

ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA DE ADUBOS VERDES EM PÓS-CULTIVO DA BETERRABA CULTIVADA COM EFLUENTE TRATADO DE LATICÍNIO

MARIANNA C. PECCINELLI¹, FABRÍCIO ROSSI², MURILO M. BAESSO³, LUANA C. MENEGASSI⁴, TAMARA M. GOMES⁵

¹Graduanda em Engenharia de Biossistemas, FZEA-USP/Pirassununga - SP, (16) 3565-4189, marianna.peccinelli@usp.br

²Eng^o Agrônomo, Professor Doutor, FZEA-USP/Pirassununga - SP, fabricio.rossi@usp.br

³Eng^o Agrônomo, Professor Doutor, FZEA-USP/Pirassununga - SP, baesso@usp.br

⁴Graduanda em Engenharia de Biossistemas, FZEA-USP/Pirassununga - SP, luana.menegassi@usp.br

⁵Eng^a Agrônoma, Professora Doutora, FZEA-USP/Pirassununga - SP, tamaragomes@usp.br

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro - SP, Brasil

RESUMO: O índice relativo de clorofila é mensurado por meio de emissores de comprimentos de onda, dois dentro da banda do vermelho, próximos aos picos de cada tipo de clorofila e outro no infravermelho próximo. Um sensor recebe a radiação transmitida, proporcionais à absorvância das clorofilas, e deste modo fornece os valores de clorofila "a" e "b". O presente trabalho teve o objetivo de analisar o teor de clorofila de três espécies de adubos verdes cultivados em sucessão a produção de beterraba irrigada com efluentes tratados de laticínio. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três fontes de água no cultivo da beterraba: 1) Irrigação realizada com efluente anaeróbico; 2) Irrigação com efluente aeróbico; 3) Irrigação com água tratada de abastecimento; e três adubos verdes, *Calopogonium muconoides* (calopogônio), *Cajanus cajan* (guandu-anão) e *Pennisetum glaucum* (milheto), com quatro repetições. As medições indiretas da clorofila foram obtidas aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeio dos adubos verdes. Houve diferença significativa entre as fontes de água nas diferentes datas. Em relação aos adubos verdes, na média das quatro avaliações, o teor de clorofila total foi superior no guandu-anão (44,48), seguido pelo milheto (31,77) e calopogônio (30,38).

PALAVRAS-CHAVE: Adubação verde, clorofilômetro, adubação nitrogenada

RELATIVE CHLOROPHYLL INDEX OF GREEN MANURES IN SUCCESSION OF TABLE BEET IRRIGATED OF TREATED EFFLUENT FROM DAIRY

ABSTRACT: The relative chlorophyll content is measured by wavelength emitters, two of them in red band, near the peaks of each type of chlorophyll, and other on the near infrared. A sensor receives the transmitted radiation, proportional to the absorbance of chlorophyll, and thus provides chlorophyll values "a" and "b". This study aimed to analyze the chlorophyll content of three greening cover crops species grown in succession to beet production irrigated with dairy treated effluents. The design was a randomized block in a 3 x 3 factorial, with three water sources in the cultivation of sugar beet: 1) Irrigation performed with anaerobic effluent; 2) Irrigation with aerobic effluent; 3) irrigation with treated supply water; and three greening manure, *Calopogonium muconoides*, *Cajanus cajan* and *Pennisetum glaucum*, with four replications. Indirect measurements of chlorophyll were obtained at 30, 45, 60 and 75 days after greening manure sowing. There was a significant difference between the water sources in different dates. In relation to greening manure, on the four evaluations average, the total chlorophyll content was higher in *Cajanus cajan* (44.48), followed by *Pennisetum glaucum* (31.77) and *Calopogonium muconoides* (30.38).

KEYWORDS: Greening manure, chlorophyll, nitrogen fertilization

INTRODUÇÃO: O uso de águas residuárias é uma alternativa para a irrigação visando o aumento da produtividade agrícola, porém após o seu uso o solo pode se tornar salino/sódico. A fitorremediação é uma técnica utilizada para a recuperação de solos salinos/sódicos que tem por princípio o cultivo de plantas tolerantes ao excesso de sais e com alta produção de biomassa nessas condições (LEAL et al, 2008). Os adubos verdes são plantas que apresentam esse potencial, dentre eles: *Calopogonium muconoides* (calopogônio), *Cajanus cajan* (guandu-anão) e *Pennisetum glaucum* (milheto). O calopogônio é uma leguminosa perene, rasteira que tem um rendimento médio de 5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de fitomassa seca. O guandu-anão, também é uma leguminosa, semiperene, arbustiva e que tem uma produção de fitomassa verde de 15 a 30 t há⁻¹ e de fitomassa seca de 5 t há⁻¹ ano⁻¹ a 18 t há⁻¹ ano⁻¹ (WUTKE et al, 2014). Já o milheto é uma forrageira rústica, adaptada a solos pouco férteis, tendo uma produção em torno de 70 t há⁻¹ de fitomassa verde, dependendo da época do ano e das condições de chuva (BONAMIGO, 1999 apud MARTINS NETTO & DURÃES, 2005).

