

FLUORESCÊNCIA TRANSIENTE DA CLOROFILA A EM FOLHAS DE *COFFEA ARABICA* L. SUBMETIDAS A APLICAÇÃO DE PIRACLOSTROBINA EM CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO NO SUBSTRATO

SD Tatagiba, Professor Adjunto I, IFPA-PA, sandrodantatagiba@yahoo.com; AF Peloso, Mestre em Produção Vegetal, UFES-ES, anelisapeloso@hotmail.com; JFT Amaral, Professor Associado IV, UFES-ES, jftamaral@yahoo.com.br; JEM Pezzopane, Professor Associado IV, UFES-ES, pezzopane2007@yahoo.com.br

O método não-invasivo para avaliar a fotossíntese, tal como, a fluorescência da clorofila *a*, pode fornecer uma análise detalhada de como a planta responde a mudanças no ambiente (ROLFE; SCHOLLES, 2010). Esta técnica fornece parâmetros únicos associados com a fotossíntese nas folhas que mapeiam o aparato fotoquímico (ROUSSEAU et al., 2013), permitindo um avanço no conhecimento dos processos fotoquímicos que ocorrem na membrana dos tilacóides dos cloroplastos, além de possibilitar o estudo de características relacionadas à capacidade de absorção e transferência da energia luminosa na cadeia de transporte de elétrons (ROUSSEAU et al., 2013). Entre os vários parâmetros de fluorescência de clorofila *a* que podem ser avaliados, a eficiência máxima na qual a luz é absorvida pelo fotossistema (FS) II, é frequentemente representada pela eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), o qual, tem sido amplamente utilizado para comparar tecidos foliares em condições de estresse (ROLFE; SCHOLLES, 2010). Esta proporção é próxima ou ligeiramente acima de 0,8 em tecido foliar maduro e livre de estresse, porém, é progressivamente reduzido à medida que danos nos centros de reação FS II são acentuados (KRAUSE; WEIS, 1991). A energia absorvida pelos centros de reação do FS II na fotossíntese pode ser analisada ainda pela fração de energia usada na fotoquímica [Y(II)] e a perda na não-fotoquímica, a qual pode ser separada em duas concorrentes: o rendimento induzido pelo processo de dissipação térmica regulada [Y(NPQ)] e o rendimento da dissipação não regulada [Y(NO)], a que se refere a perda de energia na forma constitutiva nas antenas do FS II e via fluorescência. Normalmente, o estresse provocado por algum fator ambiental na planta, como por exemplo, o déficit hídrico, pode levar a uma redução inicial em Y(II), um aumento em Y(NPQ) e um declínio em F_v/F_m , ligado a perda de funcionalidade do aparato fotossintético (KRAUSE; WEIS, 1991). Dessa forma, o objetivo com este estudo, investigar o rendimento fotoquímico em folhas de cafeeiro arábica, Catuaí Vermelho (IAC 144), submetido ao déficit hídrico, utilizando para tal finalidade, as análises dos parâmetros fornecidos pela fluorescência da clorofila *a*.

O experimento foi realizado em casa de vegetação na área experimental do Núcleo de Estudos e Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado no município de Jerônimo Monteiro, situado na latitude 20°47'25" S, longitude 41°23'48" W e altitude de 120 m.

Foram utilizadas mudas com 90 dias de idade, da cultivar de café arábica (*Coffea arabica* L.), "Catuaí Vermelho", IAC 144, proveniente do INCAPER, Venda Nova do Imigrante - ES. As mudas foram transplantadas para os vasos, as mudas cresceram com teor de umidade do substrato próximo à capacidade de campo (CC) (BERNARDO; SOARES, MONTOVANI, 2006) por 130 dias, quando, então, foi iniciado o tratamento diferenciado de déficit hídrico de 30% de água disponível (AD), permanecendo por 100 dias. A aplicação de piraclostrobina sob as folhas das plantas foi realizada em uma única etapa, 25 dias após o início dos tratamentos com as diferentes disponibilidades hídricas no substrato, aos 155 dias de experimentação. Para aplicação da piraclostrobina foi utilizado um pulverizador manual costal com capacidade de 20 L e um bico tipo leque. Foram aplicadas três concentrações de piraclostrobina: 0; 0,7 e 1,4 g/L, a partir do produto comercial Comet[®], da empresa BASF S.A. Para as plantas controle (0 g/L) foi realizado pulverização com água destilada.

