



Análise da qualidade da luz sobre o desenvolvimento das características vegetais do camapu (*Physalis angulata*) cultivado *in vitro*

Analysis of light quality on the development of plant characteristics of camapu (*Physalis angulata*) cultivated *in vitro*

Analisis de la calidad de luz sobre el desarrollo de características plantas de camapu (*Physalis angulata*) cultivada *in vitro*

DOI: 10.55905/revconv.17n.7-158

Originals received: 06/07/2024

Acceptance for publication: 06/28/2024

Maria Sintia Monteiro da Costa

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: sintiamonteiro@hotmail.com

Thainara da Silva Oliveira

Graduanda em Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: thainaraoliveira1101@gmail.com

Thalia da Silva Oliveira

Graduanda em Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: thalia.silva0104@gmail.com

Camily Ferreira Santana

Graduanda em Engenharia Florestal

Instituição: Universidade do Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: engcamily@gmail.com

Lays da Silva Gomes

Graduada em Agronomia

Instituição: Universidade do Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: layssilva801@gmail.com



Anderson da Silva Costa

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental (EMBRAPA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: anderson.costa@embrapa.br

Débora Lisboa Corrêa Costa

Mestre em Teoria e Pesquisa do Comportamento

Instituição: Secretaria de Saúde do Estado do Pará (SESPA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: debylisboa2007@yahoo.com.br

Osmar Alves Lameira

Doutor em Fitotecnia, Biotecnologia de Plantas

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental (EMBRAPA)

Endereço: Belém - Pará, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

RESUMO

O uso de LEDs, como fonte de radiação no cultivo de plantas, tem despertado considerável interesse nos últimos anos, por estes também possuírem vasto potencial para a aplicação comercial. A espécie *Physalis angulata* L. (Solanaceae A.Juss.) é uma planta com grande importância na medicina popular pelas suas diversas propriedades terapêuticas e pela produção de compostos ativos sendo utilizada como antimicrobiana, antiparasitária, anti-inflamatória, antimalária, antileishmania, antiasmático, imunomoduladora, antidiabética, antitumoral, entre outras. Essa planta também tem o nome popular de Camapu. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes comprimentos de luz LED sobre o desenvolvimento *in vitro* dessa espécie. O estudo, conduzido no Laboratório de Biotecnologia e Recursos Genéticos da Embrapa Amazônia Oriental, utilizou explantes de plantas micropropagadas *in vitro*. Os explantes (segmento nodal), medindo aproximadamente 1 cm, foram inoculados em frascos de 250 mL contendo 30 mL de meio MS (Murashige e Skoog, 1962). Os meios foram suplementados com sacarose (30,0 g.L⁻¹), o pH foi ajustado a 5,7 ± 0,1 e em seguida gelificados com 'Phytigel' (3,0 g.L⁻¹). Após a inoculação, os frascos foram acondicionados em uma sala com temperatura de 25 ± 1°C em 4 diferentes comprimentos de onda: LED branca: tratamento 1: 26 µmol.m⁻².s⁻¹, LED verde: tratamento 2: 15 µmol.m⁻².s⁻¹, LED azul: tratamento 3: 23 µmol.m⁻².s⁻¹, LED amarelo: tratamento 4: 13 µmol.m⁻².s⁻¹. O fotoperíodo foi de 12 horas/dia. Durante 120 dias, as alturas das plântulas e o número de brotos foram mensalmente avaliados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC). A diferença das amostras foi calculada com a utilização do software BioEstat versão 5.3. Na avaliação de 30 dias, não houve diferença estatística na altura média das plântulas entre os tratamentos, para 60 dias ocorreu diferença estatística se destacando o tratamento branco, para 90 dias se uniformizou novamente os tratamentos e para 120 dias não existiu diferença estatística apesar dos maiores valores de altura serem os encontrados para os tratamentos verde (7,44 cm), amarelo (7,38 cm) e azul (7,11 cm). Quanto ao número médio de brotos ao final de 120 dias os tratamentos de melhor desempenho foram os tratamentos branco e verde. Na avaliação de 30 e 60 dias ocorreu diferença estatística se destacando o branco e o verde com médias respectivas de 9,75 brotos e 9,08 brotos. Para os teores de clorofila e carotenoides, os diferentes comprimentos de onda influenciaram esses parâmetros. Conclui-se que os



tratamentos branco e verde tiveram os melhores resultados para as variáveis altura, brotação, clorofila e carotenoides.

