



REVISTA ELETRÔNICA  
CIENTÍFICA DA UERGS

# Crescimento inicial de plantas de girassol cultivadas sob ambientes de luz

## **Cristian Martins de Souza**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).  
E-mail: cr-tiam@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/1464025235882246>

## **Gildeon Santos Brito**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).  
E-mail: gildeon.brito8841@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/3190987013433885>

## **Alfredo Teles de Jesus Neto**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).  
E-mail: alfredotelles008@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/3672249160336211>

## **Girlene Santos de Souza**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).  
E-mail: girlene@ufrb.edu.br, <http://lattes.cnpq.br/4788424013248782>

ISSN 2448-0479. Submetido em: 08 mai. 2023. Aceito: 15 mar. 2024.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.101.3-12>

## Resumo

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta anual com alto valor nutricional e produtivo. Dentre os fatores externos que influenciam no crescimento das plantas, a luz é um dos mais importantes, visto que ela atua diretamente nos processos metabólicos para obtenção de energia. Entretanto, nota-se ausência de informações quanto ao ambiente de luz ideal para o cultivo de girassol, visto que ela é limitante no crescimento vegetal. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência dos ambientes de luz no crescimento e produção de plantas de girassol. O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro ambientes de luz: pleno sol (controle), malha vermelha, malha preta e malha aluminet (ambas com 50% de irradiância) e seis repetições, totalizando vinte e quatro unidades experimentais. Ao final de quarenta dias foram avaliados os parâmetros fisiológicos de crescimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As plantas de girassol cultivadas sob os ambientes de luz, responderam positivamente às modificações luminosas, promovendo aumento no crescimento das plantas. O maior crescimento em altura foi observado para plantas cultivadas nos ambientes sob as malhas aluminet e vermelha. O uso da malha preta reduziu o crescimento das plantas. Conclui-se que o melhor desenvolvimento das plantas de girassol é observado no cultivo a pleno sol e com uso da malha foto conversora aluminet.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L.; sombreamento; luminosidade; fisiologia vegetal; malhas coloridas.

## Abstract

### **Initial growth of sunflower plants grown under light environments**

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an annual plant with high nutritional and productive value. Among the external factors that influence plant growth, light is one of the most important, as it acts directly on metabolic processes to obtain energy. However, there is a lack of information regarding the ideal light environment for



sunflower cultivation, as it limitate the plant growth. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of light environments on the growth and production of sunflower plants. The experiment was conducted in the greenhouse of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), in a completely randomized design (DIC), with four light environments: full sun (control), red mesh, black mesh and aluminum mesh (both with 50% irradiance) and six repetitions, totalizing twenty-four experimental units. At the end of forty days, physiological growth parameters were evaluated. The data obtained were subjected to analysis of variance, applying the Tukey test, at a 5% significance level. Sunflower plants grown under light environments responded positively to light changes, promoting an increase in plant growth. The greatest growth in height was observed for plants grown in environments under the aluminet and red meshes. The use of black mesh reduced plant growth. The best development of sunflower plants was observed in full sun cultivation and with the use of the aluminet photoconverter mesh.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L.; shading; luminosity; plant physiology; colored meshes.

## Resumen

### Crecimiento inicial de plantas de girasol cultivadas en ambientes luminosos

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta anual de alto valor nutricional y productivo. Entre los factores externos que influyen en el crecimiento de las plantas, la luz es uno de los más importantes, ya que actúa directamente en los procesos metabólicos para la obtención de energía. Sin embargo, se observa una falta de información sobre el ambiente de luz ideal para el cultivo de girasol, ya que es limitante para el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de diferentes ambientes luminosos en el crecimiento y producción de plantas de girasol. El experimento se realizó en el invernadero de la Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), utilizando un diseño completamente al azar (DIC), con cuatro ambientes de luz: pleno sol (control), malla roja, malla negra y malla aluminet (ambas con 50% irradiancia) y seis repeticiones, totalizando veinticuatro unidades experimentales. Al cabo de cuarenta días se evaluaron los parámetros fisiológicos de crecimiento. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, aplicando la prueba de Tukey, a un nivel de significancia del 5%. Las plantas de girasol cultivadas en ambientes luminosos respondieron positivamente a los cambios de luz, promoviendo un aumento en el crecimiento de las plantas. El mayor crecimiento en altura se observó en las plantas cultivadas en ambientes bajo las mallas aluminet y rojas. El uso de malla negra redujo el crecimiento de las plantas. Se concluye que el mejor desarrollo de las plantas de girasol se observa en el cultivo a pleno sol y con el uso de la malla fotoconvertidora aluminet.

