

ÍNDICE DE SUFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO DO SORGO SACARINO IRRIGADO COM EFLUENTE SINTÉTICO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

KELLISON LIMA CAVALCANTE¹, MAGNUS DALL'IGNA DEON², HÉLIDA KARLA PHILIPPINI DA SILVA³

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental na Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. E-mail: kellison.cavalcante@ifsertao-pe.edu.br;

² Doutor em Agronomia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido. E-mail: magnus.deon@embrapa.br;

³ Doutora em Oceanografia do Instituto Senai de Tecnologias. E-mail: helidaphilippini@gmail.com.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) auxilia o conhecimento do estado nutricional das plantas, sendo o N essencial para o desenvolvimento das folhas e enchimento dos grãos de sorgo sacarino. Este trabalho objetivou obter o ISN de plantas de sorgo sacarino a partir do estudo da sua atividade fotossintética. O cultivo foi em casa de vegetação e irrigado com efluente sintético formulado a partir da caracterização química mensal dos efluentes naturais de cinco estações de tratamento de esgoto de Petrolina-PE, em um ano. Para aferir o ISN foram realizadas 3 avaliações do Índice Relativo de Clorofila (IRC), entre o florescimento e a colheita, com medidor portátil Clorofilog, em folhas ativas. Com os dados do IRC calculou-se a diferença, tomando uma referência com maior teor de clorofila em relação as outras plantas, conforme Falker (2008), obtendo o percentual de suficiência de N através do quociente. Observou-se que as plantas atingiram ISN acima de 95%, considerado satisfatório, exceto os tratamentos Testemunha e os que receberam doses de N com teor de 50% do efluente natural, com ISN abaixo de 95%. Com o IRC considerado adequado, a cultura supriu suficientemente a demanda de N, com ISN satisfatório em relação à referência da plantação.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente. Irrigação. Clorofila.

NITROGEN SUFFICIENCY INDEX OF SORGHUM IRRIGATED WITH SEWAGE WATER SYNTHETIC FROM TREATMENT PLANTS

ABSTRACT: The Nitrogen Sufficiency Index (NSI) helps the knowledge of the nutritional status of the plants, and the N key to the development of leaves and filling of sweet sorghum grains. This study aimed to obtain the NSI of sorghum plants from the study of photosynthetic activity. The cultivation was in a greenhouse and irrigated with synthetic effluent formulated from the monthly chemical characterization of natural effluents five Petrolina-PE sewage treatment plants in one year. To gauge the ISN were conducted 3 evaluations of Relative Index of Chlorophyll (RIC), between flowering and harvesting, with laptop Clorofilog meter in active leaves. With RIC data was calculated the difference, taking a reference with increased chlorophyll content relative to other plants, as Falker (2008) to yield the percentage of N sufficiency by the ratio. It was observed that the plants reached ISN above 95%, considered satisfactory, except the treatments Witnesses and those who received N levels with 50% content of natural effluent with NSI below 95%. With the RIC considered appropriate, culture sufficiently supplied the demand of N, with satisfactory NSI in relation to the plantation reference.

KEYWORDS: Effluent. Irrigation. Chlorophyll.

INTRODUÇÃO

Nobre et al. (2010) destacam que o uso de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto (EETE) na produção agrícola visa promover a sustentabilidade da agricultura irrigada, economizando águas superficiais não poluídas, mantendo a qualidade ambiental e servindo como fonte nutritiva às plantas. Os nutrientes contidos nos EETE têm valor potencial para produções agrícolas. Verifica-se que com a utilização de corpos d'água, contendo esgoto sanitário, poderá não haver falta de nutrientes, possibilitando boa produtividade agrícola, sem gastos com fertilizantes (TELLES, 2011).

Um dos nutrientes encontrados é o nitrogênio, que de acordo com Fageria, Stone e Santos (1999), desempenha papel importante no crescimento da planta, aumenta o número e o peso de grãos, aumenta o uso eficiente da água na planta e melhora a qualidade dos grãos pelo aumento do teor de proteínas. Para a maioria das culturas, o nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades, daí sua exigência (RAIJ et al., 1996).

