

RESPOSTAS DAS PLANTAS A ESTÍMULOS AMBIENTAIS EM RELAÇÃO DO MOVIMENTO DE FOTOTROPISMO

RESPONSES OF PLANTS TO ENVIRONMENTAL STIMULI

¹ALVES, Geraldo Júnior de Oliveira, ²DINIZ, Nicolas Belo, ³PETRIS, Isaac Sant'Ana; ⁴GOUVEIA Aline Mendes de Sousa.

^{1e2}Departamento de Ciências Biológicas – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

As plantas são organismos sensíveis a uma ampla variedade de estímulos ambientais, incluindo luz, temperatura, gravidade, toque e disponibilidade de água e nutrientes. Para garantir seu crescimento e sobrevivência, elas desenvolveram mecanismos fisiológicos e morfológicos que lhes permitem responder a essas variações. Entre as principais respostas das plantas estão o fototropismo, fenômeno responsável pelo crescimento em direção à luz. Além disso, plantas ajustam sua fisiologia por meio de processos como a abertura e fechamento estomático para controle da transpiração e a produção de hormônios como auxinas, giberelinas, citocininas e ácido abscísico, que modulam seu desenvolvimento diante de desafios ambientais. Compreender essas respostas é essencial para a agricultura e a conservação ambiental, pois permite a otimização do cultivo em diferentes condições climáticas e o desenvolvimento de estratégias para lidar com mudanças ambientais, além de entender como as plantas se adaptam quando expostas em condições que em tese não seriam apropriadas para seu desenvolvimento adequado.

Palavras-chave: geotropismo; hormônios vegetais; fisiologia vegetal.

ABSTRACT

Plants are organisms sensitive to a wide variety of environmental stimuli, including light, temperature, gravity, touch, and the availability of water and nutrients. To ensure their growth and survival, they have developed physiological and morphological mechanisms that allow them to respond to these variations. Among the main plant responses are phototropism, which regulates growth toward light; gravitropism, which orients roots and stems in response to gravity; and thigmotropism, associated with physical contact with surfaces. Additionally, plants adjust their physiology through processes such as the opening and closing of stomata to control transpiration and the production of hormones such as auxins, cytokinins, and abscisic acid, which modulate their development in response to environmental challenges. Understanding these responses is essential for agriculture and environmental conservation, as it enables the optimization of cultivation in different climatic conditions and the development of strategies to cope with environmental changes. Moreover, it allows us to understand how plants adapt when exposed to conditions that, in theory, would not be suitable for their proper development.

Keywords: geotropism; plant hormones; plant physiology.

INTRODUÇÃO

A luz atua como um fator ambiental crucial para a orientação do crescimento vegetal, influenciando desde a germinação até a diferenciação celular. Estudos demonstram que a percepção da luz azul pelas fototropinas ativa a migração de auxinas para o lado sombreado do caule, promovendo um alongamento diferencial das células e resultando na curvatura do órgão em direção à fonte luminosa (Chen *et al.*, 2018). Esse mecanismo confere às plantas uma maior eficiência na absorção da luz solar, aumentando sua competitividade no ambiente.

Além da importância fisiológica do fototropismo, sua compreensão tem

aplicações práticas na agricultura e na biotecnologia, permitindo otimizar o crescimento das culturas e desenvolver técnicas que potencializam a produtividade vegetal (Franklin; Whitelam, 2022). Dessa forma, o estudo do fototropismo contribuiu significativamente para a ciência vegetal, fornecendo bases para aprimorar práticas agrícolas e entender melhor os processos adaptativos das plantas em diferentes condições ambientais.

O intuito deste estudo foi investigar como as plantas se comportam em ambientes que não são ideais para seu desenvolvimento, superando condições que, de certa forma, poderiam comprometer sua sobrevivência. O foco principal deste trabalho foi sobre o fototropismo, um movimento de curvatura que as plantas realizam em resposta à luz. Foram avaliados e discutidos dois tipos principais de fototropismo: o fototropismo positivo, em que a planta cresce em direção à fonte de luz, e o fototropismo negativo, no qual a planta se afasta da luz. Usamos esse método de aplicação nas plantas justamente para confirmar a tese que plantas conseguem se adaptar as variações de ambientes, tanto para saber mais como se comportam e quais os processos químicos utilizados para se manter viva em determinadas condições.

