

Colorações de malhas de sombreamento sobre a fenologia, biometria e características físico-químicas de *Physalis peruviana* L. em sistema orgânico de produção

*Colors of shadowing meshes on phenology, biometrics and physicochemical characteristics of *Physalis peruviana* L. in organic production system*

Larissa Demetrio Gonçalves dos Santos¹ (ORCID 0009-0001-2169-3948), Cláudia Simone Madruga Lima¹ (ORCID 0000-0002-1953-1552), Lisandro Tomas da Silva Bonome¹ (ORCID 0000-0002-4144-3014), Gabriela Gerhardt da Rosa^{2*} (ORCID 0000-0002-5023-3414)

¹Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, PR, Brasil.

²Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Cascavel, PR, Brasil. *Autor para correspondência: birela89@gmail.com

Submissão: 03/06/2022 | Aceite: 21/12/2022

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho verificar a influência de distintas colorações de malhas de sombreamento sobre a fenologia, biometria e características físico-químicas de *Physalis peruviana* L em sistema orgânico de produção. O experimento foi realizado na área experimental da UFFS, campus Laranjeiras do Sul – PR, no setor de Horticultura. Como material vegetal foram utilizadas mudas de *P. peruviana* L. produzidas em estufa agrícola da área didática experimental. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados, em esquema unifatorial, com quatro malhas de sombreamento (azul, preta, vermelha e branca) + testemunha (sem cobertura), com quatro repetições. Para a fenologia não houve influência estatística das colorações de malhas de sombreamento. Plantas com maior altura e menor diâmetro de caule foram verificadas com o uso da malha de sombreamento da coloração azul. Houve alterações sobre a firmeza de frutos, massa com cálice, diâmetro, altura e sólidos solúveis em função da cor da malha de sombreamento. Conclui-se que as malhas de sombreamento de diferentes colorações não interferem na fenologia de *P. peruviana*, mas alteram as características biométricas e físico-químicas das frutas, sendo a de coloração vermelha a que proporcionou os melhores resultados, não sendo recomendada a utilização da malha de coloração azul.

PALAVRAS-CHAVE: fruticultura; frutífera exótica; telas de sombreamento; cultivo orgânico.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the influence of different colors of shading meshes on the phenology, biometry and physicochemical characteristics of *Physalis peruviana* in an organic production system. The experiment was carried out in the experimental area of UFFS, campus Laranjeiras do Sul - PR, in the Horticulture sector. As plant material, seedlings of *Physalis peruviana* L. produced in an agricultural greenhouse in the experimental teaching area were used. The experimental design was in completely randomized blocks, in a one-factor scheme, with four shading meshes (blue, black, red and white) + control (no cover), with four replications. For the phenology there was no statistical influence of the shading mesh colors. Plants with greater height and smaller diameter were verified using the blue color shading mesh. There were changes in fruit firmness, mass with calyx, diameter, height and soluble solids depending on the type of shading. It is concluded in this work that shading nets of different colors do not affect the phenology of the *P. peruviana*, but they change the biometric and physicochemical characteristics of fruits, with red color being the ones that provide the best results, the use of the blue colored mesh is not recommended.

KEYWORDS: fruticulture; exotic fruit; shading screens; organic cultivation.

INTRODUÇÃO

A physalis ou fisalis (*Physalis peruviana* L.) pertence à família das solanáceas, e é considerada uma fruta atrativa para os consumidores devido a sua aparência, principalmente pelo formato do cálice que a

recobre, sendo utilizada em decorações de bolos e doces. Além disso, a physalis é rica em compostos nutracêuticos, como ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas A, B, C e E, compostos fenólicos, fitoesteróis, ferro e fibras que a tornam ainda mais interessante ao consumo (RAMADAN 2011, PUENTE et al. 2011). O cultivo de frutíferas não tradicionais com alto valor agregado, como a physalis, está cada vez mais difundido entre os agricultores, principalmente os familiares (EINHARDT et al. 2017).

A physalis é uma planta perene que, mesmo sendo considerada rústica, exige cuidados específicos como, cobertura de solo, tutoramento, controle de pragas e doenças entre outras práticas culturais para garantir a qualidade das frutas e a produtividade (MUNIZ et al. 2014).

Algumas práticas culturais como o emprego de malhas ou telas de sombreamento coloridas podem influenciar nas características qualitativas e quantitativas das frutas. Inicialmente as malhas são indicadas para proteção de granizo, vento, pássaros, excessiva irradiação solar, e mais recentemente de insetos podendo contribuir para uma produção sustentável (CANDIAN et al. 2020, MANJA & AOUN 2019, VUKOVIĆ et al. 2022). Estas malhas permitem alterar a qualidade e a quantidade de radiação que atingem as plantas, interferindo em maior ou menor escala na sua atividade fotossintética a depender da coloração e do percentual de sombreamento que proporciona (OLIVEIRA et al. 2021). As malhas de sombreamento coloridas podem ainda causar uma modificação no microclima de crescimento da cultura (umidade, sombreamento e temperatura) e contribuir na sua proteção física, contra aves, granizo, insetos e radiação excessiva (HENRIQUE et al. 2011).