Conforme Santos et al. (2006), o tratamento de esgoto e a posterior utilização do efluente tratado na agricultura são medidas que se apresentam como forma de combate à poluição e incentivo à produção agrícola. Incentivar a agricultura é fundamental para a atualidade, principalmente, quando associado à fertirrigação com nutrientes advindos do próprio esgoto. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que visem promover o aumento da produtividade agrícola, consiste em uma alternativa que favorece o desenvolvimento local sustentável.

Sistemas de reuso de água na agricultura, adequadamente planejados e administrados, proporcionam melhorias ambientais e nas condições de saúde, bem como nos aspectos econômicos. De acordo com Hespanhol (2002; 2003), destacam-se como vantagens a preservação dos recursos subterrâneos, a conservação do solo e o aumento da produção agrícola e de acordo com Dantas e Sales (2009), constitui método que minimiza a produção de efluentes e o consumo de água de qualidade superior devido à substituição da água potável por água que já foi previamente usada.

De acordo com Fornasieri Filho e Fornasieri (2009) o sorgo sacarino é uma planta com altas taxas fotossintéticas, produzindo a energia metabólica necessária para o seu desenvolvimento e crescimento. É a partir da atividade fotossintética, com a clorofila como pigmento essencial, que a planta obtém energia para crescer, desenvolver folhas e no caso do sorgo sacarino encher os grãos. O teor de clorofila é proporcional a quantidade de N absorvida pela planta, fundamental para a obtenção de altas produtividades. Dessa forma, estudo de Deon et al. (2012) sugere que é possível utilizar o aparelho Clorofilog para estimar o teor de clorofila da planta como forma indireta de medir a absorção de N.

Nesse sentido, este trabalho objetivou obter o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) de plantas de sorgo sacarino a partir do estudo da sua atividade fotossintética. Com o conhecimento do ISN é possível adequar a necessidade de aplicação de N em cobertura, a partir das informações sobre a absorção da adubação inicial e do N disponível no sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido de casa de vegetação na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (Embrapa Semiárido), no município de Petrolina-PE (Latitude 09° 23' 55" Sul e Longitude 40° 30' 03" Oeste) com sorgo sacarino irrigado (*Sorghum bicolor* L. Moench) com efluente sintético baseado na composição média dos Efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto (EETE). A

caracterização química dos EETE foi realizada através de avaliações mensais durante um ano dos efluentes de quatro Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Petrolina-PE.

O experimento foi arranjado em esquema fatorial (4 x 4) + 1, constituindo 16 tratamentos e 1 testemunha, com 3 repetições, totalizando 51 unidades experimentais. Distribuídos em 4 níveis de salinidade (CE – dS.m⁻¹) e 4 concentrações de nitrogênio produzidos pela alteração do efluente sintético e uma testemunha (T) com água de abastecimento. Foram utilizadas as Condutividades Elétricas (CE) da solução iguais a 50, 100, 150 e 200% da encontrada nos efluentes e concentrações de nitrogênio iguais a 50, 100, 150 e 200% da encontrada nos efluentes.

O efluente sintético teve sua composição orgânica obtida a partir da concentração de 4,8 g de preparado industrializado de caldo de carne, 1 g de amido solúvel (C₆H₁₀O₅), 0,56 g de cloreto de amônio (NH₄Cl), 0,1 mL de ácido fosfórico (H₃PO₄) e 0,3 mL de detergente líquido e dissolvido em 100 mL de água destilada previamente aquecida a 100°C. Em seguida, foi utilizado 3,3 mL.L⁻¹ de efluente para obter-se uma DQO média de 80 mg de O₂.L⁻¹. A DQO foi analisada através da oxidação com K₂Cr₂O₇ (refluxo fechado) e leitura em espectrofotômetro de absorção molecular. A composição química foi obtida a partir de soluções estoque de KH₂PO₄ (1,0 mol.L⁻¹), NaH₂PO₄ (1,0 mol.L⁻¹), NH₄H₂PO₄ (1,0 mol.L⁻¹), MgSO₄ (1,0 mol.L⁻¹), CaSO₄ (0,01 mol.L⁻¹), (NH₄)₂SO₄ (1,0 mol.L⁻¹), NH₄NO₃ (1,0 mol.L⁻¹), KCl (1,0 mol.L⁻¹), CaCl₂ (1,0 mol.L⁻¹), NaCl (1,0 mol.L⁻¹) e MgCl₂ (1,0 mol.L⁻¹) conforme os tratamentos na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do efluente sintético

