

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE BIOCARVÕES NA EMISSÃO DA FLUORESCÊNCIA TRANSIENTE DA CLOROFILA α EM PLANTAS DE ARROZ *Oryza sativa* L.

Data de aceite: 03/07/2023

Danielle França de Oliveira Torchia

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo (UFRRJ)

Tadeu Augusto Van Tol de Castro

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo (UFRRJ)

Camila da Costa Barros de Souza

Pós-Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo (UFRRJ)

Kimberly Christina Marques da Silva

Estudante de Licenciatura em Ciências Agrícolas (UFRRJ)

Everaldo Zonta

Professor do Departamento de Solos (UFRRJ)

Andrés Calderín García

Professor do Departamento de Solos (UFRRJ)

possuem condições favoráveis para o desenvolvimento vegetal. Os vegetais para se desenvolverem precisam de nutrientes essenciais, além de quantidade e água e temperatura ideais. Uma das soluções estudadas atualmente para melhorar as condições do solo para a planta é a adição de biocarvão. O biocarvão é um material poroso, rico em carbono, que quando aplicado pode alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Essa alteração é refletida no desenvolvimento vegetal, que passa de um ambiente crítico, para um com condições mais propícias para o seu desenvolvimento. Uma das ferramentas para avaliar o desenvolvimento fotossintético da planta é a fluorescência transiente da clorofila a. Nesse sentido, foram avaliadas plantas de arroz desenvolvidas em Planossolo Háplico localizado no estado do Rio de Janeiro, que recebeu tratamentos com 3 doses (10, 20 e 30 Mg ha⁻¹) de quatro diferentes biochars comerciais. Verificou-se que mesmo biocarvões comerciais, quando aplicados ao solo, geram efeitos diferentes no desenvolvimento vegetal.

PALAVRAS-CHAVE: biochar comercial, desenvolvimento vegetal, fotossíntese.

RESUMO: Os Planossolos localizados no estado Rio de Janeiro apresentam baixos conteúdo de nutrientes e não

EFFECTS OF THE APPLICATION OF BIOCHARS ON THE EMISSION OF TRANSIENT FLUORESCENCE OF CHLOROPHYLL A IN RICE PLANTS *Oryza sativa* L.

ABSTRACT: The Planosols of the state of Rio de Janeiro are poor and do not present favorable conditions for plant development. The plant to develop needs essential nutrients, in addition to the ideal quantity and water and temperature. One of the solutions currently studied to improve soil conditions for the plant is the addition of biochar. Biochar is a porous material, rich in carbon, which when applied can change the physical, chemical and biological properties of the soil. This change is reflected in plant development, which passes from a critical environment to one with more favorable conditions for its development. One of the tools to assess the photosynthetic development of the plant is the transient fluorescence of chlorophyll a. In this sense, rice plants grown in Planosol in the state of Rio de Janeiro were evaluated, which received treatments with 3 doses (10, 20 and 30 Mg ha⁻¹) of four different commercial biochars. It was found that even commercial biochars, when applied to the soil, generate different effects on plant development.

KEYWORDS: commercial biochar, plant development, photosynthesis.

