

CRESCIMENTO DO MILHO IRRIGADO SUBMETIDO À DIFERENTES DILUIÇÕES DE EFLUENTE TRATADO

Kátia Elisabete Silva Ribeiro¹, Célia Silva dos Santos², Abelardo Antônio de Assunção Montenegro³, Beatriz Gomes de Araújo⁴, Talita Xavier Gouveia⁵, Andeson Ferreira e Lima⁶

RESUMO: A crise hídrica é um problema mundial, principalmente quando se trata de regiões semiáridas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da aplicação de água residuária sobre crescimento do Milho, cultivado em solo representativo da bacia do Rio Ipojuca. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação da UFRPE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos por: T3 - 75% ET mais 25% de água de abastecimento (AB); T4 - 50% ET mais 50% AB; T5 - 25% ET mais 75% AB e T2 - 100% da água de efluente tratado (ET) e uma testemunha absoluta T1 (1) – 100% da água de abastecimento + adubação química convencional (AB). As variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). Para a variável altura de plantas, constatou-se maior crescimento com a concentração de 100% ET aos 30 e 45 DAS, respectivamente. O maior diâmetro de caule foi observado aos 60 DAS com a utilização de 50% de efluente tratado. Ao observar a variável número de folhas, percebeu-se um acréscimo quando utilizado a concentração de 75% aos 30 e 45 DAS. No que se refere a variável área foliar foram constatados incrementos na concentração de 65,20% de ET aos 30 DAS.

PALAVRAS-CHAVE: reuso, sustentabilidade, *Zea mays* L.

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife-PE, Brasil; Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos. Fone (81) 987165969. E-mail: katiabete2008@hotmail.com

² Doutora em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife-PE

³ Prof Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife -PE

⁴ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife-PE

⁵ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife-PE

⁶ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife-PE

GROWTH OF IRRIGATED MAIZE SUBMITTED TO DIFFERENT DILUTION OF SEWAGE

ABSTRACT: The water crisis is a worldwide problem, especially when it comes to semiarid regions. The objective of this study was to evaluate the effects of wastewater application on maize growth, grown in representative soil of the Ipojuca River basin. The research was carried out in a greenhouse of UFRPE. The experimental design was randomized blocks with five treatments and five replications, totaling 25 experimental units. The treatments consisted of: T3 - 75% ET plus 25% water supply (AB); T4 - 50% ET plus 50% AB; T5 - 25% ET plus 75% AB and T2 - 100% of treated domestic sewage (ET) and one absolute control T1 (1) - 100% of water supply + conventional chemical fertilizer (AB). The variables analyzed were: plant height (AP), stem diameter (DC), number of leaves (NF) and leaf area (AF). For the plant height variable, the highest growth was observed at 100% ET at 30 and 45 DAS, respectively. The largest stem diameter was observed at 60 DAS using 50% wastewater. When observing the variable number of leaves, an increase was observed when the concentration of 75% was used at 30 and 45 DAS. Regarding the leaf area variable, increases in the concentration of 65.20% of ET were observed at 30 DAS.

KEYWORDS: reuse, sustainability, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro produtor mundial de milho, perdendo apenas para Estados Unidos e China, atingindo seu maior volume estimado em 92,8 milhões de toneladas. O Brasil atualmente é o 3º maior produtor de milho do mundo, apresentando na safra 2016/2017 uma produção de 17,6 milhões de ha, no Nordeste essa produtividade total foi de 2,6 milhões de ha, 14,7% do rendimento nacional (CONAB, 2018).

O grande impedimento para a produção agrícola no semiárido brasileiro é a escassez hídrica. Numa região com baixas precipitações como o Nordeste brasileiro, onde encontra-se apenas 3,3% dos recursos hídricos do país, distribuída de maneira desigual, ocasionando seca que têm forte impacto sobre a região, se faz necessário encontrar soluções para minimizar o problema. (JACOBI, 2017)

Sendo a água um fator limitante para o desenvolvimento econômico e social de uma região e a agricultura a atividade que consome grande parte desse recurso, atualmente,

segundo a Agência Nacional de Águas (ANA 2018), 6,95 milhões de hectares estão equipados para irrigação e o nordeste irriga aproximadamente 16% dessa área.

Entretanto, são crescentes os estudos sobre a utilização de águas de qualidade inferior para suprir a necessidade desse bem no setor agrícola enquanto águas de qualidade superior seriam utilizadas para consumo humano e animal, como preconiza a Política Nacional de Recursos Hídricos (RIBEIRO et al., 2012).

