

FLUORESCÊNCIA SOB SATURAÇÃO LUMINOSA DE MARACUJAZEIRO AMARELO SOB LÂMINAS DE ÁGUA E CONSÓRCIO

E. T. C. Leitão¹, M. E. B. Brito², L. F. Robson¹, N. F. Fagner¹, L. C. Figueiredo³,
P. D. Fernandes⁴

RESUMO: Objetivou-se avaliar a fluorescência por pulso modulado na fase clara em plantas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de água e condições de cultivo. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, onde se estudou cinco lâminas de irrigação, correspondentes a 60, 80, 100, 120 e 140% da Evapotranspiração real, que foi determinada por lisimetria de lençol freático constante, e dois sistemas de cultivo, consorciado com feijão-caupi plantas solteiras, perfazendo um esquema fatorial 5 x 2, repetidos em 6 blocos. As plantas se desenvolveram em lisímetros/vasos com capacidade para 45 L, sendo realizada a semeadura direta nestes recipientes aos 15 dias após o preenchimento com uma camada de brita (2 cm), 35 L de solo e 5 L de esterco bovino curtido. Até os 30 dias após a semeadura as plantas de maracujazeiro foram mantidas em solo com umidade próxima a capacidade de campo e sem consórcio, nesta época realizou-se a semeadura do feijão-caupi nas parcelas que sob condições de consórcio, aos 45 dias após a semeadura iniciou-se a distinção das lâminas de água conforme os tratamentos. Aos 75 dias após a semeadura realizou-se a avaliação da fluorescência na fase clara. A Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F') rendimento fotoquímico não regulado (Y_{NO}) foram afetados pelas lâminas de água de forma diferenciada em cada sistema de cultivo, verificando menor F' e Y_{NO} nas plantas irrigadas com 100% da E_{Tr} , independente do sistema de cultivo. O cultivo em consórcio com feijão-caupi não reduziu a eficiência fotoquímica das plantas de maracujazeiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG, *Vigna unguiculata* Walp, perda por calor fotoquímico

¹ Graduando em Agronomia, bolsista PIBITI-CNPq, UAGRA-CCTA-UFCG, erllantavares@gmail.com

² Professor, Dr. Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, bolsista PQ do CNPq. Nossa Senhora da Glória, SE, marcoseric@pq.cnpq.br;

³ Mestranda em Horticultura Tropical, PPGHT-UAGRA-CCTA-UFCG, Pombal, PB, lizaiane_cardoso@hotmail.com;

⁴ Professor Dr. UAEA-CTRN-UFCG, bolsista PQ do CNPq, Campina Grande, PB, pdantas@pq.cnpq.br.

FLUORESCENCE UNDER LIGHT SATURATION OF PASSION FRUIT UNDER WATER AMOUNT AND CONSORTIUM

SUMMARY: In order to evaluate the fluorescence by modulated flux in passion fruit plants under water amount and crop condition, an experiment was realized in greenhouse at Federal University of Campina Grande, Pombal Campus, where it was studied five irrigation depths, relative to 60, 80, 100, 120 and 140 % of actual evapotranspiration (ET_r), this ET_r was determined by constant water table lysimetry, and two crop systems, intercrop with Cowpea bean and without intercrop, using a factorial scheme 5 x 2, with 6 blocks replications. The plants grew on lysimetry/pot of 45 L of capacity, being the sowing realized directly in this recipe at 15 days after full with 2 cm of gravel, 35 L of soil and 5 L of cattle manure. Until 30 days after sowing (DAS) the passion fruit plants stay alone and under maximum moisture retention on lysimeter/pot, when it was realized the sowing of cowpea bean in parcel under this treatment, at 45 DAS started the treatment with different water amounts. At 60 DAS it was evaluated the fluorescence in leaves during light stage. The initial fluorescence before the saturation pulse (F') and the unregulated photochemical yield (YNO) were affected by the water amount in both cropping systems, with lower F' and YNO in the plants irrigated with 100% ET_r, independently of the cultivation system. Consortium cultivation with cowpea did not reduce the photochemical efficiency of passion fruit plants.

