

Diferentes fontes de adubos nitrogenados na eficiência fotoquímica do fotossistema II em *Coffea canephora*⁽¹⁾.

Gleison Olios⁽²⁾; **José de Oliveira Rodrigues**⁽³⁾; **Fábio Luiz Partelli**⁽⁴⁾; **Fábio Ribeiro Pires**⁽⁴⁾; **Antelmo Ralph Falqueto**⁽⁴⁾; **José Antônio Monte**⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES.

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Bolsista de Iniciação Científica CNPq/UFES; Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES); São Mateus, ES; gleison.oliosi@hotmail.com; ⁽³⁾ Mestre em Agricultura Tropical; UFES, CEUNES; rodrigolajinha@gmail.com; ⁽⁴⁾ Professor Adjunto; UFES, CEUNES; partelli@yahoo.com.br; fabiopires@ceunes.ufes.br; antelmofalqueto@gmail.com; ⁽⁵⁾ Pós-Doutorando; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; jam1agr@yahoo.com.br.

RESUMO: O Nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelo cafeeiro. Apesar da importância do Nitrogênio para a cultura do Café Conilon, poucos são os estudos que correlacionam sua atividade à eficiência fotoquímica do fotossistema II. Sendo assim, objetivou-se com esse estudo avaliar os parâmetros da fluorescência da clorofila *a* em função de diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados em *Coffea canephora*. O experimento foi instalado em outubro de 2010 no município de Nova Venécia - ES em uma lavoura de café Conilon cultivar 'Vitória Incaper 8142'. Foram avaliadas cinco fontes de adubos nitrogenados, sendo ureia perolada comum (45% N); ureia (45% N) + NBPT; ureia (44,6% N) + 0,15% de Cobre + 0,4% de Boro; ureia (37% N) + 17% de Enxofre; e nitrato de amônio (34% N). Foram avaliadas as características da fluorescência da clorofila *a*. Os valores de fluorescência máxima da clorofila *a*, os parâmetros que descrevem os fluxos específicos (fluxos por centro de reação do FSII) e o índice de performance total (PI(ABS)_{total}) não sofreram diferenças significativas em função das diferentes fontes nitrogenadas. Os resultados obtidos para os valores de fluorescência máxima da clorofila *a* propõem que as fontes nitrogenadas não alteraram a eficiência do fotossistema II. As fontes nitrogenadas não causaram efeitos significativos entre si no índice de performance total (PI(ABS)_{total}) indicando que as mesmas não resultaram influência da perda de atividade FSII.

Termos de indexação: Nitrogênio, Fluorescência da Clorofila *a*, Café Conilon.

INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* é representado por pelo menos 103 espécies, no entanto o *C. arabica* e *C. canephora* se destacam comercialmente (Davis et al., 2006). A cultura do café, no Brasil, está presente em maior proporção principalmente nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, apresentando uma produção de 50,83 milhões de

sacas de 60 kg de café beneficiado no Brasil na safra de 2012 (Conab, 2013).

O elemento químico nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pelo cafeeiro. Encontra-se no solo em formas variadas como: nitrato (NO₃⁻), amônio (NH₄⁺), nitrito (NO₂⁻), óxido nitroso (N₂O), óxido nítrico (NO), nitrogênio elementar (N₂), como ureia, proteínas, aminoácidos livres, aminas, açúcares, peptídeos, quitina, quitobiase, peptidoglicano, ácidos nucleicos, bases nitrogenadas, aminados e nos compostos orgânicos (Moreira & Siqueira, 2002). Este nutriente participa da síntese de proteínas estruturais e enzimáticas, as quais são responsáveis pela síntese de outras proteínas e dos intermediários metabólicos e componentes da estrutura celular, como carboidratos, lipídios e pigmentos. Estes compostos constituem a estrutura da planta e são requeridos para o crescimento celular e dos órgãos, como os frutos (Lemaire et al., 1992; Lawlor, 1995).

Na cultura do cafeeiro, o uso de fertilizantes nitrogenados é um recurso eficaz para elevar a produtividade. A análise de resposta à adubação nitrogenada e a sua disponibilidade nas plantas, baseia-se em geral pelo crescimento e produção, ou pelo "status" de N presente nas folhas. Os tecidos das plantas do cafeeiro mostram o real estado nutricional no momento da avaliação. Dentre os órgãos da planta mais utilizados nessas amostragens, a folha é o de maior importância pelo fato de ser a sede do metabolismo e refletir bem na sua composição as mudanças nutricionais (Rodrigues Júnior, 2008).

O processo fotossintético destaca-se nas plantas como força motriz para as reações que se processam em seu metabolismo e a unidade principal desse processo é a clorofila responsável pela conversão de energia luminosa em química nas plantas. A ausência de nitrogênio e clorofila significa que a planta não vai utilizar a luz do sol como fonte de energia para realizar suas funções essenciais como à absorção de nutrientes (Reis et al., 2006).