O reuso de água para a irrigação proveniente de efluente tratado é uma prática amplamente estudada e recomendada por diversos pesquisadores como alternativa viável para suprir as necessidades hídricas e, em grande parte, nutricionais das plantas sendo fundamental no planejamento e na gestão sustentável desse recurso (CAPRA; SCICOLONE, 2007; SANTOS et al., 2017).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento do milho sob os efeitos das diluições de efluente tratado em solo da bacia do Rio Ipojuca -PE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de Dezembro de 2017 a Fevereiro de 2018 em condições de casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, campus Recife, sob as seguintes coordenadas geográficas: 08° 01' 09,81'' S e 34° 56' 52,55'' W, e altitude de 6,5 m de acordo com o sistema SAD 69 (South American Datum). O clima da região segundo Köppen é classificado como tropical chuvoso (tipo As' a Ams').

O experimento foi composto por 25 vasos plásticos com capacidade de 15 L, diâmetro externo na borda superior 0,25 m e altura externa de 0,30 m.

O solo da área experimental foi classificado como Planossolo Háplico Sáfico Sódico Hipereutrófico de textura predominantemente arenosa, conforme EMBRAPA (2018), representativo da Bacia do Rio Ipojuca. Amostras desse material foram analisadas e seus atributos físico-químicos foram determinados (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico-químicas do solo utilizado para o plantio milho antes da aplicação dos tratamentos, Mutuca-PE.

	Areia	Argila	Silte	Ds	Dp	P	CC	PMP	Classe Textural	
Amostra de solo	_____%____			_ g cm ⁻³ _		____%____	_____%____			
	78,9	16,05	5,05	1,43	2,69	46,84	9,6	4,58	Areia Franca	
pH (água)	Ca	Mg	Al	Na	K	P	C.O	M.O	H+Al	PST

1:2,5	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³	g kg ⁻¹		cmol _c dm ⁻³	%
7,4	5,1	1,14	0	0,24	0,57	382	7,63	13,16	3,11	2,36

Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partícula; P: Porosidade; CC: Capacidade de Campo e PMP: Ponto de Murcha Permanente; C.O – Carbono orgânico; M.O – Matéria orgânica;

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais.

Foram aplicados cinco tratamentos, sendo três níveis compostos por diluição de efluente tratado com água de abastecimento nas porcentagens de: T3 - 75% ET mais 25% de (AB); T4 - 50% ET mais 50% AB; T5 - 25% ET mais 75% AB; T2 – 100% da água de efluente tratado (ET), e a testemunha absoluta: T1 - 100% da água de abastecimento + adubação química convencional (AB,) avaliados até os 60 dias após a semeadura (DAS).

O efluente tratado foi proveniente da Estação de Tratamento de Reuso e Manejo Hidroagrícola, localizada no Distrito de Mutuca pertencente à cidade de Pesqueira-PE.

Para o tratamento testemunha foi utilizado um reservatório de 100 L com água de abastecimento local proveniente de poço do CEGOE. Para os tratamentos com diluições também foi utilizado reservatórios de 100 L.

O critério adotado na definição das lâminas de irrigação com efluente tratado (aplicadas manualmente) na implantação dos tratamentos, foi baseado na pesagem direta dos vasos. A frequência da aplicação do efluente tratado foi com turno de rega a cada dois dias.

Amostras das diferentes águas utilizadas foram analisadas e seus atributos físico-químicos determinados (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização físico-química da água de abastecimento e efluente tratado utilizado no experimento.

Constituintes	Unidade	100%AB	75%ET+25%AB	50%ET+50%AB	25%ET+75%AB	100%ET
pH	-	6,30	7,70	7,40	6,90	7,90
CE	dS m ⁻¹	0,13	2,50	1,40	0,725	3,13
K ⁺	mg L ⁻¹	0,15	0,013	0,01	0,05	2,50
P-Total	mg L ⁻¹	-	2,50	2,00	1,00	2,50
Na ⁺	mg L ⁻¹	5,40	644,94	569,62	449,10	1172,23
Alcalinidade	mg L ⁻¹	11,70	474,00	280,00	125,00	708,00
Cloretos	mg L ⁻¹	15,40	700,00	550,00	400,00	200,00
DBO	O ₂ L ⁻¹	-	20,00	16,00	15,00	30,00
DQO	O ₂ L ⁻¹	-	114,00	57,00	35,00	125,00
SS	mg L ⁻¹	-	0,40	0,10	0,00	0,50
ST	mg L ⁻¹	-	1695,00	1155,00	581,00	2345,00
SF	mg L ⁻¹	-	1474,00	1026,00	506,00	2094,00
SV	mg L ⁻¹	-	221,00	129,00	75,00	251,00
SS*	mg L ⁻¹	-	19,00	10,00	2,00	50,00

CE – Condutividade elétrica; P-total - Fósforo total; N-total - Nitrogênio total; DQO - Demanda Química de Oxigênio; DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio; SS - Sólidos Sedimentáveis; ST - Sólidos Totais; SF - Sólidos Fixos; SV - Sólidos voláteis; SS* - Sólidos Solúveis.

