massa de frutos colhida por planta (Tabela 1), para primeira colheita não houve diferença entre sistemas de tutoramento, sendo a

testemunha a que obteve os maiores valores de massa total de frutos com cálice (MTCC) (g) e massa total de frutos sem cálice (MTSC) (g). As colheitas realizadas nas datas subseqüentes apresentaram diferenças entre os sistemas de tutoramento, sendo obtido no tutoramento em V os menores valores e X os maiores valores de massa total de frutos com cálice (MTCC) (g) e massa total de frutos sem cálice (MTSC) (g). Esses resultados de massa total de frutos com cálice (MTCC) (g) e massa total de frutos sem cálice (MTSC) (g) para o tutoramento X e V estão associados ao número de hastes, visto que para a condução em X tem-se o dobro de hastes produtivas em relação a V e isso explica a diferença encontrada na massa total dos frutos. Mesmo a testemunha produzindo mais e apresentando resultados melhores, o uso de tutoramento na produção de *physalis* auxilia os produtores no manejo da cultura (adubação, podas, aplicação de defensivos, etc.) principalmente no momento da colheita, assim tornando-se uma prática importante no sistema de produção.

A diferença entre os valores encontrados na testemunha e nos três sistemas para a primeira colheita são valores muito distantes tanto para massa total de frutos com cálice (MTCC) (g) e massa total de frutos sem cálice (MTSC) (g), porém conforme foram avançando as colheitas os valores obtidos no sistema X se aproximaram dos valores encontrados na testemunha. O coeficiente de variação para massa total de frutos com cálice (MTCC) (g) e massa total de frutos sem cálice (MTSC) (g) é alto, pois a produtividade de frutos (em g) variou consideravelmente entre as plantas avaliadas. Isso ocorreu provavelmente porque as plantas foram propagadas a partir de sementes coletadas em plantas não melhoradas, logo resultou em maior variabilidade

entre as plantas. À medida que as colheitas subsequentes foram realizadas, as plantas começaram a

produzir de forma mais homogênea, reduzindo o valor do coeficiente de variação.

**Tabela 1.** Massa total de frutos com cálice (MTCC) (g) e Massa total de frutos sem cálice (MTSC) (g) produzido por planta de *physalis* conduzido em diferentes sistemas de tutoramento: Testemunha (T), X, Y e V.

TRAT	Colheita em 26/01/18		Colheita em 02/02/18		Colheita em 09/02/18	
	MTCC	MTSC	MTCC	MTSC	MTCC	MTSC
T	106,85 a	96,99 a	159,52 a	145,13 a	156,40 a	146,02 a
X	56,03 b	50,08 b	106,81 b	99,54 b	112,43 b	105,06 b
Y	47,88 b	41,63 b	68,63 b	64,27 bc	76,23 bc	70,83 bc
V	50,76 b	45,67 b	60,81 b	57,05 c	68,93 c	64,12 c
CV%	63,20	63,36	43,62	42,55	38,39	38,07

\* valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5%).

Embora, o tutoramento em X tenha obtido os maiores valores de plastocrono que indicam o desenvolvimento mais lento da planta, conforme discutido anteriormente, para esse sistema foram obtidos os maiores valores de massa total de frutos com cálice (MTCC) (g) e massa total de frutos sem cálice (MTSC) (g) em relação aos sistemas Y e V. Isso indica que o número de hastes mantida em cada planta é mais importante para determinar a produtividade do que a taxa de emissão de nós, ou seja, as plantas tutoradas em X embora necessitem de maior soma térmica para a emissão de um nó são mais produtivas do que aquelas que se desenvolveram a taxas menores.

Na Tabela 2 são apresentados os valores de massa de frutos com cálice (MCC) e sem cálice (MSC) e diâmetro de frutos (DIAM), para a testemunha e os três tratamentos utilizados. Nesta tabela é possível observar que houve diferença para esses parâmetros apenas na

primeira colheita, sendo os maiores valores de MCC e DIAM obtidos para a testemunha e em X e, para MSC, na testemunha e em Y. Essa diferença pode estar relacionada com as colheitas realizadas na sequência, visto que houve menor variabilidade, identificada inclusive visualmente, nos frutos coletados nos dias 02/02/2018 e 09/02/2018, o que resultou em uma redução do valor do coeficiente de variação da segunda colheita para a terceira colheita.