Foram utilizadas duas espécies de plantas, o girassol (*Helianthus annuus*) pertencentes à família *Asteraceae*, uma das maiores famílias das *angiospermas* que tem facilidade de se desenvolver na luz e a samambaia (*Tracheophyta sp.*), considerada ao grupo das *pteridófitas*, famílias *Olypodaceae*, *Pteridaceae* ou a *Dennstaedtiaceae* que visam um desenvolvimento longe de luz exposta.

Os meristemas apicais das plantas têm como principal função o crescimento primário, ou seja, o alongamento da planta. Eles estão localizados nas pontas dos caules e das raízes e são responsáveis pela formação de novos tecidos. O hormônio conhecido como auxina é um hormônio promotor do crescimento das plantas sendo o primeiro hormônio vegetal descoberto e um dos principais. Os locais associados com regiões de rápida divisão celular, em crescimento ativo, sendo a partir daí translocado para os demais tecidos. Promove o crescimento do caule, promovendo aumento do tamanho das células, crescimento das folhas, principalmente as mais novas, crescimento de frutos, principalmente pela sua produção nas sementes. O hormônio do fototropismo, processo que a auxina é produzida no meristema, desce para o tronco, chegando as raízes estimulando o crescimento radicular. O processo ocorre quando se por acaso um lado é iluminado pela luz a auxina se difunde para o outro lado da planta, onde um lado possui uma maior concentração, esse lado terá um crescimento mais eficaz fazendo-a dobrar para a direção oposta ou a favor da luz.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar e compreender o papel

dos hormônios vegetais no desenvolvimento, crescimento e resposta das plantas aos estímulos ambientais, destacando sua importância na regulação dos processos fisiológicos vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação do efeito do fototropismo foram efetuados dois experimentos para análise desse fenômeno. O primeiro experimento foi utilizado como testemunha o girassol (*Helianthus annuus*), devido ao seu desenvolvimento rápido e afinidade com a luz solar, facilitando o procedimento. Já para o outro experimento, foi utilizado a samambaia (Tracheophyta), na qual seu habitat natural está localizado em lugares sombreados.

Os experimentos foram realizados nas residências dos integrantes do grupo, sendo mantidas em ambiente controlado e cuidados constantemente para a avaliação do processo. A implementação de um dos projetos foi realizada com o uso de caixas de papelão (Figura 1), visando criar um ambiente adequado para o experimento. No caso do fototropismo positivo, utilizou-se o girassol como objeto de estudo. O primeiro girassol foi semeado em um período de tempo de 5 dias, sendo observado de forma diária principalmente no período da manhã. No último dia de experimento foi observado uma altura de 15 cm da plantula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em relação ao experimento de fototropismo positivo demonstraram de forma clara a influência da luz no crescimento e desenvolvimento das plantas. A resposta das plantas ao estímulo luminoso foi evidente tanto no primeiro quanto no segundo experimento, com maior ou menor intensidade de acordo com as condições ambientais. No primeiro experimento o girassol se apresentou muito sensível a luz solar e posteriormente começou a se curvar em direção ao buraco da caixa, provando que o hormônio auxina ajudou a planta a crescer mais de um lado, fazendo-a se voltar em direção para a luz e com isso confirma o fototropismo positivo.

No segundo experimento (planta da caixa número três) foi observado o quanto a luz é importante nesse processo, indicando o progresso da plântula em relação a quantidade de luz e o fotoperíodo apresentado, em local com pouca luz, se desenvolver em uma taxa muito menor em comparação a planta da caixa 4, que recebeu mais luz, com isso fazendo a crescer bem, e se curvar bastante em direção à luz.

