



O efeito de diferentes comprimentos de luz led no desenvolvimento *in vitro* da espécie Catinga-De-Mulata (*Aeollanthus Suaveolens* Mart. Ex Spreng.)

The effect of different led light lengths on the *in vitro* development of catinga-de-mulata species (*Aeollanthus Suaveolens* Mart. Ex Spreng.)

Efecto de diferentes longitudes de luz led sobre el desarrollo *in vitro* de la especie babosa de mulatto (*Aeollanthus Suaveolens* Mart. Ex Spreng.)

Maria Sintia Monteiro da Costa

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Rua Augusto Correa, 01, Guamá, Belém, Pará
E-mail: sintiamonteiro@hotmail.com

Thainara da Silva Oliveira

Graduanda em Biotecnologia
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Rua Augusto Correa, 01, Guamá, Belém, Pará
E-mail: thainaraoliveira1101@gmail.com

Thalia da Silva Oliveira

Graduanda em Biotecnologia
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Av. Rua Augusto Correa, 01, Guamá, Belém, Pará
E-mail: thalia.silva0104@gmail.com

Ana Paula Ribeiro Medeiros

Doutora em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares
Instituição: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
Endereço: Tv. Lomas Valentinas, 2717, Marco, Belém, Pará
E-mail: paula.amedeiros@hotmail.com

Anderson da Silva Costa

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental
Endereço: Av. Perimetral, s/n, Marco, Belém, Pará
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

Endereço: Tv. Lomas Valentinas, 2190, Marco, Belém, Pará

E-mail: debylisboa2007@yahoo.com.br

Simone Rodrigues de Miranda

Doutora em Biologia Molecular

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Endereço: Av. Perimetral, s/n, Marco, Belém, Pará

E-mail: simone.rodrigues@embrapa.br

Osmar Alves Lameira

Doutor em Fitotecnia, Biotecnologia de Plantas

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Endereço: Av. Perimetral, s/n, Marco, Belém, Pará

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. *Aeollanthus suaveolens* é uma planta medicinal popularmente conhecida como Catinga-de-mulata utilizada pela população para dores em gerais. A micropropagação em plantas medicinais é uma alternativa para propagação comercial dessas espécies que apresentam interesse econômico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes comprimentos de luz LED sobre o desenvolvimento *in vitro* da espécie Catinga-de-mulata. 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 ($30,0 \text{ g.L}^{-1}$), o pH foi ajustado a $5,7 \pm 0,1$ e em seguida gelificados com 'Phytigel' ($3,0 \text{ g.L}^{-1}$). 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: $26 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED verde: $15 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED azul: $23 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED amarelo: $13 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. 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 e 60 dias ocorreu diferença estatística se destacando branco e azul, para 90 dias apenas o tratamento verde ainda mantém um desenvolvimento abaixo dos demais, mas para 120 dias prevalecem os tratamentos branco e azul com médias 6,78 cm e 6,42 cm. Quanto ao número de brotos o tratamento azul prevalece estatisticamente em 120 dias com média 5,13 brotos. Para os teores de clorofila e carotenoides os diferentes comprimentos de onda influenciam nesses parâmetros. Conclui-se que os



tratamentos branco e azul tiveram os melhores resultados nas variáveis altura, brotação, clorofila e carotenoides.

Palavras-chave: biotecnologia vegetal, cultivo *in vitro*, plantas medicinais, Catinga-de-mulata.