KEYWORDS: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG, *Vigna unguiculata* Walp, photochemical quenching.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG) vem apresentando altas taxas de crescimento na área plantada nos últimos anos no Brasil, ocupando uma área colhida superior a 57 mil ha e valor de produção superior a 900 milhões de reais (IBGE, 2014), gerando emprego e renda ao agricultor, uma vez que é caracterizada com uma cultura de ordem familiar, em função das necessidades de tratamentos culturais constantes. Segundo Caviochioli et al., (2008), quanto ao aspecto alimentar o maracujá representa fonte de sais minerais e vitaminas, notadamente o ácido ascórbico, sendo considerado, ainda, um fruto medicinal, em função da concentração de passiflorina, calmante natural.

Tal importância também é notória na região Nordeste, maior produtor nacional da fruta, respondendo por cerca de 74% da quantidade de frutas produzidas (IBGE, 2014), garantindo a sustentabilidade de agricultores familiares. Todavia, a produtividade na região atinge valores inferiores a 14 t ha^{-1} , mesmo a cultura tendo potencial de produção de 30 t ha^{-1} (Brito et al., 2005; Cavalcante et al., 2015), sendo considerada muito baixa quando se observa o potencial produtivo da cultura. Esse fator se deve a inadequada ou não-utilização de práticas culturais recomendadas, entre elas principalmente a irrigação nesta região, têm sido responsável pela obtenção de valores tão baixos.

Submetidas a estresses abióticos ou ambientais, as plantas apresentam sintomas de alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, que provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência, quantificados nas folhas pela fluorescência inicial (F0), máxima (Fm) e variável (Fv) da clorofila *a*, além do rendimento quântico potencial (Fv/Fm) (CHA-UM; KIRMANEE, 2011; SILVA *et al.*, 2011).

O funcionamento do fotossistema II (PSII) é um indicador da eficiência no uso da radiação fotoquímica e, conseqüentemente, na assimilação de carbono pelas plantas, auxiliando no diagnóstico da integridade do aparato fotossintético frente às adversidades ambientais (TESTER; BACIC, 2005). A condutância estomática de genótipos de *Cucumis melo*, que é planta C3, apresentou-se reduzido quando submetidas a estresses salinos, comprometendo a taxa de crescimento e a produtividade final (KUSVURAN, 2012). É muito provável que o mesmo comportamento ocorra com o maracujazeiro quando submetido ao estresse hídrico, já que ambos pertencem ao grupo das planta C3.

A cobertura do solo com restos vegetais e principalmente com culturas consórcio vem sendo empregadas com o objetivo de diminuir a evaporação da água disponibilizada às plantas próximo à zona radicular das plantas, além de assim evitar a concentração salina devido à alta evaporação principalmente em regiões áridas ou semiáridas inviabilizando muitas áreas (PERES *et al.*, 2010).

A implantação de culturas consorciadas maximizando a cobertura do solo vem sendo estimulada, dentre as culturas mais usadas em consórcios, destaca-se o feijoeiro, pois é um dos principais alimentos consumidos pela população humana. Principalmente na região Nordeste do Brasil, além de ser uma das alternativas para aumentar tal eficiência no uso da água, possibilita fazer melhor aproveitamento do solo (JESEN et al., 2010).

Dessa forma objetivou-se avaliar a fluorescência por pulso modulado na fase clara em plantas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de água e condições de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, PB (6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W e altitude de 194 m). A região, segundo Koopen, possui clima do tipo BSh (semiárido quente e seco), cenário comum em regiões semiáridas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com tratamentos formados a partir de um esquema fatorial 5x2, relativos a cinco lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da evapotranspiração real), e dois sistemas de cultivo, consorciado e solteiro, formando 10 tratamentos, que foram repetidos em seis blocos, totalizando 60 parcelas experimentais.

A variedade de maracujazeiro usada foi o azedo redondo e o genótipo de feijão-Caupi utilizado foi o Paulistinha, nas parcelas em consorcio, por possuir porte ereto e hábito de crescimento determinado, o que facilitará a colheita.

