

ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA EM ARROZ ESPECIAL FERTIRRIGADO COM EFLUENTE TRATADO DE LATICÍNIO

LUANA C. MENEGASSI¹, TAMARA M. GOMES², KAREN R. N. BATISTA³,
LEONARDO B. JACINTO⁴, VINICIUS C. BENASSI⁵, FABRICIO ROSSI⁶

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

² Engenheira 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

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

^{4,5} Graduando em Engenharia de Biossistemas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Campus Fernando Costa, Universidade de São Paulo, Pirassununga, leonardo.jacinto@usp.br, vinicius.benassi@usp.br

⁶ Engenheiro 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
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O cultivo de arroz irrigado por inundação demanda grande quantidade de água, o uso da irrigação localizada, com uma fonte de efluente, abre caminho para reduzir à pressão sobre os recursos hídricos. Um dos pontos de atenção na irrigação com águas residuárias está relacionada ao adequado fornecimento de nutrientes às plantas, o uso de índices de clorofila foliar surge como estratégia no monitoramento do estado nutricional dessas culturas. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar os índices relativos de clorofila, em três cultivares de arroz especial, com três fontes de água, aplicadas por irrigação com gotejamento subsuperficial. O experimento foi conduzido em ambiente protegido e delineamento em blocos ao acaso (3x3), com 4 repetições. Os tratamentos foram três cultivares de arroz: arbóreo (IAC 301), japonês (IAC 400) e preto (IAC 600), três fontes de água: 100% água de torneira, 50% água e 50% efluente de laticínio tratado e 100% efluente. Foram determinados os índices de clorofila A e B, por medidor portátil. Conclui-se que o monitoramento do teor de clorofila foliar pode melhorar o manejo da aplicação de efluentes de laticínio, no cultivo de arroz e, que o aporte de nitrogênio por essas águas incrementou o índice de clorofila.

PALAVRAS-CHAVE: reúso de água, gotejamento subsuperficial, instrumentação.

CHLOROPHYLL INDEX RELATIVE IN SPECIAL RICE IRRIGATED BY SUBSURFACE DRIP WITH DAIRY TREATY EFFLUENT

ABSTRACT: The cultivation of flooded rice requires a large amount of water, the use of drip irrigation, with a source of effluent, opens the way to reduce pressure on water resources. One of the points of attention in irrigation with wastewater is report to the adequate supply of nutrients to plants, the use of foliar chlorophyll indexes appears as a strategy in monitoring the nutritional status of these crops. Thus, the objective was to evaluate the chlorophyll indices relative in three special rice cultivars, with three water sources, by irrigation with subsurface drip. The experiment was conducted in a greenhouse and the experimental design in randomized blocks (3x3), with 4 replications. The treatments were three rice cultivars: arboreal (IAC 301), Japanese (IAC 400) and black (IAC 600), three water sources: 100% tap water, 50% water plus 50% dairy effluent treated and 100% effluent. Chlorophyll A, B indices were determined by portable meter. It concludes that the monitoring of the chlorophyll

index can improve the management of the application of dairy effluents in a special irrigated rice area, and that the nitrogen intake by the dairy effluent increased the chlorophyll index.

KEYWORDS: reuse of water, subsurface drip, instrumentation.

INTRODUÇÃO: O manejo da água está entre as principais técnicas para atingir o potencial produtivo do arroz em sistemas irrigados. No Brasil, o cultivo de arroz irrigado ocorre em sua maioria, por sistema de inundação, com alto consumo de água (ANA, 2017). No entanto, o sistema de inundação apresenta menor eficiência do uso da água devido às altas taxas de evaporação e percolação, que podem corresponder a 44% do volume total de água utilizado nos campos de arroz (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 produtividade são necessárias.

Os efluentes de laticínios se caracterizam por altas concentrações de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e sódio (DONATTI et al., 2017). O fornecimento de efluentes com concentrações de nutrientes acima do recomendado para a cultura, requer manejo adequado, podendo muitas vezes ser aplicado, de forma diluída ou em maior intervalo de tempo (ABE et al., 2016).