Palavras-chave: cultura de células vegetais, biotecnologia, plantas medicinais, cultivo *in vitro*.

ABSTRACT

The use of LEDs, as a source of radiation in plant cultivation, has aroused special interest in recent years, as they also have vast potential for commercial application. The species *Physalis angulata* L. (Solanaceae A.Juss.) is a plant with great importance in popular medicine due to its diverse therapeutic properties and the production of active compounds, being used as antimicrobial, antiparasitic, anti-inflammatory, antimalarial, antileishmanial, antiasthmatic, immunomodulatory, antidiabetic, antitumor, among others. This plant also has the popular name of Camapu. The objective of this work was to evaluate the effect of different lengths of LED light on the *in vitro* development of this species. The study, conducted at the Biotechnology and Genetic Resources Laboratory at Embrapa Amazônia Oriental, used plant explants micropropagated *in vitro*. The explants (nodal segment), measuring approximately 1 cm, were inoculated into 250 mL flasks containing 30 mL of MS medium (Murashige and Skoog, 1962). The media were supplemented with sucrose (30.0 g.L⁻¹), the pH was adjusted to 5.7 ± 0.1 and then gelled with 'Phytigel' (3.0 g.L⁻¹). After inoculation, the flasks were placed in a room with a temperature of 25 ± 1°C at 4 different wavelengths: white LED: treatment 1: 26 µmol.m⁻².s⁻¹, green LED: treatment 2: 15 µmol.m⁻².s⁻¹, blue LED: treatment 3: 23 µmol.m⁻².s⁻¹, yellow LED: treatment 4: 13 µmol.m⁻².s⁻¹. The photoperiod was 12 hours. For 120 days, seedling heights and reaction numbers were evaluated monthly. The experimental design was randomized (DIC). The difference between the samples was calculated using the BioEstat software version 5.3. In the 30-day evaluation, there was no statistical difference in the average height of the seedlings between treatments, for 60 days there was a statistical difference, highlighting the white treatment, for 90 days the treatments were standardized again and for 120 days there was no statistical difference despite the treatments Values in height will be those found for the green (7.44 cm), yellow (7.38 cm) and blue (7.11 cm) treatments. Regarding the average number of distributions at the end of 120 days, the best performing treatments were white and green treatments. In the evaluation of 30 and 60 days, there was a statistical difference, with white and green standing out with respective averages of 9.75 generated and 9.08 generated. For chlorophyll and carotenoid contents, the different wavelengths influenced these parameters. It is concluded that the white and green treatments had the best results for the variables height, sprouting, chlorophyll and carotenoids.

Keywords: plant cell culture, biotechnology, medicinal plants, *in vitro* cultivation.

RESUMEN

El uso de LED, como fuente de radiación en el cultivo de plantas, ha despertado especial interés en los últimos años, ya que también tienen un gran potencial para su aplicación comercial. La especie *Physalis angulata* L. (Solanaceae A.Juss.) es una planta de gran importancia en la medicina popular por sus diversas propiedades terapéuticas y la producción de compuestos activos, siendo utilizada como antimicrobiana, antiparasitaria, antiinflamatoria, antimalárica, antileishmania, antiasmático, inmunomodulador, antidiabético, antitumoral, entre otros. Esta planta también tiene el nombre popular de Camapu. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes longitudes de luz LED en el desarrollo *in vitro* de esta especie. El estudio,