TRATAMENTOS	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (%)	NITROGÊNIO (%)	SOLUÇÃO ESTOQUE (mL/L)										
			KH ₂ PO ₄	NaH ₂ PO ₄	NH ₄ H ₂ PO ₄	MgSO ₄	CaSO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ NO ₃	KCl	CaCl ₂	NaCl	MgCl ₂
S1N1	50	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	-	-	-	-
S1N2	50	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	-	-	-	-
S1N3	50	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	-	-	-	-
S1N4	50	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	-	-	-	-
S2N1	100	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	1,16	1,47	4,06	1,80
S2N2	100	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	1,16	1,47	4,06	1,80
S2N3	100	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	1,16	1,47	4,06	1,80
S2N4	100	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	1,16	1,47	4,06	1,80
S3N1	150	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	2,32	2,94	8,11	3,59
S3N2	150	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	2,32	2,94	8,11	3,59
S3N3	150	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	2,32	2,94	8,11	3,59
S3N4	150	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	2,32	2,94	8,11	3,59
S4N1	200	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	3,48	4,41	12,17	5,39
S4N2	200	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	3,48	4,41	12,17	5,39
S4N3	200	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	3,48	4,41	12,17	5,39
S4N4	200	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	3,48	4,41	12,17	5,39

Fonte: elaborada pelo autor.

Dessa forma, utilizou-se sais minerais para alteração da CE, mas mantendo-se a proporção de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺, para não produzir variações na proporção entre os

cátions. Para alteração na concentração de nitrogênio, foram utilizadas diferentes proporções de NH_4NO_3 .

Os efluentes sintéticos utilizados na irrigação do experimento foram calculados com o objetivo de obter-se CE de 0,42; 0,83; 1,25 e 1,66 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ e RAS de 3,18; 4,49; 5,49 e 6,35 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para os tratamentos S1, S2, S3 e S4, respectivamente, NTK de 55,42; 110,84; 166,26 e 221,68 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para os tratamentos N1, N2, N3 e N4, respectivamente, e DQO de 79,74 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Esses parâmetros foram acompanhados e avaliados mensalmente, durante as avaliações dos EETE.

Para obtenção do Índice Relativo de Clorofila (IRC), foram feitas 3 avaliações com o medidor portátil Clorofilog (Falker Automação Agrícola Ltda., Brasil), a partir do estágio de florescimento, quando as folhas inferiores entraram em senescência e na época da colheita. O Clorofilog funciona medindo a transmissão luminosa a 635 e 660 nm, além de uma medida a 880 nm para a compensação da espessura da folha e reflete os teores relativos de clorofila e N a partir da influência da aplicação da solução nutritiva do efluente sintético com diferentes concentrações de N e CE sobre a produção de pigmentos fotossintetizantes. As leituras foram realizadas em três posições da folha +1 (primeira folha com bainha visível, contada a partir do ápice), conforme recomendação Rajj et al. (1996) para amostragem foliar. Com esse índice é possível auxiliar no ajuste da fertirrigação nitrogenada durante o ciclo do sorgo.

Com base nas médias das medições feitas nas folhas do sorgo sacarino foi realizada a avaliação do estado nutricional das cultivares em função do N. Com os dados foi possível calcular a diferença, tomando como base uma área de referência, que tem maior teor de clorofila possível em relação ao restante das plantas. Dessa forma o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) estima em percentual o teor de clorofila que existe na planta em relação ao que existe na área como referência e foi calculado de acordo com a Equação 1, conforme metodologia de Falker (2008).

$$\text{ISN} = (\text{média das medições} / \text{média da referência}) \times 100 \quad (1)$$

em que.

