



Variação da eficiência fotossintética durante o dia em amendoim sob cultivo orgânico

Sebastião de Oliveira Maia Júnior^{*1}, Lucimara Ferreira de Figueredo², Josimar Nogueira da Silva², Janailson Pereira de Figueredo², Toni Halan da Silva Irineu², Raimundo Andrade²

RESUMO: O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) tem se destacado como uma importante cultura rentável para produtores da região semiárida do Nordeste, principalmente pela adaptação aos cultivos orgânicos, os quais têm proporcionado diversos benefícios às plantas por melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo. No entanto, não se conhece sobre o seu efeito na eficiência fotossintética de plantas de amendoim. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficiência fotoquímica, em diversos horários, no amendoim submetido a diferentes tipos e doses de biofertilizantes. O trabalho foi realizado em campo, com delineamento em blocos ao acaso e esquema fatorial 5x5, sendo cinco tipos (T1, T2, T3, T4 e T5), e cinco doses de biofertilizantes (D1, D2, D3, D4 e D5), com quatro repetições. As avaliações foram realizadas aos 82 dias após a semeadura, em diferentes horários do dia. A eficiência fotoquímica das plantas de amendoim variou nos diferentes horários, diminuindo nas horas mais quentes. O biofertilizante T1 demonstrou ser o melhor em amenizar possíveis danos ao aparelho fotossintético das plantas, bem como a maior dose aplicada.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L., biofertilizante, fotossistema II.

Variation of photochemical efficiency during day in peanut under organic cultivation

ABSTRACT: Peanut (*Arachis hypogaea* L.) it has excelled as an important profitable crop for producers in the northeastern semi-arid region, mainly by adapting to organic crops, which have provided several benefits to plants by improving the physical, chemical and biological characteristics of the soil. However, it is not known about its effect on the photosynthetic efficiency of peanut plants. Thus, objected to this work to evaluate the photochemical efficiency, at different times, in the peanut submitted to different types and doses of biofertilizers. The experiment was realized out in the field, with a randomized block design and 5x5 factorial scheme, five types (T1, T2, T3, T4 and T5), and five doses of biofertilizers (D1, D2, D3, D4 and D5), with four replications. The evaluations were performed out at 82 days after sowing at different times of the day. The photochemical efficiency of the peanut plants varied at different times, decreasing in the hotter hours. The biofertilizer T1 was shown to be the best in mitigating possible damages to the photosynthetic apparatus of the plants, as well as the higher applied dose.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., biofertilizer, photosystem II.

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma oleaginosa da família Fabaceae apontada como uma importante fonte de proteína e óleo, seus grãos são utilizados para consumo in natura e para atender o mercado de alimentos, especialmente nos segmentos de confeitaria e da indústria de óleo, além de ser uma importante alternativa para os programas de bicompostível. No Brasil, as principais áreas de cultivo estão na região semiárida do nordeste, principalmente por ser apontada como cultura rentável para produtores da região (FREITAS, 2011; LEITE et al., 2015).

A respeito dos tipos de solo, a cultura desenvolve-se bem em solos de textura arenosa, que geralmente, possuem boa drenagem e aeração,

favorecendo o desenvolvimento das raízes e frutos, como também o suprimento de nitrogênio para a fixação simbiótica. Por outro lado, apresentam baixa capacidade de retenção hídrica, menor fertilidade, necessitando de frequentes aplicações de fertilizantes. Já os solos de textura argilosa, em geral, são mais férteis que os solos arenosos, porém se não estiverem bem estruturados, apresentam problemas de aeração, drenagem, o que dificulta a penetração dos ginóforos e o crescimento dos frutos. Portanto, as boas condições estruturais do solo são fundamentais no desenvolvimento dos frutos e momento da colheita (FERRARI NETO et al., 2012; MAHROUS et al., 2015).

Recebido em 15/01/2019; Aceito para publicação em 24/10/2021

1 Universidade Estadual do Maranhão

2 Universidade Estadual da Paraíba

3 *email: juniormaiagrari@hotmail.com

Dessa maneira, a adição de insumos orgânicos nos cultivos agrícolas, como biofertilizante, esterco caprino, esterco bovino, torta de mamona, entre outros, tem se tornado extremamente importante (CAVALCANTE et al., 2010; PEDROSA et al., 2016; FERREIRA et al., 2017), deixando o cultivo mais rentável e sustentável, pois na maioria das vezes esses insumos estão presentes na propriedade. A incorporação de adubos orgânicos aumenta a concentração de matéria orgânica no solo, promovendo modificações nas características físicas, químicas e biológicas, melhorando assim, a estrutura do solo com aumento na retenção de água, quantidade de nutrientes, população de microrganismos e aeração, além de permitir maior penetração e distribuição das raízes (MALAVOLTA, 2002; LIMA et al., 2007; MESQUITA et al., 2010; ARAÚJO et al., 2017). Assim, o manejo dos solos com o uso de biofertilizantes tem funcionado como uma boa alternativa na melhoria da eficiência fotossintética das plantas (FREIRE et al., 2014).

