

ÍNDICE DE CLOROFILA EM ARROZ ESPECIAL IRRIGADO COM EFLUENTE

TRATADO DE LATICÍNIO

LUANA C. MENEGASSI¹, TAMARA M. GOMES², KAREN R. N. BATISTA³, CAIO VALVERDE⁴, FABRICIO ROSSI⁵

¹Engenheira de Biossistemas, Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, luana.menegassi@usp.br

²Engenheira agrônoma, Profa. Dra. Depto. Engenharia de Biossistemas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Campus Fernando Costa, Universidade de São Paulo, Pirassununga, tamaragomes@usp.br

³Graduanda em Engenharia de Biossistemas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Campus Fernando Costa, Universidade de São Paulo, Pirassununga, karen.nogueira@usp.br

⁴Graduando em Engenharia de Biossistemas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Campus Fernando Costa, Universidade de São Paulo, Pirassununga, caio.valverde@usp.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. Depto. Engenharia de Biossistemas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Campus Fernando Costa, Universidade de São Paulo, Pirassununga, fabricio.rossi@usp.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Uma das estratégias para monitorar o estado nutricional de culturas irrigadas com águas residuárias é a medição indireta dos índices de clorofila. Dessa forma o objetivo foi avaliar os índices relativos de clorofila, em dois cultivares de arroz especial, por irrigação, em diferentes condições de umidade do solo e fontes de água. O experimento foi conduzido, por 90 dias após o semeio (DAS), em casa de vegetação e o delineamento experimental em blocos ao acaso (2x2x2), com 4 repetições. Os tratamentos foram duas cultivares: arroz japonico (IAC 400) e arroz preto (IAC 600), duas umidades de solo: capacidade de campo e saturado e duas fontes de água: água de torneira e efluente de laticínio tratado por sistema anaeróbio. Foram determinados os índices de clorofila A, B e total, por medidor portátil. Conclui que o monitoramento do índice de clorofila pode melhorar o manejo da adubação nitrogenada em área de arroz especial irrigada e que o aporte de nitrogênio pelo efluente de laticínio incrementou o índice de clorofila, em solos com umidade na capacidade de campo.

PALAVRAS-CHAVE: reuso de água, nitrogênio, estado nutricional.

CHLOROPHYLL INDEX IN SPECIAL RICE IRRIGATED WITH DAIRY TREATY EFFLUENT

ABSTRACT: One of the strategies to monitor nutritional status in wastewater irrigated crops is indirect measurement chlorophyll index. The objective was to evaluate chlorophyll index in two special rice cultivars, by irrigation in different soil moisture conditions and water sources. The experiment was carried out, for 90 days after sowing in greenhouse and the experimental design was done in randomized blocks (2x2x2), with 4 replicates. The treatments used were two cultivars: Japanese rice (IAC 400) and black rice (IAC 600), two soil moisture: field capacity and saturated and two water sources: tap water and effluent from dairy treated by anaerobic system. Chlorophyll A, B and total indices were determined by portable measurements. Concludes that monitoring of chlorophyll index can be improves the nitrogen fertilization management in irrigated special rice and the nitrogen intake by dairy effluent increased chlorophyll index in soils in the field capacity.

KEYWORDS: reuse of water, nitrogen, nutritional status.

INTRODUÇÃO: A quantidade de água utilizada nos campos de arroz, nos principais países produtores, é 784 bilhões de $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$. O volume de água superficial e precipitação correspondem a 44% e 48% deste valor, respectivamente, e, a percolação nos campos de arroz, corresponde ao mesmo volume de água superficial captada (CHAPAGAIN & HOEKSTRA, 2011).

Uma das estratégias para racionalizar o uso dos recursos hídricos na orizicultura é a adoção de sistemas de irrigação por gotejamento, além do reúso de água. Devido as características físicas e químicas das águas residuárias, o uso de ferramentas não invasivas para compreender o estado nutricional e a produtividades são necessárias.

Os efluentes de laticínios se caracterizam por altas concentrações de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e sódio (DONATTI et al., 2017). Medidas indiretas do teor de clorofila em folhas tem se correlacionado com a quantidade de nitrogênio foliar nas plantas, possibilitando o acompanhamento do estado nutricional da cultura ao longo do cultivo, de forma rápida e não invasiva. Dessa forma o objetivo do trabalho foi avaliar os índices relativos de clorofila, em dois cultivares de arroz especial, por irrigação em diferentes condições de umidade do solo e fontes de água.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA-USP), campus Fernando Costa, Pirassununga/SP. A localização geográfica do campus é $21^{\circ}59'$ de latitude sul e $47^{\circ}26'$ de longitude oeste e altitude média de 635 metros. A variação da umidade relativa do ar foi de 20 % a 74% e a variação da temperatura do ar foi de 20 a $41,5^{\circ}\text{C}$, durante o experimento.