**Palabras clave:** *Helianthus annuus* L.; sombreado; luminosidade; fisiología de las plantas; mallas de colores.

## Introdução

O girassol, *Helianthus annuus* L., é uma planta anual, oleaginosa, dicotiledônea, originária da América do Norte, pertencente à família Asteraceae com distribuição cosmopolita, ou seja, ele é encontrado em todos os locais por causa da sua fácil domesticação, adaptabilidade e rusticidade. O girassol tem ciclo curto, variando de 90 a 130 dias, apresenta caule herbáceo e ereto, com até 4 metros de altura, possui pecíolo longo e folhas opostas, cordiformes, denteadas e ásperas (LORENZI; MATOS, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2019; PARK; BURKE, 2020).

O girassol apresenta vasto potencial econômico e produtivo, principalmente pelo alto valor nutricional das sementes, facilidade de cultivo e poucas exigências nutricionais. Ele é uma das maiores culturas mundiais utilizadas para a extração de óleo vegetal comestível e, além disso, vem se destacando por conquistar novos espaços no mercado por causa das várias utilidades. Assim, o girassol também pode ser usado na ornamentação, produção de biodiesel, adubação verde, alimentação humana e para a fabricação de rações para alimentação animal (DICKMANN *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2011; ABUBAKAR *et al.*, 2020; ADELEKE; BABALOLA, 2020)



Apesar do potencial da cultura do girassol, há pouca informação sobre seu cultivo em ambientes de luz e sombreado, sendo necessário estudos que envolvam o efeito da luz no crescimento das plantas. A luz é um dos fatores ambientais mais importantes e limitantes que mais interfere no crescimento e desenvolvimento vegetal, não só por fornecer energia para o processo fotossintético, mas também por gerar sinais que regulam seu metabolismo por meio da fotoestimulação. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, a qual uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas e morfológicas em suas características bioquímicas, nutricionais e de crescimento, pois estas, não dependem apenas da presença, atenuação ou ausência da luz, mas também da qualidade espectral da radiação (TAIZ *et al.*, 2017).

Os ambientes de luz podem proporcionar alterações na altura da planta, expansão da área foliar e quantidade de clorofila a, b e total produzida. Isto ocorre devido a alteração da composição da luz transmitida para as plantas, uma vez que as malhas funcionam como filtros da radiação solar (BRITO *et al.*, 2020). Peixoto *et al.* (2020) acrescentam que a energia solar é captada pelas plantas e convertida em energia química, por meio do processo fotossintético, sendo este o mecanismo pelo qual a energia entra na biosfera e mantém a vida dos seres vivos. Portanto, estudar esse processo fotossintético e a influência dos ambientes de luz permite desenvolver melhores formas e técnicas de aproveitamento energético da luz pelas plantas.

A fotossíntese é um processo de síntese de carboidratos das plantas, as quais utilizam a luz, liberando o oxigênio por meio da redução do dióxido de carbono e oxidação da molécula de água. Esse processo acontece no mesófilo da folha, por meio dos cloroplastos que armazenam os pigmentos verdes e vários carotenoides, responsáveis pela absorção da luz nas faixas do vermelho e azul do espectro. Portanto, a luz tem a função de excitar a molécula de clorofila para níveis energéticos superiores, acarretando em reações potencializadas e altamente energéticas, permitindo que a fase fotoquímica da fotossíntese seja afetada pela luz e pelo sombreamento (SOUZA *et al.*, 2011; TAIZ *et al.*, 2017).

Neste sentido, a utilização de telas ou malhas de sombreamento, torna-se uma inovação tecnológica necessária para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois absorvem a luz em diferentes comprimentos de ondas espectrais, favorecendo o crescimento, a taxa fotossintética e a produção de massa. Portanto, o crescimento vegetal é alterado em resposta à adaptação e ao condicionamento ambiental, de acordo com a intensidade luminosa e a qualidade espectral, proporcionados pelo uso das malhas coloridas, conforme trabalhos realizados por Pinto *et al.* (2014), Nascimento *et al.* (2016), Souza *et al.* (2017), Matos *et al.* (2017), Brito *et al.* (2020) e Jesus *et al.* (2020).