Nesse sentido, além do conhecimento das características de crescimento e produção da cultura sob condições orgânicas, é tão importante quanto, a compreensão da ecofisiologia, através da qual, se pode esclarecer melhor o comportamento das plantas em relação as suas condições de cultivo (FERRARI NETO et al., 2012). Em condições favoráveis de solo, água e nutrientes, as plantas, geralmente, estão com o aparelho fotossintético intacto (FREIRE et al., 2014; GRACIANO et al., 2016), o qual pode ser avaliado através da fluorescência da clorofila *a*, que permite a obtenção de importantes resultados de forma rápida, prática e não-destrutiva (ERISMANN et al., 2006; ZANANDREA et al., 2006). Essas avaliações são bastante utilizadas na mensuração da integridade fotossintética das plantas quando submetidas a diferentes condições de estresse como hídrico (MOREIRA et al., 2013), salino (ZANANDREA et al., 2006), mineral (KONRAD et al., 2005), entre outros. No entanto, poucos são os estudos da fluorescência da clorofila *a* em plantas quando adubadas organicamente, inclusive, suas variações em diferentes horários do dia (ERISMANN et al., 2006).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência fotossintética de amendoim, em diferentes horas do dia, submetido à aplicação de fontes e doses de biofertilizantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em condições de campo, no Setor de Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba - Campus IV, Catolé do Rocha, situado nas coordenadas 6°20'38" S; 37°44'48" W e 275 m de altitude.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo BSW_h' com precipitação média anual de 870 mm, temperatura média de 27 °C, e período chuvoso concentrado entre os meses de fevereiro e abril.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 5x5, sendo cinco tipos e cinco doses de biofertilizantes, com quatro repetições. Os tipos foram designados como T1: biofertilizante de esterco bovino; T2: biofertilizante de esterco bovino enriquecido com farinha de rocha; T3: biofertilizante de esterco bovino enriquecido com farinha de rocha e leguminosas; T4: biofertilizante enriquecido de esterco bovino enriquecido com farinha de rocha e cinza de madeira e T5: biofertilizante de esterco bovino enriquecido com farinha de rocha, leguminosas e cinza de madeira; e as doses foram correspondentes a D1: 0; D2: 250; D3: 500; D4: 750 e D5: 1000 mL m linear⁻¹.

Os diferentes biofertilizantes foram preparados em recipientes plásticos com capacidade para 240 L, os quais foram produzidos de forma anaeróbia (OLIVEIRA et al., 2014). Em cada recipiente foi adaptada uma mangueira com a extremidade mergulhada num recipiente com água (selo d'água) onde se realizava a liberação dos gases produzidos. As análises químicas dos tipos de biofertilizantes foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal Rural do Pernambuco (UFRPE), as quais se encontram apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas dos biofertilizantes utilizados.

	Tipos de biofertilizantes				
	T1	T2	T3	T4	T5
pH	5,27	5,56	5,13	7,37	6,03
CE (dS m ⁻¹)	4,81	5,5	7,7	7,38	8,94
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	1,3	1,0	1,4	0,8	1,4
Fosfóro (mg dm ⁻³)	537	188,6	224,4	84,5	445
Enxofre (mg dm ⁻³)	9,55	12,6	41,77	14,55	25,7

Sódio (cmolc dm ⁻³)	2,47	2,32	2,32	1,21	1,07
Potássio (cmolc dm ⁻³)	1,34	1,65	1,52	1,93	1,98
Cálcio (cmolc dm ⁻³)	3	4,7	6,35	3,65	13,3
Magnésio (cmolc dm ⁻³)	4,45	5,3	7,35	3,75	5,05

pH: potencial hidrogeniônico; CE: condutividade elétrica.

Foi utilizada a cultivar BR1 que apresenta porte ereto com vagens de tamanho médio, contendo de três a quatro sementes médias e arredondas em cada vagem. A semeadura foi realizada manualmente na profundidade de 0,2 m em espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,05 m entre plantas, em fileiras simples. Como adubação de fundação foram utilizados 2 kg m linear⁻¹ de húmus de minhoca.