O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso ($2 \times 2 \times 2$), com 4 repetições. Os tratamentos foram duas cultivares: arroz japonico (IAC 400) e arroz preto (IAC 600), duas umidades de solo: capacidade de campo (CC) e saturado (SAT) e duas fontes de água: água de torneira (AT) e efluente de laticínio tratado por sistema anaeróbio (EAN), totalizando 32 parcelas experimentais. A parcela experimental foi representada por um vaso com peso de 6 kg de solo. O manejo da irrigação foi realizado por tanque Classe A, com a estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc) e coeficiente da cultura (Kc) (DOORENBOS; PRUIT, 1997). Nos tratamentos com efluente foi realizado diluição da lâmina de irrigação para valores de condutividade elétrica (CE) próximos de 2 dS m^{-1} . O efluente utilizado foi proveniente a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) do Laticínio Escola, localizado no próprio campus e tratado por sistema anaeróbio, seguido por desinfecção ultravioleta. A concentração média de nitrogênio total Kjeldahl é $131,61 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente (BRICHI, 2018). Por ocasião da aplicação das fontes de água às plantas de arroz foi realizada a medida da (CE), por meio de eletrodo portátil.

O solo foi analisado e corrigido segundo recomendações de van Raij et al. (1997). A adubação de cobertura foi de 100 kg ha^{-1} , parcelada em duas aplicações, início do perfilhamento e formação do primórdio floral. Foram semeadas duas sementes de arroz por vaso (01/02/2019) e condução até 90 dias após a semeadura, após a emergência foi realizado o desbaste e conduzida apenas uma planta por vaso. As variáveis determinadas foram: clorofila A, clorofila B e clorofila total, por clorofilômetro portátil, sendo realizadas duas medidas por plantas, nas folhas recém expandidas. Os resultados foram submetidos à análise da de variância, caso constatado diferença significativas ($p < 0,05$), foi realizado comparações de médias entre tratamentos e regressão ao longo do tempo, utilizando o programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Na Tabela 1 são apresentados o volume de irrigação e o aporte de nitrogênio para cada tratamento, nos dois cultivares. A condutividade elétrica média das fontes de água foram $0,05 \pm 0,005 \text{ dS m}^{-1}$ para a AT e $2,06 \pm 0,33 \text{ dS m}^{-1}$ para o EAN. Em ambos os cultivares, os volumes totais das fontes de água são próximos para as duas condições

de umidade. O aporte de nitrogênio nos tratamentos irrigados com efluente foi superior ao valor de 100 kg de N ha⁻¹ recomendado para a adubação de cobertura do arroz (van RAIJ et al., 1997), não sendo realizado nestes tratamentos adubação química.

Tabela 1. Volume de irrigação em função das fontes de água e aporte de nitrogênio pelo efluente tratado de laticínio, por vaso de arroz, para os cultivares IAC 400 e IAC 600, 90 dias após a semeadura.

Tratamentos	Volume de Irrigação (mL)				Aporte de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	
	IAC 400		IAC 600		IAC 400	IAC 600
	Água CE: 0,05 dS m ⁻¹	Efluente CE: 2,06 dS m ⁻¹	Água CE: 0,05 dS m ⁻¹	Efluente CE: 2,06 dS m ⁻¹		
EANCC	5.184	3.192	5.554	2.834	154,17	136,87
EANSAT	4.089	2.899	3.873	3.606	140,00	174,16
ATCC	8.720	-	8.598	-	-	-
ATSAT	7.264	-	7.486	-	-	-

EANCC= efluente de laticínio, umidade na capacidade de campo; EANSAT= efluente laticínio, umidade na saturação; ATCC= água de torneira, umidade na capacidade de campo; ATSAT= água de torneira, umidade na saturação; CE= condutividade elétrica

A clorofila A é o pigmento verde mais abundante nas plantas, utilizada no primeiro estágio do processo fotossintético. A clorofila B é um pigmento acessório, complementando a captação de luz, sendo a principal diferença entre os dois tipos, a estrutura da molécula e a capacidade de absorção. Os índices de clorofila, no cultivar IAC 600, não foram alterados durante o período de avaliação. Na Figura 1 observa-se os índices de clorofila A, clorofila B e clorofila total, ao longo do tempo, para o cultivar IAC 400. Após 45 DAE, fase de perfilhamento da planta, os índices de clorofila apresentaram uma ligeira queda, devido ao intenso metabolismo da planta. Tais resultados refletem a importância do monitoramento da cultura, para que a adubação nitrogenada seja efetiva. Na cultura do arroz, recomenda-se o parcelamento da aplicação de adubo nitrogenado, para melhor aproveitamento da planta. Assim, a determinação do índice de clorofila ao longo do ciclo da cultura é uma ótima ferramenta para garantir o estado nutricional das plantas.