realizado en el Laboratorio de Biotecnología y Recursos Genéticos de Embrapa Amazônia Oriental, utilizó explantes de plantas micropropagadas in vitro. Los explantes (segmento nodal), que miden aproximadamente 1 cm, se inocularon en matraces de 250 ml que contenían 30 ml de medio MS (Murashige y Skoog, 1962). Los medios se suplementaron con sacarosa (30,0 g.L-1), se ajustó el pH a $5,7 \pm 0,1$ y luego se gelificó con 'Phytigel' (3,0 g.L-1). Después de la inoculación, los matraces se colocaron en una habitación con una temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ a 4 longitudes de onda diferentes: LED blanco: tratamiento 1: 26 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, LED verde: tratamiento 2: 15 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, LED azul: tratamiento 3: 23 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, LED amarillo: tratamiento 4: 13 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. El fotoperiodo fue de 12 horas. Durante 120 días, se evaluaron mensualmente la altura de las plántulas y el número de reacciones. El diseño experimental fue al azar (DIC). La diferencia entre las muestras se calculó utilizando el software BioEstat versión 5.3. En la evaluación a los 30 días no hubo diferencia estadística en la altura promedio de las plántulas entre tratamientos, para los 60 días hubo diferencia estadística destacando el tratamiento blanco, para los 90 días se volvieron a estandarizar los tratamientos y para los 120 días hubo no hay diferencia estadística a pesar de los tratamientos. Los valores en altura serán los encontrados para los tratamientos verde (7,44 cm), amarillo (7,38 cm) y azul (7,11 cm). En cuanto al número promedio de distribuciones al final de 120 días, los tratamientos con mejor desempeño fueron los tratamientos blanco y verde. En la evaluación de 30 y 60 días hubo diferencia estadística, destacándose el blanco y el verde con promedios respectivos de 9.75 generado y 9.08 generado. Para el contenido de clorofila y carotenoides, las diferentes longitudes de onda influyeron en estos parámetros. Se concluye que los tratamientos blanco y verde tuvieron los mejores resultados para las variables altura, brotación, clorofila y carotenoides.

Palabras clave: cultivo de células vegetales, biotecnología, plantas medicinales, cultivo in vitro.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Physalis angulata* L. (Solanaceae A.Juss.) é um arbusto anual ramificado, com distribuição mundialmente em todas as regiões tropicais e subtropicais (Kusumaningtyasas *et al.*, 2015). Tal planta possui caule anguloso; as folhas são elípticas/ovadas/rômbicas, com margens inteiras/dentadas, base oblíqua/cuneada, indumento estrigoso nas nervuras e margens; as flores apresentam tamanho menor que 8 mm de diâmetro, com cálices tricomas eglandulosos, cálices lobos triangulares, pétalas de cor verde/amarela sem mácula escura, anteras de coloração amarelada/azulada; e os frutos apresentam cálices frutíferos, com indumento ausente/estrigoso nas nervuras (Stehmann; Knapp, 2023). Em âmbito mundial, esta planta é utilizada para a fitoterapia e para o tratamento de várias enfermidades humanas em muitos grupamentos sociais, como malária, hepatite, asma, dermatite e reumatismo (Soares *et al.*, 2003).



Tal espécie botânica possui inúmeros usos tradicionais visando as suas atividades antimicrobiana, antiparasitária, anti-inflamatória, antimalária, antileishmania, antiasmático, imunomoduladora, antidiabética, antitumoral, entre outras (Sharma *et al.*, 2015; Arruda *et al.*, 2021). Isto ocorre devido à presença de seus constituintes químicos, como alcaloides, flavonoides, glicosídeos, esteroides, ácido clorogênico, witanolídeos, fisalinas e outros compostos bioativos (Dokosi, 1998; Bastos *et al.*, 2008; Sharma *et al.*, 2015; Arruda *et al.*, 2021). As fisalinas B, D e H produzidas por *P. angulata* apresentaram atividade antitumoral *in vivo* e *in vitro* (Chiang *et al.*, 1992; Magalhães *et al.*, 2006), e as fisalinas B, D e F exibiram efeito antimicrobiano (Januário *et al.*, 2002), o que pode explicar o uso etnofarmacológico dessa espécie para determinadas doenças. Além disso, extratos aquosos e etanólicos de folhas de *P. angulata* apresentaram potencial como ingrediente alimentar funcional em razão de seus efeitos imunomodulador e antioxidante (Kusumaningtyasas *et al.*, 2015).