Os biofertilizantes, após o período pré-estabelecido para a fermentação, foram aplicados à cultura por fertilização manual. As biofertilizações, em conformidade com os tratamentos, foram aplicadas aos 44, 54 e 64 dias após a semeadura.

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico Típico, cuja caracterização físico-química da profundidade de 0-20 cm, encontra-se exposta na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização físico-química do solo utilizado no experimento.

Características físicas							
Solo	Densidade		Areia	Granulometria		Argila	
	Partículas			Silte			
	----- (g cm ⁻³) -----			----- (g kg ⁻¹) -----			
1,54	2,68		640	206		154	
Umidade Natural							
CC	PMP	Água Disponível		Porosidade total		MO	
		----- (%) -----					
146,9	76,6	70,3		42,54		8,1	
Características químicas							
pH	P	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Al ³⁺
H ₂ O (1:2,5)	Mg/dm ³			----- cmol _c /dm ³ -----			
6,0	1,83	0,02	0,33	2,34	2,41	0,69	0,00

A irrigação foi realizada diariamente com base na evapotranspiração da cultura. O sistema de irrigação foi tipo localizado, através do método de microaspersão, com emissores de vazão nominal de 50 L h⁻¹, sendo o fornecimento de água de poço próximo ao local do experimento.

Aos 82 dias após a semeadura, a fluorescência da clorofila a foi avaliada com auxílio de um fluorômetro portátil (PEA II - Plant Efficiency Analyser), nos horários de 9, 11, 13 e 15 horas. Foram determinadas a fluorescência inicial (Fo), fluorescência variável (Fv) e fluorescência máxima (Fm), a partir das quais foram obtidas as razões Fo/Fm, Fv/Fo e Fv/Fm. Para realizar a avaliação, a área do folíolo foi mantida no escuro durante 30 minutos, utilizando pinças adequadas ao equipamento, para que os centros de reação adquirissem a condição de "abertos", quando todo o sistema encontra-se no estado oxidado, conforme Maxwell, Johnson (2000).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em cada horário, devido a maior variação apresentada pelos mesmos. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fluorescência da clorofila do amendoineiro variou em todos horários em que foi avaliada (Figuras 1 e 2). A fluorescência inicial (Fo) aumentou com a intensidade luminosa, decaindo em seguida até o final da tarde. Às 9 horas, Fo foi de 322 elétrons quantum⁻¹, aumentando para 363 entre 11 e 13 h, e diminuindo para 344 às 15 horas (Figura 1A). Entre os tipos de biofertilizante, T1 foi o que teve menor Fo às 9 h, permanecendo estável e menor que os demais a partir das 11 horas (Figura 1B). Quanto às doses, Fo não variou as 9 h, mas foi menor na D5 especialmente as 11 e 15 horas (Figura 1C).