Tendo em vista a relevância do girassol para o cultivo agrícola, bem como a importância da luz para o metabolismo das plantas, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de girassol, cultivadas em diferentes ambientes de luz, com uso de malhas coloridas.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado, entre fevereiro e abril de 2022, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), situada na cidade de Cruz das Almas, BA, região do Recôncavo da Bahia, localizada a 200 m de altitude acima do nível do mar, latitude 12°40'0" S e longitude 39°06'0" W de Greenwich. Segundo Alvares *et al.* (2013), a classificação climática de Köppen para a região consiste em clima Aw a Am, tropical quente e úmido, com pluviosidade média anual de 1224 mm, com maiores ocorrências de chuva no período entre março e junho.

A produção das mudas foi realizada, por meio de sementes adquiridas em uma casa comercial devidamente registrada, localizada no município de Cruz das Almas, BA. As sementes foram plantadas em copos descartáveis, de 400 ml contendo o substrato composto por solo e areia lavada, na proporção 3:1. Posteriormente, as mesmas foram acondicionadas em casa de vegetação, durante um período de 21 dias, quando se procedeu o transplante definitivo para vasos com capacidade de 3 dm<sup>3</sup>, contendo como substrato uma mistura de latossolo amarelo e húmus de minhoca, na proporção 2:1. Foi realizada a análise química do substrato utilizado no experimento, conforme resultados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 — Características químicas do latossolo amarelo e do húmus de minhoca utilizado para a realização do experimento. Cruz das Almas, BA.**

Característica Química	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	MO	V	
	H <sub>2</sub> O	---- Mg/dm <sup>3</sup> ----		----- cmol <sup>+</sup> /dm <sup>3</sup> -----							---%---	
Húmus de minhoca	7,8	1067,0	1368,50	15,6	4,2	1,2	23,3	23,3	24,5	1,9	95	
Solo 0-20	5,9	39,3	62,56	2,7	1,6	1,2	4,5	4,5	7,9	6,2	5,0	

Fonte: os autores (2022).

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto em parcelas subdivididas no espaço, constituído por uma planta por vaso. As plantas foram cultivadas em quatro ambientes de luz: malha Chromatinet vermelha, malha termoreflatora aluminet, malha Chromatinet preta (ambas com 50% de sombreamento) e a pleno sol (tratamento controle). Utilizaram-se seis repetições, totalizando vinte e quatro unidades experimentais, com espaçamento de aproximadamente 30 cm entre vasos.

Após quarenta dias do transplântio, sendo este o período em que as plantas foram submetidas aos ambientes de luz e irrigação diariamente, com 200ml de água destilada, foram quantificados os seguintes parâmetros fisiológicos: altura da planta (AL), com auxílio de uma fita métrica, a partir do colo ao ápice da gema terminal. Os índices de clorofila a (CLA), clorofila b (CLB) e clorofila total (CLT) (ICF – Índice de Clorofila Folker) foram coletados entre seis e oito horas da manhã, utilizando o medidor eletrônico Falker modelo-CFL1030, com leituras realizadas em três folhas do terço médio de cada planta. O número de folhas (NF) foi determinado por meio de contagem simples; o diâmetro do caule (DC) foi medido com um paquímetro digital, aferindo-se a região do colo da planta e para a determinação do comprimento da raiz (CR) foi utilizada uma fita métrica.

Para avaliar a produção de biomassa, foi determinada a massa da matéria fresca da folha (MFF) por meio de pesagem em balança analítica digital. A massa da matéria seca de todo material colhido, foi determinado após particionar a planta em raiz, caule e folha, separando-os em sacos de papel e, em seguida, identificados e levados para secar a 65 °C em estufa, com circulação forçada de ar por 72 horas, até atingir estabilidade da massa da matéria seca. Posteriormente, determinou-se a massa da matéria seca da raiz (MSR), do caule (MSC), folha (MSF), parte aérea (MSPA) e total (MST), por meio de pesagem com balança analítica de precisão (PEIXOTO et al., 2020).