Embora *P. angulata* possua potencial na medicina tradicional [e para a fitoterapia], e diante de sua crescente importância no mercado consumidor enquanto alimento, o cultivo ainda é limitado devido ao pouco conhecimento sobre métodos de plantio e práticas de manejo nutricional (Ramos *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2023), em especial, quando se trata da multiplicação *in vitro* dessa espécie. Neste sentido, a cultura de tecidos se destaca como a técnica que permite obter plantas em larga escala, com qualidade fitossanitária e alta fidelidade genética (Mascarenhas *et al.*, 2019). Para isso, a micropropagação tem sido a técnica mais utilizada para a reprodução *in vitro* de plantas de interesse econômico (Lameira *et al.*, 2000), porém, devido à complexidade das etapas desse processo são necessários ajustes nos protocolos de multiplicação *in vitro* já existentes (Silva *et al.*, 2021), como em relação ao fator luz, em particular, quanto ao comprimento de onda utilizado.

Em laboratórios de micropropagação, as lâmpadas fluorescentes brancas ainda são as mais usadas, mas os diodos emissores de luz (LEDs) têm sido bem promissores para melhorar o crescimento vegetal e a produção de compostos ativos *in vitro* (Kwon *et al.*, 2018; Appolloni *et al.*, 2021). Os LEDs fornecem espectros de luz, como o azul, vermelho, verde e combinações, que influenciam fortemente o desenvolvimento e a fisiologia das plantas cultivadas (Lazzarini *et al.*, 2017). No caso de *P. unguifolia* os valores dos pigmentos fotossintetizantes – que são influenciados pela luz – foram significativos nos espectros azul, azul + vermelho, verde e, sobretudo, branco, assim como a qualidade da luz teve relativa influência sobre as características



fitotécnicas e anatômicas das plântulas; entretanto, os melhores resultados dessas variáveis avaliadas foram obtidos com luz natural filtrada por tela, mas já indicam o potencial dos LEDs (Santos *et al.*, 2020).

Dante desse cenário, torna-se importante situar a importância de *P. unguiflora* (Figura 1), para o Brasil, onde essa espécie é conhecida como Camapu ou Balãozinho, sendo usado na medicina popular, como sedativo, depurativo, antirreumático e para alívio de dores de ouvido (Januário *et al.*, 2002; Bastos *et al.*, 2008). O fruto dessa planta, apesar de exótico, é utilizado como alimento na região amazônica, possuindo alto teor de nutrientes, minerais, fibras, vitaminas e compostos fenólicos (Oliveira *et al.*, 2023).

Figura 1: Planta de *P. unguiflora* pertencente à coleção do horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.



Fonte: Ferreira (2023).

Apesar do aumento do interesse biotecnológico no Brasil, ainda existem poucos estudos de micropropagação do gênero *Physalis* (Santos *et al.*, 2020), principalmente em relação à espécie *P. unguiflora* e à influência da luz nesse processo, sendo reportado apenas dois estudos nacionais dessa natureza (Souza *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2020). Neste contexto, dando continuidade a esta linha de pesquisa, o presente estudo teve como objetivo analisar a qualidade da luz sobre o desenvolvimento das características vegetais do Camapu (*Physalis angulata* L.) cultivada *in vitro*.



2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Laboratório de Biotecnologia e Recursos Genéticos (LBRG), da Embrapa Amazônia Oriental, localizada em Belém, estado do Pará. Os explantes utilizados neste estudo foram obtidos de plantas micropagadas *in vitro*, pertencentes ao LBRG.

2.1 DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA

Foram realizados 4 tratamentos (diferentes comprimentos de onda). Os explantes do camapu, medindo aproximadamente 1 cm, foram inoculados em frascos de 250 mL contendo 30 mL de meio MS (Murashige e Skoog, 1962). Os meios foram suplementados com sacarose (30,0 g.L⁻¹), o pH foi ajustado a $5,7 \pm 0,1$ e em seguida gelificados com ‘Phytigel’ (3,0 g.L⁻¹). Após a inoculação, os frascos foram acondicionados em uma sala com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ em 4 diferentes comprimentos de onda: LED branca: tratamento 1: $26 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED verde: tratamento 2: $15 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED azul: tratamento 3: $23 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED amarelo: tratamento 4: $13 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. O fotoperíodo foi de 12 horas/dia. (Figura 2),

Figura 2. Sala de crescimento dos explantes.



Fonte: Autores (2023).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 5 repetições, contendo três explantes por cada repetição. Durante 4 meses, mensalmente, foram avaliados a alturas das plântulas (medição direta com régua graduada) e o número de brotações.