Uma alternativa para adequar a concentração a ser aplicada e garantir que a interação água-solo-planta apresenta resultados positivos, é o uso de tecnologias não invasivas, como as medidas indiretas do teor de clorofila foliar, que poderá fornecer respostas rápidas durante o desenvolvimento da cultura. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os índices relativos de clorofila, em três cultivares de arroz especial, irrigadas por gotejamento subsuperficial, com diferentes doses de efluente tratado de laticínio.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em estufa, localizada na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA-USP), campus Fernando Costa, Pirassununga/SP. A localização geográfica do campus é 21°59' de latitude sul e 47°26' de longitude oeste e altitude média de 635 metros. A variação da umidade relativa do ar foi de 11% a 99%, com média de 58% e a variação da temperatura do ar foi de 15,5 a 52,0 °C, com média de 33,0 °C, durante o experimento.

O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso (3x3), com 4 repetições. Os tratamentos foram três cultivares: arroz arbóreo (IAC 301), arroz japonico (IAC 400) e arroz preto (IAC 600), três fontes de água: 100% água de torneira (100% água), 50% água de torneira e 50% efluente de laticínio tratado (50% efluente) e 100% efluente de laticínio tratado (100% efluente), totalizando 36 parcelas experimentais (Tabela 1).

Tabela 1. Fontes de água e cultivar de arroz especial para cada tratamento.

Tratamentos	Fonte de água	Cultivar
T1	100% Água de torneira	IAC 301
T2	100% Água de torneira	IAC 600
T3	100% Água de torneira	IAC 400
T4	50% água de torneira e 50% efluente*	IAC 301
T5	50% água de torneira e 50% efluente	IAC 400
T6	50% água de torneira e 50% efluente	IAC 600
T7	100% Efluente	IAC 301
T8	100% Efluente	IAC 400
T9	100% Efluente	IAC 600

*efluente de laticínio tratado por sistema anaeróbio.

A parcela experimental foi composta por uma caixa de 1 m² de área e profundidade de 0,5 m, com quatro linhas de arroz, nas quais as duas centrais foram consideradas como área útil. A semeadura foi realizada com espaçamento de 0,17 m entrelinhas e densidade de 50 sementes m⁻¹. O manejo da irrigação foi realizado por tensiômetros instalados na parte central da parcela experimental, na profundidade de 0,20 m. A umidade do solo foi mantida próxima a saturação. 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 obtida foi de 91,18±28,88 mg L⁻¹. 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). Todas as parcelas receberam adubação de plantio, via fertirrigação, sendo aplicados 70 kg ha⁻¹ de K₂O, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N). A adubação de cobertura foi de 100 kg ha⁻¹ apenas para os tratamentos irrigados com 100% água de torneira. As variáveis determinadas foram: clorofila A e clorofila B, por clorofilômetro portátil, na folha bandeira, sendo realizadas uma medida por planta, em 20 plantas nas linhas centrais. Os resultados foram submetidos à análise da de variância, caso constatado diferença significativas (p<0,05), foi realizado comparações de médias entre tratamentos, utilizando o programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentadas as lâminas de irrigação para cada tratamento. A condutividade elétrica média das fontes de água, 50% efluente e 100% efluente, foram 1,99±0,61 dSm⁻¹ e 3,47±0,89 dSm⁻¹, respectivamente.