A área foliar foi obtida utilizando um perfurador com diâmetro conhecido (12 mm), sendo coletados 10 discos foliares em cada planta, com folhas escolhidas aleatoriamente e evitando-se as regiões da nervura central. Posteriormente, os discos foram submetidos à secagem, nas mesmas condições supracitadas, e pesados em balança analítica de precisão 10-4. Conhecendo-se a massa da matéria seca e área dos 10 discos foi possível estimar a área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF), por meio de fórmulas matemáticas descritas por Peixoto et al. (2020).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa estatístico computacional “R” (R Core Team, 2018), aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, para comparação de médias.

## Resultados e Discussão

O cultivo das plantas de girassol respondeu significativamente aos ambientes de luz, podendo ser notados incrementos positivos em seu crescimento (Tabela 2). As plantas cultivadas sob as malhas aluminet e malha vermelha apresentaram maior altura (AP), quando comparadas às plantas cultivadas sob malha preta e pleno sol.

**Tabela 2 — Altura das plantas (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e razão da área foliar (RAF) de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.), submetidas em ambientes de luz. Cruz das Almas, Bahia.**

Ambientes de luz	AP (cm)	NF	AF (cm <sup>2</sup> )	AFE (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )
Malha aluminet	74,41 a	17,16 a	3,18 a	1,13 b	0,38 a
Malha vermelha	75,76 a	15,33 a	2,28 ab	1,33 a	0,42 a
Malha preta	59,50 b	16,83 a	1,86 b	1,15 b	0,45 a
Pleno sol	52,20 b	16,83 a	3,03 a	0,78 c	0,23 b
CV (%)	11,63	7,38	24,73	6,53	14,06

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: os autores (2022).

O maior crescimento em altura foi observado para plantas de girassol cultivadas nos ambientes de malhas aluminet e vermelha, com um incremento, respectivamente, 22,21 cm e 23,56 cm em comparação com as plantas crescidas sob pleno sol (Tabela 2), devido, possivelmente, a um aumento da transmissão da luz difusa liderada pela malha aluminet. O menor crescimento foi observado no ambiente sob pleno sol, com uma redução de 31,09% em relação à malha vermelha. A malha preta não diferiu estatisticamente do ambiente sob pleno sol.

Paulus *et al.* (2016) encontraram resultados semelhantes, verificando que plantas de manjeriço apresentaram alterações no crescimento, em função das diferentes cores das malhas. Eles observaram que plantas de manjeriço crescidas sob malha aluminet apresentaram maior crescimento em altura (66,58 cm) em relação àquelas crescidas sob pleno sol, as quais apresentaram menor altura (53,01 cm). Do mesmo modo, Oliveira *et al.* (2017), observaram efeito positivo das malhas coloridas no crescimento de orégano, concluindo que as plantas cultivadas em malha vermelha obtiveram maior altura. Entretanto, no trabalho de Nascimento *et al.* (2016) plantas de girassol ornamental apresentaram melhor crescimento a pleno sol e sob malha aluminet, em comparação com as malhas azul e vermelha.

Desse modo, pode-se inferir que o crescimento em altura, em ambientes de luz sob condição de sombreamento, se justifica pelo alongamento ou estiolamento do caule, em resposta à redução da quantidade de luz (TAIZ *et al.*, 2017). Isto mostra a capacidade de adaptação das plantas em ambientes sombreados, procurando por luz, sendo relevante avaliar outros parâmetros fisiológicos para validar o crescimento.

Para o NF, não houve diferença estatística em função do uso das malhas coloridas (Tabela 2), com baixa variação entre as médias dos tratamentos. Assim, Guerra *et al.* (2015), trabalhando com a caracterização agrônômica das espécies *Ocimum gratissimum* L. e *Ocimum* sp. crescidas em ambiente protegido e ambiente externo, observaram que as plantas com maior NF foram aquelas cultivadas sob pleno sol. O mesmo resultado foi encontrado por Nascimento *et al.*, 2016 trabalhando com plantas de girassol ornamental e Matos *et al.* (2017), avaliando plantas de manjeriço crescidas nos ambientes de luz, permitindo inferir que a fotoestimulação produz maior quantidade de folhas e biomassa.