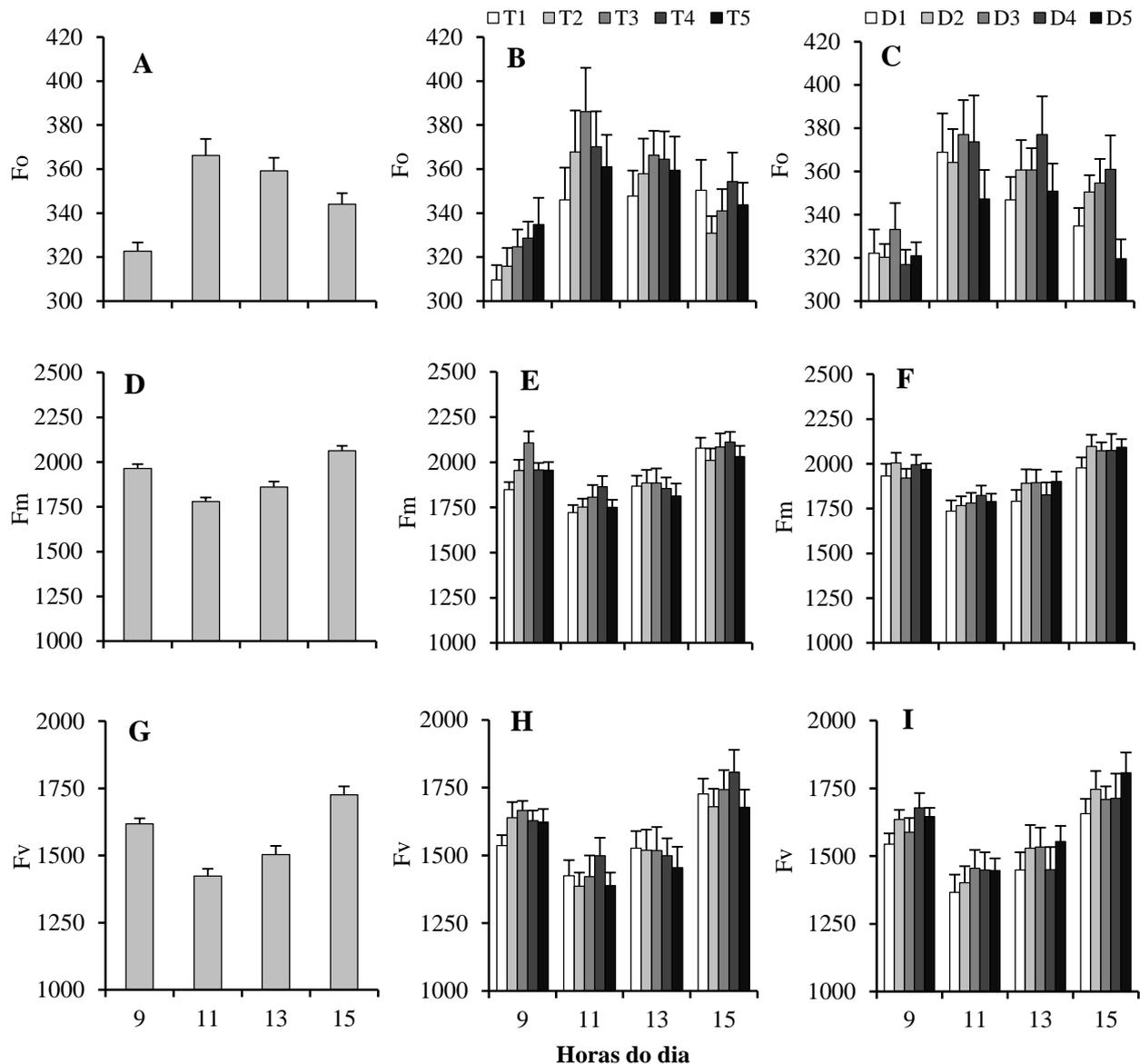


Figura 1 - Fluorescência inicial - Fo (A, B e C), fluorescência máxima - Fm (D, E e F) e fluorescência variável - Fv (G, H e I) de plantas de amendoim em função dos horários, tipos e doses de biofertilizantes. Barras representam o erro padrão da média.

Fo é a fluorescência quando QA (primeiro receptor de elétrons do PSII) está totalmente oxidada e o centro de reação do PSII está aberto. Portanto, o aumento de Fo que é independente dos eventos fotoquímicos, reflete destruição do centro de reação do PSII ou diminuição na capacidade de transferência da energia de excitação do complexo antena para o centro de reação (BAKER; ROSENQVST, 2004), o que provavelmente ocorreu nas horas mais quentes do dia, pelo aumento da radiação fotossinteticamente ativa. Contudo, especialmente nesses horários, o biofertilizante T1e a dose D5 contribuíram no alívio da fotoxidação das plantas de amendoimzeiro. Isso, provavelmente, ocorreu devido à composição química do biofertilizante T1 que diferenciou dos demais pelo aumento da quantidade de P e redução da CE, além do favorecimento de dosagens elevadas, como D5.

Em plantas de maxixe, foi observado que a adubação com biofertilizante mais esterco bovino aumentou o teor de P nas folhas (OLIVEIRA et al., 2014).

A fluorescência máxima (Fm) diminuiu nos horários mais quentes, chegando a 1779 elétrons quantum^{-1} às 11 horas (Figura 1D). Apenas às 9 horas, Fm foi maior no T3 (Figura 1E), não variando entre as doses em função dos horários (Figura 1F).

A fluorescência variável (Fv) também diminuiu nas horas mais quentes em que foi avaliada, tendo menor Fv às 11 h, de 1424 elétrons quantum^{-1} (Figura 1G). Entre os tipos, não variou em nenhum dos horários (Figura 1H), enquanto entre as doses, foi maior na D5, especialmente ao final da tarde (Figura 1I). As diferenças de Fm e Fv encontradas nos diferentes horários, indicam que os mecanismos envolvidos na fase fotoquímica do amendoimzeiro, respondem diretamente aos diferentes horários do

dia, com menor expressão dos tipos e doses de adubação orgânica.