Para o cultivo das plantas, foram usados vasos com volume de 45 L, os quais foram preenchidos com uma camada de 2 cm de brita, seguido por uma mistura de solo e esterco na proporção 2:1. Ressalta-se que o solo usado no preenchimento dos vasos foi classificado como NEOSSOLO FLÚVICO não salino e não sódico, e o esterco foi de caprinos.

Para a determinação da evapotranspiração real, adotou-se o método do lisímetro de lençol freático, para tanto, nos vasos que receberam a lâmina de 100% da ETr (em monocultivo ou consorciado), instalou-se uma mangueira perfurada dois centímetros acima da camada de brita, a qual foi acoplada a um vaso de 18 L, que mantinha uma carga de água suficiente para gerar um lençol freático no lisímetro e, com isso, a disponibilização da água, que acende a superfície por meio de capilaridade, sendo monitorado, diariamente, o volume desses vasos, de modo a se obter o consumo das plantas.

Após o preenchimento dos vasos com a instalação dos sistemas lisimetria, procedeu-se a semeadura das plantas, inicialmente realizou-se a semeadura direta do maracujazeiro, procedendo a alocação de 9 sementes por lisímetro de forma equidistante, para garantir a germinação e a seleção de plantas de forma uniforme, 15 dias após a semeadura (DAS) do maracujazeiro, quando as plantas estavam com duas folhas definitivas, foi realizado o primeiro desbaste, mantendo-se três plantas de maracujazeiro por lisímetro, aos 45 DAS, quando as plantas de maracujazeiro estavam em ponto de gavinha, foi realizado a semeadura do feijão-

caupi com um espaçamento entre plantas de 0,30 m, semeadas na razão de seis por vaso. Nesta data, ainda, realizou-se o segundo desbaste do maracujazeiro, mantendo-se uma planta por vaso.

As plantas em ponto de gavinha, foram conduzidas até fios de sustentação, formando espaldeiras verticais e a cortina de produção do maracujazeiro. Durante este período, foram feitos todos os tratamentos culturais relativos ao manejo, como poda, eliminação de plantas daninhas e controle de pragas e doenças.

Até os 45 DAS, as plantas foram mantidas com umidade do solo próxima a máxima capacidade de retenção de água, após este período, foram aplicadas as lâminas conforme os tratamentos, considerando-se a demanda de água obtida nos lisímetros sob 100% da ETr, deste modo, foram aplicados os fatores 0,6; 0,8; 1,2 e 1,4 correspondendo aos volumes de água equivalentes aos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140% da ETr.

No cálculo da demanda de água, diariamente, foi contabilizado o volume que permanece no vaso de 18 L, que garante o nível do lençol freático no lisímetro, sendo o volume consumido (V_c) equivalente a subtração do volume no dia anterior (V_o) pelo volume no dia atual (V_f), sendo melhor descrito na expressão 1, com resultado expresso em 'L'.

$$V_c = V_o - V_f \text{ (L)} \quad (1)$$

Determinou-se a fluorescência da clorofila a, usando-se de um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science aos 75 dias após o início a semeadura, usou-se o protocolo Fv/m, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência sob condições de saturação luminosa, usando-se do protocolo Yield, aplicando-se uma fonte de iluminação actínica com pulso multi flash saturante, acoplado a um clipe de determinação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip) a fim de determinar as variáveis: Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m') e o rendimento quântico fotoquímico sob condições de iluminação (Y). A partir destes resultados, determinou-se: O coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (q_L) e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (YNO), com metodologias de Oxborough & Baker, (1997) e Kramer et al., (2004).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão polinomial (linear e quadrática) para o fator 'lâmina de irrigação' e o teste de médias (Tukey até 5% de probabilidade) para avaliar o fator consórcio (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudando-se a fluorescência da clorofila em condições de iluminação nas plantas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de águas e consorciação, verifica-se efeito significativo da interação entre os fatores na fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F') e no rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}). Não se verificando efeito isolado das lâminas de água nas demais variáveis, ou diferenças significativas entre os sistemas de cultivo. Como as plantas de maracujazeiro estavam em condições de sistemas de cultivo a 30 dias e sob lâminas de água a 15 dias, denota-se que estas variáveis são sensíveis às condições de estresse. Todavia, pode-se destacar que o aparato fotossintético não estava danificado, já que o rendimento quântico fotoquímico (Y) não foi afetado, embora se tenha notado alteração no rendimento não regulado (Y_{NO}).