Para a área foliar houve maior extensão nas plantas de girassol cultivadas sob as malhas aluminet (3,18 cm<sup>2</sup>), a pleno sol (3,03 cm<sup>2</sup>) e vermelha (2,28 cm<sup>2</sup>), respectivamente, nas quais não divergiram estaticamente entre si (Tabela 2). Entretanto, o uso da malha preta interferiu negativamente no tamanho das folhas, perdendo 1,17 cm<sup>2</sup> da área foliar em relação ao cultivo sob pleno sol, o que se justifica pelo baixo espectro luminoso em relação às demais malhas, uma vez que o girassol tende a ter maior tamanho da folha em detrimento à exposição direta da radiação solar. A maior área foliar proporciona maior interceptação da energia solar nas folhas, portanto, maior capacidade fotossintética das plantas e produção energética. De acordo com Lima *et al.* (2008), a expansão da folha em condição com redução de luminosidade é frequentemente relatada e indica uma maneira da planta compensar, aproveitando a limitação da luz ofertada, o que não se observou esse comportamento neste experimento.

Plantas crescidas sob a malha vermelha apresentaram maior área foliar específica (AFE), com um acréscimo de 0,55cm<sup>2</sup>g<sup>-1</sup> sobre a média observada para cultivo em pleno sol, no qual teve o menor valor (Tabela 2). A AFE reflete a espessura da folha e a proporção relativa da superfície assimiladora e os tecidos condutores da

folha, sendo um quociente que relaciona a superfície com a massa da matéria seca da própria folha (AF/MSF), estimando o número das células do mesófilo foliar, com capacidade de realizar a fotossíntese (PEIXOTO et al., 2020).

As malhas influenciaram de forma positiva para a variável RAF, entretanto não apresentaram diferença significativa entre as médias (Tabela 2). Porém, plantas de girassol cultivadas a pleno sol diferiu estatisticamente dos ambientes que utilizaram as malhas, com menor crescimento. Segundo Peixoto et al. (2020), a RAF varia de acordo com as alterações da área foliar específica e declina enquanto a planta cresce em função do auto-sombreamento, tendendo à diminuição da área fotossintética ativa, ou seja, responde pela interceptação da radiação luminosa e captação do CO<sub>2</sub> na fotossíntese, para a produção de matéria seca.

Para o comprimento da raiz (CR), foi observado que plantas de girassol crescidas sob as malhas aluminet, preta e a pleno sol, apresentaram significância, com diferença entre as médias (Tabela 3), sendo que a malha aluminet foi responsável por um incremento de 10,78 cm em relação à malha vermelha, correspondendo a um aumento de 36,54%. Portanto, infere-se que o uso da malha aluminet afetou de forma positiva o crescimento radicular do girassol, devido a um aumento da transmissão da luz difusa liberado por esta malha. Em relação às plantas cultivadas no ambiente utilizando a malha vermelha, apresentaram uma baixa eficiência em relação ao CR.

O comprimento da raiz é um parâmetro fisiológico importante, por se relacionar com o metabolismo vegetal, devido à absorção de água e nutrientes pelas plantas, os quais são translocados para a parte aérea, contribuindo para a produção de massa. Nesse sentido, pode-se inferir que a malha vermelha apresentou menor interceptação radicular no substrato; conseqüentemente, houve baixa absorção, assimilação e acúmulo de energia e massa, pois uma planta sadia é aquela que tem um sistema radicular bastante desenvolvido.

Jesus et al. (2020) constataram que as plantas de ora-pro-nóbis crescidas sem sombreamento, tiveram maior CR, o que pode ser justificado pelas estratégias das plantas em explorar as camadas mais profundas do substrato em busca de água, já que, nesse ambiente mais quente, ocorreu maior evaporação da água, devido à maior incidência de radiação solar.

**Tabela 3 — Comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (DC) e massa fresca da folha (MFF) em plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.), submetidas em ambientes de luz. Cruz das Almas, Bahia.**

Ambientes de luz	CR (cm)	DC (mm)	MFF (g)
Malha aluminet	40,28 a	8,27 a	16,51 a
Malha vermelha	29,50 b	7,83 a	19,39 a
Malha preta	36,88 ab	7,30 a	9,73 b
Pleno sol	33,50 ab	7,94 a	10,71 b
<b>CV (%)</b>	16,41	10,26	25,28

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: os autores (2022).