Dentre as malhas que podem ser utilizadas nos cultivos, as de coloração preta, vermelha, azul e branca são as mais comuns devido aos diversos efeitos fisiológicos que desencadeiam nas plantas (OLIVEIRA et al. 2021, VUKOVIĆ et al. 2022). As malhas de coloração vermelha favorecem a capacidade fotossintética das plantas, visto que possuem uma maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm e reduzem no espectro do azul, verde e amarelo (SHAHAK et al. 2004). A radiação no comprimento de onda do vermelho é uma das mais absorvida pelas clorofilas, favorecendo a fotossíntese e o acúmulo de amido em algumas espécies de plantas (HENRIQUE et al. 2011).

As malhas de coloração preta são as mais comuns e utilizadas nos cultivos agrícolas. Essas malhas atuam na redução da incidência de radiação direta sobre as plantas e também proporcionam a diminuição da fotorrespiração (OLIVEIRA et al. 2021). A malha de coloração azul é a menos empregada nos cultivos agrícolas. A radiação transmitida por essa coloração possui menor comprimento de onda e, portanto, é mais energética, não sendo muitas vezes benéfica as plantas, por ocasionar grande excitação de elétrons fazendo com que a planta gaste mais energia (TAIZ et al. 2017). Contudo, a coloração azul pode interferir na atividade fotossintética das plantas, no fototropismo e na fisiologia dos estômatos, podendo assim, influenciar no crescimento e desenvolvimento dos vegetais (TAIZ et al. 2017).

Outra coloração de malha utilizada nas produções de hortícolas é a malha branca. Essa cor de malha proporciona redução na radiação ultravioleta nas plantas e não interfere no espectro de luz transmitida. Apesar dessa coloração de tela não ter diferença em relação a modificação de luz, ela promove o aumento da temperatura ambiente, por dificultar a circulação do ar (COSTA et al. 2011).

Nos últimos anos, a expansão da agricultura e do mercado de orgânicos tem sido expressiva no Brasil (MOOZ & SILVA 2014, COSTA et al. 2017). Alimentos frescos e processados com matérias-primas oriundas de sistemas orgânicos vêm sendo procurados principalmente devido aos aspectos relacionados à saúde, segurança alimentar, ética, superioridade nutricional e meio ambiente (LIMA et al. 2011, DIAS et al. 2015). Segundo MOOZ & SILVA (2014), muitos produtores de sistema orgânico optam por produzir frutíferas em seus cultivos como uma forma de diferenciar a produção, e entre os aspectos desejados por este tipo de cultivo está o retorno econômico, social e ambiental.

É importante salientar que os consumidores também têm buscado novas experiências de consumo, entre elas, frutas exóticas, com maior valor nutracêutico e versatilidade no uso (WATANABE & OLIVEIRA 2014). Considerando-se que nos sistemas orgânicos deve-se buscar uma maior diversidade nos cultivos, pode-se apontar várias frutíferas exóticas (physalis, amora-preta, framboesa e mirtilo) como componentes potenciais nestes sistemas de produção (ANTUNES et al. 2014, MIZRAHI et al. 2014, FISCHER et al. 2014).

Quando se trata do manejo ou das práticas culturais que envolvem a cultura da physalis, escassas são as informações. Entre as técnicas que podem ser testadas está o uso de malhas ou telas de sombreamento coloridas que poderão proporcionar melhorias no cultivo de physalis. Deste modo, objetivou-se neste trabalho verificar a influência de distintas colorações de malhas de sombreamento sobre a fenologia, características biométricas e físico-químicas dos frutos de physalis em sistema orgânico de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Laranjeiras do Sul – PR, setor de Horticultura, localizada 25°24'28" S 52°24' 58" W e altitude de 840 m. O tipo de solo foi classificado como latossolo vermelho distrófico de textura argilosa, de acordo com o mapa de solos do Estado do Paraná (SANTOS et al. 2013).

O clima da região é classificado como (Cfb), clima temperado segundo a classificação de KOEPPEN-GEIGER (1928), com temperatura média anual entre 18 e 19°C e precipitação de 1800 a 2000 mm.ano⁻¹ (CALVIGLIONE et al. 2000). Durante o período de execução do experimento, que foi de janeiro a julho de 2021, as médias de temperaturas mínimas e máximas permaneceram entre 13 e 28,5 °C, respectivamente, a precipitação acumulada no período foi de 770 mm (Figura 1).

Durante o período de realização do experimento houve formação de geadas em decorrência da queda de temperatura na região e ocorreram nas datas: 26 e 27 de abril; 28 de junho; 05, 12 e 13 de julho. Essas formações de geadas proporcionaram danos às plantas do experimento como queima de folhas e abortamento de frutas (Figura 1).