ISN - Índice de Suficiência de Nitrogênio (%)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o conhecimento do Índice Relativo de Clorofila (IRC) é possível adequar indicações sobre a necessidade de aplicação de N em cobertura, a partir das informações sobre a absorção da adubação inicial e do N disponível no sistema.

Na Tabela 2 estão os valores do IRC, medidos em três ocasiões, em folhas totalmente expandidas da planta, permitiu acompanhar o seu estado nutricional durante o ciclo vegetativo. Com o IRC foi possível tomar decisões no manejo nutricional de N, antes que efeitos graves ocorram no cultivo.

Observa-se que os valores encontrados no experimento estão acima dos encontrados por Lima et al. (2011) em estudo com painço, com média de IRC de 31,1, com a mesma proporção de N aplicado durante o cultivo. Dessa forma o fator quantidade de N supriu satisfatoriamente a demanda da atividade fotossintética da planta.

Na Figura 1, a média dos valores de IRC se ajustou a uma função linear, observando-se que bastou a aplicação dos menores níveis de N ($60 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) para que os valores tendessem à estabilização, sendo o ponto de máxima nos teores de 174 e 228 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de N, que são os teores definidos para aplicação nos tratamentos do experimento.

Tabela 2 – Índice relativo de clorofila total (A e B)

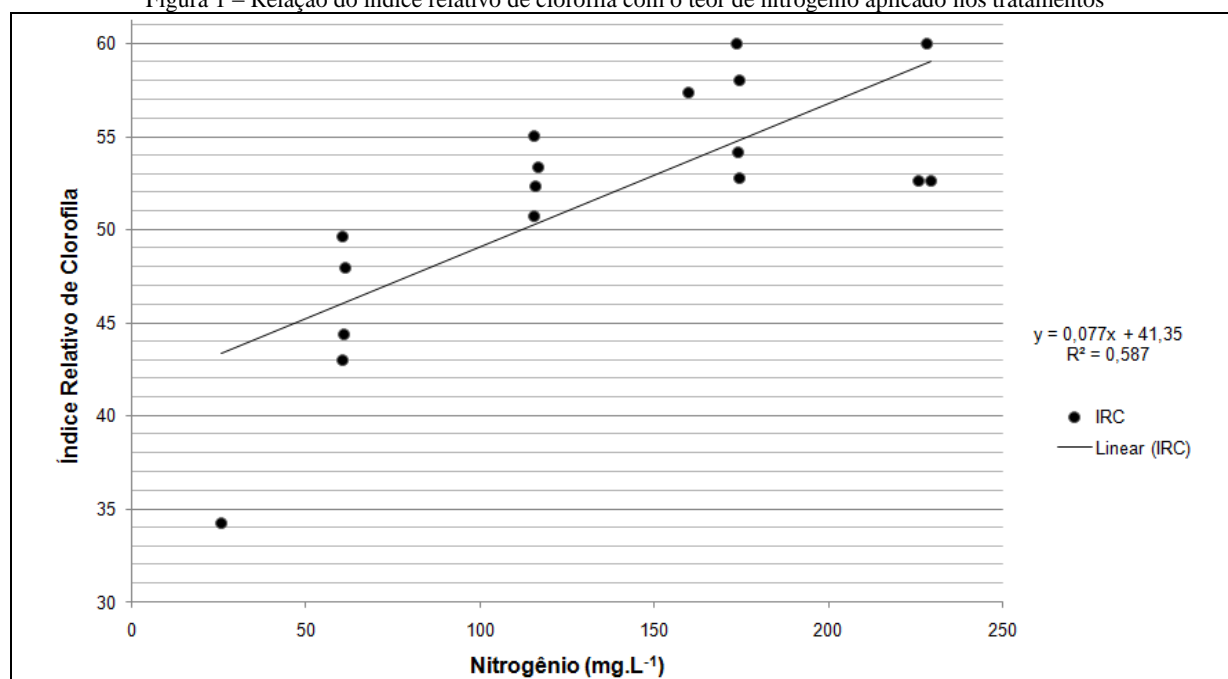
TRATA- MENTO	ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA			MÉDIA	DP* (±)	CV** (%)	IC*** (±)	TESTE F
	DATA DA LEITURA							
	13/09	27/09	18/10					
T****	42,30a	35,09ab	25,29b	34,23	5,96	17,41	8,26	4,42*
S1N1	45,60a	45,46a	16,30b	35,79	12,99	36,30	18,00	10,21**
S1N2	48,73b	48,70b	54,81a	50,75	2,71	5,34	3,75	6,77**
S1N3	49,59b	49,93b	58,82a	52,78	4,03	7,63	5,58	8,53**
S1N4	47,78b	47,87b	62,23a	52,63	6,40	12,17	8,88	9,65**
S2N1	44,08a	43,94a	45,02a	44,35	0,45	1,01	0,62	0,89 ^{ns}
S2N2	48,53b	50,62b	57,78a	52,31	3,64	6,97	5,05	12,28**
S2N3	49,29b	49,63b	60,60a	53,17	4,95	9,31	6,86	15,24**
S2N4	54,03a	56,08a	62,02a	57,38	3,10	5,40	4,29	1,37 ^{ns}
S3N1	48,22a	51,13a	49,42a	49,59	1,03	2,07	1,42	2,21 ^{ns}
S3N2	48,28b	50,67b	61,40a	53,45	5,30	9,92	7,35	13,48**
S3N3	54,54a	52,79a	24,80b	44,04	12,83	29,13	17,78	16,32**
S3N4	54,06a	53,04a	50,64a	52,58	1,29	2,46	1,79	2,96 ^{ns}
S4N1	42,12b	43,48b	58,23a	47,94	6,86	14,31	9,51	17,58**
S4N2	48,64b	47,56b	63,77a	53,32	6,96	13,06	9,65	19,75**
S4N3	51,59a	50,84a	25,81b	42,75	11,29	26,41	15,65	14,90**
S4N4	51,22a	49,64a	16,96b	39,27	14,88	37,89	20,62	11,36**