ABSTRACT

The use of LEDs, as a source of radiation in the cultivation of plants, has aroused considerable interest in recent years, since they also have vast potential for commercial application. *Aeollanthus suaveolens* is a medicinal plant popularly known as the Mulatto Catinga and is used by the population for general pain. Micropropagation in medicinal plants is an alternative for the commercial propagation of these species that are of economic interest. The objective of this study was to evaluate the effect of different lengths of LED light on the *in vitro* development of the species Catinga-de-mulata. The study, carried out at Embrapa Eastern Amazon's Biotechnology and Genetic Resources Laboratory, used explants from micro-propagated plants *in vitro*. The explants (nodal segment), measuring approximately 1 cm, were inoculated into 250 mL bottles containing 30 mL of medium MS (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 bottles were packed in a room with temperature of 25 ± 1°C at 4 different wavelengths: white LED: 26 µmol.m⁻².s⁻¹, green LED: 15 µmol.m⁻².s⁻¹, blue LED: 23 µmol.m⁻².s⁻¹, yellow LED: 13 µmol.m⁻².s⁻¹. The photoperiod was 12 hours/day. During 120 days, the height of the seedlings and the number of shoots were evaluated monthly. The experimental design was entirely casualized (DIC). The sample difference was calculated using BioEstat software version 5.3. In the evaluation of 30 and 60 days there was a statistical difference, highlighting white and blue, for 90 days only the green treatment still maintains a development below the others, but for 120 days the white and blue treatments prevail with averages 6.78 cm and 6.42 cm. As for the number of shoots, the blue treatment prevails statistically in 120 days, with an average of 5.13 shoots. For chlorophyll and carotenoids the different wavelengths influence these parameters. It is concluded that the white and blue treatments had the best results in the variables height, sprouting, chlorophyll and carotenoids.

Keywords: plant biotechnology, *in vitro* cultivation, medicinal plants, Catinga-de-mulata.

RESUMEN

El uso de ledes, como fuente de radiación en el cultivo de plantas, ha despertado un considerable interés en los últimos años, ya que también tienen un gran potencial de aplicación comercial. *Aeollanthus suaveolens* es una planta medicinal conocida popularmente como la Mulatto Catinga y es utilizada por la población para el dolor general. La micropropagación en plantas medicinales es una alternativa para la propagación comercial de estas especies de interés económico. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes



longitudes de luz led sobre el desarrollo in vitro de la especie Catinga-de-mulata. El estudio, realizado en el Laboratorio de Biotecnología y Recursos Genéticos de la Amazonía Oriental de Embrapa, utilizó explantes de plantas micropropagadas in vitro. Los explantes (segmento nodal), de aproximadamente 1 cm, fueron inoculados en frascos de 250 mL que contenían 30 mL de EM media (Murashige y Skoog, 1962). Los medios se suplementaron con sacarosa (30,0 g.L⁻¹), el pH se ajustó a $5,7 \pm 0,1$ y luego se gelificó con Phytigel (3,0 g.L⁻¹). Después de la inoculación, los frascos se envasaron en una habitación con una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ a 4 longitudes de onda diferentes: LED blanco: 26 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED verde: 15 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED azul: 23 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED amarillo: 13 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. El fotoperiodo fue de 12 horas/día. Durante 120 días se evaluó mensualmente la altura de las plántulas y el número de brotes. El diseño experimental fue completamente casualizado (DIC). La diferencia muestral se calculó con el software BioEstat versión 5.3. En la evaluación de 30 y 60 días hubo diferencia estadística, destacando blanco y azul, para 90 días solo el tratamiento verde aún mantiene un desarrollo por debajo de los demás, pero para 120 días prevalecen los tratamientos blanco y azul con promedios de 6,78 cm y 6,42 cm. En cuanto al número de brotes, el tratamiento azul prevalece estadísticamente en 120 días, con un promedio de 5,13 brotes. Para la clorofila y los carotenoides las diferentes longitudes de onda influyen en estos parámetros. Se concluye que los tratamientos blanco y azul presentaron los mejores resultados en las variables altura, brotación, clorofila y carotenoides.

Palabras clave: biotecnología vegetal, cultivo in vitro, plantas medicinales, Catinga-de-mulata.

1 INTRODUÇÃO

A *Aeollanthus suaveolens* é uma planta medicinal, pertencente à família Lamiaceae, popularmente conhecida como Catinga-de-mulata utilizada principalmente por comunidades tradicionais para dores em gerais, febre e quebranto (PEREIRA; FERREIRA, 2017). De origem Africana, apresenta grande distribuição na Amazônia brasileira, e tem como característica principal um odor adocicado e intenso (LIMA, 2016).

No Brasil, tal espécie é mais conhecida popularmente como Catinga-de-mulata ou Macassá, apresentando elevado valor de importância medicinal, devido à presença de constituintes químicos que conferem as atividades biológicas, como os efeitos analgésicos e antimicrobianos, além de uso místico (MARTINS et al., 2016; FERREIRA et al., 2017).