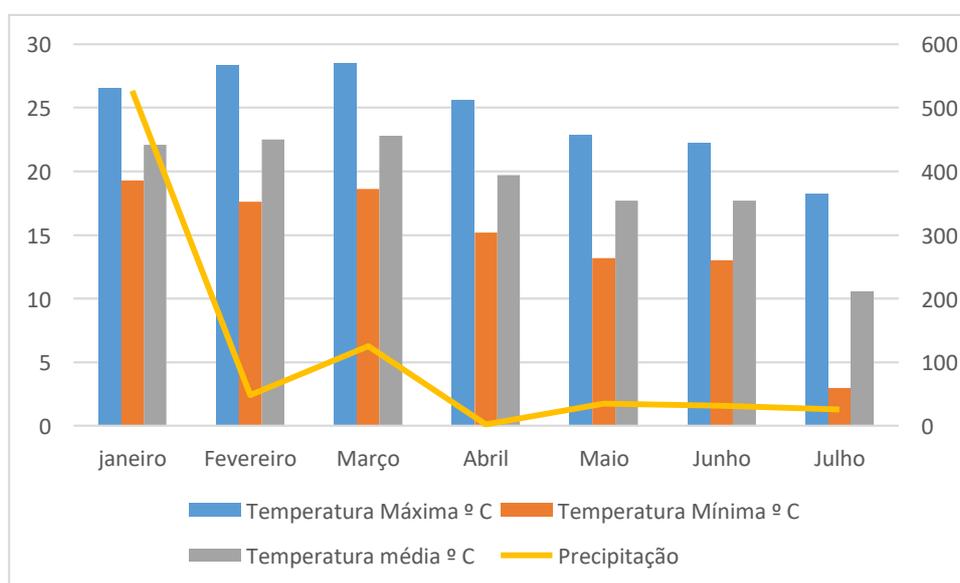


Figura 1. Valores médios de precipitação (mm), temperaturas (°C) mínima, média e máxima do ar nos meses de janeiro a julho de 2021, Laranjeiras do Sul-PR. Dados obtidos na estação climática da UFFS- Laranjeiras do Sul-PR.

Figure 1. Average values of precipitation (mm), minimum, average and maximum air temperatures (°C) from January to July 2021, Laranjeiras do Sul-PR. Data obtained at the climatic station of UFFS- Laranjeiras do Sul-PR.

As operações realizadas na área experimental foram de aração, gradagem e encanteiramento, com enxada rotativa. Os canteiros foram finalizados manualmente e apresentavam as seguintes dimensões: 30 m de comprimento, 1,2 metros de largura, 0,20 metros de altura e 0,60 m de distância entre canteiros. Posteriormente, foram adicionadas as fitas de irrigação por gotejamento e, por último, foram colocados o mulching de plástico (120 micras) de coloração externa branca e interna preta para cobertura do solo.

Para recomendação de adubação e calagem foi utilizada análise de solo pré-existente para o local (Quadro 1). A profundidade de coleta do solo foi de 0-20cm. Os corretivos e adubos utilizados foram de acordo com legislação específico para sistemas de produção orgânica regulamentados pela Lei Federal nº10.831, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL 2003).

A calagem foi realizada cerca de 30 dias antes do plantio sendo adicionados 1.200 kg ha⁻¹ de calcário calcítico com PRNT de 85%, no mesmo período 2500 kg.ha⁻¹ de cama de aviário extrusada e 34,5 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, conforme o recomendado por RUFATO et al. (2008).

Como material vegetal foram utilizadas mudas de *Physalis peruviana* L. produzidas em estufa agrícola da área didática experimental da UFFS. As sementes foram oriundas da produção de experimentos da universidade. A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno com 128 células finas (25 cm largura

x 53 cm comprimento, 5 x 5 medida de célula) com substrato de turfa comum, sendo mantidas em irrigação de micro aspersão por 45 dias.

Quadro 1. Composição química do solo na área de estudo (Setor de Horticultura da Área Experimental da UFFS).

Frame 1. Soil chemical properties in the study area (Horticulture sector of the UFFS Experimental Area).

pH CaCl ₂	MO g/dm ³	P Melichi ¹ mg/dm ³	K cmol _c / dm ³	Ca cmol _c / dm ³	Mg cmol _c / dm ³	H+Al cmol _c / dm ³	CTC cmol _c / dm ³	V %	Ca/Mg	Ca/K cmol _c / dm ³
5,23	41,05	16,67	0,17	5,47	1,87	4,9	12,4	60, 2	2,9/1	32,2/1

MO = Matéria Orgânica; P = fosforo; K= potássio; Ca = Cálcio; Mg = magnésio; H+Al = alumínio trocável; CTC = capacidade de troca de cátions; V% = bases trocáveis; Ca/Mg = relação cálcio e magnésio; Ca/K= relação cálcio e potássio.