2.2 QUANTIFICAÇÃO DE CLOROFILA E CAROTENÓIDES

Após a 4^a avaliação, foram realizadas análises para a quantificação de clorofila e carotenoides, e a quantificação foi realizada de acordo com o método de Lichthenthaler (1987). Foram utilizadas três amostras de cada tratamento com aproximadamente 100 mg do tecido foliar e 50 mg de CaCO₃. Em seguida foi acrescentado 5 mL de acetona 80% como solvente para a maceração com ajuda do almofariz e pistilo de porcelana.

Após a maceração, os extratos das amostras foram centrifugados a 6.000 rpm, durante 10 minutos a 10°C. Após a centrifugação, o sobrenadante foi transferido cuidadosamente para tubetes envoltos com papel alumínio, acrescentando acetona a 80% para completar o volume de 15 mL (Lichthenthaler, 1987).

A leitura de absorbância foi feita com um espectrofotômetro em 3 comprimentos de onda diferentes: 663 nm, 646 nm, e 470 nm. Para obter os valores reais das concentrações de clorofila e carotenoide em mg L⁻¹, foram necessários realizar o cálculo com as seguintes fórmulas (Lichthenthaler., 1987).

$$\text{Clorofila } a = C_a = 12,25 A_{663,2} - 2,79 A_{646,8}$$

$$\text{Clorofila } b = C_b = 21,50 A_{646,8} - 5,10 A_{663,2}$$

$$\text{Clorofilas totais} = C_{(a+b)} = 7,15 A_{663,2} + 18,71 A_{646,8}$$

$$\text{Carotenóides (xantofilas + carotenos)} = (1000 A_{470} - 1,82 C_a - 85,02 C_b) / 198$$

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A diferença das amostras foi calculada com a utilização do software BioEstat versão 5.3. (Ayres *et al.*, 2007). Para verificar a normalidade dos dados, foi usado o teste de Shapiro-Wilk. As médias foram comparadas pelo teste paramétrico Anova 1 Critério. O valor do nível de significância foi de 5%.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta resultados no que tange a variável altura das plântulas para a espécie *Physalis angulata* (Camapu). Para 30 dias, não teve diferença estatística nos resultados obtidos. Para verificação de 60 dias existiu uma diferença estatística para o tratamento branco em relação aos demais mostrando que esse tratamento não se desenvolveu bem para essa data de avaliação. Para 90 dias novamente os tratamentos mostram uniformidade não ocorrendo diferença estatística. Finalizado os 120 dias não existiu diferença estatística, mas numericamente as médias dos tratamentos verde (7,44 cm), amarelo (7,38 cm) e azul (7,11 cm) foram maiores.

Ao avaliar os resultados quanto altura a altura da plântula, foi possível afirmar que a espécie *Physalis angulata* (Camapu) foi bastante versátil e adaptável, pelo menos se for levado em consideração os comprimentos de onda utilizado no experimento. Estatisticamente é indiferente escolher qualquer que seja o comprimento de onda usado para micropropagar o camapu, ou seja, essa espécie desenvolve bem independente do comprimento de luz utilizado.

Alterações em fatores como a temperatura e a luz, alteram o desenvolvimento de plântulas *in vitro*, resultando em alterações no crescimento (Costa; Spehar; Sereno, 2012).

As características morfológicas e fisiológicas das plantas cultivadas *in vitro* são reguladas por diversos fatores ambientais, como temperatura, umidade, dióxido de carbono e luz. A qualidade de luz (diferentes comprimentos de onda), irradiação (fluxo de fótons) e o fotoperíodo são fatores primordiais para o crescimento e desenvolvimento das plantas *in vitro* (Cavallaro *et al.*, 2023).

Tabela 1. Valores médios da altura (cm) de *Physalis angulata* nos 30, 60, 90 e 120 dias.

Tratamentos	Altura (cm)			
	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
BRANCA	4,02 ± 1,60 a	4,76 ± 1,21 b	5,48 ± 1,51 a	6,26 ± 1,30 a
VERDE	5,18 ± 1,24 a	5,81 ± 0,93 a	6,55 ± 0,81 a	7,44 ± 0,58 a
AMARELO	5,47 ± 0,80 a	6,34 ± 0,96 a	6,76 ± 0,93 a	7,38 ± 0,97 a
AZUL	5,16 ± 2,28 a	5,91 ± 1,82 a	6,33 ± 1,70 a	7,11 ± 1,43 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste paramétrico. Anova 1 critério (Turkey) ($p>0,05$).