Não houve diferença entre as médias dos ambientes de luz para o diâmetro do caule (DC), sendo que se observa baixa variação entre as médias (Tabela 3), podendo ser justificada pela inexpressividade dos resultados pelo curto período de tempo. O caule confere sustentação da parte aérea da planta, sendo seu diâmetro uma expressão da capacidade de estruturação e condução da seiva com maior eficiência, visto que caules mais espessos tendem a ser mais eficientes.

Ao analisar a massa fresca da folha (MFF) das plantas de girassol, notou-se significância para as malhas aluminet e vermelha, as quais diferiram das médias da malha preta e do ambiente a pleno sol (Tabela 3). Plantas crescidas na malha preta apresentaram menores valores, com média de 9,73 g e plantas crescidas na malha vermelha tiveram seu crescimento potencializado, com média de 19,3 g, correspondendo a um aumento de 99,28%. Porém, a MFF considera tudo que está sendo acumulado nas folhas da planta, inclusive a água, que é instável e variável devido às constantes trocas gasosas.

Plantas de girassol crescidas sob sol pleno apresentaram significância para as variáveis de produção de massas secas da folha (MSF), caule (MSC), parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST), diferindo estatisticamente.

ticamente dos ambientes de luz, exceto para a massa seca da folha (MSF) e massa seca do caule (MSC) de plantas cultivadas na malha aluminet (Tabela 4). A malha aluminet apresentou efeito considerável na produção de biomassa de girassol e as malhas vermelha e preta foram responsáveis pela queda da produção e crescimento de girassol. Estes resultados afirmam a plasticidade morfológica do girassol em resposta à intensidade luminosa, explicando que plantas crescidas sob forte radiação desenvolvem folhas espessas e apresentam um metabolismo mais ativo, o que proporciona maior produção de matéria seca com maior conteúdo energético (LARCHER, 2004).

**Tabela 4 — Massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca parte aérea (MSPA) massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.), submetidas em ambientes de luz. Cruz das Almas, Bahia.**

Ambientes de luz	MSF (g)	MSC (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Malha aluminet	2,81 ab	4,02 ab	6,88 b	1,54 b	8,30 b
Malha vermelha	1,72 bc	2,79 bc	4,55 c	0,68 c	5,36 c
Malha preta	1,61 c	1,84 c	3,70 c	0,60 c	4,20 c
Pleno sol	3,87 a	5,26 a	9,21 a	3,64 a	12,45 a
CV (%)	28,29	22,85	22,74	31,52	23,91

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: os autores (2022).

Resultados encontrados por Brito *et al.* (2020), ao estudarem a influência dos ambientes de luz na produção de biomassa de *Mikania glomerata Sprengel*, mostraram respostas positivas ao utilizar malhas vermelhas e aluminet, enquanto que a produção sob sol pleno foi baixa, divergindo estatisticamente dos ambientes sombreados, uma vez que a exposição direta à radiação solar prejudicou o metabolismo das plantas, gerando estresse e redução no crescimento de massa. Da mesma forma, Lima *et al.* (2018), constataram que os parâmetros referentes ao rendimento de massa seca de folhas das plantas de *Lippia alba* crescidas sob malha vermelha e aluminet foram superiores em 90% e 104%, respectivamente, em relação àquelas cultivadas a pleno sol, divergindo dos resultados encontrados neste trabalho. Entretanto no trabalho de Nascimento *et al.*, (2016) plantas ornamentais de girassol cultivadas a pleno sol apresentaram os maiores valores de matéria seca permitindo inferir que, com base nos resultados obtidos, plantas que crescem sob forte radiação desenvolvem folhas grossas apresentando um metabolismo mais ativo.

Na tabela 4, destaca-se a produção MST das plantas de girassol sob sol pleno, visto que seguiu um comportamento semelhante entre as malhas na produção das demais massas A malha preta foi responsável por uma queda de produção de massa de 8,20g, a malha vermelha de 7,09g e a malha aluminet de 4,15g em relação ao ambiente de pleno sol. Assim, verificou-se que os ambientes de luz alteram a produção de massa, fotoassimilados e absorção de energia de acordo com a qualidade espectral ofertada para o crescimento das plantas de girassol.