Os resultados obtidos em relação ao fototropismo negativo, concluímos que o

experimento permitiu observar o comportamento inicial de adaptação das samambaias ao novo ambiente, embora não tenha focado em resultados específicos de crescimento. O processo de preparo das mudas e a adaptação ao ambiente de luz foram importantes para a análise do fototropismo negativo, confirmando que essas plantas possuem respostas visíveis às condições de iluminação. A metodologia utilizada, com hidratação prévia e substrato bem drenado, mostrou ser adequada para futuros estudos de adaptação e comportamento de samambaias em condições controladas

FOTOTROPISMO POSITIVO

A planta foi colocada dentro da caixa (Figura 2), com o ambiente totalmente vedado à luz, exceto por um pequeno buraco, permitindo a entrada controlada de luz externa. Dessa forma, foi possível observar a resposta da planta ao estímulo luminoso. Ao longo dos dias foi observado o movimento de fototropismo nas plantas, no caso do girassol (fototropismo positivo) observando que realmente as plantas possuem a capacidade de se adaptarem em variações de ambientes.

Figura 1 - Dia do plantio 11/03/2025)



Figura 2 - Caixa onde foi armazenada o experimento onde foi exposto ao Sol constantemente)



Figura 3 - Dia 13/03/2025 - após o plantio com exposição ao sol constante e sendo vedado na caixa. Obs: Apenas sendo aberta para efetuar a rega.)



Figura 4 - Dia 14/03/2025, observa-se que a planta começa a fazer o fototropismo.

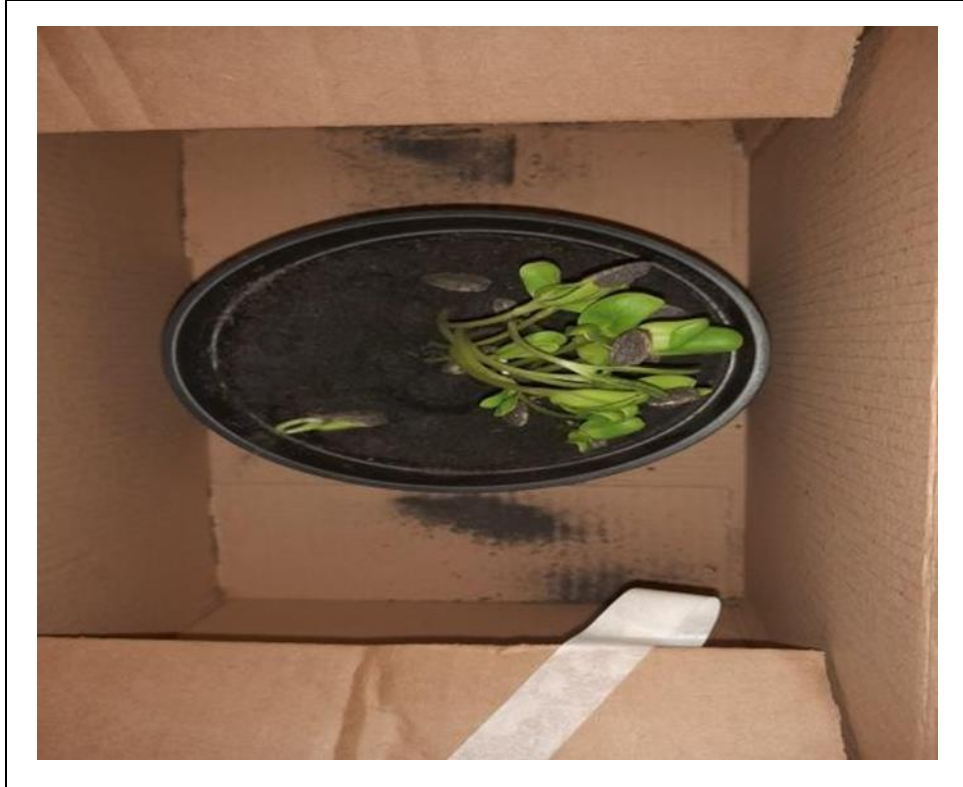


Figura 5 - Dia 16/03/2025, fototropismo em estado já avançado em direção a luz da abertura da caixa.



Posteriormente, foram efetuados outros experimentos para entender como isso funciona e como a planta se adapta ao lugar que ela se encontra. No dia 09/04/2025, foram introduzidas 4 caixas respectivamente numeradas de 1 a 4. Cada caixa foi posicionada em um ponto diferente da casa, visando entender qual das 4 plantas se adaptaria melhor a condições com baixa luz ou com muita exposição a luz ou a condições de temperatura, umidade e entre outros, que pode beneficiar ou prejudicar o fototropismo. Foi introduzido quatro vasos e em cada vaso foram semadas quatro sementes de girassol, e colocados nos seus respectivos lugares.