Fonte: Autores (2024).

Na Tabela 2 é apresentado os resultados no que tange a variável número de brotos para a espécie *Physalis angulata* (Camapu). Para 30 dias existiu uma diferença estatística do tratamento azul com média 2,00 em relação aos demais. Para verificação de 60 dias manteve o desempenho



inferior do tratamento azul (média 2,42) em relação aos demais. Para 90 dias o tratamento amarelo (média 5,33) também passa a se juntar ao tratamento azul (média 4,42), apresentando média inferior os demais tratamentos. Finalizado os 120 dias se destacam estatisticamente os tratamentos branca e verde com médias respectivas de 9,72 e 9,08.

Tabela 2. Valores médios do número de brotos de *Physalis angulata* nos 30, 60, 90 e 120 dias.

Tratamentos	Brotos			
	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
BRANCA	2,92 ± 0,99 a	3,83 ± 1,34 a	6,75 ± 2,96 a	9,75 ± 3,31 a
VERDE	2,67 ± 0,98 a	3,67 ± 0,89 a	6,17 ± 1,53 a	9,08 ± 1,73 a
AMARELO	2,25 ± 0,62 a	3,25 ± 0,62 a	5,33 ± 1,77 b	7 ± 2,66 b
AZUL	2,00 ± 0,43 b	2,42 ± 0,79 b	4,42 ± 1,38 b	6,83 ± 2,37 b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste paramétrico. Anova 1 critério (Turkey) ($p>0,05$).

Fonte: Autores (2024).

Levando em consideração os resultados de altura das plântulas e número de brotações, os tratamentos que tiveram desempenho superiores foram os tratamentos branco e verde, pois foi possível obter um bom ritmo de crescimento em altura das plântulas com produtividade no número de brotos.

Diferente do que foi relatado nas maiorias dos trabalhos, inclusive em (Nadal *et al*, 2023) e (Costa *et al*, 2024), os comprimentos de onda foram indiferentes para o desenvolvimento da espécie *Physalis angulata* no que tange ao comprimento das plântulas, tendo diferença sem tanta expressividade no número de brotos utilizando os comprimentos de onda branco e verde. O resultado alcançado pode indicar que para o desenvolvimento de algumas espécies não tem diferença usar um comprimento de onda específico.

3.1 AVALIACAO DA QUANTIFICACAO DE CLOROFILA E CAROTENOIDES

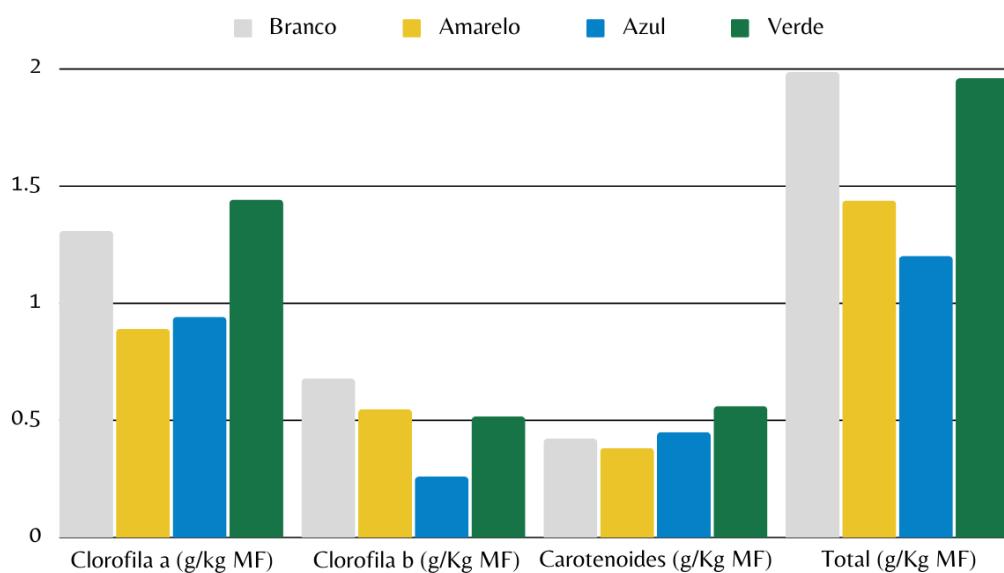
Clorofila é um pigmento responsável por atuar no processo de fotossíntese das plantas, e pela Figura 3, os resultados de clorofila *a* que apresentaram maiores destaques foram os dos tratamentos verde e branco, com médias respectivas de 1,44 g/Kg MF e 1,31 g/Kg MF. No que tange a clorofila *b*, o tratamento branco foi o que obteve o melhor resultado com média de 0,68 g/Kg MF. No resultado de clorofilas totais foi possível observar que a média dos tratamentos verde e branco novamente prevaleceram com destaque para as médias respectivas de 1,96 g/Kg MF e 1,98 g/Kg MF.