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

ns, *, **: não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 1 – Relação do índice relativo de clorofila com o teor de nitrogênio aplicado nos tratamentos



* DP = Desvio padrão;

** CV = Coeficiente de variação;

*** IC = Intervalo de confiança;

**** T = Testemunha.

Com esses valores é possível estimar o estado nutricional das plantas com base em uma referência com o maior teor de clorofila das plantas, estabelecendo o Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN), como distribuído na Tabela 3.

Tabela 3 – Índice de suficiência de nitrogênio calculado a partir do índice relativo de clorofila de cada tratamento

TRATAMENTO	ÍNDICE DE SUFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO (%)			MÉDIA
	DATA 13/09	DATA 27/09	DATA 18/10	
T*	78,25	77,92	64,37	73,51
S1N1	84,35	78,55	47,98	70,29
S1N2	90,15	96,25	96,70	94,37
S1N3	91,73	96,65	98,00	95,46
S1N4	93,93	99,99	99,99	97,97
S2N1	81,53	84,58	56,59	74,23
S2N2	89,78	96,12	87,15	91,02
S2N3	91,17	96,83	95,95	94,65
S2N4	99,95	97,94	96,72	98,20
S3N1	89,20	88,36	74,43	84,00
S3N2	89,30	95,04	95,63	93,32
S3N3	97,20	96,40	97,86	97,15
S3N4	99,99	96,85	97,41	98,08
S4N1	89,02	83,77	85,65	86,15
S4N2	95,16	96,00	95,24	95,47
S4N3	95,43	97,19	95,28	95,97
S4N4	96,60	97,88	98,08	97,52

Fonte: dados da pesquisa.