Para a região da depressão central do Rio Grande do Sul não houve variação entre os registros obtidos de massa de frutos com cálice, que foi de 3,37 g a 2,62 g, entre os sistemas testados. Marim et al. (2005) também não encontraram diferenças entre massa de frutos de tomateiro em diferentes sistemas de tutoramento. Porém Marim et al. (2005) e Carvalho e Tessarioli Neto (2005) obtiveram frutos maiores e mais homogêneos quando tutorados.

**Tabela 2.** Massa de frutos com cálice (MCC) (g), Massa de frutos sem cálice (MSC) (g) e diâmetro equatorial de frutos (DIAM) (cm) de *physalis* nos diferentes sistemas de tutoramento: Testemunha (T), X, Y e V.

TRAT	Colheita em 26/01/18			Colheita em 02/02/18			Colheita em 09/02/18		
	MCC (g)	MSC (g)	DIAM (cm)	MCC (g)	MSC (g)	DIAM (cm)	MCC (g)	MSC (g)	DIAM (cm)
T	3,65 a*	3,32 a	1,77 a	2,97 a	2,78a	1,63a	2,85 a	2,68 a	1,62 a
X	3,37ab	2,98 b	1,70ab	2,90 a	2,71a	1,66a	2,75 a	2,57 a	1,62 a
Y	3,32b	3,02ab	1,69 b	2,99 a	2,83a	1,65a	2,62 a	2,49 a	1,60 a
V	3,24b	2,95b	1,67 b	2,75 a	2,57a	1,59a	2,77 a	2,63 a	1,65 a
CV%	25,71	27,91	10,85	30,45	31,49	12,54	23,94	24,50	9,86

\* valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5%).

Para a realização das avaliações de qualidade de fruto foram utilizados os frutos colhidos no dia 21/02/2018, sendo que não houve diferenças nos parâmetros pH, SS (°Brix), Acidez (% de Ácido Cítrico) e Ratio (SS/Acidez) (Tabela 3). O único parâmetro que apresentou diferença entre os tratamentos foi firmeza de polpa (N),

onde os tratamentos Y e V se sobressaíram e apresentaram maiores índices de resistência de polpa. Esse resultado sinaliza positivamente para os tutoramento em Y e V, visto que frutos com maior resistência de polpa tende a apresentar maior vida de prateleira, o que é extremamente relevante no processo de comercialização.

**Tabela 3.** Parâmetros de qualidade de frutos de *Physalis peruviana* L.: pH (Potencial Hidrogeniônico), Sólidos Solúveis (° Brix), Acidez Titulável (% de Ácido Cítrico), Rácio (Relação SS/Acidez), Firmeza de Polpa (N) nos diferentes sistemas de tutoramento: Testemunha (T), X, Y e V.

TRAT	pH	SS (° Brix)	Acidez titulável	Relação SS/Acidez	N
T	3,84 a	17,40 a	1,32 a	13,21 a	3,80 b
X	3,71 a	17,27 a	1,20 a	14,42 a	4,12 ab
Y	3,78 a	17,13 a	1,22 a	14,00 a	4,31 a
V	3,72 a	16,80 a	1,13 a	14,88 a	4,18 a
Média	3,76	17,15	1,22	14,13	4,10
CV (%)	1,53	1,61	6,43	6,04	3,19

\* valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5%).

Para Velasques et al. (2007) a firmeza de polpa é o melhor indicador prático da maturação de um fruto, pois esta avaliação determina os níveis ótimos para consumo, transporte e manejo. Embora os frutos de *physalis* comercializados para consumo *in natura* estejam aderidos ao cálice e aspectos relacionados à firmeza e maturação do fruto em si não sejam aparentes, é possível inferir, a partir desses resultados, que plantas conduzidas com duas ou três hastes (tutoramento em V

ou Y) proporcionaram frutos com maior firmeza, especialmente em relação à condução livre. Dessa forma, tutoramento em Y e V seriam indicados para condução de pomares destinados a consumo *in natura*, enquanto o tutoramento em X ou livre crescimento seriam mais indicados para pomares que irão destinar os frutos para processamento industrial, onde o parâmetro firmeza é comparativamente menos relevante.

Em relação aos resultados encontrados para a variável pH (Tabela 3), não foram observadas diferenças significativas. Para Ferreira (2004), o pH decresce significativamente com os primeiros sinais de maturação nos frutos e aumenta levemente com o estágio de passado. Conforme Nova et al. (2006), o pH é um parâmetro importante na regulação do metabolismo. Nos frutos, mais de 90% do volume celular é ocupado pelo vacúolo, que é ácido, apresentando pH inferior a 5, valor que coincide com os obtidos por Nova et al. (2006) e se aproximam dos valores encontrados neste trabalho.