Estes resultados corroboram com os de Chagas *et al.* (2013), que avaliaram plantas de hortelã-japonesa crescidas em ambientes de luminosidade; Oliveira *et al.* (2009), ao estudarem o crescimento de *Artemisia vulgaris* L. em ambientes de luz e Matos *et al.* (2017), avaliando a produção de fitomassa de manjeriço em diferentes ambientes de luz, os quais concluíram que a maior produção de massa seca total das plantas foi sob pleno sol, sendo que há plantas que não toleram sombreamentos ou caem a produção em ambientes com redução de luminosidade .

Em relação ao índice de clorofila a (Tabela 5) não se observou diferença estatística entre os tratamentos, embora a clorofila a (CLA) seja a variável mais afetada pelo ambiente de luz, devido à variação energética dos comprimentos e qualidade de luz. A CLA é um pigmento essencial para a fotossíntese, na fase fotoquímica para produção de substâncias orgânicas, visto que ela absorve a maior quantidade de energia, juntamente com outros pigmentos, que potencializam essa absorção luminosa, necessitando de luz para a realização de todos os processos metabólicos para o crescimento e desenvolvimento vegetal (TAIZ *et al.*, 2017).

**Tabela 5 — Índices de clorofila a (CLA), b (CLB) e total (CLT) em plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.), submetidas em ambientes de luz. Cruz das Almas, Bahia.**

Ambientes de luz	CLA	CLB	CLT
Malha aluminet	29,19 a	9,51 a	38,70 a
Malha vermelha	27,04 a	7,91 ab	34,95 ab
Malha preta	24,85 a	7,40 b	32,26 b
Pleno sol	31,60 a	6,54 b	38,14 a
<b>CV (%)</b>	<b>19,98</b>	<b>13,58</b>	<b>10,91</b>

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: os autores (2022).

Para o índice de clorofila b (CLB), que é um pigmento acessório capaz de melhorar a eficiência da fotossíntese, os resultados revelaram efeito significativo em plantas de girassol crescidas sob malhas aluminet e vermelha, apresentando um aumento de 45,41% e 20,94%, respectivamente, em relação às plantas cultivadas sob pleno sol. Contudo, vale salientar que as plantas crescidas sob pleno sol e malha preta apresentaram menores valores de CLB, assim, se compreende que a qualidade de luz é primordial para a produção da CLB, uma vez que não houve aumento de produção tanto em pleno sol, quanto sob o uso da malha preta.

Lima *et al.* (2018) relataram que plantas de *Lippia alba* cultivadas sob as malhas coloridas, tiveram maiores teores de clorofilas a, b e total, sem diferenças das médias, permitindo concluir que, provavelmente, o sombreamento induziu as plantas à síntese de clorofilas e melhor desempenho fotossintético, sendo que em pleno sol obtiveram menores valores. Do mesmo modo, os resultados encontrados por Brito *et al.* (2020), no cultivo de *Mikania glomerata*, mostraram que a malha aluminet e vermelha tiveram efeitos positivos, evidenciando atividade fotossintética eficiente, uma vez que o cultivo sob pleno sol reduziu os valores de clorofila.

A malha preta foi o ambiente desfavorável para o cultivo de plantas de girassol em relação ao índice de clorofila total (CLT), pois apresentou o menor valor, seguido da malha vermelha, e não diferiram entre si. Para as CLA e CLB, este mesmo comportamento se repetiu em valores mais baixos nas malhas preta e vermelha. Além disso, acrescenta-se que os ambientes de luz apresentaram diferentes comportamentos na produção de CLT, visto que se observou influência da qualidade espectral, com diferentes respostas, sem efeito direto da quantidade de radiação, pois houve significância para o ambiente de pleno sol e sombreamento de 50%, nas malhas aluminet e vermelha.

## Considerações Finais

Os ambientes de luz promovem alterações morfofisiológicas no crescimento de plantas de girassol, sendo que, a malha aluminet proporciona maiores altura das plantas, comprimento da raiz, produção de massa e área foliar.

A malha preta reduz o crescimento das plantas de girassol, com menores produções de clorofilas, fitomassa, altura e área foliar.