O transplântio das mudas foi realizado quando estas apresentavam duas folhas verdadeira completamente expandidas. Cada canteiro apresentava uma linha única de plantas, sendo o espaçamento entre plantas de 0,90 m. O espaçamento entre linhas foi de 1,20 m totalizando 9.529 plantas/ha. O sistema de condução adotado foi do tipo espaldeira (vertical) em que os ramos foram apoiados horizontalmente sobre os fios do sistema de sustentação conforme proposto por MUNIZ et al. (2014).

As plantas, posterior ao transplântio, foram mantidas nos canteiros sob as malhas com 30% de sombreamento e coloração azul, branca, preta e vermelha e o controle (testemunha sem malha de sombreamento).

O delineamento experimental adotado a campo foi em blocos completamente casualizados, em esquema unifatorial (quatro malhas de sombreamento + testemunha). Composto por quatro blocos, contendo seis plantas. Dois blocos de bordadura nas extremidades foram adicionados, e nas parcelas, duas plantas externas também foram consideradas bordaduras.

Os tratos culturais necessários foram realizados de acordo com a demanda, sendo estas práticas: poda, desponte, amarrão, adubação de cobertura (utilização de húmus minhoca) conforme as normas de produção orgânica vigente.

As seguintes avaliações de fenologia foram realizadas: avaliações fenológicas determinadas quando 30% da população de plantas apresentam mudança conforme BETEMPS et al. (2014). Os estádios avaliados foram: Estádio 1: Plântulas com um par de folhas verdadeiras totalmente expandidas e aproximadamente 20 cm de comprimento; estágio 2: Plantas com as primeiras bifurcações do talo principal; estágio 3: Plantas com gemas florais esféricas e pubescentes, de aproximadamente 10 mm; no ramo principal; estágio 4: Plantas com botões muito proeminentes, a corola sobressai-se ao cálice, sendo identificado como início de botões florais; estágio 5: Plantas com flores em dois estádios, com a corola parcialmente ou completamente aberta, ou seja, início de flores abertas; estágio 6: Início da formação de brotos na base do ramo principal; estágio 7: Desprendimento natural das primeiras folhas senescentes (coloração amarela) e dos frutos e estágio 8: Coloração do cálice dos frutos a partir do amarelo-esverdeado.

Altura de plantas em (cm): as verificações foram realizadas com auxílio de fita métrica, sendo considerada o ramo principal, da base ao ápice do ramo. Diâmetro de plantas (mm): para esta determinação se realizou a avaliação do ramo principal, utilizando um paquímetro digital a uma altura de cinco centímetros do solo medindo ao redor da planta.

As frutas foram colhidas manualmente quando o cálice apresentava coloração de casca de cor amarelo-palha conforme recomendação de LIMA et al. (2009). As avaliações biométricas e físico-químicas de frutos foram realizadas no laboratório de Horticultura da UFFS, sendo massa do fruto com e sem cálice, verificadas em balança digital, com resultados expressos em gramas por fruto.

Diâmetro do fruto (mm) realizado na parte transversal com uso do paquímetro universal marca MFL, digital medindo frutos de forma unitária, mesmo paquímetro utilizado para medir plantas. A firmeza (kgf), utilizada força manual de dureza de frutos, o instrumento utilizado foi de marca Instrutherm® e modelo PTR 300.

Sólidos solúveis realizado com refratômetro de mesa Shimadzu, com correção de temperatura para 20 °C, utilizando-se de uma gota de suco puro para cada repetição e expressando resultado em °Brix. O pH determinado diretamente no suco dos frutos com uso de um medidor de pH Digimed DMPH -2, com correção automática de temperatura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo aplicativo estatístico SISVAR, sendo

realizado análise de variância (ANOVA) a 5% de significância, havendo significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis analisadas dentro da fenologia das plantas, não houve significância dos dados para plantas cultivadas sob malhas de sombreamento de diferentes colorações (Tabela 1, Tabela 2). De forma geral, a duração do ciclo de cultivo foi semelhante para as diferentes colorações de malhas de sombreamento sendo 112 dias para a malha azul, 111 para a malha preta, 110 dias para as malhas de sombreamento de coloração vermelha e branca e 108 dias sem a presença de malha de sombreamento.

Tabela 1. Análise de variância estádios fenológicos *physalis* em função diferentes colorações de malhas de sombreamento. UFFS/Laranjeiras do Sul/PR- 2021

Table 1. Analysis of variance of phenological stages *physalis* in different coloring functions of shading meshes. UFFS/ Laranjeiras do Sul/PR- 2021.