Os valores de Sólidos Solúveis (SS) não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, porém o valor encontrado para o tutoramento em V foi numericamente menor. Os sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix) são usados como índice de maturidade para alguns frutos, e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidos no suco, sendo constituído na sua maioria por açúcares (Veloso et al., 2004). Dessa forma, os valores de SS estão acima do valor mínimo ( $14^{\circ}$ Brix) indicado para comercialização, segundo a CODEX (2005).

De acordo com Cardoso et al. (2005), o tipo de condução de plantas utilizado pode alterar a distribuição da radiação solar e a ventilação em torno das plantas. Assim, os sistemas de tutoramento em V e Y proporcionaram maior luminosidade às plantas, estimulando a atividade fotossintética e a produção de açúcares, os quais são armazenados nos frutos. Assim como nos experimentos de Lima et al. (2009), não foram observadas diferenças significativas quanto aos valores de SS.

Para a variável Acidez não foram encontrados valores que diferiram estatisticamente entre os tratamentos. De acordo com Lanhero et al. (2007), a

acidez decresce com o avanço do processo de maturação, em virtude do consumo dos ácidos orgânicos como substratos durante a respiração. Como se pode observar na Tabela 3, os valores da Acidez são relativamente baixos e os valores de SS relativamente altos, acima do indicado por CODEX (2005), logo esse resultado provavelmente se deve a alta temperatura do ar no período de produção (Figura 1), que resultou em maior taxa respiratória dos frutos e, conseqüentemente, maior consumo de ácidos. Segundo Arruda et al. (2005), o maior acúmulo do teor de SS ocorre em situações de menor densidade de plantas, provavelmente devido à menor competição intraespecífica por luz. A luz é o principal fator que determina o nível de fotossíntese da planta e, conseqüentemente, a quantidade de açúcares e matéria seca disponível para os frutos (Heine et al., 2015). Conforme já demonstrado por Fischer et al. (2005), a forma de tutoramento não possui influência direta na percentagem de ácido cítrico dos frutos.

Com a cultura do maracujazeiro-amarelo, Negreiros et al. (2008) ressaltaram a importância da acidez do fruto para a indústria, visto que a acidez desfavorece a manifestação de micro-organismos e conseqüentemente confere mais tempo de conservação do produto. Por outro lado, para o consumo *in natura* do fruto, a acidez proporciona um sabor não tão adocicado o que pode desagradar o mercado consumidor. Nascimento et al. (2003) citam que o teor de açúcar e a acidez dos frutos podem sofrer variações em decorrência de fatores ambientais, práticas de cultivo, qualidade de luz solar, temperatura, tipo e dosagens de fertilizantes, portanto, com reflexos diretos na relação SS/Acidez.

A relação SS/Acidez fornece uma indicação de qualidade/maturação do fruto. Desse modo, quando se obtém

uma razão muito baixa, há indicação de que se trata de um fruto mais ácido do que o desejável. Quando se observa um valor muito elevado, significa que o fruto pode estar em estado de maturação mais avançado (Lima et al., 2009). Tais condições influenciam diretamente no sabor dos frutos de solanáceas (BORGUINI, 2002). Do mesmo modo que os parâmetros SS e Acidez não diferiram estatisticamente, os valores encontrados para a razão SS/Acidez também não demonstraram diferenças entre os tratamentos.

As avaliações de cor foram realizadas na epiderme dos frutos, após a remoção do cálice (Tabela 4). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis L (luminosidade), parâmetro de cor A e

intensidade da cor (C). Para o parâmetro B, no tratamento X e na testemunha não houve diferença significativa, porém para esta mesma variável analisada o tratamento V apresentou o maior valor (mais amarelo) e diferiu significativamente do sistema "Y", que apresentou frutos menos amarelos. Essa diferença pode estar relacionada com o número de hastes na planta (2 hastes) o que pode ter propiciado maior incidência de radiação solar, o que pode afetar diretamente a pigmentação dos frutos, como ocorre no caso do tomateiro. Dumas et al. (2003) afirmam que frutos de tomate expostos a radiação solar durante o período de desenvolvimento apresentam o maior conteúdo de pigmentos do que frutos sombreados.

**Tabela 4.** Parâmetros de qualidade de epiderme de frutos de *Physalis peruviana* L.: Luminosidade (L), parâmetros A, B, C\*, ângulo Hue (h°) nos diferentes sistemas de tutoramento: Testemunha (T), X, Y e V.