A utilização de parâmetros da fluorescência das clorofilas tem sido difundida, principalmente no

estudo da capacidade fotossintética das plantas, por ser um método não-destrutivo que permite a análise qualitativa e quantitativa da absorção e o aproveitamento da energia luminosa (eficiência fotoquímica do fotossistema II – F_V/F_M) pelo aparelho fotossintético. Tal técnica tem permitido um aumento no conhecimento dos processos fotoquímicos e não-fotoquímicos que ocorrem na membrana dos tilacóides, além de possibilitar o estudo de características relacionadas à capacidade de absorção e transferência da energia luminosa na cadeia de transporte de elétrons (Krause & Weis, 1991).

Segundo Carelli et al. (1996), a capacidade fotossintética das plantas é dependente do suprimento de nitrogênio. Uma considerável fração desse elemento encontra-se nas folhas, alocado nas proteínas envolvidas no processo fotossintético. Em adição, a fotossíntese depende de vários compostos nitrogenados, como enzimas e pigmentos fotossintéticos, para a produção dos compostos de carbono que compõem a parte aérea. Portanto, a capacidade fotossintética das plantas e o metabolismo do nitrogênio estão diretamente conectados. Apesar da importância do nitrogênio para a cultura do *Coffea canephora*, poucos são os estudos que correlacionam a atividade do nitrogênio à eficiência fotoquímica do fotossistema II.

Dessa forma objetivou-se com esse estudo avaliar os parâmetros da fluorescência da clorofila *a* em função de diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados com eficiência aumentada em *Coffea canephora*.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento no município de Nova Venécia – Espírito Santo - Brasil (18°43'43" S; 40°23'09" O; altitude de 89m). O clima, conforme classificação de Köppen é Aw, tropical com estação seca. Utilizou-se seis genótipos de *Coffea canephora* sendo, 01 V, 02 V, 03 V, 04 V, 05 V e 06 V que fazem parte da cultivar 'Vitória Incaper 8142', com dois anos de idade, implantada no espaçamento de 3 X 1 m.

Foram avaliadas no experimento cinco fontes de adubos nitrogenados: T1= ureia perolada comum (45% N) - forma comumente encontrada no mercado; T2= Ureia (45% N) + NBPT; T3= ureia (44,6% N) + 0,15% de Cu^{2+} + 0,4% de B; T4= ureia (37% N) + enxofre (17%); e T5= nitrato de amônio (34% N). Os tratamentos T2, T3 e T4 são considerados com "eficiência aumentada". Ressalta-se que as adubações com esses fertilizantes foram inicializadas em outubro de 2010, e recomendadas de acordo com o manual de recomendação de

adubação e calagem para o Estado do Espírito Santo - 5° Aproximação (Prezzoti et al., 2007).

A cinética da fluorescência transiente da clorofila *a* foi analisada no dia 27/03/12, pelo fluorômetro portátil HandyPEA (Hanstech, King's Lynn, Norkfolk, UK). Previamente às leituras, as folhas do terceiro ou quarto par de folhas a partir da ponta do ramo, foram adaptadas ao escuro utilizando cliques foliares por 30 minutos, período para oxidação completa do sistema fotossintético. Em seguida, foi emitido um flash de luz, proporcionando um pulso de irradiância saturante de $3000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fótons nas folhas, com duração de 1s. Foram avaliadas as características da fluorescência da clorofila: fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_M), fluorescência variável (F_V) e eficiência fotoquímica do FS II (F_V/F_M), ABS/RC = Fluxo de absorção por centro de reação; TR_0/RC = Fluxo de energia capturado por centro de reação no $t=0$; ET_0/RC = Fluxo de transporte de elétrons por centro de reação no $t=0$; DI_0/RC = Fluxo de energia dissipada por centro de reação no $t=0$.

Os dados das medições dos parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, obtidos, foram submetidos à análise de variância e analisados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de fluorescência inicial (F_0) não apresentaram diferença estatística significativa em função das cinco fontes de fertilizantes nitrogenados utilizados (**Tabela 1**). Presume-se que a emissão da fluorescência inicial (F_0), ocorre dentro do estágio rápido da fluorescência e representa a energia liberada pelas moléculas de clorofila *a* da antena do fotossistema II, antes dos elétrons migrarem para o centro de reação P 680 (PSII), sendo o componente mínimo do sinal da fluorescência (Mathis & Pallotin, 1981). Dessa forma, é uma perda fotoquímica que se espera, não influenciável ou pouco influenciável pela presença ou não do N.

Os valores da eficiência fotoquímica do FS II (F_V/F_M), não diferiram em função das fontes utilizadas, além de exibirem valores muito próximos do nível bom, que esta em torno de 0,83, propondo que as fontes nitrogenadas não alteraram a eficiência do fotossistema II (**Tabela 1**). A razão F_V/F_M indica a eficiência de captura da energia de excitação pelos centros de reação abertos do Fotossistema II (FSII), ou seja, indica a probabilidade de um elétron, quando absorvido pelos pigmentos fotossintéticos do FSII, causar a redução da Quinona (Qa) (Krause & Weis, 1991), representando segundo Haehnel et al. (1982), a eficiência quântica do transporte de elétron através



do FII. As relações da fluorescência variável e a máxima é uma das mais representativas do estado fotoquímico das folhas ou mesmo indicador de estresses (Zanandrea et al., 2006).