Estádio fenológico 01				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	3.106E-28	7.765E-29	3.19
Resíduo	15	3.653E-28	2.435E-29	
Total	19	6.759E-28		
Estádio fenológico 02				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	35.2000	8.80000	2.2E+29
Resíduo	15	6.070E-28	4.046E-29	
Total	19	35.2000		
Estádio fenológico 03				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	23.0000	5.75000	12.78
Resíduo	15	6.7500	0.45000	
Total	19	29.7500		
Estádio fenológico 04				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	5.141E-28	1.285E-28	1.09
Resíduo	15	1.775E-27	1.183E-28	
Total	19	2.289E-27		
Estádio fenológico 05				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	8.00000	2.00000	2.4E+28
Resíduo	15	1.263E-27	8.421E-29	
Total	19	8.00000		
Estádio fenológico 06				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	3.20000	0.80000	7.2E+27
Resíduo	15	1.665E-27	1.110E-28	
Total	19	3.20000		
Estádio fenológico 07				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	20.8000	5.20000	2.8E+28
Resíduo	15	2.738E-27	1.825E-28	
Total	19	20.8000		
Estádio fenológico 08				
Fonte de variação	G.L	S.Q.	Q.M	F.
Malhas de sombreamento	4	3.181E-27	7.952E-28	17.26
Resíduo	15	6.910E-28	4.606E-29	
Total	19	3.872E-27		

* G.L.= Graus de Liberdade, S.Q.= Soma dos Quadrados e Q.M.= Quadrado dos desvios.

Para as variáveis altura de plantas e diâmetro de caule foram observadas diferenças estatísticas quando utilizada malha de sombreamento de coloração azul, tendo as plantas cultivadas em tal situação apresentado maior altura e menor diâmetro de colo (1,79m e 15,00mm, respectivamente, Tabela 3), ainda, Rev. Ciênc. Agrovet., Lages, SC, Brasil (ISSN 2238-1171)

as plantas cultivadas sob malha de coloração azul, apresentaram ramos estiolados e mais finos com maior tendência a quebra quando comparado as plantas que estavam sob as demais malhas de sombreamento.

Tabela 2. Número de dias após a emergência para as plantas de *physalis* atingirem os principais estádios fenológicos em função de diferentes colorações de malhas de sombreamento. UFFS/Laranjeiras do Sul/PR- 2021.

Table 2. Number of days after emergence for *physalis* plants to reach the main phenological stages as a function of different shade net colors. UFFS/Laranjeiras do Sul/PR- 2021.

Malhas de Sombreamento	Estádio (dias)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Azul	55	74	84	95	102	104	108	112
Branca	55	72	83	95	101	103	106	110
Preta	55	73	83	95	100	103	107	111
Vermelha	55	72	83	95	101	103	106	110
Sem malha	55	70	80	95	100	103	105	108

A malha azul permite maior transmissão de radiação nos comprimentos de onda na faixa do azul e vermelho-distante. A região do azul além de ser uma das mais absorvidas pelos pigmentos fotossintetizantes e, portanto, contribuir mais efetivamente com o processo fotossintético, pode ainda, ativar fotorreceptores presentes nas plantas denominados de criptocromos e fototropinas. Estes fotorreceptores quando ativados podem promover uma série de alterações morfofisiológicas nas plantas alterando seu padrão de crescimento e desenvolvimento (TAIZ et al. 2017). Já a radiação vermelho-distante pode inativar o fitocromo, uma holoproteína com formas interconversíveis (ativo e inativo), que quando está na forma inativa pode promover o alongamento do caule em algumas espécies como resposta de evitação a sombra (OREN-SHAMIR et al. 2001, KLEIN et al. 2021).

Assim, sugere-se que as malhas de coloração azul causaram alterações fisiológicas nas plantas de *physalis* que culminaram com um maior crescimento em altura em detrimento ao diâmetro de colo. Este resultado corrobora com os observados por SOUZA et al. (2011) e MARTINS et al. (2008), em que a luz azul favoreceu o crescimento em altura de *Mikania glomerata* e *Ocimum gratissimum*, respectivamente, em comparação as demais malhas coloridas.

Além de promoverem alterações morfofisiológicas nos vegetais as malhas coloridas podem interceptar parte da radiação incidente sobre as plantas, influenciando diretamente no processo fotossintético (SILVA et al. 2020). Algumas espécies vegetais têm seu crescimento favorecido em ambiente com radiação mais amena, enquanto outras, se beneficiam com maior radiação solar. Contudo, no presente estudo o sombreamento proporcionado pelas malhas coloridas parece não ter influenciado no crescimento da *physalis*, visto que os tratamentos com as malhas vermelha, branca, preta e sem malha não diferiram entre si. Estes resultados sugerem que as alterações observadas no crescimento de *physalis* sob malha de coloração azul ocorreram em decorrência da qualidade espectral da radiação e não devido ao sombreamento.

Os valores obtidos para diâmetro e altura das plantas cultivadas sob as demais malhas coloridas não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

Tabela 3. Altura (m) e diâmetro (mm) de plantas de *physalis* submetidas a diferentes colorações de malhas de sombreamento. UFFS/Laranjeiras do Sul/PR- 2021

Table 3. Height (m) and diameter (mm) of *Physalis* plants as a function of the use of different shade net colors. UFFS/Laranjeiras do Sul/PR- 2021.