Com base nesses resultados, sugere-se que a distribuição de energia entre os complexos coletores de luz do PSII, os centros de reação e o receptor final de elétrons do PSII apresentaram diferenças entre os horários, mostrando redução nas reações fotoquímicas como observado pela diminuição de Fm. Os maiores valores de Fm encontrados as 9 e 15 horas, indicam que esses horários não afetaram na fotorredução da quinona A (QA) e nem no fluxo de elétrons entre os fotossistemas (BAKER; ROSENQVST, 2004), visto que Fm indica a completa redução da quinona A (QA) a partir da incidência de um pulso de luz no centro de reação QA, gerando fluorescência máxima, no entanto, Erismann et al. (2006) estudando a capacidade

fotossintética de cultivares de amendoim IAC-Caiapó e Runner IAC-886, sob condição controlada, constataram a ocorrência de foto-inibição, manifesta pela redução do valor do rendimento quântico máximo do PSII após às 10 horas. Enquanto isso, Fv que representa o fluxo de elétrons do centro de reação do PSII até o último receptor de elétrons, a plastoquinona, também indica que as 9 e 15 horas, o transporte de elétrons foi pouco prejudicado.

A razão Fo/Fm aumentou nos horários mais quentes, as 11 e 13 horas, chegando ao máximo de 0,210 às 11 horas (Figura 2A). Nas horas mais quentes, Fo/Fm foi menor em T1, igualando-se aos demais no final da tarde, às 15 horas (Figura 2B). Entre as doses, observou-se que o aumento dessas diminuiu Fo/Fm, especialmente às 11 horas (Figura 2C).