A Fluorescência máxima da clorofila *a* e os parâmetros que descrevem os fluxos específicos (fluxos por centro de reação do FSII), não apresentaram diferença mínima significativa em função das diferentes fontes nitrogenadas utilizadas (**Tabela 1**).

O índice de performance total (PI(ABS)_{total}) também não apresentou diferença em relação aos fertilizantes utilizados, indicando que as fontes nitrogenadas não causaram efeitos significativos entre si em *Coffea canephora*, propondo que as fontes não resultaram influência da perda de atividade FSII (**Tabela 1**).

CONCLUSÕES

Os valores de fluorescência máxima da clorofila *a* não diferiram significativamente em função das diferentes fontes de ureia, propondo que as fontes nitrogenadas não alteraram a eficiência do fotossistema II.

O Fluxo de transporte de elétrons, o Fluxo de energia dissipada por centro de reação no $t=0$, e o Índice de performance total não apresentaram diferença significativa em função das fontes utilizadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsas e pelo apoio financeiro, e ao produtor rural João Batista Marré que disponibilizou a área para a realização do experimento.

REFERÊNCIAS

CARELLI, M. L. C.; UNGARO, M. R. G.; FAHL, J. I. & NOVO, M. do C. S. S. Níveis de nitrogênio, metabolismo, crescimento e produção de girassol. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 8:123-130, 1996.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra 2013 primeira estimativa, janeiro/2013. Acesso em 29/01/2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_43_49_boletim_cafe_janeiro_2013.pdf.

DAVIS, A. P., GOVAERTS, R., BRIDSON, D. M. & STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152:465-512, 2006.

HAEHNEL, W.; NAIRN, I. A.; REISBERG, P. & SAUER, K. Picosecond fluorescence kinetics and transfer in chloroplast and algae. *Biochemistry and Biophysical Acta*, 680:161-173, 1982.

RODRIGUES JUNIOR, F. A. R. Geração de zonas de manejo para cafeicultura usando sensor SPAD e análise foliar. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008, 64p.

KRAUSE, G. H. & WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42:313-349, 1991.

LAWLOR, D. W. Photosynthesis, productivity and environment. *Journal of Experimental Botany*, 46:1449-1461, 1995.

LEMAIRE, G.; KHAITY, M.; ONILLON, B.; ALLIRAND, J. M.; CHARTIER, M. & GOSSE, G. Dynamics of accumulation and partitioning of N in leaves, stems and roots of Lucerne (*Medicago sativa*) in a dense canopy. *Annals of Botany*, 70:429-435, 1992.

MATHIS, P. & PALLOTIN, G. Primary process of photosynthesis. In: HATCH, M.D. & BOARDMAN, N. K. ed. *The biochemistry of plants*. New York: Academic Press, 1981. p.97-161.

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

PREZZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G. & OLIVEIRA, J. A. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. 5ª aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

REIS, A. R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZZETTI, S. & ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. *Bragantia*, 65:163-171, 2006.

ZANANDREA, I.; NASSI, F. de L.; TURCHETTO, A. C.; BRAGA, E. J. B.; PETERS, J. A. & BACARIN, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira de Agrociência*, 12:157-161, 2006.

Tabela 1. Avaliação dos parâmetros da fluorescência da clorofila *a* em função de diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados em *Coffea canephora*.

PARÂMETROS ¹	Uréia Perolada Comum	Uréia + NBPT	Uréia + Cu ²⁺ e B	Uréia + enxofre	Nitrato de Amônio	Coefic. de variação (%)
F ₀	483,1 a	497,5 a	504,9 a	509,3 a	503,0 a	7,76
F _M	2748 a	2758 a	2881 a	2766 a	2938 a	9,82
F _v /F _M	0,822 a	0,817 a	0,821 a	0,812 a	0,826 a	3,33
PI (ABS) _{total}	3,570 a	2,945 a	3,424 a	3,200 a	3,366 a	30,19
ABS/RC	1,871 a	2,006 a	1,947 a	1,947 a	1,978 a	13,57
TR ₀ /RC	1,484 a	1,564 a	1,530 a	1,521 a	1,567 a	9,95
ET ₀ /RC	0,888 a	0,871 a	0,899 a	0,910 a	0,906 a	9,76
DI ₀ /RC	0,386 a	0,441 a	0,417 a	0,425 a	0,410 a	31,96

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha, em cada fator, não diferem entre si segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade. F₀= Fluorescência inicial; F_M= Fluorescência máxima; F_v/F_M= Eficiência fotoquímica do fotossistema II; PI (ABS)_{total}= Índice de desempenho total; ABS/RC = Fluxo de absorção por centro de reação; TR₀/RC = Fluxo de energia capturado por centro de reação no t=0; ET₀/RC = Fluxo de transporte de elétrons por centro de reação no t=0; DI₀/RC = Fluxo de energia dissipada por centro de reação no t=0.