Vários experimentos correlacionam positivamente os teores de nitrogênio foliares com o índice relativo de clorofila medido por clorofilômetro (REIS et al., 2006; PERSEGIL, 2012). A clorofila “a” desempenha um papel importante na conversão bioquímica de energia, a estrutura e a função da clorofila “b” são basicamente as mesmas. O clorofilômetro é um equipamento que permite obter esses dados a partir da quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorvâncias da clorofila (ARGENTA et al, 2001). O objetivo desse experimento foi analisar, de maneira indireta, o teor de clorofila de três espécies de adubos verdes cultivados em sucessão a produção de beterraba irrigada com efluentes tratados de laticínio.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido entre os meses de outubro e novembro na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), no município de Pirassununga-SP, com altitude de 627 m, latitude de 21^o59’S e longitude 47^o25’W. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três fontes de água no cultivo da beterraba: 1) Irrigação realizada com efluente anaeróbio (EAN); 2) Irrigação com efluente aeróbio (EA); 3) Irrigação com água tratada de abastecimento (AT); e três adubos verdes, *Calopogonium muconoides* (calopogônio), *Cajanus cajan* (guandu-anão). Os adubos verdes foram analisados durante seu desenvolvimento com a medição indireta de clorofila pelo clorofilômetro (modelo FALKER CFL 1030), sendo a primeira medição realizada 30 dias após o semeio (DAS), a segunda 45 DAS, a terceira 60 DAS e a quarta 75 DAS. A utilização do clorofilômetro foi pontual e repetida dez vezes por parcela, optando-se pela folha ou folíolos sempre saudáveis e totalmente desenvolvidos: para o milheto escolheu-se as folhas paralelinérveas centrais do colmo; para o guandu-anão optou-se o folíolo central, a terceira gema axilar do colmo; no calopogônio selecionou-se o folíolo central da folha. Para análise no tempo o delineamento adotado foi o de sub-parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Em relação à clorofila “a” e total não houve interação entre as fontes de água e os adubos verdes, sendo que o guandu-anão apresentou as maiores médias em relação ao calopogônio e ao milheto, que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 1).

TABELA 1. Índice relativo das clorofilas a, b e total dos adubos verdes cultivados em sucessão a irrigação com diferentes fontes de água. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-USP, Pirassununga-SP, 2014.

Tratamentos	Água	Efluente Anaeróbio	Efluente Aeróbio	Média	
	Clorofila a				
Calopogônio	26,65	25,19	24,56	25,47	B
Guandu-anão	37,19	34,06	34,35	35,20	A
Milheto	27,27	26,27	26,18	26,57	B
Média	30,37 a	28,51 b	28,37 b		
C.V. (%)	8,22				

Clorofila b							
Calopogônio	5,26	Ba	4,83	Ba	4,62	Ba	4,91
Guandu-anão	10,86	Aa	8,57	Ab	8,41	Ab	9,28
Milheto	5,56	Ba	5,07	Ba	4,95	Ba	5,19
C.V. (%)	15,21						
Clorofila Total							
Calopogônio	31,91		30,03		29,19		30,37 B
Guandu-anão	48,05		42,64		42,76		44,48 A
Milheto	32,84		31,34		31,13		31,77 B
Média	37,60	a	34,67	b	34,36	b	
C.V. (%)	9,31						

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os adubos verdes tiveram, de maneira geral, uma melhor resposta no tratamento AT em relação aos demais para clorofila “a” e total. Ao analisar a clorofila “b”, nota-se que houve interação entre os adubos verdes e as fontes de água. O guandu-anão, nas três fontes de água, apresentou maior quantidade de clorofila “b” em relação ao calopogônio e milheto. No entanto, tanto o calopogônio quanto o milheto não apresentaram diferenças estatísticas para clorofila “b” nas diferentes fontes de umidade, o que aconteceu com o guandu-anão; na AT (10,86 a), no EAN (8,57 b) e no EA (8,41 b) (Tabela 1).

Houve interação dos adubos verdes nos diferentes tempos de avaliação, cujos resultados são apresentados na Figura 1 através das regressões quadráticas de segundo grau. A equação estimada para o calopogônio apresentou baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 49,77\%$), o que deve acontecer em função dos sintomas apresentados de salinidade (folhas pequenas, retorcidas e encarquilhadas). A salinidade promove restrição na assimilação do CO_2 e queda do teor de clorofila, ocasionado pelo estresse oxidativo, resultando do acúmulo de espécies reativas e citotóxicas de oxigênio (O_2 , H_2O_2 , OH) ou interferência na osmose (WILLADINO et al, 2011). O calopogônio foi atacado por oídio (*Erysiphe polygoni*), controlado por pulverização com calda bordalesa a 1%.