Os carotenoides exercem função fotoprotetora nas plantas contra possíveis danos oxidativos. Na Figura 3 é possível observar que não teve diferença estatística entre os tratamentos.

A clorofila *a* (Chl *a*) está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese oxigênica (Sousa et. al., 2015), sendo o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica e o principal estágio do processo fotossintético. Os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência de energia radiante para os centros de reação, sendo chamados de pigmentos acessórios. Os principais pigmentos acessórios são a clorofila do tipo *b* e os carotenoides (Oliveira, 2015).

Figura 3. Gráfico do quantitativo clorofila *a*, clorofila *b*, carotenoides e clorofilas totais para espécie *Physalis angulata*.



Fonte: Autores (2024).

Uma observação sobre os resultados obtidos é que os tratamentos branco e verde parecem ser o mais indicado quando se objetiva maior produção de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofilas totais e carotenoides para essa espécie. De acordo com Oliveira (2015) assim como obtidos nos resultados, existe uma influência direta do comprimento de onda (aspecto da luz) na produção de carotenoídes.



4 CONCLUSÃO

Diferentes comprimentos de onda exercem boa influência tanto na altura das plântulas quanto no número de brotações da espécie *Physalis angulata*, surgindo resultados mais significativos em plântulas cultivadas após 120 dias. Para as médias de altura não ocorreu diferença estatística. Sobre as médias da brotação, os tratamentos branco e verde se destacam tendo maiores médias.

Os diferentes comprimentos de ondas também afetam os teores de clorofila *a*, e clorofila *b* e carotenoides na espécie avaliada. Para a clorofila total os tratamentos branco e verde resultam nas maiores concentrações ocorridas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Embrapa Amazônia Oriental e da Universidade Federal do Pará (UFPA)



REFERÊNCIAS

- AYRES, M. et al. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências Bio-médicas. 5^a edição. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, p. 364. 2007.
- APPOLLONI, E. et al. Beyond vegetables: Effects of indoor LED light on specialized metabolite biosynthesis in medicinal and aromatic plants, edible flowers, and microgreens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 102, n. 2, p. 472-487, 2022.
- ARRUDA, J. C. C. et al. Physalin pool from *Physalis angulata* L. leaves and physalin D inhibit P2X7 receptor function *in vitro* and acute lung injury *in vivo*. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 142, p. 112006, 2021.
- BASTOS, G. N. T. et al. *Physalis angulata* extract exerts anti-inflammatory effects in rats by inhibiting different pathways. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 118, n. 2, p. 246-251, 2008.
- CAVALLARO, V., AVOLA, G., FASCELLA, G., PELLEGRINO, A., and Ierna, A. **Effects of Spectral Quality and Light Quantity of LEDs on In Vitro Shoot Development and Proliferation of Ananas comosus L. Merr.** Agronomy 2023, Vol. 13, Page 1072 13(4):1072. 2023
- CHIANG, H. C. et al. Antitumor agent, physalin F from *Physalis angulata* L. **Anticancer research**, v. 12, n. 3, p. 837-843, 1992.
- COSTA, M. S. M.; FERREIRA, T. A. A.; DA SILVA, A. C. B.; SILVA, E. de J. F.; GUEDES, A. S.; RAMOS, N. de J. C.; LAMEIRA, O. A. O efeito de diferentes comprimentos de luz leds sobre o desenvolvimento *in vitro* da espécie pataqueira (*Conobea Scoparioides* (Cham. & Schldl.) Benth). **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S. l.], v. 15, n. 12, p. 17543–17556, 2023. DOI: 10.55905/cuadv15n12-130.
- COSTA, A. M.; SPEHAR, C. R.; SERENO, J. R. B. **Conservação de recursos genéticos no Brasil.** 1^a edição ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012.
- DOKOSI, O. B. et al. **Herbs of Ghana.** Ghana Universities Press, 1998.
- JANUÁRIO, A. H. et al. Antimycobacterial physalins from *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives**, v. 16, n. 5, p. 445-448, 2002.
- KUSUMANINGTYAS, R. et al. Potential of ciplukan (*Physalis angulata* L.) as source of functional ingredient. **Procedia Chemistry**, v. 14, p. 367-372, 2015.
- KWON, A. R. et al. The effect of light quality on growth and endopolyploidy occurrence of *in vitro*-grown Phalaenopsis ‘Spring Dancer’. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 59, p. 179-188, 2018.
- LAMEIRA, O. A. et al. **Cultura de tecidos (manual).** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 41 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 66). 2000.