Figura 6 - Dia 09/04/2025, introdução das sementes



Figura 7 - Dia 09/04/2025, Vasos usados para o experimento.



Figura 8 – Dia 09/04/2025, posicionamento das caixas em seus respectivos lugares, posicionamento da caixa 1).



Figura 9 - Posicionamento da caixa 3



Figura 10 - Posicionamento da caixa 4, 09/04/2025)



Figura 11 - Posicionamento da caixa 2, 09/04/2025.



No terceiro dia após a germinação dos girassóis iniciou o surgimento das plantulas sa superfície do solo (Figura 12). É possível observar que o desenvolvimento delas variou dependendo do local em que elas foram introduzidas.

Figura 12- Dia 12/04/2025, Brotamento das sementes.)

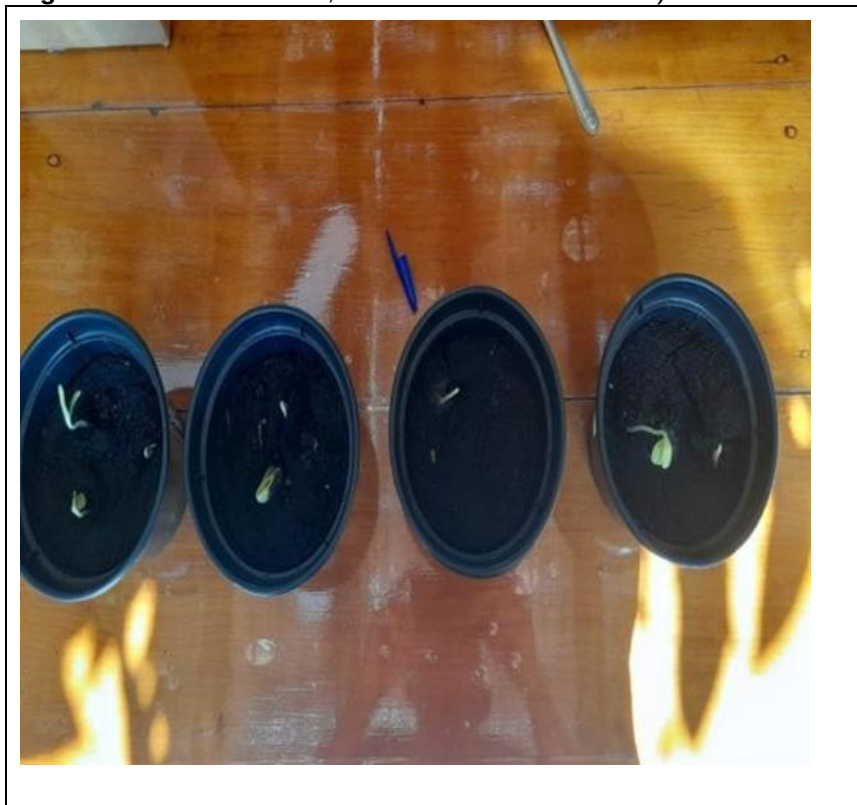
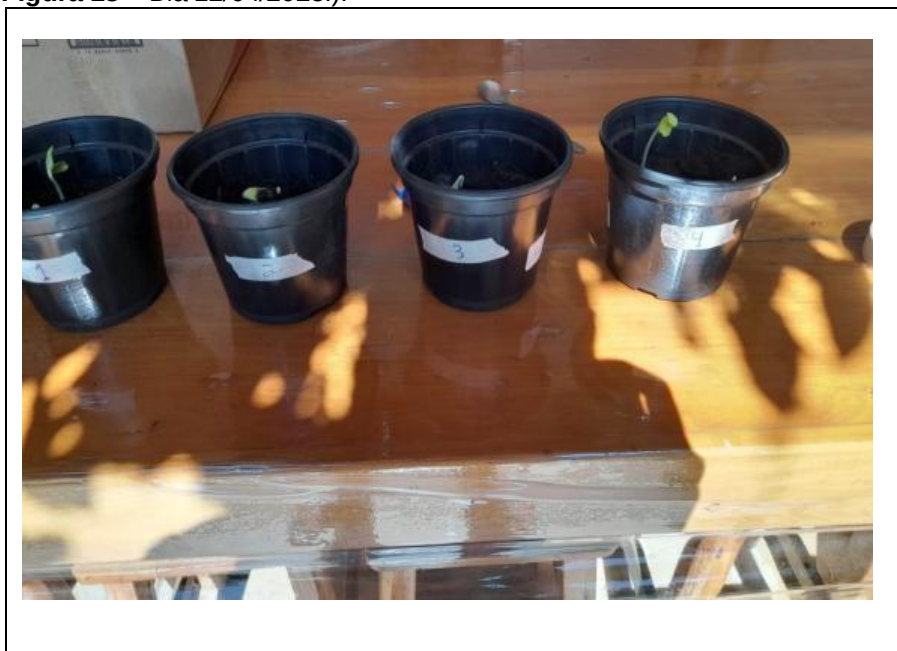