O substrato utilizado para o enchimento dos vasos foi constituído de solo extraído à profundidade de 40 a 80 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo (70%), areia lavada (20%) e esterco bovino curtido (10%), destorroado e passado em peneira de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar. Foi realizada análise granulométrica do substrato (EMBRAPA, 1997), obtendo-se a classificação textural argilo-arenoso. A necessidade da aplicação de corretivos e adubos químicos foi feita com base na análise química do substrato. Durante o período experimental foram realizadas quatro adubações de cobertura em intervalos de 45 dias, até o final do experimento, conforme preconizado por Prezotti et al. (2007).

Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* foram determinadas usando um sistema portátil a infravermelho (LI-6400XT, LI-COR, Lincoln, NE, EUA). Na antemã, foi obtida a fluorescência mínima (F_0), a fluorescência máxima (F_m). A partir destas medições iniciais, a eficiência máxima na qual a luz é absorvida pelo FS II foi estimada através da eficiência quântica máxima da fotoquímica pela determinação da razão: $F_v/F_m = [(F_m - F_0)/F_m]$. Os tecidos foliares foram subsequentemente expostos a irradiação actínica ($530 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 120 s para obter o rendimento de fluorescência no estado estacionário (F_s). Após um pulso de luz branca saturante ($2400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; 0,8 s) foi aplicada para atingir a máxima fluorescência adaptada à luz (F_m'). A fluorescência inicial adaptada à luz (F_0') foi estimada de acordo com Oxborough (2004). Seguindo os cálculos formulados por Kramer, Johnson, Kiirats, e Edwards (2004), foram determinadas a energia absorvida pelo FS II para os três componentes de dissipação do rendimento quântico a seguir: o rendimento da fotoquímica [Y(II) = $(F_m' - F_s)/F_m'$], o rendimento induzido pelo processo de dissipação regulada [Y(NPQ) = $(F_s/F_m') - (F_s/F_m)$] e o rendimento de dissipação não regulada de energia [Y(NO) = F_s/F_m] (Krause & Weis, 1991).

As avaliações dos parâmetros de fluorescência de clorofila *a* foram em folhas totalmente expandidas do terço superior das plantas de cada repetição por tratamento aos dias 1, 7 e 14 após a aplicação de piraclostrobina. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos divididos em três concentrações de piraclostrobina (0; 0,7; 1,4 g/L), com seis repetições.

Resultados e conclusões:

Em condições de déficit hídrico, os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* mostraram a importância do fornecimento de piraclostrobina como estratégia em reduzir os danos causados pelo estresse hídrico no rendimento fotoquímico (Figura 1). O aumento da concentração de piraclostrobina em 1,4 g/L, foi suficiente para promover

acréscimos significativos nos valores de F_0 e F_m em relação as plantas em que não foi aplicado a molécula (0 g/L), ao longo dos dias de avaliação, indicando que a piraclostrobina pode contribuir para a eficiência da energia de excitação na antena coletora de luz e reduzir danos causados pelo déficit hídrico aos centros de reação do FSII (Figuras 1 - A e B). Apesar deste aumento significativo encontrado nas médias dos valores de F_0 e F_m , as plantas tratadas com 1,4 g/L e não tratadas (0 g/L) com piraclostrobina não apresentaram diferenças significativas entre as médias dos valores de F_v/F_m , indicando que as plantas de *C. arabica* expostas a seca mantiveram a integridade da proteína D1 do FS II e não sofreram fotoinibição (Figura 1C).

