



AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA E ANÁLISE DE PIGMENTOS DOS LIMÕES VERDADEIROS ‘LISBOA’ E ‘DE-BA-AHMED’, NO MUNICÍPIO DE LINHARES, REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO¹

Wilka Messner da Silva Bispo¹; Emerson Campos Canal¹; Adelaide de Fátima Santana da Costa²; Inorbert de Melo Lima³; Flávio de Lima Alves³; Diolina Moura Silva⁴.

¹Mestrando(a) do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV) / Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); ²Engenheira Agrônoma Pesquisadora, doutora – Incaper; ³Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Pesquisador – Incaper; ⁴Professor Associado, doutora, PPGBV – UFES,

INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira se apresenta como um importante segmento econômico, tanto por seu alto valor de produção quanto pela geração direta ou indireta de empregos. O Brasil destaca-se como grande produtor de citros, possuindo pomares que somam uma população superior a 200 milhões de plantas (IBGE, 1995, apud SOARES FILHO, 1999, p. 01). Apesar disso, o cultivo de limão verdadeiro é pequeno e está concentrado nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, devendo haver expansão para outros estados a partir de pesquisas de adaptação de genótipos.

Vários aspectos devem ser analisados em pesquisas relacionadas à adaptação das espécies cítricas: clima, solo, sanidade das plantas e análise do comportamento fisiológico das mesmas, a fim de proporcionar aos citricultores conhecimentos que permitam obter maior produtividade (CASER; AMARO, 2004), e garantia de retorno econômico. Dentre as análises fisiológicas, a detecção dos pigmentos fotossintetizantes e as medidas de fluorescência são de grande valia. Segundo Christen et al. (2007), a fluorescência da clorofila *a* pode ser utilizada como medida de eficiência fotossintética e provê informações a respeito da relação entre estrutura e funcionamento do fotossistema II (PSII), centros de reação (RC) e outros complexos relacionados à atividade fotoquímica. A energia absorvida pela planta pode ser dissipada de três formas distintas – dissipação fotoquímica, passando por todo o aparato fotossintético; dissipação sob a forma de calor ou na fluorescência – e complementares, e é essa complementaridade que permite a inferência a respeito da efetividade dos processos.

¹ Apoio financeiro MCT / FAPES

Sendo assim, este trabalho visou comparar a eficiência fotoquímica de duas cultivares de limão verdadeiro na região Norte do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Sooretama, pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Foram utilizadas plantas das cultivares de limão verdadeiro 'Lisboa' e 'De-Ba-Ahmed', já estabelecidas em campo, na coleção biológica de *Citrus spp.*

Foi efetuada a medição da fluorescência da clorofila *a* em folhas jovens totalmente expandidas, adaptadas ao escuro, utilizando-se um fluorômetro portátil Handy PEA (Plant Efficiency Analyzer, Hanstech, King's Lynn, Norfolk, UK). As medidas foram realizadas entre 12 e 14 horas e os resultados foram tabulados e trabalhados com auxílio do software PEA Plus, o qual extraiu os valores de fluorescência rápida e derivou parâmetros que caracterizam o comportamento do PSII, analisados segundo o teste OJIP (STRASSER; STIRBET, 2001; FORCE; CRITCHLEY; VAN RENSEN, 2003). Foram também realizadas medições de teor de clorofila total, determinadas com de um clorofilômetro Minolta, modelo SPAD-502, elegendo-se folhas expostas ao longo do dia, situadas no terço médio da copa das árvores.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com duas variedades e 10 repetições. Os dados referentes à fluorescência foram submetidos à estatística descritiva, sendo a média dos parâmetros analisados para ambos os cultivares chamada de controle, ao qual atribuiu-se o valor unitário. Os dados de clorofila total, por sua vez, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias submetidas ao teste de Tukey ($P < 0,01$ ou $P < 0,05$). As análises foram realizadas utilizando-se o programa ASSISTAT 7.4b (SILVA, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As clorofilas são responsáveis pela captação da radiação luminosa, necessária aos processos fotoquímicos, sendo assim, são estreitamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas. Observando a tabela 1, percebe-se, entretanto, que houve pouca variação nos teores foliares de clorofila, não havendo diferença significativa entre as duas



cultivares, comportamento semelhante ao que foi observado por Neto e outros (2002) em limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’ e tangerinas ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’.