Utilizou-se a cultivar BR 5026 do IPA semeada no espaçamento de 0,7 m entre linhas e 0,30 m entre plantas.

Para suprir as necessidades nutricionais da cultura foi realizada adubação segundo o Manual de Recomendação de Adubação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (CAVALCANTI, 2008).

Na avaliação de crescimento vegetativo do milho, foram observados os aspectos morfométricos das plantas, onde foi realizada a cada 15 dias, a partir dos 15 dias após semeadura até o final do ciclo, totalizando quatro épocas de amostragem. As variáveis analisadas foram: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) determinados com o auxílio de uma fita métrica e paquímetro digital.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, através do teste F, e análise de regressão a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o software Sisvar (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para altura da planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) nas quatro épocas de avaliação, estão resumidas na Tabela 3. Verificou-se para variável altura de planta (AP) que as concentrações de efluente tratado não ocasionaram efeito significativo ($p < 0,05$) aos 15 e 60 DAS; no entanto, verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) aos 30 DAS e 45 DAS respectivamente.

Tabela 3. Resumo da ANOVA para altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) de plantas de milho (cv. IPA BRS-1501) irrigadas com diferentes diluições de efluente tratado aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS).

Fontes de variação	GL	Altura de planta				Diâmetro do caule			
		15 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS	15 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS
% Diluições (D)	4	1,53 ^{ns}	58,48*	663,53**	621,60 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,21**
Bloco	4	11,14**	33,63 ^{ns}	149,34 ^{ns}	1034,1 ^{ns}	0,13*	0,09 ^{ns}	0,14*	0,11 ^{ns}
Resíduo	16								
CV	%	11,84	11,93	12,61	17,06	19,12	7,57	9,58	7,93
Fontes de variação	GL	Números de folhas				Área foliar			
		15 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS	15 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS
% Diluições (D)	4	0,70 ^{ns}	7,36**	17,66**	6,34*	47,70 ^{ns}	32715**	10856 ^{ns}	7389 ^{ns}
Bloco	4	0,85 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,85 ^{ns}	3,45 ^{ns}	52,96 ^{ns}	1306 ^{ns}	11781 ^{ns}	10643*
Resíduo	16								
CV	%	9,76	9,37	11,83	8,95	23,17	26,16	13,98	11,82

*,** Significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente; ^{ns} Não significativo, pelo teste F.

Com relação à altura das plantas aos 30 DAS (Figura 1), observou-se tendência linear em função do aumento das concentrações de ET, apresentando valor máximo estimado de 38,97 cm na lâmina de 100% ET e mínimo estimado de 32,09 cm na concentração 0% ET, revelando um incremento de 21,44% sobre à testemunha.

Aos 45 DAS, constatou-se efeito quadrático em função do aumento das concentrações de AR, com máximo estimado de 74,60 cm na concentração de 65,65% ET, obtendo-se um incremento de 53,07% sobre à testemunha. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Costa et al. (2014), avaliando altura de planta do milho aos 40 DAS, em que obteve valor médio de 72,80 cm na concentração de 50% de água residuária tratada.

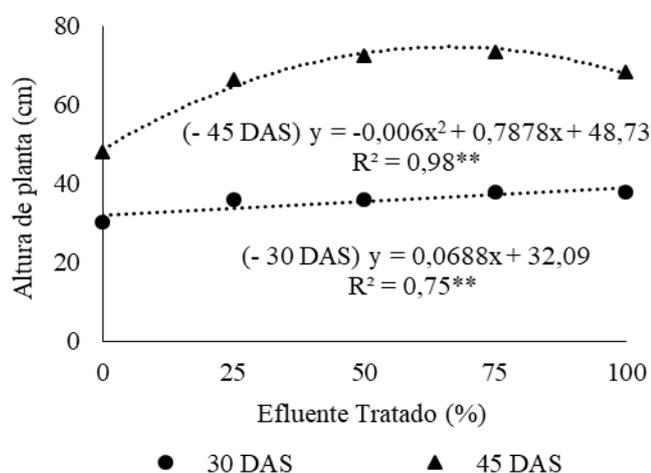


Figura 1. Efeito das diferentes diluições de efluente tratado sobre altura de planta (AP) de milho (cv. IPA BR-5026) sob condições de ambiente protegido, Recife 2018.