Falker (2008) ressalta que valores de ISN acima de 95% indicam que a planta está suficientemente suprida de N e abaixo indicam deficiência desse elemento. Dessa forma, observa-se que nas leituras do dia 13/09 a maioria dos tratamentos não tinha absorvido o N de forma eficaz. Nas leituras dos dias 27/09 e 18/10 as plantas atingiram ISN satisfatório em relação à referência da plantação, a exceção ficou nos tratamentos T que receberam apenas água de abastecimento e nas variáveis do N1 com doses de N insuficientes para suprir sua demanda na atividade fotossintética, com índices ISN abaixo de 95%.

Também foi analisada a interação do IRC em cada leitura em relação com os níveis de salinidade e de N dos tratamentos (Tabela 4), que pode nos mostrar a suficiência na atividade fotossintética e desenvolvimento vegetal. Com as equações apresentadas é possível ajustar o manejo dos níveis dos tratamentos para uma produção satisfatória.

Tabela 4 – Avaliação da interação do índice relativo de clorofila e os níveis de salinidade e teores de N dos tratamentos

DATA DA LEITURA	EQUAÇÃO ESTIMADA	R ²	CV* (%)	PONTO MÁXIMO
13/09	$31,009 + 6,172S + 0,052N - 3,496S^2 + 0,012NS - 0,0001N^2$	0,4074	7,4895	53,58
27/09	$28,980 + 12,184S + 0,054N - 5,765S^2 + 0,001NS - 0,0001N^2$	0,5476	4,9713	53,53
18/10	$-24,373 + 67,808S + 0,477N - 14,451S^2 - 0,297NS - 0,0005N^2$	0,6757	20,1644	55,53

Fonte: dados da pesquisa.

* T = Testemunha;

* CV = Coeficiente de variação.

As leituras iniciais do IRC em função da interação com a salinidade e o N apresentaram regressão quadrática crescente com significância ($p > 0,05$), porém, a última leitura apresentou redução nos seus índices, época que as plantas já haviam atingido a maturidade fisiológica, o que também podem ser observados nos valores individuais de IRC dessa data.

CONCLUSÕES

A cultura estava suficientemente suprida de nitrogênio, com Índice de Suficiência de Nitrogênio (ISN) considerado satisfatório em relação à referência da plantação, com índice em torno de 95%. Exceto nas variáveis dos tratamentos N1, que receberam teores de nitrogênio na proporção de 50% do efluente natural, com doses de nitrogênio insuficientes para suprir sua demanda na atividade fotossintética, com índices ISN abaixo de 95%. Dessa forma, os tratamentos que receberam teores de nitrogênio na proporção dos efluentes naturais e acima, proporcionaram condições favoráveis do nutriente na atividade fotossintética e desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

DANTAS, D. L.; SALES, A. W. C. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, Fortaleza, v. 3, n. 3, p. 4-19, set./dez. 2009.

DEON, M. D.; CASTRO, J. M. C.; AIDAR, S. T.; CHAVES, A. R. M.; SOUZA, F. F.; SILVA, D. J. Índice de clorofila e diagnose nutricional de aceroleiras afetadas por nematóides. In: FERTBIO 2012. **Anais...** Maceió, 2012.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília: Embrapa, 1999. 294 p.

FALKER. Uso do clorofiLOG como ferramenta para recomendação de adubação nitrogenada. Nota de Aplicação – CFL1030 - N.1. **Rev B**, Fev 2008. Disponível em <http://www.falker.com.br/produto_download.php?id=4> Acesso em: 04 jun. 2013.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: Funep, 2009. 202 p.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, p. 411-437, 2003.

_____. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95, out./dez. 2002.

LIMA, E. V.; SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Relação da leitura do clorofilômetro com o N total na folha de painço em função da adubação nitrogenada de cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.2, p.149-158, 2011.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARE, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação

orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 14, p. 747-754, 2010.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (Boletim técnico 100).

SANTOS, K. D.; HENRIQUE, I. N.; SOUSA, J. T. de; LEITE, V. D. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 2, (Suplemento especial), n. 1, p. 20-26, 2006.

TELLES, D. A. Aspectos da utilização de corpos d'água que recebem esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas. In: NUVOLARI, A. (Coord.). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. p. 507-528.