TRAT	Cor				
	L	a*	b*	C*	°h
T	84,6 a	2,03 a	10,02 ab	10,23 a	78,85 a
X	84,8 a	2,63 a	10,51 ab	10,85 a	75,85 b
Y	84,6 a	2,34 a	9,78 b	10,06 a	76,66 ab
V	83,7 a	2,55 a	12,10 a	12,38 a	78,03 ab
Média	84,45	2,39	10,60	10,88	77,35
CV (%)	1,36	14,10	8,29	8,48	1,44

\* valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%). L\* (0 = preto, 100 = branco); a\* (+ a = vermelho, - a = verde); b\* = (+ b = amarelo, - b = azul); C (Intensidade); Ângulo Hue (0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 270° = azul).

Com relação ao ângulo de cor hue (h°), que indica a tonalidade da cor, os valores de todos os tratamentos ficaram entre 0 e 90°, significando que a epiderme dos frutos apresenta tonalidade amarelo-avermelhada. O sistema de condução em "X" apresentou os menores valores de h° (amarelo-avermelhado intenso), porém diferiu estatisticamente apenas da testemunha, que apresentou tonalidade menos pronunciada o que pode estar relacionado ao sombreamento dos frutos, visto que na testemunha em livre

condução há o maior número de hastes na planta.

## Conclusões

O sistema de tutoramento que irá determinar o número de hastes mantido na planta é relevante sobre o plastocrono, porém este não tem relação na definição da produtividade de frutos. Para obter maiores produtividade de frutos, deve-se usar o sistema de tutoramento em X, porém para frutos com maior qualidade deve-se optar pelo

sistema de tutoramento em Y ou em V. Plantas não tutoradas, apesar de apresentarem altas produtividades, não resultam em frutos de boa qualidade, além de dificultar práticas de manejo e colheita. Recomenda-se, portanto, que técnicas de tutoramento sejam empregadas a pomares destinados a consumo *in natura*, enquanto frutos oriundos de plantas não tutoradas sejam destinados ao processamento industrial.

### Agradecimento

Os autores agradecem a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM pela estrutura e suporte para realização deste trabalho.

### Referências

- ANDRADE, L. Physalis ou uchuva – Fruta da Colômbia chega ao Brasil. **Revista Rural**, São Paulo, v.38, p. 11-12, 2008.
- ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **American Society for Horticultural Science**, Virginia, v.76, p. 682-692, 1960.
- ARRUDA, M.; CARVALHO, L.; NETO, J.; JACOMINO, Â.; MELO, P.C. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Current Agricultural Science and Technology**, Pelotas, v.11, n.3, p. 295-298, 2005.
- BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor**. 127p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.
- CAETANO, L.C.S.; CARVALHO, A.D.; CAMPOSTRINE, E.; SOUSA, E.D.; MURAKAMI, K.R.N.; CEREJA, B.S. Efeito do número de ramos produtivos sobre o desenvolvimento da área foliar e produtividade da figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p. 426-429, 2005.
- CARDOSO, S.C.; SOARES, A.C.F.; BRITO, A.S.; CARVALHO, L.A.; PEIXOTO, C.C.; PEREIRA, M.E.C.; GOES, E. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p. 269-274, 2005.
- CARVALHO, L.A.; TESSARIOLI, J.N. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p. 986-989, 2005.
- CHAVES, A. C.; SCHUCH, M. W.; ERIG, A. C. Estabelecimento e multiplicação *in vitro* de *Physalis peruviana* L. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.6, p. 1281-1287, 2005.
- CODEX. **Normas internacionais de los alimentos. Norma del codex para la uchuva**, México: Codex Alimentarius Stan, 2005. 226p. Disponível em: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>. Acesso em: 23 set. 2018.
- DUMAS, Y.; DADOMO, M.; LUCCA, G.; GROLIER, P. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n.5, p. 369-382, 2003.
- FAGUNDES, J. D.; STRECK, N. A.; STORCK, L.; REINIGER, L. R. S.; KRUSEI, N. D. Temperatura base, plastocrono e número final de nós no malmequer-do-

campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p. 2471-2477, 2008.

FERREIRA, S.M.R. **Características de qualidade de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 249p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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

FISCHER, G.; MIRANDA L.D.; PIEDRAHITA, C.W.; ROMERO, J. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colômbia, 2005. 221p.

GILMORE, E.C.Jr.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, n.10, p. 611-615, 1958.