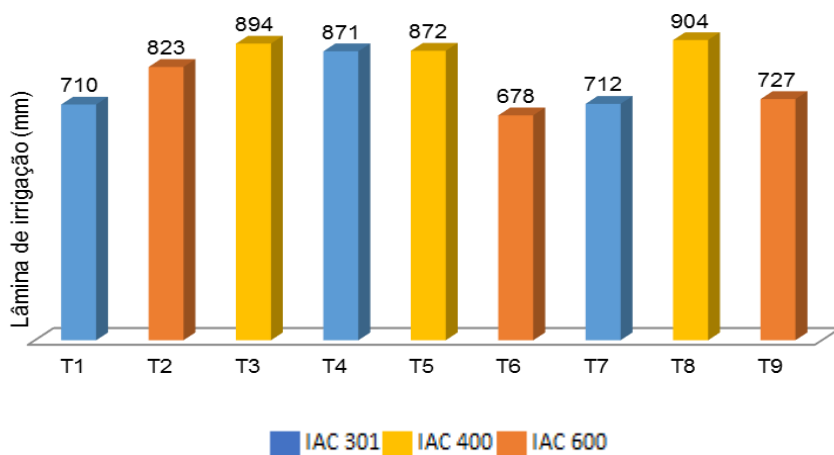


Figura 1. Lâminas de irrigação para cada tratamento.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os índices relativos de clorofila A e clorofila B, respectivamente. Houve interação entre as doses e a cultivar para todos os tipos de clorofila e diferença quando se considera apenas as doses. Na dose 100% água, a cultivar IAC 400 diferiu da IAC 301, sendo que ambas não diferiram da IAC 600, para o índice relativo de clorofila A e B. Em relação as fontes de água, os cultivares IAC 400 e IAC 600 não apresentaram diferença estatística e, a cultivar IAC 301 apresentou índices relativos de clorofila A e B maiores para as fontes com efluente.

Tabela 2. Índice relativo de clorofila A para os cultivares IAC 301, IAC 400 e IAC 600, em função das fontes de água.

Dose* ²	Cultivar* ¹			
	IAC 301	IAC 400	IAC 600	Média**

100 % água	296,15 Bb	369,05 Aa	341,00 ABa	335,40 b
50% efluente	408,20 Aa	358,30 Aa	359,31 Aa	375,27 a
100% efluente	390,52 Aa	398,72 Aa	374,94 Aa	388,06 a
Média ^{ns}	364,96	375,36	358,42	
C.V. (%)	9,93			

¹: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e, ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. ^{ns}: não significativo pelo teste de Tukey. *Difere a 5% de probabilidade. **Difere a 1% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação.

Tabela 3. Índice relativo de clorofila B para os cultivares IAC 301, IAC 400 e IAC 600, em função das fontes de água.

Dose* ²	Cultivar* ¹			Média**
	IAC 301	IAC 400	IAC 600	
100 % água	65,95 Bb	107,12 Aa	74,75 ABa	82,61 b
50% efluente	112,07 Aa	86,15 Aa	85,81 Aa	94,68 ab
100% efluente	102,72 Aa	117,46 Aa	93,25 Aa	104,48 a
Média ^{ns}	93,58	103,58	84,60	
C.V. (%)	21,25			

¹: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e, ² Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. ^{ns}: não significativo pelo teste de Tukey. *Difere a 5% de probabilidade. **Difere a 1% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação.

O aporte de nutrientes, em especial o nitrogênio, pelo efluente de laticínio alterou os índices relativos de clorofila. Estes resultados refletem a importância do monitoramento da cultura, para que a aplicação dessas águas residuárias, sejam adequadas ao longo do ciclo da cultura, sendo o clorofilômetro, uma ferramenta de medida fácil e rápida.

CONCLUSÕES: A medida indireta do índice relativo de clorofila foliar pode ser utilizada para o monitoramento da cultura para garantir o fornecimento adequado de nitrogênio, em culturas irrigadas com efluente. O aporte de nitrogênio pelo efluente de laticínio incrementou os índices de clorofila A e B na cultivar de arroz especial IAC 301 e as cultivares IAC 400 e IAC 600 não tiveram os índices alterados pela fonte de irrigação.

AGRADECIMENTOS: À FAPESP pelo auxílio pesquisa N° 2019/029212 e à CAPES pelo financiamento da bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS:

- ABE, S. S. et al. Excessive application of farmyard manure reduces rice yield and enhances environmental pollution risk in paddy fields. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 62, n. 9, p. 1208–1221, 2016.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Conjuntura Recursos Hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017, 169 p.
- 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.
- 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)