Estudos reportaram a indicação para o tratamento de pressão arterial, má circulação, gripes, asma, febre, dores, convulsões, entre outros (uso medicinal), e para a limpeza do corpo e da alma, quebranto e atrativo (uso místico) (BITENCOURT et al., 2014; CARMO et al., 2015; MARTINS et al., 2020). Pesquisas aplicadas também têm demonstrado a importância de *A. suaveolens* como fonte de compostos bioativos: (E)- β -farneseno, Linalool, Massoialactona, α -Santalene e Acetato de linalila, que podem ser responsáveis por suas atividades antibacteriana, antifúngica, citotóxica, larvicida, antidepressiva (TUCKER et al., 2001; MARTINS et al., 2016; SANTOS et al., 2018; MARTINS et al., 2021). Diante disso, a Catinga-de-mulata é um potencial recurso para processos biotecnológicos, visando à produção em massa e conservação da espécie, assim como o aproveitamento de seus compostos bioativos e, consequentemente, de suas atividades biológicas.

Neste contexto, uma das técnicas biotecnológicas importantes é a cultura de células e tecidos, a qual consiste em uma ferramenta com alto potencial para a preservação e propagação de fontes vegetais, como as plantas medicinais, além de viabilizar a produção de compostos fitoquímicos *in vitro*, contribuindo para a exploração sustentável (MORAIS et al., 2012; SILVA et al., 2023). Essa técnica pode resolver ou minimizar questões na multiplicação sistematizada de plantas por meio do processo de micropropagação, que consiste em uma alternativa para a propagação comercial de plantas de interesse econômico, como as medicinais (MORAIS et al., 2012), a exemplo de *A. suaveolens*. Entretanto, na literatura, há registro de apenas um estudo sobre a micropropagação dessa espécie (ARAÚJO et al., 2021). Neste estudo, diferentes intensidades de luz interferiram no crescimento de mudas e nos teores de clorofila e carotenoides, assim como distintos comprimentos de onda de luz afetaram de forma positiva ou negativa no crescimento e na biomassa das plântulas, na produção de pigmentos fotossintéticos e de compostos bioativos.

Neste processo de cultivo, destaca-se a importância da luz como um fator ambiental fundamental na cultura de tecidos vegetais *in vitro*, que influencia o desenvolvimento da planta, sua morfologia e produção de compostos de



interesse (SOUZA et al., 2019). Controlar de forma ideal as intensidades de luz em quantidade e qualidade para o desenvolvimento das plantas é o grande desafio para o sucesso da cultura de tecidos (BRAGA et al., 2009; SAMUOLIENĖ et al., 2013; DONG et al., 2014; LAZZARINI et al., 2017), visto que cada espécie responde às características da luz no cultivo *in vitro* de forma diferente (CARVALHO et al., 2023). Para isso, díodos de emissão de luz (LED) têm sido propostos como fonte luminosa para ambientes controlados em instalações agrícolas ou câmaras de crescimento vegetal, pois os LEDs têm tamanho reduzido, permitem o ajuste do comprimento de onda específico, intensidade e qualidade luminosa, e alta eficiência de conversão fotoelétrica (LAZZARINI et al., 2017), além de serem mais econômicas.

Diante do exposto, visando aumentar o conhecimento referente aos diferentes comprimentos de onda de luz sobre o desenvolvimento de plântulas de Catinga-de-mulata cultivadas *in vitro*, o objetivo deste estudo foi analisar o uso de LEDs sobre espécimes de *Aeollanthus suaveolens* Mart. ex Spreng. micropropagadas.

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 micropropagadas *in vitro*, pertencentes ao LBRG.