Tabela 1. Resumo da análise de variância relativo às variáveis Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m'), rendimento quântico fotoquímico sob condições de iluminação (Y), coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL) e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) do maracujazeiro amarelo sob lâminas de águas e sistemas de cultivo aos 75 dias após semeadura. Pombal, PB, 2016.

Fonte de Variação	Quadrado médio						CV (%)
	Lâmina (L)	Sistema de cultivo (SC)	L X SC	BLOCO	ERRO	MÉDIA	
F'	5074,166ns	0,416ns	6491,916*	8045,790**	2221,367	335,25	14,06
F_m'	8098,083ns	640,266ns	11942,266ns	8055,386ns	7139,816	767,83	11,00
Y	0,0011ns	0,0016ns	0,0041ns	0,0241*	0,0080	0,55	16,17
qL	0,01855ns	0,00150ns	0,02868ns	0,06614*	0,01468	0,44	27,65
Y_{NO}	0,015318*	0,000463ns	0,017064*	0,015134*	0,004699	0,44	15,44
GL	4	1	4	5	45	-	-

Quando se detalha o efeito das lâminas de águas em cada sistema de cultivo nas variáveis F' e Y_{NO} , nota-se que, sob condições de cultivo solteiro (Figura 1A e 1C), que os maiores valores foram observados com as lâminas estimadas em 118% da E_{Tr} e 130% da E_{Tr} , respectivamente. Já nas condições de cultivo em consórcio (Figura 1B e 1D), os maiores valores foram observados nas plantas irrigadas com a maior lâmina de água, o que pode ser relativo a competição entre as plantas, exigindo uma maior demanda.