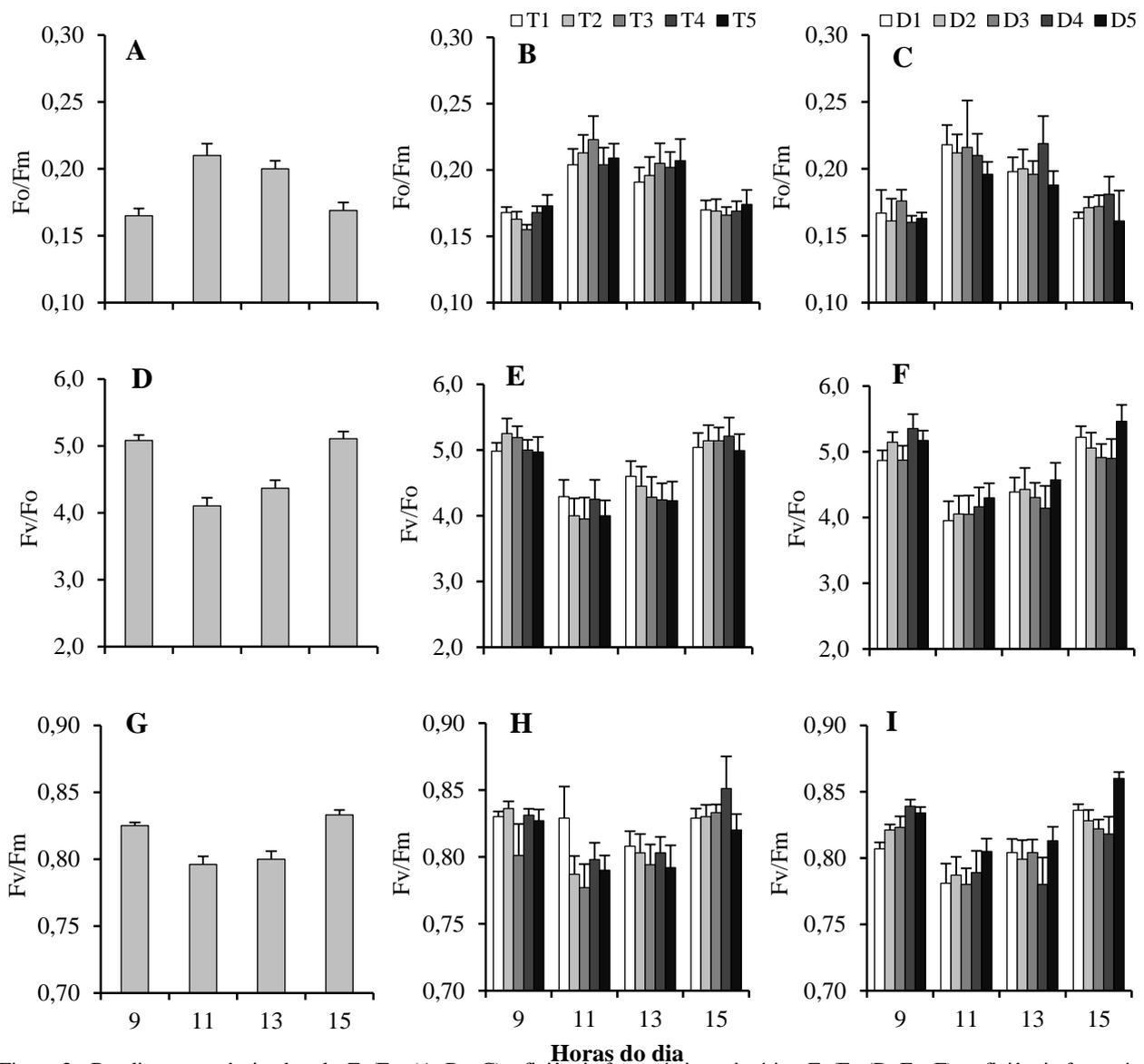


Figura 2 - Rendimento quântico basal - Fo/Fm (A, B e C), eficiência fotoquímica primária - Fv/Fo (D, E e F) e eficiência fotoquímica máxima - Fv/Fm (G, H e I) de plantas de amendoim em função dos horários, tipos e doses de biofertilizantes. Barras representam o erro padrão da média.

Fo/Fm indica o rendimento quântico basal dos processos fotoquímicos no PSII (ZANANDREA et al., 2006; MOREIRA et al., 2013). Esses autores, assim como nesse trabalho, encontraram aumento de Fo/Fm quando houve reduções de Fv/Fo e Fv/Fm. Dessa maneira, o rendimento basal é inversamente proporcional a eficiência fotoquímica máxima do PSII e, portanto, sua redução indica melhor eficiência fotoquímica primária das plantas. O aumento desta razão tem sido utilizado como indicativo de estresse, em que valores normais estão situados entre 0,14 e 0,20 (ROHÁČEK, 2002). Foi observado nesse estudo que Fo/Fm foi superior a 0,20 apenas às 11 horas, e ainda nesse horário, T1 apesar de ter menor Fo/Fm foi superior a 0,20, mas foi o que mais diminuiu as 15 horas. Além disso, D5 foi a dose que mais reduziu Fo/Fm nos horários mais quentes, especialmente as 11 horas. Portanto, pode-se sugerir que a utilização de biofertilizante de esterco bovino melhora a eficiência basal em plantas de amendoim nos horários de maior radiação, já que a eficiência quântica da cultura diminui com a saturação luminosa, quando a DFFF aumenta próxima à radiação solar máxima, em condições naturais (ERISMANN et al., 2006). Esses resultados, provavelmente se devem a manutenção da umidade proporcionada pela adição de esterco bovino ao solo (ARAÚJO et al., 2015). Isso promoveu uma região radicular mais úmida durante os horários mais quentes, favorecendo a eficiência fotoquímica das plantas.

A razão Fv/Fo foi maior as 9 e 15 horas, em média 5,1 e, menor às 11 horas, de aproximadamente 4,1 (Figura 2D). T1 apresentou maior Fv/Fo nos horários mais quentes, 11 e 13 h, igualando-se aos demais às 15 horas (Figura 2E). Por sua vez, D5 teve maior Fv/Fo a partir das 11, até às 15 horas (Figura 2F). A razão Fv/Fo, indicando a eficiência do fotossistema II, tem sido recomendada para detectar alterações no aparelho fotossintético das plantas, embora tenha as mesmas informações básicas que a razão Fv/Fm é mais sensível, ampliando as pequenas alterações no fotossistema II, detectadas por Fv/Fm (KONRAD et al., 2005; GUAN et al., 2015).

Semelhante a razão Fv/Fo, Fv/Fm foi maior as 9 e 15 horas, em média 0,830 e, menor as 11 e 13 h, de aproximadamente 0,798 (Figura 2G). T1 teve maior Fv/Fm as 11 h, enquanto T4 teve as 15 horas (Figura 2H). Já em relação às doses, D5 proporcionou maior Fv/Fm a partir das 11, até as 15 horas (Figura 2I). A razão Fv/Fm é uma estimativa da eficiência fotoquímica máxima do PSII, quando todos os seus centros de reação estão abertos (BAKER; ROSENQVST, 2004), podendo ser utilizada para mensurar a eficiência fotossintética das plantas causada por variados tipos de estresse, visto que sua

