# USO DA CINÉTICA DA EMISSÃO DA CLOROFILA *a* EM BANANEIRA cv. JAPIRA SUBMETIDA A DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÃO

Priscilla Nobres dos Santos[1]; Vinícius Novo Gama[1]; Leonardo Valandro Zanetti[1]; Joilton Tavares Cunha[1]; Adelaide de F. S. da Costa[1],[2]; Diolina Moura Silva[1, 3]

[1]Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, CCHN, UFES, Campus Goiabeiras - CEP: 29075-910, Vitória - ES, (27)4009-7609, biovegetal@terra.com.br; [2]Engª Agrª, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper, [3]Bióloga, Doutora em Fisiologia Vegetal.

## INTRODUÇÃO

A utilização de lodo de esgoto como fertilizante orgânico ou condicionador do solo, tem-se tornado cada vez mais atraente como fonte alternativa de fertilização, representando uma redução de custos na produção de alimentos. Além de ser constituído de nutrientes vegetais e matéria orgânica pode conter altas de nitrogênio (N), sendo esta uma das maiores razões para sua utilização agronômica (NASCIMENTO et al., 2004). Entretanto, é essencial entender o destino dos nutrientes minerais em solos tratados com o lodo de esgoto tanto por motivos de nutrição vegetal quanto para manejar os impactos ambientais relacionados com os demais métodos de adubação (CORRÊA et al., 2005). A bananicultura tem grande potencial para receber esse material em vista de suas exigências nutricionais e da favorabilidade que a adição de matéria orgânica representa tanto na produção vegetal como na melhoria do solo (MELO et al. 2005).

A cultivar Japira, é uma nova cultivar de bananeira que tem despertado grande interesse comercial. Ela é um híbrido tetraplóide (AAAB), obtido por meio de cruzamento entre a cultivar Pacovan (AAB) e o híbrido diplóide M 53 (AA) e resistente a Sigatoga-amarela, Sigatoga-negra e o Mal-do-panamá (VENTURA et al., 2005; SIVIERO et al., 2006).
Estudos da fisiologia desta cultivar são ainda incipientes, mas, extremamente necessários uma vez que a tolerância aos estresses bióticos pode estar relacionados a estratégias de tolerância a outros estresses tais como ao déficit hídrico, salino e térmico. O fato destas

plantas produzirem frutos com grande valor comercial sugere uma elevada eficiência fotossintética. A fluorescência da clorofila *a* tem sido uma ferramenta muito utilizada para avaliar o aparelho fotossintético em plantas submetidas a diferentes estresses bem como avaliar a eficiência da captura e utilização da energia luminosa para produção de fotoassimilados os quais produzirão, nas etapas seguintes do metabolismo, alto padrão de qualidade.

Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do uso de diferentes concentrações de lodo de esgoto em solo de cultivo da bananeira Japira usando a fluorescência da clorofila *a* como indicador.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em fevereiro de 2009 na Fazenda Experimental de Sooretema/Incaper, no Município de Sooretama, situado a uma altitude de 75 m, longitude - 40,079 W, latitude - 19,114 S, região nordeste capixaba. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos (um controle e oito tratamentos de adubação): T1- 11kg de esterco de cama de frango, T2- 210g de uréia, T3- Sem adubação, T4- 20kg de lodo de esgoto, T5- 40kg de lodo de esgoto, T6 - 60kg de lodo de esgoto, T7- 80kg de lodo de esgoto, T8- 100kg de lodo de esgoto e T9- 120kg de lodo de esgoto. O cálculo das dose foi baseado na concentração de nitrogênio no lodo e em 1/3 das necessidades de nitrogênio durante todo o período de desenvolvimento vegetativo até a a fase de diferenciação floral, de acordo com a recomendação para a cultura.