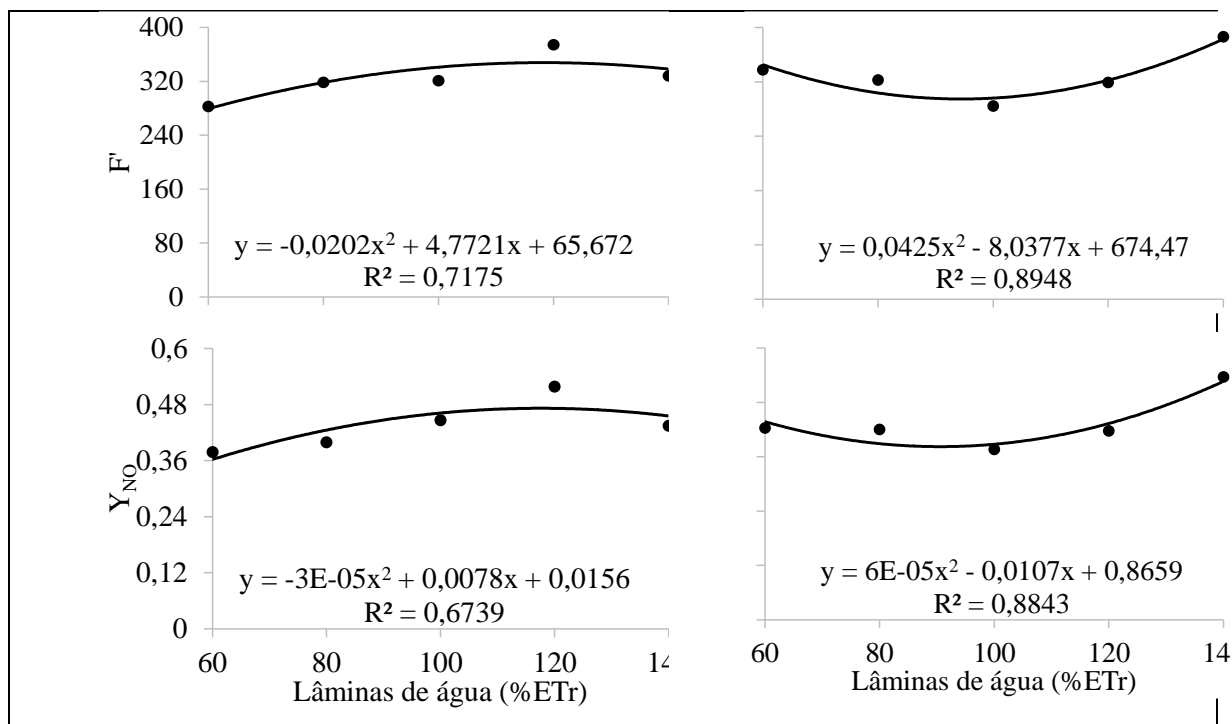


Figura 1. Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F') (A e B) e rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) (C e D) do maracujazeiro amarelo em função das lâminas de águas na condição de cultivo solteiro (A e C) e consorciado (B e D) com o feijão-caupiaos 75 dias após semeadura. Pombal, PB, 2017.

Como não se observou efeito no rendimento quântico fotoquímico sob condições de iluminação (Y), pode-se dizer que não há dano significativo ao aparato fotossintético, todavia, o aumento nos valores de F' e Y_{NO} podem significar um ligeiro estresse, relativo ao aumento no F' , e, ao mesmo tempo, o encadeamento de vias de manutenção do rendimento fotoquímico não regulado, de modo a manter condições ótimas de trabalho do aparato fotossintético das plantas.

CONCLUSÕES

As lâminas de água e os sistemas de cultivo alteraram a Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F') e o rendimento fotoquímico não regulado (Y_{NO}), sendo variáveis sensíveis ao estresse;

O estresse hídrico ou o uso de sistemas de cultivo consorciado não danificaram o aparato fotossintético.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de bolsas de iniciação científica e de pesquisador; À Embrapa Meio Norte, pelo apoio com as sementes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BRITO, M.E.B.; MELO, A.S. DE; LUSTOSA, J.P.O; ROCHA, M. R.; VIÉGAS, P. R. A.; HOLANDA, F.S.R. Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro-amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 27, n. 2, p. 260-263, 2005.

CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, F.V.; NUNES, J.C.; DINIZ, A.A.; LIMA NETO, A.J. de; SOUTO, A.G.L.; SOUZA, J.T.A de. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda - segunda safra. *Revista Agrotec*, v. 36, n. 1, p. 35-49, 2015.

CAVICHIOLO, J.C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C.A. Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro-amarelo submetidos à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. *Revista Brasileira Fruticultura*, v. 30, n. 3, p. 649-656, Setembro, 2008.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. *Scientia Agricola*. v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.

DE OLIVEIRA FREIRE, José Lucínio et al. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: Acomputerstatisticalanalysis system. *Ciência agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). Sistema de Recuperação Automática – SIDRA, <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>. Acessado em: 19 maio. 2015.

JESSEN, E.S.; PEOPLES, M. B.; HAUGGAARD-NIELSEN, H. Faba bean in cropping systems. *Field CropResearch*. v. 115, p. 203-216, 2010.

KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. New fluorescence parameters for determination of QA redox state and excitation energy fluxes. *Photosynthesis Research* v. 79, p. 209-218, 2004.

KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (CucumismeloL.). African Journal Agricultural Research, v. 7, n. 5, p. 775-781, 2012.

OXBOROUGH, K.; BAKER, N.R. An instrument capable of image chlorophyll a fluorescence from intact leaves at very low irradiance and at the cellular and sub-cellular levels of organization. Plant, Cell and Environment, v.20, p.1473-1483, 1997.

PERES, J. G.; SOUZA, C. F.; LAVORENTI, N. A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. Engenharia Agrícola. v. 30, n. 5, p. 875-886, 2010

SILVA, E. N. et al. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. Scientia Agrícola. v. 68, n. 1, p. 62-68, 2011.

TESTER, M.; BACIC, A. Abiotic stress tolerance in grasses. From model plants to crop plants. Plant Physiology, v. 137, p. 791-793, 2005.