INTERFERÊNCIA DA HIPODERME SOBRE PARÂMETROS FOTOSSINTÉTICOS E ESPECTRAIS EM FOLHAS DE GOIABA

João Pedro Mori Visioli (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Werner Camargo Antunes (Orientador). E-mail: wcantunes@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Maringá, PR.

Área e subárea: Fisiologia Vegetal, Fisiologia das Plantas Cultivadas.

Palavras-chave: fotossíntese; espectrorradiometria; hipoderme.

RESUMO

A fotossíntese pode ser influenciada pela disponibilidade de carbono (CO_2), pela capacidade absortiva da luz que inclui qualidade espectral, por aspectos anatômicos e pela disponibilidade de nitrogênio (N) via teor de pigmentos. Este trabalho avaliou a resposta fotossintética de goiabeira sob diferentes doses de N e distintos comprimentos de onda, considerando a possível participação da hipoderme na distribuição da radiação. Plantas de *Psidium guajava* L. foram cultivadas com 0, 100 e 300 kg N ha^{-1} e avaliadas por curvas de resposta à luz e ao CO_2. Observou-se que o aumento da disponibilidade de N favoreceu a assimilação líquida de CO_2, com maior resposta nas plantas submetidas ao tratamento 300N. Entre as diferentes qualidades espectrais avaliadas, as luzes verde e vermelha apresentaram desempenho fotossintético superior ao da luz azul, principalmente sob maiores irradiâncias. A resposta observada sob luz verde pode estar relacionada à sua maior capacidade de penetração e distribuição no interior dos tecidos foliares. Conclui-se que a disponibilidade de N e a qualidade espectral influenciam a capacidade fotossintética da goiabeira e que a luz azul propicia limitada taxa fotossintéticas às plantas.

INTRODUÇÃO

A fotossíntese depende da absorção da energia luminosa pelo aparato fotossintético localizado nas células do mesófilo, sendo que diferentes comprimentos de onda apresentam propriedades distintas no processo de penetração foliar. Na goiabeira, a presença de uma camada hipodérmica pode influenciar a propagação da luz e, consequentemente, sua eficiência fotossintética. Embora essa camada não apresente pigmentos fotossintéticos, a presença de compostos fenólicos, incluindo taninos, pode afetar negativamente a penetração de comprimentos de onda mais curtos, como a luz azul (Moriwaki et al., 2023). Além disso, as luzes azul e vermelha tendem a ser absorvidas mais superficialmente, enquanto a luz verde apresenta maior capacidade de penetração no perfil foliar, podendo alcançar regiões mais profundas do mesófilo (Smith; McAusland; Murchie, 2017). Ambos fatores são fortemente relacionados aos teores de N disponíveis, uma vez que tal nutriente é

responsável não só por influenciar os teores de pigmentos foliares como as clorofilas (Moriwaki et al., 2019), mas atuando diretamente na composição da estrutura foliar. Assim, buscou-se avaliar qual a influência da hipoderme sobre a fotossíntese nas folhas de goiabeira por meio de curvas de resposta fotossintética à luz e ao CO_2 sob diferentes comprimentos de onda, visando compreender como essa estrutura interfere na penetração e utilização da luz durante a fotossíntese sob deficiência de N.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material vegetal:
Plantas de goiaba (*Psidium guajava* L.) foram cultivadas no Jardim Didático pertencente ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As mudas foram produzidas a partir de sementes retiradas de furtos comprados do mercado local e selecionadas pela uniformidade, sanidade e vigor. Após crescimento inicial satisfatório, as mudas foram transferidas para vasos de 20 L, contendo solo de horizonte B. Para as adubações nitrogenadas com nitrato de cálcio, foram utilizadas as doses de 0, 100, 300 kg N ha^{-1}. Os outros nutrientes essenciais foram fornecidos de forma não limitante de acordo com as exigências da cultura. As avaliações fotossintéticas foram iniciadas quando as plantas 0N apresentavam nítida clorose foliar típica da deficiência de N.