A fluorescência transiente polifásica (curva OJKIP) da clorofila *a* foi medida em julho de 2009, utilizando um fluorômetro portátil (Modelo Handy PEA, Hansatech Inst. UK.). Todas as leituras foram realizadas após a aclimatização das amostras em escuro por 30 minutos. Utilizou-se sempre a segunda folha totalmente desenrolada. As medidas de fluorescência transiente foram obtidas até 1 s com taxa de aquisição de dados de $10^5$ pontos por segundo para os primeiros 2 ms, e de 1000 pontos por segundo depois de 2 ms. A emissão de fluorescência clorofila foi induzida em uma área de 4 mm de diâmetro da folha pela exposição da amostra a um pico de luz vermelha de 3.000 µmol $m^{-2}$ $s^{-1}$. A fluorescência

inicial ($F_0$) foi considerada como sendo o nível de fluorescência no tempo de 50 µs (STRASSER et. al., 1995), sendo que $F_0$ é a intensidade de fluorescência que todos os centros de reação do FS II estão abertos. A intensidade de fluorescência máxima ($F_M$) que é obtida quando todos os centro de reação do FS II estão fechados, também foi determinada após o pulso saturante. Obtidas as intensidades de fluorescência foram calculados os parâmetros estabelecidos pelo teste JIP (STRASSER et al., 1995; 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados representados na Figura 1 evidenciam que as plantas cultivadas em solo contendo esterco de cama de frango (T1) e aquelas onde foram adicionados 20 kg (T4) e 40 kg (T5) de lodo de esgoto, quando comparadas com as plantas cultivadas em solo sem adição de adubos, apresentaram uma redução nos fluxos específicos de absorção (ABS/RC), captura ($TR_0$/RC) e transporte ($ET_0$/RC) de elétrons excitados através dos centros de reação na cadeia de transporte de elétrons. Também houve uma considerável redução no fluxo de dissipação da energia luminosa (mais de 10%) nas plantas destes três tratamentos, representados pelo índice $DI_0$/RC. Ora, em se considerando que ABS/RC é uma indicação do tamanho do sistema antena, que $TR_0$/RC representa o índice de redução de $Q_A$ para $Q_A^-$ e que $ET_0$/RC representa a taxa de reoxidação de $Q_A^-$ pode-se inferir pelos resultados obtidos que os tratamentos T1, T4, T5 e T7 proporcionaram maior aproveitamento da energia luminosa e menores taxas de dissipação dessa energia ($DI_0$/RC) (STRASSER et al., 2004).

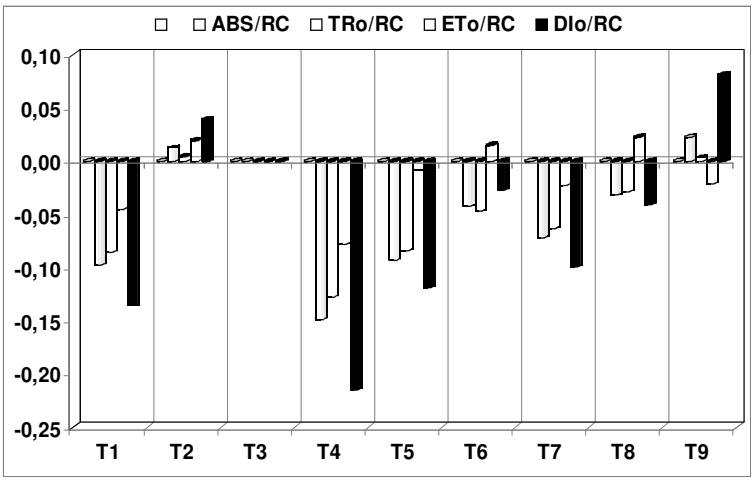



**FIGURA 1 -** Parâmetros de fluxo de energia específico através do FSII por centro de reação: ABS/RC, $TR_0$/RC, $ET_0$/RC e $DI_0$/RC. Onde T1- 1kg de esterco de galinha, T2- 210g de uréia, T3- sem adubação, T4- 20kg de lodo de esgoto, T5- 40kg de lodo de esgoto, T6 - 60kg de lodo de esgoto, T7- 80kg de lodo de esgoto, T8- 100kg de lodo de esgoto e T9- 120kg de lodo de esgoto. Todos os dados foram normalizados tomando-se o tratamento T3 (sem adubação) como referência. (n=9)