INTRODUÇÃO

Os Planossolos localizados no estado do Rio de Janeiro de maneira geral, apresentam baixa fertilidade natural, teores de matéria orgânica e textura arenosa nos horizontes superficiais. A conjunção destes atributos não é favorável para o desenvolvimento vegetal, e mesmo que nutrientes essenciais para as plantas sejam adicionados, uma grande perda por lixivação, o que dificulta a sua disponibilidade para as plantas. Nesse sentido, o biochar atua como condicionante do solo, promovendo modificações nas suas características físicas, químicas e biológicas. A adição de biocarvão proporciona melhoria na agregação do solo, maior retenção de água e disponibilização lenta dos nutrientes. Além disso, por se tratar de um material rico em carbono, ao mesmo tempo que atua melhorando as condições para o desenvolvimento vegetal, também proporciona o aporte de carbono no solo. As condições adversas do ambiente podem alterar o estado fisiológico da planta. Através da análise da fluorescência transiente da clorofila é possível estabelecer a interferência do estresse à planta e apontar as respostas fotossintéticas (KUCKENBERG et al., 2009). Nesse sentido, foram testados quatro biocarvões comerciais diferentes, visando verificar a eficiência no auxílio do desenvolvimento vegetal, através dos seus efeitos nos parâmetros da emissão da fluorescência transiente da clorofila pelas plantas de arroz cultivadas em solo de condições extremas quanto as limitações nutricionais e edáficas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido utilizando *Oryza sativa* L. (cv. Nipponbare), em casa de vegetação. As sementes de arroz foram previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio (2%) por 10 minutos e lavadas com água destilada. Em seguida, foram transferidos

para vasos contendo 2 kg de solo. Foram estudados quatro biocarvões comerciais (B1, B2, B3 e B4) e três doses (10 Mg ha⁻¹, 20 Mg ha⁻¹ e 30 Mg ha⁻¹). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, fatorial 4x3 com adicional e sete repetições. Para a análise da fluorescência transiente da clorofila a, aos 20 dias após a semeadura, foi inserido um leafclip no terço médio da segunda folha de cada planta, a qual foi fechada e permaneceu no escuro durante 30 min antes da análise. Os parâmetros de fluorescência transiente da clorofila foram medidos através do Handy Plant Efficiency Analyzer (Plant Efficiency Analyzer; Hansatech, UK). Após 30 min no escuro, é emitido um feixe de luz vermelha, com comprimento de onda de 650 nm e intensidade de luz de 3000 μmol m⁻² s⁻¹ fornecida por três diodos emissores de luz, que continuam a registrar 1 s. A análise foi realizada no começo da manhã, aproximadamente às 7h. Uma curva dos parâmetros de fluorescência (OJIP) foi traçada para normalizar os dados de fluorescência para dados de fluorescência variável relativa, usando a seguinte equação: $V_t = (F_t - F_0)/(F_M - F_0)$, em que V_t é a fluorescência variável relativa no tempo t , F_0 é a fluorescência inicial, F_t é a fluorescência no tempo t , e F_M é a fluorescência máxima. Os parâmetros do teste JIP (etapas de fluorescência transitória O, J, I e P) foram calculados de acordo com o algoritmo do teste JIP descrito por STRASSER et al. (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise Jip-test da fluorescência transiente da clorofila a foram obtidos os parâmetros fotossintéticos das plantas de arroz submetidas aos tratamentos com os biocarvões, os quais foram normalizados tendo como referência o controle (Figuras 1 e 2).

O gráfico de radar (Figura 1) mostra que alterações significativas nos parâmetros fotossintéticos foram notadas em todos os tratamentos em doses variadas, quando comparadas com o controle. O tratamento com B1 na maior dose (30 Mg ha⁻¹) mostrou aumento no índice de desempenho fotossintético na conservação de energia de excitação para a redução dos aceptores de elétrons do intersistema (PIABS), entretanto nas demais doses houve uma redução. Essa redução também é observada em B2 (10 e 30 Mg ha⁻¹) e B4 (30 Mg ha⁻¹). Um aumento significativo do índice de desempenho fotossintético na conservação de energia de excitação para redução dos aceptores finais do PSI (fotossistêmico) (PITOTAL) é observado no tratamento com B4 (30 Mg ha⁻¹) e com B3 (10 Mg ha⁻¹). O aumento de PIABS & PITOTAL mostram que houve na planta melhor funcionalidade da cadeia de transportadores de elétrons (SOUZA, 2022).