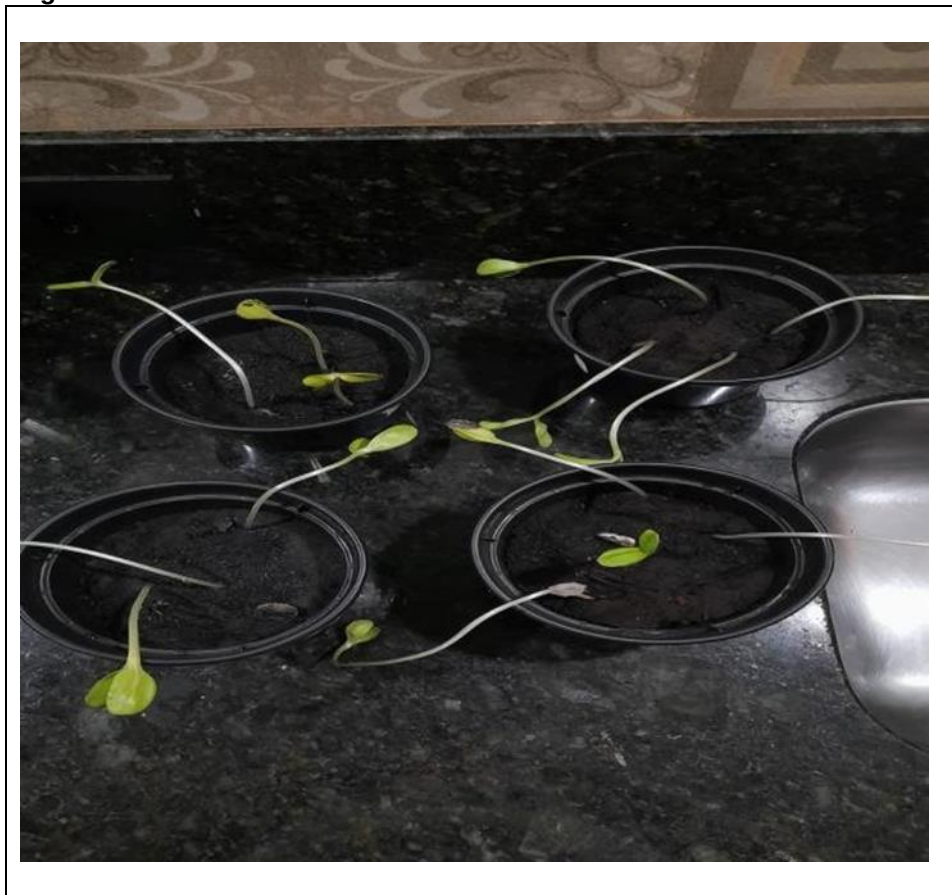
Figura 13 – Dia 12/04/2025.).



Observou que a planta 3 teve o menor desenvolvimento em comparação as outras, isso se dá muito ao fato de ela estar em um lugar que há pouca incidência de luz, como resultado, menor desenvolvimento da planta e dificuldade de adaptação. Em contrapartida a planta que observou melhor desenvolvimento foi a planta 4 devido a

estar em um ambiente com concentração de luz maior do que nas outras caixas. No período de três dias, as plantas cresceram exponencialmente, já aumentando o tamanho de suas estruturas caulinares.

Figura 14- Dia 15/04/2025.