Nos tratamentos T6 e T8 observa-se que a taxa de reoxidação de $Q_A$ foi maior do que o controle sem adição de fertilizante e em T2 e T9, o fluxo de dissipação da energia radiante ($DI_0$/RC) foi maior do que o controle. Os resultados apresentados na figura 1 são validados por aqueles representados na Figura 2. A eficiência com que os fótons absorvidos pelos sistemas antena irão ser capturados pelos centros de reação do FS II com a resultante redução de $Q_A$ (RC/ABS) foi maior nos tratamentos T1, T4, T5 e T7. A eficiência com que os elétrons excitados, estando em $Q_A^-$, entrarão na cadeia de transporte de elétrons [indicado pelo índice $\square_{P0}/(1-\square_{P0})$] e a razão entre a probabilidade de transporte dos elétrons excitados em relação a energia absorvida [$\psi_0/(1-\psi_0)$] foram também maiores nestes quatro tratamentos.

Nos tratamentos T1, T4, T5 e T7 podem ser considerados a necessidade das plantas de bananeira pelo maior teor de nitrogênio no solo. Tanto a uréia quanto o lodo de esgoto em menores proporções estariam fornecendo maiores quantidades deste nutriente que é

essencial para o crescimento, a biossíntese de proteínas e o bom funcionamento do aparelho fotossintético. Trannin et al. (2007) trabalhando com adição de lodo em solo para cultivo de milho observou aumento da dinâmica da microbiota e na qualidade do solo. Os perigos da disponibilidade maior de nitrato em solos tratados com lodo de esgoto e a contaminação do lençol freático pela lixiviação do nitrato foram estudados por Corrêa et al. (2005), porém os autores consideraram de pequeno risco a adição do lodo em solos agricultáveis.

Os três componentes que descrevem as razões de fluxo de energia através dos fotossistemas [RC/ABS; $\varphi_{P0}/(1-\varphi_{P0})$ e $\psi_0/(1-\psi_0)$] produziram um maior índice de vitalidade da amostra ($PI_{ABS}$). Este parâmetro tem sido relatado na literatura como um dos mais sensíveis a estresse (CLARK *et al.* 2000), podendo ser um excelente indicativo de dano ao aparato fotossintético. De fato, pode-se comprovar no presente ensaio, que no tratamento onde a concentração de lodo de esgoto foi maior (T9) houve uma queda na eficiência com que os fótons absorvidos pelos sistemas antena irão ser capturados pelos centros de reação do FS II com a resultante redução de $Q_A$ (RC/ABS), uma considerável redução na eficiência com que os elétrons excitados, estando em $Q_A^-$, entrarão na cadeia de transporte de elétrons [$\varphi_{P0}/(1-\varphi_{P0})$] e na razão entre a probabilidade de transporte dos elétrons excitados em relação a energia absorvida [$\psi_0/(1-\psi_0)$] indicando uma provável toxidez.