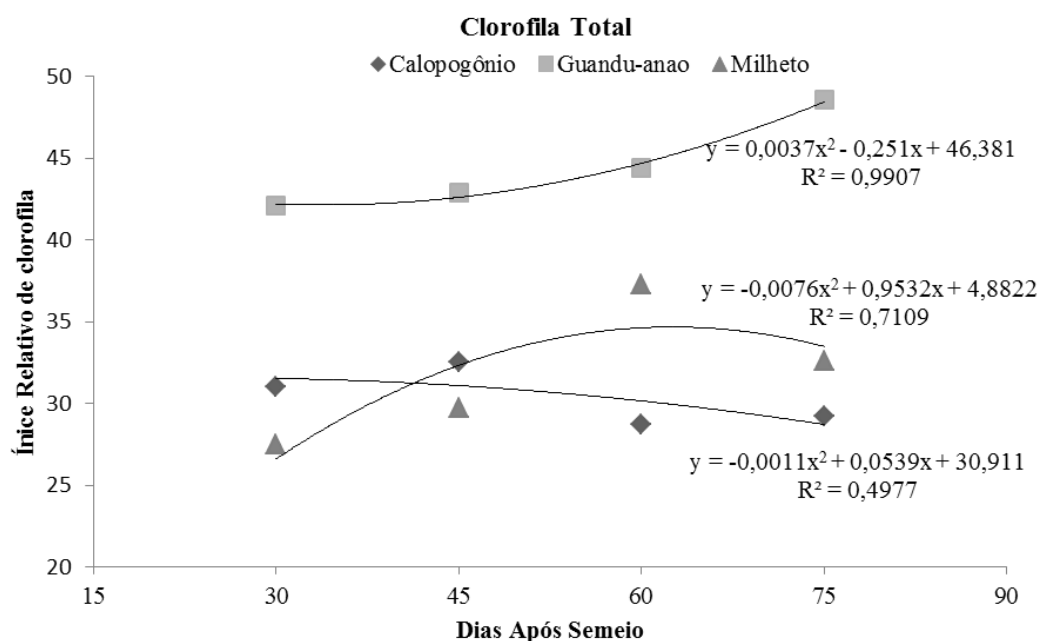


FIGURA 1. Índice Relativo de clorofila total dos adubos verdes.

Em relação aos teores de clorofila do milho houve um crescimento da primeira medição até a terceira, já na quarta medição houve um decaimento dos teores, possivelmente devido a restrição do nitrogênio e mudança da fase vegetativa para a fase reprodutiva (Figura 1). Para o guandu-anão o teor de clorofila cresceu ao longo das avaliações e a equação foi estimada com alto coeficiente de determinação ($R^2 = 99\%$). Possivelmente o guandu-anão não sofreu deficiência de nitrogênio, absorvendo-o através da fixação biológica do nitrogênio (FBN).

Verifica-se na Tabela 2 que o guandu-anão, dentro do ciclo de 85 dias, foi o que apresentou a produtividade esperada para ciclo de 120 dias, independente da fonte de água, pois não houve diferença estatística entre os tratamentos. Ao comparar com os dados da literatura (CALEGARI & CARLOS, 2014) e os da Tabela 2 é possível analisar que houve um bom desempenho da produção da fitomassa verde pelos adubos verdes no tempo de desenvolvimento no ambiente protegido.

TABELA 2. Massa fresca da parte aérea (MFPA) dos adubos verdes forrageiros aos 85 dias após semente cultivados em sucessão a irrigação com diferentes fontes de água. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-USP, Pirassununga-SP, 2014.

Adubos verdes	Água		Efluente Anaeróbio		Efluente Aeróbio		Referência*
	----- Kg m ⁻² -----						
Calopogônio	0,81	Ac	1,00	Ab	1,31	Ab	2,0 – 3,0
Guandu-anão	1,59	Ab	1,31	Ab	1,10	Ab	1,2 – 2,2
Milheto	3,62	Aa	2,87	Ba	3,09	Aba	5,0 – 6,0
C.V. (%)	19,14						

* Produtividade esperada (fitomassa fresca) dos adubos verdes no ciclo ideal de cultivo (CALEGARI & CARLOS, 2014). Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES: O guandu-anão se destacou em relação ao índice relativo de clorofila total, apresentando valores crescentes ao longo do tempo, independente da fonte de água.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**. vol. 13, n2, Lavras, 2001.
- CALEGARI, A.; CARLOS, J. A. D. Recomendações de plantio e informações gerais sobre o uso de espécies para adubação verde no Brasil. In: LIMA FILHO, O. F. et al. **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014. v.1, 507 p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- LEAL, I. G. et al. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplex nummularia* e gesso de jazida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1065-1072, 2008.
- WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendação para seu uso**. In: LIMA FILHO, O. F. et al. **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014. V.2, 478 p.
- PEREIRA FILHO, I. A. et al. Manejo da Cultura do Milheto. In: MARTINS NETTO, D. A.; DURÃES, F. O. M. **Milheto: Tecnologias de Produção e Agronegócio**. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 3, p. 62.
- PERSEGIL, E. O. **Recomendação de adubação nitrogenada para o cultivar de algodoeiro FMT 701 com base na leitura de clorofila IDF**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2012, 52 f.
- REIS, A. R. dos; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**. 2006, vol.65, n.1, pp. 163-171.
- WILLADINO, L. et al. Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p.417-422, 2011.