Malhas de Sombreamento	Altura (m)	Diâmetro (mm)
Azul	1,79 a	15,00 b
Branca	1,68 b	21,00 a
Preta	1,65 b	20,00 a
Vermelha	1,66 b	22,00 a
Sem malha	1,68 b	20,00 a
CV (%)	20,66	22,33

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação.

Quando avaliadas as variáveis relacionadas aos aspectos biométricos das frutas, observou-se maior firmeza e pH para aquelas que foram cultivadas sob malha de sombreamento de coloração azul (4,20 e 4,0, respectivamente), entretanto, as frutas sem a presença do cálice e que foram cultivadas sob malha azul apresentaram a menor massa (1,67 g) quando comparadas com as frutas sob as demais colorações de malha (Tabela 4).

Tabela 4. Massa com cálice (g) e sem cálice(g), diâmetro (mm), firmeza (kgf) sólidos solúveis (°Brix) e pH de frutas de physalis em função de diferentes colorações de malhas de sombreamento. UFFS/Laranjeiras do Sul/PR - 2021.

Table 4. Mass with calyx (g) and without calyx (g), diameter (mm), firmness (kgf), soluble solids (°Brix) and pH of physalis fruits as a function of different shade net colors. UFFS/Laranjeiras do Sul/PR-2021.

Malha de sombreamento	Massa (g)		Diâmetro (mm)	Firmeza	SS (°Brix)	pH
	Com Cálice	Sem Cálice				
Azul	3,42 b	1,67 b	12,34 c	4,20 a	7,50 b	4,00 a
Branca	4,10 ab	3,00 a	13,80 bc	3,24 b	8,82 ab	3,00 b
Preta	4,29 ab	3,20 a	13,78 bc	3,05 b	9,00 ab	2,89 b
Vermelha	5,48 a	3,49 a	14,92 a	3,10 b	9,50 a	2,56 b
Sem malha	4,93 ab	3,00 a	13,88 bc	3,15 b	8,80 ab	3,05 b
CV (%)	14,56	10,98	18,23	17,33	16,44	11,29

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação.

Para as plantas cultivadas sob malha de sombreamento de coloração vermelha, observou-se frutas com cálice com maior massa (5,48 g), diâmetro (14,92 mm) e sólidos solúveis (9,5 °Brix) quando comparadas as plantas submetidas a malhas de coloração azul. As frutas produzidas nas demais colorações de malha não apresentaram diferenças estatística entre si para todas as variáveis analisadas e apresentaram valores muito próximos (Tabela 4).

A malha de coloração vermelha possui maior transmitância da luz na região do vermelho e vermelho distante (comprimentos de ondas superiores a 590 nm). Estas duas faixas de radiação são sinalizadoras de fotorreceptores existentes nas plantas, principalmente os fitocromos, que são responsáveis por diversas respostas morfofisiológicas nas plantas, como replicação de plastídios, acumulação de clorofila e promoção do crescimento da planta (VOITSEKHOVSKAJA 2019) Além disso, a região do espectro da radiação do vermelho é uma das mais absorvidas pelos pigmentos fotossintetizantes, aumentando a eficiência fotossintética. Esta faixa de radiação promove maior acúmulo de biomassa, crescimento e fotossíntese em alface, enquanto que o espectro no azul foi mais eficaz em estimular a fotomorfogênese, fototropismo e mecanismos adaptativos como a abertura e fechamento dos estômatos e aclimatação das plantas às condições ambientais (RODRIGUES 2002, CHEN et al. 2017, LI & KUBOTA 2009).

Segundo SHAHAK et al. (2004) as malhas de coloração vermelha promovem estímulos para o crescimento e acúmulo de biomassa em pomares de pessegueiro e macieira (e.g. *Prunus persica* e *Malus domestica*), enquanto que, as de coloração azul atuam na inibição desses processos. Contudo, estas respostas são dependentes da espécie. Em trabalho realizado por SOUZA et al. (2011) e MARTINS et al. (2008), com *Mikania glomerata* e *Ocimum gratissimum*, respectivamente, a luz azul favoreceu o crescimento em altura das plantas em comparação as demais malhas coloridas. Por outro lado, em morangueiro a malha vermelha e a condição de pleno sol foram as que proporcionaram maior massa fresca média total de frutos (COSTA 2012).

Valores mais expressivos de sólidos solúveis (°BRIX) foram verificados nas plantas sob malhas de sombreamento vermelha (9,5) quando comparada à malha azul (7,5), indicando frutas mais doces. Embora o processo fotossintético seja estimulado na faixa do espectro denominado luz visível, que se encontra entre 390 e 760 nm, cerca de 85 a 90% da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelos pigmentos fotossintetizantes são nas regiões do azul e do vermelho (VIEIRA et al. 2010).