Os rendimentos fotoquímicos [Y(II)] e não fotoquímicos [Y(NPQ) e Y(NO)] apresentaram alterações significativas com o aumento na concentração de piraclostrobina (Figura 1D). Acréscimos significativos nas médias dos valores de Y(II) nas plantas tratadas com 1,4 g/L em relação as plantas tratadas com 0 g/L de piraclostrobina em 56% aos 7 dias e de 36% aos 14 dias de avaliação, indicaram uma maior absorção e uso da luz pelo aparato fotoquímico, podendo levar um aumento na taxa de transporte de elétrons através dos fotossistemas (Figura 1D). Em adição, os aumentos significativos observados nas médias de Y(II) em 27 e 35%, aos 7 e 14 dias após a aplicação de piraclostrobina nas plantas tratadas com 1,4 g/L em relação as plantas tratadas com 0,7 g/L, evidenciam que o acréscimo na concentração da molécula contribuiu de forma positiva para o rendimento fotoquímico do FS II (Figura 1D).

Por sua vez, os aumentos significativos observados em Y(NPQ) nas plantas tratadas com 0,7 e 1,4 g/L em relação as plantas não tratadas com piraclostrobina (0 g/L), sugere que a molécula contribuiu para maior dissipação da energia de excitação na forma de calor, indicando, portanto, atuar em condições de déficit hídrico, favorecendo a dissipação de energia não fotoquímica em contrapartida da dissipação de energia fotoquímica (Figura 1E). Em adição, reduções significativas observadas em Y(NO) aos longos dos dias de avaliação para as plantas tratadas com 1,4 g/L de piraclostrobina em comparação as plantas não tratadas com essa molécula (0 g/L) (Figura 1F), confirmam que o fornecimento de piraclostrobina as plantas em maior concentração, proporcionou efetiva contribuição na dissipação de energia perdida de forma constitutiva nas antenas do FS II e pela fluorescência, favorecendo ainda mais a dissipação de energia para os eventos não fotoquímicos.

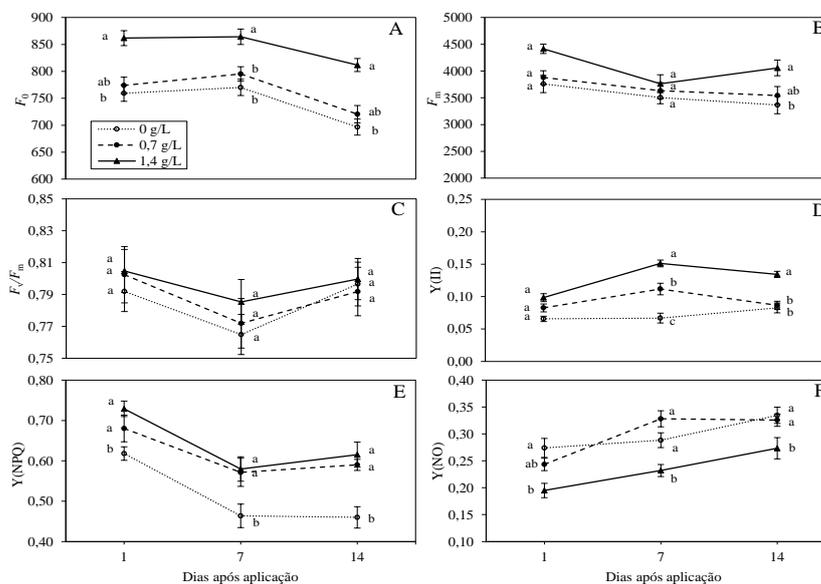


Figura 1 - Fluorescência mínima (F_0) (A), fluorescência máxima (F_m) (B), rendimento quântico máximo do FS II (F_v/F_m) (C), rendimento quântico efetivo do FSII Y(II) (D), rendimento quântico da dissipação regulada Y(NPQ) (E) e rendimento quântico da dissipação não regulada Y(NO) (F) em folhas de *Coffea arabica* L., submetidas a diferentes concentrações de piraclostrobina a 30% de água disponível. Médias seguidas de mesma letra em cada tempo de amostragem (Dias após aplicação de piraclostrobina) não diferenciam entre si pelo teste Tukey ($P \geq 0.05$). Barras em cada ponto dos gráficos representam o erro padrão da média. (n = 6).