O índice de desempenho P_{total} , mede o desempenho fotoquímico desde os fótons absorvidos pelo FSII até a redução dos aceptores finais do FSI e tem sido considerado o parâmetro mais sensível do teste JIP porque é o produto de quatro outros parâmetros: a densidade de centros de reação ativos = RC/ABS ; a eficiência quântica do FSII = $\phi_0/(1-\phi_0)$; a eficiência quântica da conversão de energia de excitação para o transporte de

elétrons = $\Psi_0/(1-\Psi_0)$; e a eficiência quântica da redução dos receptores finais do FSI = $\delta R_0 / (1 - \delta R_0)$ (SMIT et al.,2009).Os parâmetros de rendimento quântico de transporte de elétrons de QA- para o os aceptores de elétrons do intersistema (ϕE_0) e de rendimento quântico de transporte de elétrons da QA- para o acceptor final de elétrons do FSI (ϕR_0) tiveram aumentos significativo em B4 (30 Mg ha⁻¹) e no B3 (10 Mg ha⁻¹).

O biocarvão B4 também apresentou aumento significativo em atividades específicas por centro de reação (RC), na captura de elétrons por RC (TR_o/RC),no fluxo de captura de energia por RC ativo, capaz de levar a uma redução de quinona A (QA -) (ET_o/RC) e no fluxo de elétrons até aceptores finais do PSI porRC (RE_o/RC), na perda de energia na forma de calor (DI_o/RC) e no tamanho aparente do sistema antena (ABS/RC) (YUSUF et al., 2010).

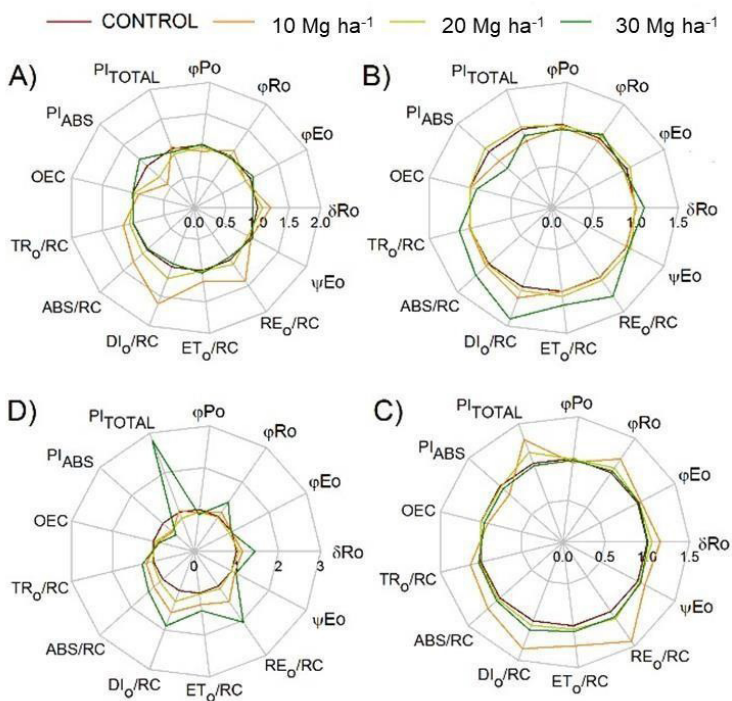


Figura 1 - Parâmetros fotossintéticos deduzidos pela análise do teste JIP de transientes de fluorescência normalizados usando como referência a testemunha

Na Figura 2 são apresentados os gráficos da análise de fluorescência da clorofila *a* normalizada como curva de fluorescência variável relativa OJIP (os pontos O50μs, J2ms, I30ms, e P1s estão marcadas no gráfico) (Wt), os gráficos de fluorescência variável normalizados entre os pontos O50μs e I30ms (WOI), e os gráficos de fluorescência variável normalizados entre os pontos I30ms e P1s (WIP).