Logo após esse tempo foi introduzido a adubação para as plantas. Foram introduzidos três elementos essenciais para a adubação, são eles: Borra de café, cascas de ovo e casca de banana. A borra de café é extremamente importante, excelente para plantas, rico em nitrogênio, carbono e matéria orgânica. O nitrogênio é importante para a planta, ele promove o crescimento vegetativo, ou seja, mais folhas verdes e maior desenvolvimento da parte aérea da planta, nas fases iniciais, o nitrogênio ajuda a criar uma base forte, com crescimento rápido das primeiras folhas e raízes. As cascas de ovo são essenciais em carbonato de cálcio (aproximadamente 90%), essencial para o fortalecimento das paredes celulares das plantas e para evitar problemas como a "podridão apical", ajuda no desenvolvimento das raízes, deixando a planta mais resistente. A casca de banana também é excelente para as plantas, especialmente como adubo natural rico em potássio, ele ajuda a florescer e frutificar melhor, tornar a planta mais resistente a pragas e doenças, ajudar na circulação de água e nutrientes dentro da planta.

Figura 15 - Dia 15/04/2025, introdução da dos elementos para a adubagem.



Figura 16 – Dia 15/04/2025.



Em quatro dias as plantas cresceram, exponencialmente, onde é possível observar bem a inclinação na direção do sol, indicando a presença do fototropismo e o hormônio auxina mais presente na planta. A muda que mais é evidente esse processo foi a planta 1 onde a inclinação em direção ao sol está nitidamente visível.

Figura 17- Dia 19/04/2025.)



Figura 18 – Dia 19/04/2025.



Figura 19 – Dia 19/04/2025)



Na figura 17, a planta apresentou o caule direcionado para a fonte de luz, indicando que o hormônio da auxina se encontra em grandes concentrações naquele indivíduo. A auxina estimula o alongamento celular, controlando a direção do crescimento, sendo nesse caso, o crescimento está direcionado para a fonte de luz, devido ao alongamento celular presente nesse processo. Em relação as outras mudas, elas não obtiveram tanto resultado quanto a planta 1, sendo nesse caso o movimento de fototropismo muito menor do que do experimento 1. Dito isso é seguro dizer que esse movimento depende da presença de luz, como também a presença de outros fatores como a intensidade que a luz está chegando na caixa no caso o fotoperíodo que ocorre naquele lugar. Isso pode ser analisado devido aos girassóis desenvolverem melhor em lugares com alta presença de luz mesmo estando em condições não favoráveis a ele. Vale ressaltar que o girassol não se adapta muito bem a essas condições adversas, tendo baixa produtividade e até murchamento e amarelamento das folhas devido a pouca luz apresentada na caixa. Em relação a quantidade de folhas, foram observadas 2 folhas por planta. E ao tamanho do caule chegando em uma faixa de 8 a 10 cm.

FOTOTROPISMO NEGATIVO

No segundo experimento efetuamos como objeto de estudo as samambaias (Tracheophyta), onde é possível observar o fototropismo negativo nessas plantas devido à sua adaptação a ambientes com menos incidência de luz solar. A planta foi colocada em ambiente controlado sendo constantemente monitorada para avaliar todo o processo de desenvolvimento adaptativo.

Figura 20 – Introdução das pedras no vaso para a drenagem de água



Figura 21 – Samambaia adulta para efetuar o experimento de fototropismo



Figura 22 –exposta em água para hidratação, onde o recipiente de uso foi uma garrafa pet cortada.)



Figura 23 – A muda de samambaia já plantada em vaso, onde posteriormente foi implementada em local adequado para a análise do movimento de fototropismo.



As plantas foram observadas durante 20 dias no qual foi identificado o fototropismo, porém não se desenvolveram em tamanho devido a uma questão do período climático que apresentou um momento de menos umidade presente no ar e temperaturas variadas que não acompanharam as medidas mais ideais das mudas que seriam em torno de 20 a 25°C.

Figura 24 - Muda com a exposição ideal 23/04/2025



Como exposto na figura 9, a muda que esteve na condição ideal das samambaias com sombra parcial e apresentou o movimento de fototropismo seguindo para um lado mais sentido a luz, além do gravitropismo iniciando um movimento quase queda para fora do vaso, as folhas em questão mais amareladas foram em decorrência de dias de estiagem, o substrato se manteve mais seco não retendo água o que corrobora no não crescimento das folhas.