TABELA 1 - Teores médios de clorofila de folhas dos cultivares de limão verdadeiro ‘Lisboa’ e ‘De-Ba-Ahmed’.

| CULTIVARES | MÉDIA DOS TEORES DE CLOROFILA (<i>a+b</i>) (Um. SPAD) |
|-------------|---|
| Lisboa | 66.4 a |
| De-Ba-Ahmed | 64.4 a |

Em relação aos parâmetros de fluorescência rápida, observa-se na figura 1 que a cultivar ‘Lisboa’, em detrimento da cultivar ‘De-Ba-Ahmed’, apresentou valores mais elevados para fluorescência inicial (F_0), definida como a fluorescência decorrente da oxidação da primeira molécula aceptora do PSII (LAZÁR, 2006). De acordo com Rodrigues (1998), a inativação do PSII ou a inibição da transferência da excitação das antenas ao centro de reação, podem ser a causa da elevação de F_0 . Esta idéia é sustentada pelos baixos valores encontrados para ET_0/TR_0 e ET_0/RC , indicadores da menor probabilidade de permanência do elétron na cadeia transportadora e menor capacidade de transporte desse elétron por centro de reação, respectivamente.

Os valores de F_v/F_m , de ambas as cultivares, foram semelhantes à média, indicando equivalente eficiência quântica máxima do PSII. Segundo Christen et al., F_v/F_m nem sempre deve ser utilizado como o principal parâmetro de avaliação da eficiência fotoquímica e vitalidade da planta. Como as cultivares apresentaram valores semelhantes para F_v/F_m , este parâmetro torna-se não representativo.

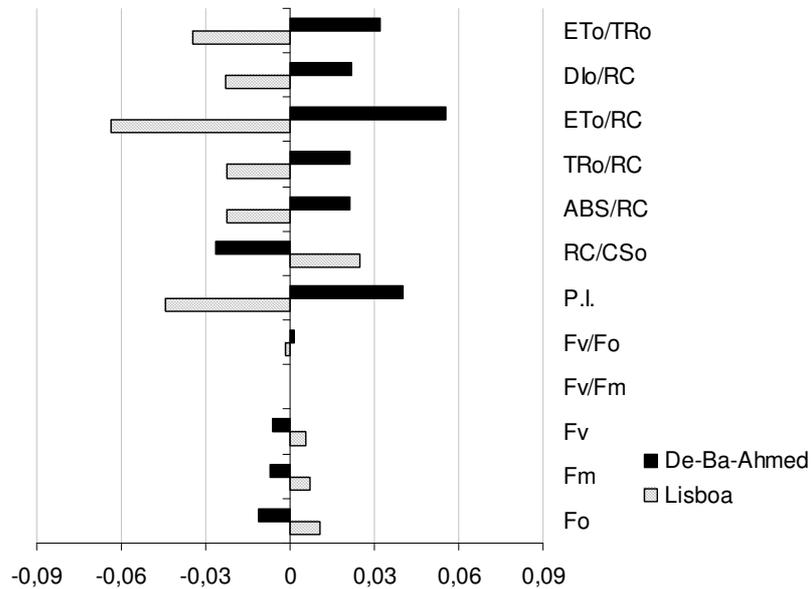


FIGURA 1 - Panorama geral dos parâmetros de emissão de fluorescência rápida das cultivares 'Lisboa' e 'De-Ba-Ahmed' de limão.