2.1 DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA

Foram realizados 4 tratamentos (diferentes comprimentos de onda). Os explantes de Catinga-de-mulata, 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 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ em 4 diferentes comprimentos de onda: LED branca: $26 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED verde: $15 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED amarelo: $13 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, LED azul: $23 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. O fotoperíodo foi de 12 horas/dia.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 5 repetições, além de que cada repetição teve três explantes. 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 CAROTENOIDES

Após a 4ª avaliação, foram realizadas análises para a quantificação de clorofila e carotenoides 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 CaCO_3 , 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 de papel alumínio, acrescentando mais 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, 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 não-paramétrico Kruskal- Wallis (Dunn). O valor do nível de significância foi de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à altura média estão na Tabela 1. Nos 30 primeiros dias existe diferença entre os tratamentos com destaque para os tratamentos branco e azul. Decorrido 60 dias o tratamento branco e azul mantém destaque com relação aos demais tratamentos. Com 90 dias o tratamento amarelo se aproxima dos tratamentos em destaque branco e azul. Ao fim de 120 dias os tratamentos branco e azul prevalecem sem qualquer diferença estatística entre eles, médias 6,78 cm e 6,42 cm respectivamente.

Importante salientar que o comprimento de onda verde e amarelo não se desenvolvem bem, sendo o descarte por senescência, não se mostrando boas opções quando se objetivam alcançar alturas máximas para a espécie *Aeollanthus suaveolens*.

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

Tratamentos	Altura (cm)			
	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
BRANCA	3,26 ± 2,02 a	4,73 ± 2,42 a	5,52 ± 2,37 a	6,78 ± 0,82 a
VERDE	1,07 ± 0,74 b	2,71 ± 1,32 b	3,60 ± 1,57 b	---
AMARELO	0,53 ± 0,26 b	2,31 ± 0,92 b	4,14 ± 1,78 a	---
AZUL	3,11 ± 1,67a	5,33 ± 2,06 a	6,43 ± 1,43 a	6,42 ± 0,85 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (Dunn) ($p < 0,05$).

Fonte: Autores (2023).



Stefanel e colaboradores (2020), cultivaram *in vitro* *Eugenia involucrata*, no que tange altura foi observado que os resultados mais significativos ocorreram com os tratamentos de luz branco e azul. Podemos inferir que a luz branca e azul tem resultado positivo em ambas as espécies *Eugenia involucrata* e *Aeollanthus suaveolens* (do nosso estudo), pois esses tratamentos tiveram as maiores alturas médias em relação aos demais até 120 dias.

Outro ponto a ser observado é a questão da maior irradiância obter as maiores alturas nos explantes, (CARVALHO et al., 2023) e reforçado no nosso experimento pelo tratamento branco ($26 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e azul ($23 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

No que tange ao número de brotações constante na Tabela 2, não ocorreu diferença significativa entre os 4 tratamentos durante os 30 primeiros dias. Nos 60 dias se destaca o tratamento azul havendo diferença estatística. Para 90 dias o tratamento verde estagna se diferenciando dos demais. E para 120 dias prevalecem os tratamentos branco e azul, sendo o tratamento azul o de maior destaque com média 5,13.

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

Tratamentos	Brotos			
	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
BRANCA	$1,13 \pm 0,35$ a	$2,27 \pm 1,09$ b	$3,00 \pm 1,56$ a	$3,6 \pm 2,23$ b
VERDE	$1,07 \pm 0,26$ a	$1,73 \pm 0,70$ b	$1,27 \pm 0,59$ b	---
AMARELO	$1,07 \pm 0,26$ a	$1,80 \pm 0,41$ b	$2,87 \pm 1,19$ a	---
AZUL	$1,20 \pm 0,41$ a	$2,93 \pm 1,09$ a	$4,07 \pm 1,67$ a	$5,13 \pm 2,17$ a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (Dunn) ($p < 0,05$).

Fonte: Autores (2023).

Os explantes dos tratamentos verde e amarelo foram descartados por senescência em 120 dias.