Figura 25 - Muda com a exposição em sombra total 23/04/2025.



Na Figura 10 a planta que passou pelo processo de sombra total, cercada por plantas maiores e colada em uma posição de cobertura alta do local, ela esteve sem sol direto e iluminação cercada, a única faixa de alcance de luz para essa muda era realmente para cima ou posição de topo, o que explica sua formação mais em pé sem ter o gravitropismo ou queda do seu movimento e uma resistência maior ao período seco, uma vez que seu substrato se encontrou mais úmido que as outras mudas testadas.

Figura 26 - Muda com a exposição ao Sol 23/04/2025.



A Figura 11, foi a muda que teve sua exposição direta ao sol durante o período de teste e apresentou os resultados de fototropismo tanto em busca da luz seja para movimento laterais ou pra cima, gravitropismo com movimentos em direção ao chão em quase toda as direções buscadas por ela e sua exposição no local em que foi colocada fez com que a sua umidade fosse um pouco mais constante devido aos períodos noturnos ou momento de chuva dando mais contato com a água além do que as outras mudas tiveram.

Figura 27 - Planta utilizada para mudas 26/04/2025)



Acima a Figura 12 foi para expor que a variação de temperatura e umidade que afetou as mudas também ocasionou uma na planta utilizada de base para elas, houve queda foliar além de algumas regiões amareladas e o seu substrato se manteve mais seco que o notado inicialmente na fase de retirada das mudas.

CONCLUSÃO

O conjunto dos experimentos permitiu compreender de forma clara como diferentes espécies vegetais respondem à luz de acordo com suas necessidades fisiológicas e adaptações ambientais. No caso do girassol observou o fototropismo positivo, caracterizado pela curvatura do caule em direção à luz, resultado da ação do hormônio auxina, que se acumulou no lado sombreado do caule, promovendo maior

alongamento celular e direcionando o crescimento para a fonte luminosa. Essa ação demonstra a necessidade de ambientes luminosos para que o girassol possa se desenvolver de maneira eficaz e positiva. Em contraste, a samambaia apresentou fototropismo negativo, evidenciando melhor adaptação em locais de baixa luminosidade ou sombra parcial. As mudas posicionadas em ambientes com excesso de luz mostraram sinais de estresse hídrico e fisiológico, enquanto aquelas mantidas em condições sombreadas permaneceram mais estáveis, mesmo sem grande crescimento estrutural. Isso confirma que as samambaias utilizam da estratégia de evasão de luz intensa para a sua sobrevivência, preservando umidade e evitando danos foliares. Portanto, os resultados demonstram como cada espécie de planta utiliza de mecanismos para se adequar a viver nos ambientes, ajustando seu crescimento mesmo em condições não tão próprias para elas. Enquanto o girassol busca maximizar a captação de luz através do fototropismo positivo, a samambaia evita a exposição excessiva por meio do fototropismo negativo, revelando como cada espécie segue estratégias próprias para otimizar sua sobrevivência e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

BRASIL ESCOLA. **Auxinas**. Disponível em:

<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/auxinas.htm>. Acesso em: 17 mar. 2025.

BRASIL ESCOLA. **Fototropismo**. Disponível em:

<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/fototropismo.htm>. Acesso em: 17 mar. 2025.

BRASIL ESCOLA. **Movimentos vegetais**. Disponível em:

<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/movimentos-vegetais.htm>. Acesso em: 17 mar. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Girassol**. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/girassol.htm>. Acesso em: 17 mar. 2025.

AGROADVANCE. **Plantas C3 e fotorrespiração**. Disponível em:

<https://agroadvance.com.br/blog-plantas-c3-e-fotorrespiracao/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

BRASIL ESCOLA. **Fototropismo** (Estratégias de ensino). Disponível em:

<https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/fototropismo.htm>. Acesso em: 17 mar. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Fototropismo**. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/fototropismo.htm>. Acesso em: 17 mar. 2025.

YOUTUBE. **Fototropismo explicado** (Vídeo). Disponível em:

https://youtu.be/tQqBDeKcpxI?si=CI6CmN_iYQwE6EPk. Acesso em: 17 mar. 2025.