REVISTA
CONTRIBUCIONES
A LAS CIENCIAS
SOCIALES

LAZZARINI, L. E. S. *et al.* Use of light-emitting diode (LED) in the physiology of cultivated plants—review. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 137-144, 2017.

LICHTENTHALER H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: COLOWICK SP, KAPLAN NO (ed) **Methods in Enzymology**, v.148. Academic Press, San Diego. pp.350-382. 1987.

MAGALHÃES, H. I. F. *et al.* *In-vitro* and *in-vivo* antitumour activity of physalins B and D from *Physalis angulata*. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 58, n. 2, p. 235-241, 2006.

MASCARENHAS, L. M. S. *et al.* Micropropagation of *Physalis peruviana* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. e55603, 2019.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473–497, 1962.

NADAL, M. C. *et al.* Impact of monochromatic lights on the *in vitro* development of *Cattleya walkeriana* and effects on acclimatization. **Ornamental Horticulture**. 2023. Vol. 29(2):238-248. DOI: 10.1590/2447-536x.v29i2.2610

OLIVEIRA, L.E. M. de. **Temas em Fisiologia Vegetal:** Estrutura dos pigmentos fotossintéticos. Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2015.

OLIVEIRA, A. L. A. *et al.* Influence of chemical and organic fertilizers in fruits of camapu (*Physalis angulata* L.). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 47, p. 102580, 2023.

RAMOS, C. A. S. *et al.* Influence of maturity stage on physical and chemical characteristics of fruit and physiological quality of seeds of *Physalis angulata* L. **Scientia Horticulturae**, v. 284, p. 110124, 2021.

SANTOS, G. C. *et al.* Effect of light and sucrose on photoautotrophic and photomixotrophic micropropagation of *Physalis angulata*. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 4, 2020.

SHARMA, N. *et al.* A pharmacological comprehensive review on “Rassbhary” *Physalis angulata* (L.). **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 7, n. 8, p. 34-38, 2015.

SILVA, L. S. *et al.* Micropropagation of *Physalis* species with economic potential. **Revista Ceres**, v. 68, p. 521-529, 2021.

SOARES, M. B. P. *et al.* Inhibition of macrophage activation and lipopolysaccharide-induced death by seco-steroids purified from *Physalis angulata* L. **European journal of pharmacology**, v. 459, n. 1, p. 107-112, 2003.

SOUSA, S. J. de C. *et al.* **Clorofila A e B, Clorofila total e sua relação com área foliar total em mudas de Caju.** XXXV Congresso brasileiro de ciências do solo - O solo e suas múltiplas



REVISTA
CONTRIBUCIONES
A LAS CIENCIAS
SOCIALES

funções, Natal - RN, p. 1-4, 2 a 7 de ago. 2015. Disponível em:
<https://www.sbccs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/668.pdf>.

SOUZA, H. C. *et al.* Effects of light quality on rutin production and growth of '*Physalis angulata*'(Linn.) seedlings cultured *in vitro*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 2, p. 251-257, 2019.

STEHMANN, J. R.; KNAPP, S. *Physalis in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB14697>. Acesso em: 29 jul. 2023.