A fluorescência transiente da clorofila mostrou uma curva transitente polifásica (OJIP) típica, entretanto, no tratamento com B4 é possível notar uma alteração na forma da curva. Isto, provavelmente, foi provocado por danos fotoinibitórios do complexo FSII, que indica o rendimento fotoquímico máximo para fotoquímica primária. No tratamento com B4 houve aumento no momento O-J e redução no momento J-I.

Os valores da fluorescência variável relativa mostraram que a em B4 a forma do transiente na fase J das plantas foi menos pronunciada em relação ao controle, mostrando que as plantas cultivadas no solo com a aplicação do B4 sofreram menos estresse que o controle (GONÇALVES et al. 2010).

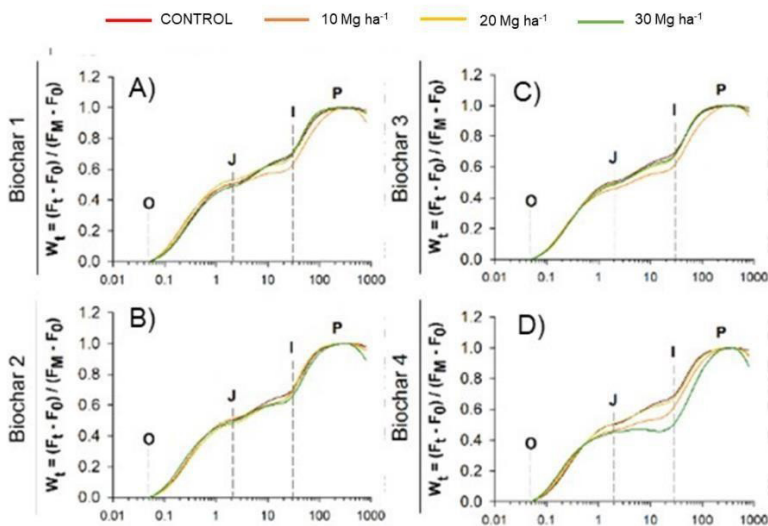


Figura 2 - Fluorescência variável relativa entre as etapas O e P.

CONCLUSÕES

A aplicação de biocarvões comerciais diferentes apresentou também resultados distintos, mostrando que cada biocarvão possui particularidades. O uso de biocarvão em solos com baixa fertilidade natural pode ajudar a melhorar o desenvolvimento vegetal. O biocarvão B4 na dose de 30 Mg ha⁻¹ apresentou resultados mais satisfatórios quando comparado aos demais, reduzindo o estresse causado nas plantas na situação não favorável para o seu desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Aos Laboratórios de Química Biológica do Solo e de Relação Solo-Planta, ao PPGA-CS e à UFRRJ. Às agências de fomento CAPES, FAPERJ e CNPq pela disponibilização de recursos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GONÇALVES, E.R.; FERREIRA, V.M.; SILVA, J.V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T.P.;

DUARTE, W.G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em 33 variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.14, n.4, p.378-386, 2010.

KUCKENBERG, J. et al. Temporal and spatial changes of chlorophyll fluorescence as a basis for early and precise detection of leaf rust and powdery mildew infections in wheat leaves. **Precision Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 34-44, 2009.

SOUZA, C.C.B. **Alterações químicas, estruturais e na capacidade de adsorção de metais pesados da cama de frango durante a compostagem**. 2022. 162p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Departamento de Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

SMIT, M.F. et al. Effect of trifluoroacetate, a persistent degradation product of fluorinated hydrocarbons, on *Phaseolus vulgaris* and *Zea mays*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, p. 623-634, 2009.

STRASSER, R.J. et al. Analysis of the chlorophyll a fluorescence transient. In: PAPAGEORGIOU, G.C.; GOVINDJEE (eds.). **Advances in photosynthesis and respiration**, v.19, p. 321-362, 2004.

YUSUF, M.A. et al. Overexpression of γ -tocopherol methyl transferase gene in *Brassica juncea* plants alleviates abiotic stress: Physiological and chlorophyll a fluorescence measurements. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1797, p. 1428- 1438, 2010.