Determinação dos teores de pigmentos foliares:
Segmentos de 2 cm^2 de limbo foliar foram utilizados para quantificação dos teores de clorofila-a (Chl a), clorofila-b (Chl b), clorofilas totais (Chl a+b) e carotenoides totais, com extração no escuro e em temperatura ambiente, por 24 horas em solução de acetona: água 80:20 (v/v) saturada com $CaCO_3$, utilizando um espectrofotômetro para as leituras.

Análises fotossintéticas:
As curvas de resposta fotossintéticas à luz e ao CO_2 foram obtidas em sistema de trocas gasosas por infravermelho (IRGA; Li-6800, LiCor, Nebraska, USA) utilizado a câmara de topo transparente (Li-6800-12A) para a indução fotossintética em curvas de respostas a luz (0; 25 ;50 ;75 ;100; 150; 200; 400; 600; 800; 1000), e ao CO_2 (25; 50; 75; 100; 200; 300; 400; 600; 800; 100; 1200; 1500; 1800; 2000) em diferentes comprimentos de onda sendo, azul, verde e vermelha fornecido externamente. Utilizou-se folhas jovens e completamente expandidas, livres de quaisquer danos e representativas dos tratamentos (níveis de N). Além de dados coletados diretamente, a partir das curvas estimaram-se a parâmetros como taxa respiratória no escuro (Rd), o ponto de saturação (PS), o ponto de compensação (PC) e o rendimento quântico da fotossíntese (α).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de resposta fotossintética mostraram efeito tanto da disponibilidade de N quanto da qualidade espectral da luz sobre a assimilação líquida de CO_2 (*A*) em folhas de goiabeira (Fig. 1). Nos três tratamentos avaliados, o aumento do N foi acompanhado de teores proporcionais de clorofilas (dados não mostrados). Ainda, por maiores taxas de assimilação líquida, com o tratamento 300N apresentando os maiores valores e 0N os menores, principalmente com o aumento da irradiância, independente da luz avaliada. Entretanto, o comportamento fotossintético diferiu claramente entre as qualidades de luz. No mesmo nível de N, sob luz azul (A), as taxas de *A* apresentaram menor incremento e estabilizaram em valores significativamente inferiores aos observados sob as luzes verde (C) e vermelha (E). Sob as luzes verde e vermelha, a separação entre as doses de N foi mais evidente em maiores valores de radiação fotossintéticamente ativa (PAR). A luz verde apresentou elevadas taxas de assimilação (*A*), porém principalmente sob maiores irradiâncias. Esse comportamento pode estar relacionado à maior penetração da luz verde no perfil foliar, uma vez que Smith, McAusland e Murchie (2017) relatam máxima absorção das luzes azul, vermelha e verde em aproximadamente 50, 100 e 150 µm de profundidade, respectivamente. Isso reflete diferenças significativas no ponto de saturação (PS) de cada qualidade espectral. Padrão similar foi observado nas curvas *A*/Ci, nas quais as plantas sob luz verde (D) e vermelha (F) mantiveram maiores taxas de assimilação em comparação à luz azul (B), sobretudo nos tratamentos com maior disponibilidade de N.

Em relação ao PS, observa-se que as plantas sob 0N atingiram a estabilização da assimilação em menores irradiâncias, enquanto os tratamentos 100N e, principalmente, 300N mantiveram incrementos de *A* em valores mais elevados de PAR. Esse comportamento foi mais evidente sob as luzes verde e vermelha, indicando maior capacidade de utilização da radiação com o aumento da disponibilidade de N. Sob luz azul, a saturação ocorreu em menores taxas de assimilação, reforçando a menor resposta fotossintética nessa faixa espectral. Isso é reforçado pelo fato de que a luz azul, ao ser absorvida isoladamente pela clorofila, resulta em uma menor eficiência energética que o vermelho apesar de conduzir a fotossíntese com a mesma eficiência quântica (Smith; McAusland; Murchie, 2017).