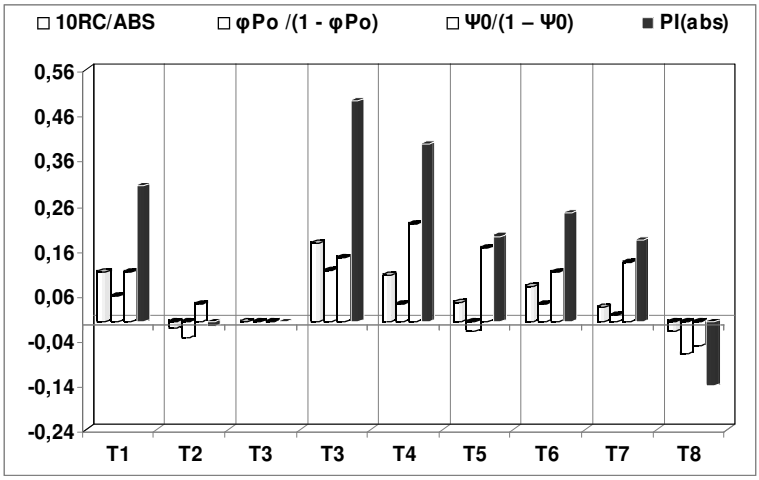



**FIGURA 2** - Componentes do índice de vitalidade ($PI_{ABS}$):RC/ABS, $\varphi_{Po}$ /(1 - $\varphi_{Po}$) e $\Psi_0$/(1 – $\Psi_0$). Onde T1- 1kg de esterco de galinha, T2- 210g de uréia, T3- sem adubação, T4- 20kg de lodo de esgoto, T5- 40kg de lodo de esgoto, T6 - 60kg de lodo de esgoto, T7- 80kg de lodo de esgoto, T8- 100kg de lodo de esgoto e T9- 120kg de lodo de esgoto. Todos os dados foram normalizados tomando-se o tratamento T3 (sem adubação) como referência. (n=9)

Os tratamentos T1 (11kg de esterco de galinha), T4 (20kg de lodo de esgoto) e T5 (40kg de lodo de esgoto) mostraram que a razão RC/ABS e a razão [$\psi_0$/(1-$\psi_0$)] foram os componentes que mais contribuíram para o aumento de $PI_{ABS}$.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem sugerir que os teores de nutrientes, disponíveis nos tratamentos T1 (11 kg de esterco de cama de frango), T4 (20 kg de lodo de esgoto) e T5 (40 kg de lodo de esgoto) proporcionaram um aumento do número de centro de reação ativo do FS II (RC/ABS), bem como um aumento na eficiência das reações de oxi-redução no FS II [$\psi_0$/(1-$\psi_0$)]. Esses dois componentes [RC/ABS e $\psi_0$/(1-$\psi_0$)] refletiram-se como um aumento da performance fotossintética ($PI_{ABS}$) das plantas destes três tratamentos (T1, T4 e T5).

## REFERÊNCIAS

CLARK, A. J., LANDOLT, W., BUCHER, J. B. ,STRASSER, R. J. Beech (Fagus sylvatica L.) response to ozone exposure assessed with a chlorophyll a fluorescence performance index. **Environmental Pollution.** v. 109, p. 501-507. 2000.

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.

MELO, L. A. S.; SOUZA, A. A.; Lana, J.T.O. **Influência do Lodo de Esgoto na População e Minhoca em Cultura da Bananeira.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, Jul., 2005. (Comunicado científico). ISSN 1516-8638.

NASCIMENTO, C. W. A. et al. Atribuições químicas em solo e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 385-392, 2004.

SIVIERO, A.; OLIVEIRA, T. K.; PEREIRA, J. E. S. ; SA, C.P.; SILVA, S. O. E. **Cultivares de banana resistentes a sigatoka negra recomendados para o Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, . 7p. 2006.(Documentos, 29).

STRASSER, R. J., SRIVASTAVA, A., GOVINDJEE. Polyphasic chlorophyll *a* fluorescent transient in plants and cyanobacteria. **Photochem. Photobiol.**, v. 61, p.32–42, 1995.

STRASSER, R.J., SRIVASTAVA, A., TSIMILLI-MICHAEL, M., Analysis of the chlorophyll *a* fluorescence transient. In: Papageorgiou, G., Govindjee (Ed.), Advances in Photosynthesis and Respiration Chlorophyll Fluorescence a Signature of Photosynthesis. **Kluwer Academic Publishers**, The Netherlands, v. 19. p. 321–362, 2004.

TRANNIN, I.C.B., SIQUEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 31, p.1173-1184, 2007.

VENTURA, J. A. et al. **Vitória e Japira**: novas cultivares de bananeira. Vitória: Incaper. (Documentos, 142). 2005.