diminuição indica perturbações ou danos no aparato fotossintético (KONRAD et al., 2005; FREIRE et al., 2014; ABID et al., 2016). Dessa maneira, observamos menor eficiência fotoquímica nas plantas de amendoim as 11 e 13 horas, indicando a ocorrência de fotoinibição. Contudo, o biofertilizante de esterco bovino (T1) conseguiu amenizar a redução de Fv/Fm, a qual foi melhorada também pela maior dose aplicada de biofertilizante (D5). Resultados semelhantes foram encontrados em maracujazeiro, em que a aplicação de biofertilizante bovino melhorou a eficiência fotoquímica das plantas sob condições de salinidade, de 0,72 para 0,77 (FREIRE et al., 2014). Sugere-se que essa melhoria se deve a composição do biofertilizante, que possui nutrientes mais facilmente disponíveis quando comparados a outros adubos orgânicos, podendo promover melhoria das propriedades físicas do solo, além de elevar os teores de P, Ca e Mg (OLIVEIRA et al., 2014).

O excesso de energia luminosa, pode levar a fotodanos e fotoinibição das plantas, reduzindo assim a eficiência fotossintética e produtividade (COUSINS et al., 2002; GUO et al., 2018), o que parece ter ocorrido nas plantas de amendoim as 11 horas, com menor intensidade em T1 e na dose D5 de biofertilizante. Em relação aos horários, Erismann et al. (2006) também observaram em dois genótipos de amendoim durante o início da tarde (13-15h), a ocorrência de fotoinibição dinâmica, manifestada pela queda reversível da eficiência fotoquímica máxima do PSII (Fv/Fm), a qual se assemelhou às reduções de trocas gasosas. Enquanto nesse estudo, apesar da pequena fotoinibição ocorrida no horário de 11 e 13h, o aparato fotossintético não foi danificado, pois a razão Fv/Fm foi mantida sempre acima de 0,75 mesmo nas horas mais quentes. Do mesmo modo, diferentes compostos orgânicos não comprometeram o aparato fotossintético de plantas de alface (SANTOS et al., 2010), ocorrendo o mesmo em plantas de mamoneira sob adubação orgânica, em que a eficiência fotoquímica máxima também não foi comprometida, mantendo-se acima de 0,79 (FERREIRA et al., 2017). Quando uma planta está com seu aparelho fotossintético intacto, a razão Fv/Fm varia entre 0,75 e 0,85, e somente abaixo disso é que ocorre dano fotoinibitório nos centros de reação do PSII (BOLHÀR- NORDENKAMPF et al., 1989).

CONCLUSÕES

1. A eficiência fotoquímica de plantas de amendoim sob cultivo orgânico varia em diferentes horários do dia, diminuindo nas horas mais quentes

(11 e 13h), mas sem danos no aparelho fotossintético.

2. Apesar das plantas não terem apresentado danos fotossintéticos, o biofertilizante T1 demonstra maior possibilidade de evitá-los, bem como a maior dose aplicada (D5).