Do ponto de vista espectral, os resultados mostram que a elevada absorção característica da região azul pelas clorofilas não resultou, necessariamente, nas maiores taxas fotossintéticas da folha inteira. No azul, resulta de alta absortividade com baixa taxa fotossintética. Em contraste, a luz verde apresentou respostas próximas às observadas sob luz vermelha, mesmo sendo uma faixa menos absorvida superficialmente pelos pigmentos fotossintéticos. Esse comportamento é compatível com a maior penetração e dispersão da luz verde no interior dos tecidos foliares. Assim, os resultados indicam que a qualidade espectral influencia diretamente a resposta fotossintética da goiabeira e que a luz verde pode apresentar contribuição importante para a assimilação de carbono. Contudo, somente essas curvas não permitem atribuir esse comportamento à hipoderme, sendo necessários dados de reflectância, transmitância ou absorbância bem como de efetiva

penetrabilidade da luz para determinar sua participação na distribuição da luz no interior da folha. Entretanto os dados são fortemente indicativos da interferência da hipoderme sob luz azu

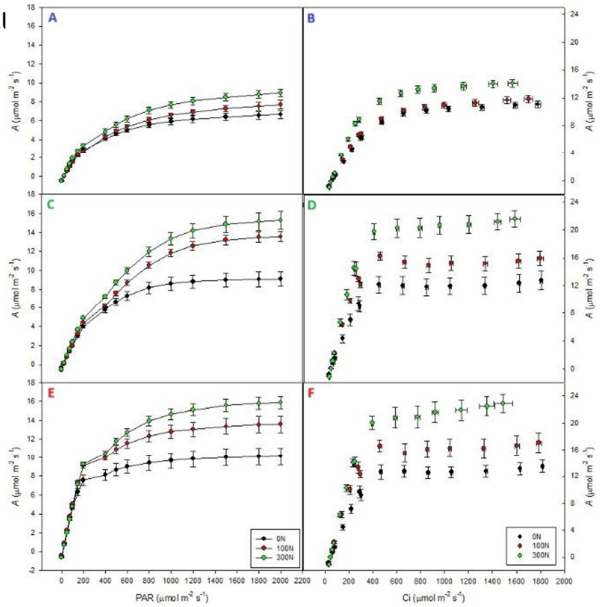


Figura 1 – Taxas de assimilação líquida (*A*), radiação fotossinteticamente ativa (PAR) para luz azul (**A**), luz verde (**C**) e luz vermelha (**E**); Curva de resposta fotossintética ao CO_2 baseadas nas concentrações internas de CO_2 (C_i) para luz azul (**B**), luz verde (**D**) e luz vermelha (**F**). De plantas cultivadas sobre diferentes doses de N.

CONCLUSÕES

A disponibilidade de N e a qualidade espectral da luz influenciaram a fotossíntese da goiabeira. As maiores taxas de assimilação de CO_2 ocorreram sob maior disponibilidade de N, com respostas superiores às luzes verde e vermelha em relação à azul. Os resultados destacam a importância da qualidade da radiação e sugerem relevante contribuição da luz verde para a assimilação de carbono. Ainda, possível interferência da hipoderme sobre a luz azul, mas não no verde ou vermelho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao PIBIC/CNPq-UEM, ao prof. Dr. Werner Camargos Antunes e a toda a equipe que me ajudou na realização deste projeto.

REFERÊNCIAS

MORIWAKI, T. Chloroplast and outside-chloroplast interference of light inside leaves. Environmental and Experimental Botany, v. 208, art. 105258, 2023

MORIWAKI, T. Nitrogen-improved photosynthesis quantum yield is driven by increased thylakoid density, enhancing green light absorption. Plant Science, v. 278, p. 1-11, 2019

SMITH, H.L.; MCAUSLAND, L.; MURCHIE, E.H. Don't ignore the green light: exploring diverse roles in plant processes. Journal of Experimental Botany, v. 68, n. 9, p. 2099-2110, 2017