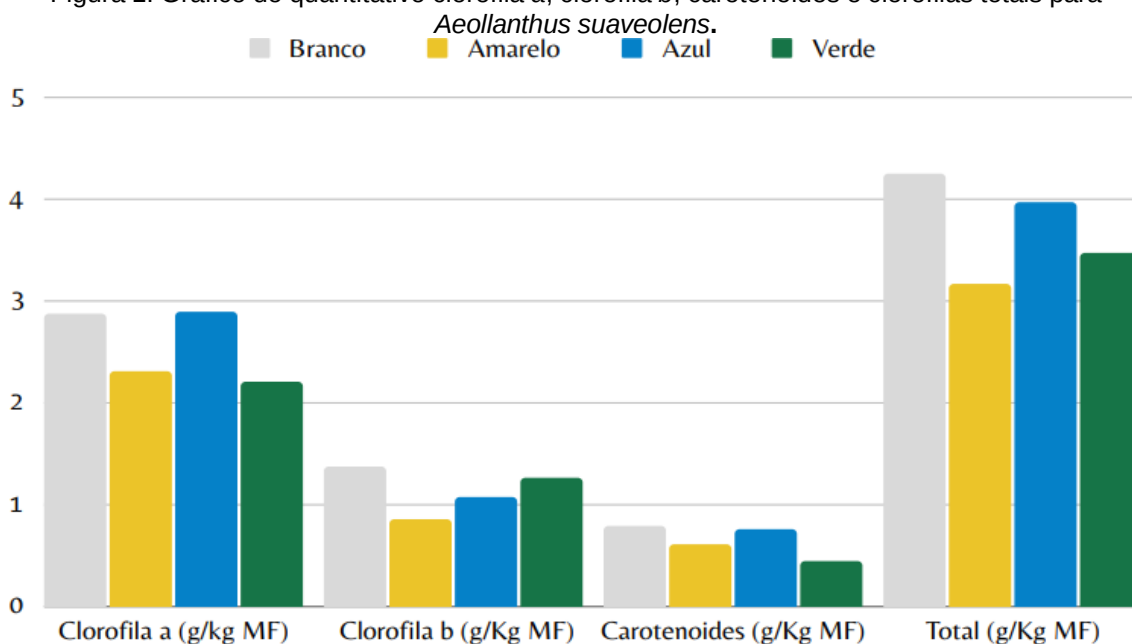
3.1 AVALIAÇÃO DA QUANTIFICAÇÃO DE CLOROFILA E CAROTENOIDES

Teores de clorofila e carotenoides são utilizados para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia (DIAS et al, 2016).

Clorofila é pigmento responsável por atuar no processo de fotossíntese das plantas, pela Figura 1 os resultados de clorofila *a* de maiores destaques foram o tratamento azul e branco com médias respectivas 2,89 g/Kg MF e 2,87 g/Kg MF, já no que tange clorofila *b* o tratamento branco foi que obteve resultado com média 1,37 g/Kg MF. No resultado de clorofila total é possível observar que a média dos tratamentos não teve diferença significativa com destaque para o tratamento branco 4,25 g/Kg MF.

Os carotenoides exercem função fotoprotetora nas plantas contra possíveis danos oxidativos, pela Figura 1 é possível observar que tratamento branco tem a maior média de 0,79 g/Kg MF, e, portanto, protegeria melhor a plântula de efeitos oxidativos.

Figura 1. Gráfico do quantitativo clorofila *a*, clorofila *b*, carotenoides e clorofilas totais para



Fonte: Autores (2023).



Silva e colaboradores (2023) observam que os valores de carotenoides são menores que os valores de clorofila *a* e clorofila *b*, reforçado nesse experimento. Ainda sobre a mesma referência, o maior nível de produção de clorofila *a* acompanhou o tratamento de maior irradiância também, 26 $\mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (branco), ou seja, assim como *H. teretiusculum* e *H. cavernicola* a espécie *Aeollanthus suaveolens* tende a ter uma maior produção de clorofila *a* na presença de uma irradiância maior.

Uma observação sobre os resultados obtidos é que o tratamento branco é o mais indicado quando se objetiva maior produção de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides.

4 CONCLUSÃO

Diferentes comprimentos de onda tiveram boa influência tanto no crescimento quanto na brotação da espécie *Aeollanthus suaveolens*, aparecendo resultados mais significativos em verificação após 120 dias, em ambos os cenários. Os tratamentos branco e azul tiveram as maiores médias para altura. Sobre brotação, os tratamentos branco e azul se destacaram tendo maiores médias, evidenciando o resultado do tratamento branco média 5,13.

Os diferentes comprimentos de ondas também afetam os teores de clorofila *a* e clorofila *b* e carotenoides na espécie avaliada. Para a clorofila total o tratamento branco possui a maior concentração ocorrida.

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. 5ª edição. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, p. 364. 2007.