HEINE, A.J.M.; MORAES, M.O.B.; PORTO, J.S.; SOUZA, J.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; SANTOS, B.S.R. Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**, Sergipe, v.11, n.9, p. 8-13, 2015.

JACKSON, J.E. Light interception and utilization by orchard systems. **Horticultural Reviews**, New York, v.2, p.208-267, 1980.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v.2, n.1, p. 171-182, 2001.

LIMA, C.S.M.; GONÇALVES, M. A.; TOMAZ, Z. F. P.; RUFATO, A. R.; FACHINELLO, J. C. Sistemas de tutoramento e épocas de transplante de *physalis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.12, p. 2472-2479, 2010.

LIMA, C.S.M.; SEVERO, J.; MANICABERTO, R.U.; SILVA, J.A.; RUFATO, A.D. Características físico-químicas de *physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p. 1061-1068, 2009.

LUCCHESI, A.A. **Fatores da produção vegetal**. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1987, p.1-11.

MARIM, B. G.; SILVA, D. J. H. D.; GUIMARÃES, M. D. A.; BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando à produção de frutos para consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p. 951-955, 2005.

McMASTER, G.S.; SMIKA, D.E. Estimation and evaluation of winter wheat phenology in the central Great Plains. **Agricultural and Forest Meteorology**, Nebraska, v.43, n.1, p. 1-18, 1988.

MCMMASTER, G.S.; WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, Nebraska, v. 87, n.4, p. 291-300, 1997.

MUNIZ, J.; MARCHI, T.; COLDEBELLA, M. C.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. Crescimento vegetativo e potencial produtivo de fisális. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.14, n.1, p. 15-23, 2015.

NASCIMENTO, W.M.; TOMÉ, A.T.; OLIVEIRA, M.D.; MÜLLER, C.H.; CARVALHO, J.E. Seleção de progênie de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. flavicarpa) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p. 186-188, 2003.

NEGREIROS, J.R.S.; ARAUJO, S.E.N.; ALVARES, V.S.; LIMA, V.A.; OLIVEIRA, T.K. Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiros-amarelo em Rio Branco – Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, p. 431-437, 2008.

NIÑO, N.E.; ARBELÁEZ, G.; NAVARRO, R. Efecto de diferentes densidades poblacionales de *Meloidogyne hapla* sobre uchuva (*Physalis peruviana* L.) en invernadero. **Revista Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.26, n.1, p. 58-67, 2008.

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

PIVETTA, C. R.; TAZZO, I. F.; MAASS, G. F.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p. 1274-1280, 2007.

PUENTE, L. A.; PINTO-MUÑOZ, C. A.; CASTRO, E. S.; CORTÉS, M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. **Food Research International**, Canada, v.44, n.7, p. 1733-1740, 2011.

SALAZAR, M.R.; JONES, W. J.; CHAVES, B.; COOMAN, A.; FISCHER, G. Base temperature and simulation model for nodes appearance in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, p. 862-867, 2008.

SÁNCHEZ, J.P.S. **Estudios fenológicos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en El Zamorano**. 29p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Escola Agrícola Pan-Americana, Zamorano, 2002.

SCHWARTZ, E.; FACHINELLO, J. C.; BARBIERI, R. L.; SILVA, J. D. Avaliação de populações de *Butia capitata* de santa vitória do palmar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, p. 736-745, 2010.

STRECK, E. V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R.S.D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P.D., SCHNEIDER, P., GIASSON, E., PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, p. 126, 2008.

STRECK, N. A.; TIBOLA, T.; LAGO, I.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; SCHNEIDER, F. M.; ZAGO, V. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p. 1275-1280, 2005.

STRECK, N. A.; PAULA, G. M.; CAMERA, C.; MENEZES, M. L.; LAGO, I. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p. 67-73, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2009. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

VELASQUEZ, H.J.; GIRALDO, O.H.; ARANGO, S.A. Estudio preliminar de la resistencia mecánica de la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana*). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v.60, n.1, p. 3785-3796, 2007.

VELOSO, M.D.; GOUVEIA, J.P.; ARAÚJO, J.C. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de biologia e ciências da terra**, Paraíba, v.4, n.2, p. 1-11, 2004.

ZAPATA J. L. P.; SALDARRIAGA, A. C.; LONDOÑO, M. B.; DIAZ, C. A. D. (2002). Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia. **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria**, Rio Negro, v.40, p. 42, 2002. (Boletim Técnico 14).