REFERÊNCIAS

- ABID, G., M'HAMDI, M., MINGEOT, D., AOUIDA, M., AROUA, I., MUHOVSKI, Y., SAAI, K., SOUSSI, F., MANNAI, K., JEBARA, M. Effect of drought stress on chlorophyll fluorescence, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in faba bean (*Vicia faba* L.). **Archives of Agronomy and Soil Science**, p. 1-15, 2016.
- ARAÚJO, L. H. B.; CHAGAS, K. P. T.; NÓBREGA, C. C.; ARAÚJO, F. S.; VIEIRA, F. A. Efeito do esterco na emergência e crescimento inicial de Plântulas de *Sterculia foetida* L.. **Nativa**, Sinop, v.03, n.01, p.22-26, 2015.
- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; ARAUCO, A. M. S.; GONÇALVES, E. O.; ALMEIDA, K. N. S. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, Sinop, v.5, n.1, p.16-23, 2017.
- BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, p.1607-1621, 2004.
- BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; Öquist, U.; Schreiber, G.; Lechner, E. G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. **Functional Ecology**, v.3, p.497-514, 1989.
- CAVALCANTE, Í. H., ROCHA, L. F., SILVA JÚNIOR, G. B., AMARAL, F. H., FALCÃO NETO, R., NÓBREGA, J. C. Fertilizantes orgânicos para o cultivo da melancia em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.4, p.518-524, 2010.
- COUSINS, A. B.; ADAM N. R.; WALL, G. W.; KIMBALL, B. A.; PINTER JR, P. J.; OTTMAN, M. J.; LEAVITT, S. W.; WEBBER, A. N. Photosystem II energy use, non-photochemical quenching and the xanthophyll cycle in Sorghum bicolor grown under drought and free-air CO₂ enrichment (FACE) conditions. **Plant, Cell and Environment**, Malden, v.25, p.1551-1559, 2002.
- ERISMANN, N. M.; MACHADO, E. C.; GODOY, I. J. Capacidade fotossintética de genótipos de amendoim em ambiente natural e controlado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.7, p.1099-1108, 2006.
- FERRARI NETO, J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.11, n.4, p.1-13, 2012.
- FERREIRA, R. S.; FIGUEREDO, L. F.; ANDRADE, F. H. A.; MAIA JÚNIOR, S. O.; MORAIS, R. R.; PEDROZA, J. P. Influência da adubação orgânica e mineral no comportamento fisiológico da mamoneira BRS energia em ambiente protegido. **Espacios**, Caracas, v.38, n.44, p.19-29, 2017.
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; NETO, A. J. L. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.45, n.1, p.82-91, 2014.
- FREITAS, G. A. **Produção e área colhida de amendoim no nordeste**. 3 ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2011.8 p.
- GUAN, X. K.; SONG, L.; WANG, T. C.; TURNER, N. C.; LI, F. M. Effect of Drought on the Gas Exchange, Chlorophyll Fluorescence and Yield of Six Different-Era Spring Wheat Cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 201, p.253-266, 2015.
- GUO, Y.Y.; TIAN, S.S.; LIU, S.S.; WANG, W.Q.; SUI, N. Energy dissipation and antioxidant enzyme system protect photosystem II of sweet sorghum under drought stress. **Photosynthetica**, v.56, n.3, p. 861-872, 2018.
- GRACIANO, E. S. A.; SANTOS, H. R. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Trocas gasosas, eficiência fotoquímica e pigmentos fotossintéticos de cultivares de amendoim sob deficiência hídrica no solo. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v.9, n.1, p.27-36, 2016.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de caféiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.339-347, 2005.
- LEITE, Y. S. A. VÉRAS, M. L. M.; MELO FILHO, J. S.; MELO, U. A.; COSTA, F. X. Resposta do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes fontes e doses de adubação orgânica. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v.36, n.01, p.229-239, 2015.
- LIMA, E. F. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; BELTRÃO, N. E. M. Fontes e doses de matéria orgânica na composição do substrato para produção de muda de mamoneira. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v.11, n.2, p.77-83, 2007.
- MAHROUS, N. M.; SAFINA, S. A.; ABO TALEB, H. H.; EL-SAYED EL-BEHLAK, S. M. Integrated use of organic, inorganic and bio fertilizers on yield and quality of two peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars grown in a sandy saline soil. **American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science**, v.15, n.6, p.1067-1074, 2015.

- MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.
- MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.51, p.659-668, 2000.
- MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v.31, n.02, p.134-142, 2010.
- MOREIRA, L. R.; ERVILHA, J. D. C.; COUTINHO, P. H.; VIDIGAL, J. G.; OGLIARI, J.; MIRANDA, G. V.; PEREIRA, L. F. Caracterização fisiológica de sorgo sacarino em diferentes intensidades de irrigação. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v.15, n.2, p.39-48, 2013.
- OLIVEIRA, A. P.; DA SILVA O. P. R.; BANDEIRA, N. V. S.; DA SILVA, D. F.; SILVA, J. A.; PINHEIRO, S. M. G. Rendimento de maxixe em solo arenoso em função de doses de esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.11, p.1130-1135, 2014.
- PEDROSA, T. D.; ASCOLI, C. A.; VIOLA, M.; PAIXÃO, G. C.; REIS, V. P.; AMARAL, A. G.; REZENDE, F. A.; SCHNEIDER, R. M. Ciclagem de nutrientes por meio da transformação de resíduos em fertilizante orgânico. **Nativa**, Sinop, v.4, n.1, p.19-24, 2016.
- ROHÁČEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, v.40, n.01, p.13-29, 2002.
- SANTOS, C. M.; GONÇALVES, E. R.; ENDRES, L.; GOMES, T. C. A.; JADOSKI, C. J.; NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. D. Atividade fotossintética em alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a diferentes compostagens de resíduos agroindustriais. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v.3, n.3, p.95-102, 2010.
- ZANANDREA, I.; NASSI, F. L.; TURCHETTO, A. C.; BRAGA, E. J. B.; PETERS, J. A.; BACARIN, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência de clorofila em *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Agrocência**, Porto Alegre, v.12, p.157-161. 2006.