Contudo, por ser menos energética, a radiação no espectro do vermelho pode aumentar a eficiência fotossintética em até 30% quando comparado aos fótons com comprimento de onda no azul (GAO et al. 2020). Estes resultados, corroboram com os observados por AGUILAR et al. (2006) em pomares na região de Chapingo/México; LIMA et al. (2009), na região de Pelotas/RS; LIMA et al. (2012), na área rural do Capão do Leão/RS; MENDONZA et al. (2012), na localidade Silva Cauca/Colômbia; LUCHESE (2013) em Porto Alegre/RS e SILVA et al. (2016, 2018) na cidade de Lavras/MG, todos trabalhando com a espécie *P.*

peruviana L., demonstrando que as malhas de coloração que proporcionam maior passagem de luz plena ou que transmitem radiação nos comprimentos de onda do vermelho e vermelho-distante auxiliam no desenvolvimento de frutos com maior teor de sólidos solúveis totais.

Com os resultados reportados verifica-se que a prática de utilização de malhas de sombreamento, comumente empregadas para fins de redução da irradiação solar e proteção física de cultivos, como de granizo e intempéries climáticas, pode ser incentivada na coloração vermelha, ao invés das tradicionais cores empregadas (como por exemplo a preta). Entretanto, importante salientar que cada espécie possui um comportamento em relação a qualidade e quantidade de irradiância transmitida pelas malhas. Em algumas frutíferas como maracujazeiro, o uso de telas, similarmente nas condições idealizadas neste estudo, é recomendado pois possui efeitos positivos no crescimento e desenvolvimento das plantas (COSTA et al. 2018). Assim como para macieira foi identificado atenuamento de condições adversas de estiagem (BOINI et al. 2021) e melhoria da qualidade dos frutos em função do uso das malhas (CRUZ et al. 2020). Por outro lado, em outras espécies as malhas podem ter efeito prejudicial, como o estiolamento de mudas de melancia (PEREIRA et al. 2019) e a redução do comprimento de raiz de cenoura cultivadas sob malha vermelha (OLIVEIRA et al. 2021).

Assim, recomenda-se um estudo prévio do efeito das malhas de sombreamento coloridas nas culturas onde se pretende utilizar esta tecnologia, pois cada malha colorida modifica a morfologia e a fisiologia das plantas de diferentes maneiras (CRUZ et al. 2020).

CONCLUSÃO

Malhas de sombreamento de diferentes colorações não interferem na fenologia de *P. peruviana*, mas alteram as características biométricas e físico-químicas das frutas, sendo as de coloração vermelha as que proporcionam os melhores resultados. Além disso, não é recomendado a utilização de malhas de coloração azul, por promoverem estiolamento das plantas, menor massa de frutos e sólidos solúveis nas condições do presente estudo. Esta pesquisa promove novas perspectivas para a melhoria do desenvolvimento de pomares sugerindo colorações preferenciais de cobertura que ao mesmo tempo, proporcionam proteção de intempéries climáticas e alterações das características biométricas e físico-químicas das frutas, podendo agregar valor aos produtos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) pela concessão de bolsa pelo edital Nº270/GR/UFFS/2020 - Edital Único: Grupo 2 – PES-2020-0311. PES-2020-0308. Bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR MR et al. 2006. Agrofenología de *Physalis peruviana* L. en invernadero y fertirriego. Revista Chapingo 12: 57-63.
- ANTUNES LEC et al. 2014. Produção de amoreira-preta no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura 36: 100-111.
- BETEMPS DL et al. 2014. Época de sementeira, fenologia e crescimento de plantas de fisalis no sul do Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura 26: 179-185.
- BRASIL. 2003. Lei Federal n. 10.831 de 23 dezembro de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: Brasil.
- BOINI A et al. 2021. High levels of shading as a sustainable application for mitigating drought, in modern apple production. Agronomy 11: 21p.
- CANDIAN V et al. 2020. Photosensitive exclusion netting in apple orchards: effectiveness against pests and impact on beneficial arthropods, fungal diseases and fruit quality. Pest. Manag. Sci. 76: 179-187.
- CALVIGLIONE JH et al. 2000. Cartas climáticas do estado do Paraná. versão 1.0. Londrina: IAPAR.
- CHEN XL et al. 2017. Growth and nutritional properties of lettuce affected by different alternating intervals of red and blue LED irradiation. Sci. Hortic. 223: 44–52.
- COSTA AG. 2012. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 47: 534-540.
- COSTA MBB et al. 2017. Agroecology development in Brazil between 1970 and 2015. Agroecology and Sustainable Food Systems 41: 276-295.
- COSTA FM et al. 2018. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes composições de substrato e ambiente. Revista de Ciências Agrárias. 41: 138-146.
- COSTA RC et al. 2011. Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. Horticultura Brasileira 29: 98-102.
- CRUZ RRP et al. 2020. Redes fotoseletivas na agricultura. Research, Society and Development. 9: e590985921.