ARAÚJO, D. X. et al. Photon flux density and wavelength influence on growth, photosynthetic pigments and volatile organic compound accumulation in *Aeollanthus suaveolens* (Catinga-de-mulata) under in vitro conditions. **Industrial Crops and Products**, v. 168, p. 113597, 2021.

BITENCOURT, B. L. G. et al. Comércio e uso de plantas e animais de importância mágico-religiosa e medicinal no Mercado Público do Guamá, Belém do Pará. **Revista Faculdade Santo Agostinho**, v. 11, n. 3, p. 96-158, 2014.

BRAGA, F. T. et al. Qualidade de luz no cultivo in vitro de *Dendranthema grandiflorum* cv. Rage: características morfofisiológicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 502-508, 2009.

CARMO, T. N. et al. Plantas medicinais e ritualística comercializadas na Feira da 25 de Setembro, Belém, Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 34-40, 2015.

CARVALHO, A. A. et al. Densidade do fluxo de fótons e tipos de citocininas influenciam a produção de biomassa e acúmulo de compostos orgânicos voláteis em *Dysphania ambrosioides* L. sob condições in vitro. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e5512239841-e5512239841, 2023.

DONG, C. et al. Low light intensity effects on the growth, photosynthetic characteristics, antioxidant capacity, yield and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) at different growth stages in BLSS. **Advances in Space Research**, v.53, n.11, p.1557-1566, 2014.

FERREIRA, L. R. et al. Aspectos etnofarmacológicos e fitoquímicos de *Aeollanthus suaveolens* Mart. Ex Spreng. In: ALFARO, T. S.; TROJAN, T. S. (Orgs). **Ciências ambientais e o desenvolvimento sustentável na Amazônia**. Curitiba (PR): Atena, v. 1, 2017. 183 p.

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.

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

LIMA, R. F. S. **Fitoterapia popular no contexto socioambiental ribeirinho: contribuição da etnobotânica para a enfermagem transcultural**. 143 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

MARTINS, R. L. et al. Chemical composition, an antioxidant, cytotoxic and microbiological activity of the essential oil from the leaves of *Aeollanthus*



suaveolens Mart. ex Spreng. **PloS one**, v. 11, n. 12, p. e0166684, 2016.

MARTINS, R. L. et al. Development of larvicide nanoemulsion from the essential oil of *Aeollanthus suaveolens* Mart. ex Spreng against *Aedes aegypti*, and its toxicity in non- target organism. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 14, n. 6, p. 103148, 2021.

MARTINS, R. L. et al. *Aeollanthus suaveolens* Mart. ex Spreng: aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. In: LIMA, R. B. (Ed.). **Aspectos da biodiversidade e biotecnologia no estado do Amapá**. Rio de Janeiro: Gramma, 2020,p. 1–156.

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.

MORAIS, T. P. et al. Aplicações da cultura de tecidos em plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, p. 110-121, 2012.

OLIVEIRA, A. S. C. et al. Estudo morfológico da catinga de mulata (*Aeollanthuns suaveolens* Mart. Ex. k. Srpeng). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54, 2003. **Anais [...]**, Belém-PA, 2003.

PEREIRA, M. G. S.; FERREIRA, M. C. **Uso e diversidade de plantas medicinais em uma comunidade quilombola na Amazônia Oriental**, Abaetetuba, Pará. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 3, p. 57-68, 2017.

SAMUOLIENĖ, G. et al. LED irradiance level affects growth and nutritional quality of *Brassica microgreens*. **Central European Journal of Biology**, v.8, n.12, p.1241-1249, 2013.

SANTOS, E. R. Q. et al. Linalool-rich essential oils from the Amazon display antidepressant-type effect in rodents. **Journal of ethnopharmacology**, v. 212, p. 43-49, 2018.

SILVA, A. C. B. Efeito da intensidade de luz no desenvolvimento de espécies medicinais e aromáticas em condições *in vitro*. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 5, p. 2632-2649, 2023.

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.

TUCKER, A. O. et al. Essential oil of *Aeollanthus suaveolens* Mart, ex Spreng. (Lamiaceae). **Journal of Essential Oil Research**, v. 13, n. 3, p. 198-199, 2001.