O cultivo de girassol a pleno sol e sob malha aluminet proporciona melhor crescimento das plantas, bem como maior produção de fitomassa e clorofilas.

## Agradecimentos

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pela oportunidade de realizar este experimento; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão das bolsas de estudo.

## Referências

- ABUBAKAR, H. et al. Biodiesel Production using Helianthus annuus (Sunflower) Seed Oil by Trans-Esterification Method. **Bioremediation Science and Technology Research**, v. 8, n. 2, p. 24-27, 2020.
- ADELEKE, B, S; BABALOLA, O. Oluranti. Oilseed crop sunflower (Helianthus annuus) as a source of food: Nutritional and health benefits. **Food Sci Nutr**. v. 8, n. 9, p. 4666-4684, 2020.
- ALVARES, Clayton A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BRITO, Gildeon. S. et al. Crescimento e anatomia foliar de *Mikania glomerata* cultivadas em diferentes ambientes de luz. **Agronomia Avanças e Perspectivas**, Pantanal editora, Mato Grosso, p. 06-16, 2020.
- CHAGAS, Jorge. H. et al. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v.31, n. 2, p. 297-303, 2013.
- DICKMANN, Lourdes. et al. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v. 03, p. 64-75, 2005.
- GUERRA, Maria. E. C. et al. Caracterização agrônômica de *Ocimum gratissimum* L. (alfavacacravo) e *Ocimum* sp (alfavaca-roxa) cultivadas em casa de vegetação e ambiente externo. **Cultura Agrônômica**, v. 23, n. 2, p.123-134, 2015.
- JESUS, Railda. S. et al. Características agrônômicas de ora-pro-nóbis cultivadas em ambientes de luz e adubação orgânica. **Brazilian Journals of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p.15048-15063, 2020.
- LARCHER, Walter. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, São Paulo: Rima, 2004.
- LIMA, Janderson C. et al. Proporções de amônio e nitrato no crescimento de plantas de *Lippia alba* (Mill) N. E. Br. cultivadas sob ambientes de luz. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n.3: p. 655-662, 2018.
- LIMA, Juliana D. et al. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia férrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4ª. Ed, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.
- MATOS, Lavine S. et al. Rendimento de fitomassa de manjeriço cultivado em diferentes ambientes de luz. **Enciclopédia Bioesfera**, Goiânia, v. 14, n. 25, p. 1136-1144, 2017.
- NASCIMENTO, Ângela M. P. et al. Influence of color shading nets on ornamental sunflower development. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 101-106, 2016.
- OLIVEIRA, Vanuze C. et al. Respostas fisiológicas de plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) cultivadas sob malhas coloridas e fertilizantes orgânicos. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Colômbia, v. 11, n. 2, p. 400-407, 2017.
- OLIVEIRA, M. I. et al. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.1, p. 56-62, 2009.

- PAULUS, D. *et al.* Biomassa e composição do óleo essencial de manjeriço cultivado sob malhas fotoconversoras e colhido em diferentes épocas. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 46-53, 2016.
- PARK, B.; BURKE, J. M. Phylogeography, and the evolutionary history of sunflower. (*Helianthus annuus* L.): wild diversity and the dynamics of domestication. **Gene**, v. 11, n.3, 2020.
- PEIXOTO, Clóvis P. *et al.* **Princípios de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Pod Editora, 2020.
- PINTO, José E. B. P. *et al.* Produção de biomassa e óleo essencial em mil folhas cultivada sob telas coloridas. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 321-326, 2014.
- R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, 2018.
- SILVA, Alexandre R. A. *et al.* Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 57- 64, 2011.
- SIQUEIRA, Sérvulo M. *et al.* Comportamento de cultivares de girassol em condições de sequeiro no estado de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 24, p. 1-8, 2019.
- SOUZA, Girlene S. *et al.* Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. Ex Baker (guaco) cultivadas sob malhas coloridas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 2, p. 1-14, 2011.
- SOUZA, Girlene S. *et al.* Produção de fitomassa de *Salvia officinalis* L. cultivada sob malhas coloridas e doses de esterco avícola. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 2, p. 182-186, 2017.
- TAIZ, Lincoln. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. ArtMed: Porto Alegre, 2017.