- DIAS VV et al. 2015. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. *Ambiente & Sociedade XVIII*: 161-182.
- EINHARDT PM et al. 2017. Ácido salicílico na conservação pós-colheita de frutos de *Physalis peruviana* L. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 18: 53-59.
- FISCHER G et al. 2014. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 1- 15.
- GAO W et al. 2020. Effects of daily light integral and led spectrum on growth and nutritional quality of hydroponic spinach. *Agronomy* 10: 15p.
- HENRIQUE PC et al. 2011. Aspectos fisiológicos no desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. *Pesq. agropec. bras.* 46: 458-465.
- KLEIN J et al. 2021. Influência de protetores físicos coloridos nas trocas gasosas de plântulas de canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.]. In: LIMA FS. et al. *Agricultura e Agroindústria no contexto do desenvolvimento rural sustentável*. Guarujá: Ciência Digital. 420p.
- KÖPPEN W & GEIGER R. *Klimate der Erde*, Justus Perthes, Gotha. 1928.
- LI Q & KUBOTA C. 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environ. Exp. Bot.* 67: 59–64.
- LIMA CSM et al. 2009. Custos de implantação e condução de pomar de *Physalis* na região sul do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Ceres* 56: 551-561.
- LIMA PAL et al. 2011. Perfil do consumidor de produtos orgânicos na cidade de São Joaquim da Barra - São Paulo. *Nucleus* 8: 67-80
- LIMA CSM et al. 2012. Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 1004-1012.
- LUCHESE CL. 2013. Avaliação da influência da temperatura e da concentração da solução de sacarose na desidratação osmótica de *Physalis (Physalis peruviana* L.). Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Porto Alegre: UFRGS. 146p.
- MANJA K. & AOUN M. 2019. The use of nets for tree fruit CROUN and their impact on the production: A review. *Scientia Horticulturae* 246: 110-122.
- MARTINS JR et al. 2008. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 10: 102-107.
- MENDONZA JH et al. 2012. Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 10: 188-196.
- MIZRAHI Y et al. 2014. Vine-Cacti pitayas - the new crops of the world. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 124-138.
- MOOZ ED & SILVA MV. 2014. Disponibilidade de alimentos orgânicos no Brasil: caracterização sociodemográfica das famílias consumidoras. *Revista Higiene Alimentar* 28: 236-237.
- MUNIZ J et al. 2014. General aspects of physalis cultivation. *Ciência Rural* 44: 964-970.
- OLIVEIRA LGC et al. 2021. Malhas de sombreamento e concentrações de ácido salicílico no cultivo de cenoura em sistema orgânico de produção. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosech* 1: 111-123.
- OREN-SHAMIR M et al. 2001. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *J. Hort. Sci. Biotech* 76: 353-361.
- PEREIRA BJ et al. 2019. Watermelon initial growth under different hydrogel concentration and shading conditions. *Revista Caatinga* 32: 915-923.
- PUENTE LA et al. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International* 44: 1733-1740.
- RAMADAN MF. 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Research International* 44: 1830-1836.
- RODRIGUES LRF. 2002. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: FUNEP. 762p.
- RUFATO L et al. 2008. Aspectos técnicos da cultura da *Physalis*. Pelotas: UFPel. 100p.
- SANTOS HG et al. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília: Embrapa. 353 p.
- SHAHAK Y et al. 2004. Colornets: A New Approach for Light Manipulation in Fruit Trees. *Acta Horticulturae* 636: 609-616.
- SILVA DFS et al. 2016. The Production of *Physalis* spp. seedlings grown under different-colored shade nets. *Acta Scientiarum. Agronomy* 38: 257-263.
- SILVA DFS et al. 2018. Productive and qualitative parameters of four *Physalis* species cultivated under colored shade nets. *Revista Brasileira Fruticultura* 40: e-528.
- SILVA DF et al. 2020. Emergência e desenvolvimento de mudas de fisális sob telas de sombreamento coloridas e pleno sol. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 19: 139-148.
- SOUZA GS et al. 2011. Crescimento, teor de óleo essencial e conteúdo de cumarina de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas. *Biotemas* 24: 1-11.
- TAIZ L et al. 2017. *Fisiologia vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 858p.
- VIEIRA EL et al. 2010. *Manual de fisiologia vegetal*. São Luís: EDUFMA. 186p.
- VOITSEKHOVSKAJA OV. 2019. Phytochromes and others (photo)receptors of information in plants. *Russian Journal of Plant Physiology* 66: 351-364.

- VUKOVIĆ M et al. 2022. Sustainable Food Production: Innovative Netting Concepts and Their Mode of Action on Fruit Crops. Sustainability 14: 31p.
- WATANABE HS & OLIVEIRA SL. 2014. Comercialização de frutas exóticas. Revista Brasileira de Fruticultura 36: 23-38.