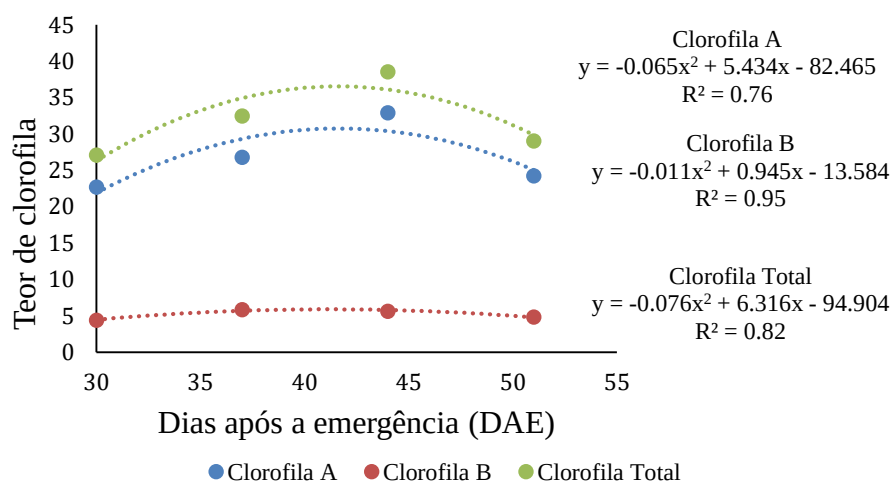


Figura 1. Teor de clorofila A, clorofila B e clorofila total nas plantas de arroz, cultivar IAC 400 irrigadas com efluente de laticínio e água de torneira, 90 dias após a semeadura.

O aporte de nitrogênio pelo efluente de laticínio e a umidade do solo alterou os índices de clorofilas, nos dois cultivares (Tabela 2). No cultivar IAC 400, o teor de clorofila A e clorofila total foram influenciados pela umidade do solo, com maior teor na condição de capacidade de campo, enquanto que o teor de clorofila B foi superior para o tratamento EANCC. Os índices de clorofila A e total cultivar IAC 600 não foram influenciados pelos tratamentos. O teor de

clorofila B foi alterado pela fonte de água, na condição de umidade na capacidade de campo, devido a concentração de nitrogênio na água residuárias.

Tabela 2. Teor de clorofila A, clorofila B e clorofila total, para os cultivares IAC 400 e IAC 600, em função das fontes de água e umidade do solo, 90 dias após a semeadura.

Tratamento	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total	Clorofila A*	Clorofila B	Clorofila Total*
IAC 400			IAC 600			
EANCC	33,12 a	6,98 a	39,93 a	31,13	6,36 a	37,49
EANSAT	22,40 b	4,10 b	26,51 b	29,55	5,48 ab	35,03
ATCC	26,38 ab	5,43 b	31,80 ab	23,66	4,26 b	27,92
ATSAT	24,75 b	4,18 b	28,93 b	24,88	4,60 ab	29,49
CV (%)	31,68	41,29	32,55	29,89	35,18	30,34

Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). * Não significativo para $p < 0,05$. EANCC= efluente de laticínio, umidade na capacidade de campo; ATCC= água de torneira, umidade na capacidade de campo; ATSAT= água de torneira, umidade na saturação.

De maneira geral, o tratamento EANCC mostra os mecanismos fisiológicos desenvolvidos pelas plantas para se adaptarem a condições de estresse salino ou hídrico, uma vez que o estresse hídrico pode reduzir significativamente a atividade de enzimas antioxidantes, porém o fornecimento de doses adequadas de nitrogênio, favorece o desenvolvimento da cultura sob tais condições adversas (CHANG et al., 2016).

CONCLUSÕES: A medição indireta do teor de clorofila pode ser utilizada para o monitoramento da cultura para garantir o fornecimento adequado de nitrogênio, e, conseqüentemente o estado nutricional. O aporte de nitrogênio pelo efluente de laticínio incrementou os índices de clorofila a, b e total nos dois cultivares de arroz especial estudados, em condição de umidade do solo na capacidade de campo.

REFERÊNCIAS:

- BRICHI, L. **Minitomateiro consorciado com adubos verdes fertirrigados com efluente tratado de laticínio**. Dissertação de mestrado (ESALQ-USP). Piracicaba, 2018, 104 p.
- CHANG, Z. et al. "Effects of Cytokinin and Nitrogen on Drought Tolerance of Creeping Bentgrass.". **PloS one**, vol. 11, 2016.
- CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. **Ecological Economics**, v. 70, n. 4, p. 749–758, 2011.
- DONATTI et al. Sodium phytoremediation by green manure growing in soil irrigated with wastewater of dairy industry. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 37, n. 4, p. 665-675, 2017.
- DOORENBOS, J.; PRUIT, W. O. Necessidades hídricas das culturas. Trad. GHEYI, H. R.; METRI, J. E. C.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1997, 204p (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24).
- FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 285p., 1997 (Boletim Técnico 100)