Ainda na figura 1, percebe-se, para a 'Lisboa', maior número de centros de reação ativos (RC/CSo), entretanto, sua taxa de captura e absorção de energia por centro de reação (TRo/RC e ABS/RC, respectivamente) foi menor que a observada para a 'De-Ba-Ahmed', indicando possível dano ao aparato fotossintético. A cultivar 'Lisboa' também apresenta menores valores de dissipação da energia (Dlo/RC), quando comparada à outra cultivar. Esta menor dissipação é equivalente à sua baixa absorção.

Segundo Christen et al. (2007), o parâmetro P.I., que representa o índice de vitalidade do organismo, deve ser associado a três fatores, um componente referente à densidade de centros de reação ativos por clorofila capaz de realizar absorção (RC/ABS), ETo/TRo e Fv/Fo. Sendo assim, a 'De-Ba-Ahmed' apresentou maior taxa de dissipação de energia, porém sua absorção e ETo/TRo se apresentam com valores acima da média, quando comparadas à 'Lisboa'. Este comportamento permitiu, então, que o estado e a efetividade da cadeia transportadora de elétrons (Fv/Fo) fossem mais representativos para 'De-Ba-Ahmed', gerando um maior P.I.

CONCLUSÕES

Fatores ambientais influenciam o funcionamento e estruturação do aparato fotossintético; assim, é possível inferir que a cv. 'De-Ba-Ahmed' responde melhor às condições do



ambiente em que está inserida. Mesmo apresentando menor número de centros de reação ativos e maior taxa de dissipação de energia, apresentou altos valores para os demais parâmetros avaliados, incluindo o ETo/TRo, o que o permitiu a obtenção de um maior índice de desempenho e, provavelmente, de um maior potencial produtivo, quando comparada à cultivar 'Lisboa'.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal e ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pelo auxílio concedido na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

CASER, D. V.; AMARO, A. A. Evolução da produtividade na citricultura paulista.

Informações Econômicas, São Paulo, v. 34, n. 10, p. 7 - 12, 2004.

CHRISTEN, D. et al. Characterization and early detection of grapevine (*Vitis vinifera*) stress responses to esca disease by in situ chlorophyll fluorescence and comparison with drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, p. 504 - 514, 2007.

FORCE, L.; CRITCHLEY, C.; VAN RENSEN, J. J. S. New fluorescence parameters for monitoring photosynthesis in plants. **Photosynthesis Research**, v. 78, p. 17 - 33, 2003.

LAZÁR, D. The polyphasic chlorophyll *a* fluorescence rise measured under high intensity of exciting light. **Functional Plant Biology**, Olomouc, v. 33, p. 9 - 30, 2006

NETO, A. D. et al. Diagnóstico do estado nutricional de N em porta-enxertos de citros, utilizando-se de teores foliares de clorofila. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 204 - 207, 2002.

RIBEIRO, R. V. et al. High temperatures effects on the response of photosynthesis to light in sweet orange plants infected with *Xylella fastidiosa*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n. 2, p. 89 - 97, 2003.



RODRIGUES, M. A. Laboratório de Estudos Aplicados em Fotossíntese (L. E. A. F.):

Definição e Ocorrência da Fotoinibição. 1998. Disponível em:

<<http://server2.iq.ufrj.br/~almenara/fotoinibicao.htm#ln>>. Acesso em: 17 jul. 2008.

SILVA, F. de A. S. E. ASSISTAT Versão 7.4 beta. **The ASSISTAT Software: statistical assistance**, Campina Grande: UFCG, 2007. Disponível em:

<<http://assistat.sites.uol.com.br>>. Acesso em: 7 jul. 2008.

SOARES FILHO, W. dos S. Variabilidade genética e melhoramento dos citros. In:

QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos Genéticos e**

Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. 1999. On-line. Disponível em:

<<http://www.cpatia.embrapa.br>>. Acesso em: 19 jul. 2008. Petrolina: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF.

STRASSER, R. J; STIRBET A. D. Estimation of the energetic connectivity of PS II centres in plants using the fluorescence rise O–J–I–P. Fitting of experimental data to three different PS II models. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 56, p. 451 – 461, 2001.

20080925_000015