Observa-se na Figura 2, que houve efeito quadrático aos 60 DAS em função das diluições de ET, constatando-se um incremento de 17,72% entre a testemunha (0% efluente) e o maior nível de concentração de ET (63,88% efluente), com máximo de 2,16 cm.

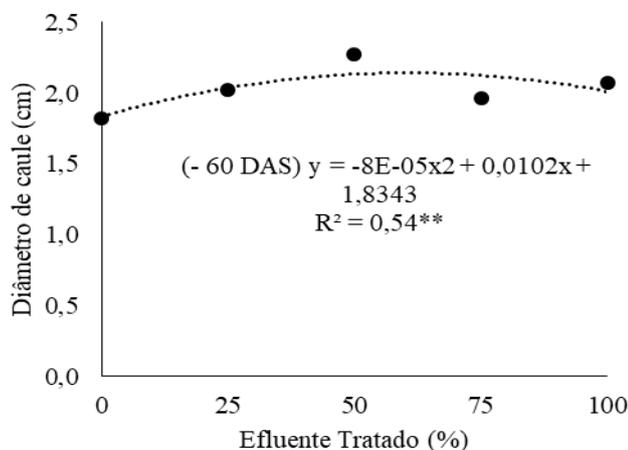


Figura 2. Efeito das diferentes diluições de efluente tratado sobre diâmetro de caule (DC) de milho (cv. IPA BR-5026) sob condições de ambiente protegido, Recife 2018.

Na Figura 3, observa-se efeito linear crescente em função das concentrações de ET, com valor máximo estimado de 9,28 folhas planta⁻¹ na concentração de 100% ET e mínimo estimado de 6,84 folhas planta⁻¹, revelando um incremento de 35,67% em relação à testemunha. Aos 45 DAS, verificou-se que houve efeito quadrático em função das concentrações de ET, constatando-se um acréscimo de 55,30% com valor máximo estimado de 11,11 folhas planta⁻¹ na lâmina de 75% ET em relação à testemunha.

Os resultados corroboram com o padrão encontrado na análise de crescimento na cultura do milho por Sotero et al. (2019), com maior produção de número de folhas no tratamento irrigado com 100% de água residuária, apresentando valor médio 9,8 folhas planta⁻¹ aos 50 DAS.

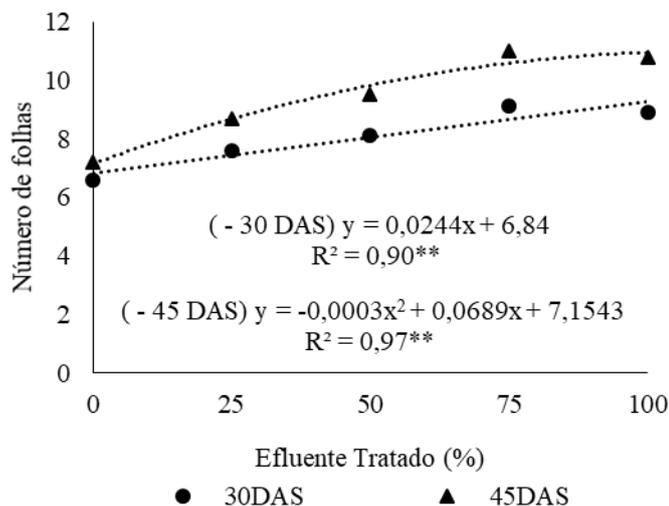


Figura 3. Efeito das diferentes diluições de efluente tratado sobre número de folhas (NF) de milho (cv. IPA BR-5026) sob condições de ambiente protegido, Recife 2018.

Na Figura 4, constatou-se efeito quadrático da área foliar em função do aumento das concentrações de ET aos 30 DAS, com valor máximo estimado de 313,44 cm² na concentração de 65,20% de ET, representando um acréscimo de 18,67% em relação à testemunha.

Acima desta concentração, observou-se uma diminuição da área foliar que se deve possivelmente, ao estresse osmótico e hídrico, os quais são decorrentes do estresse salino no ambiente radicular, o que pode, de acordo com Ayers e Westcot (1999), promover desequilíbrio fisiológico às plantas.

Meneghetti et al. (2012) avaliando o crescimento do milho irrigado com água residuária de suinocultura, obtiveram comportamento quadrático da área foliar com máximo estimado 130 cm² aos 30 DAS.

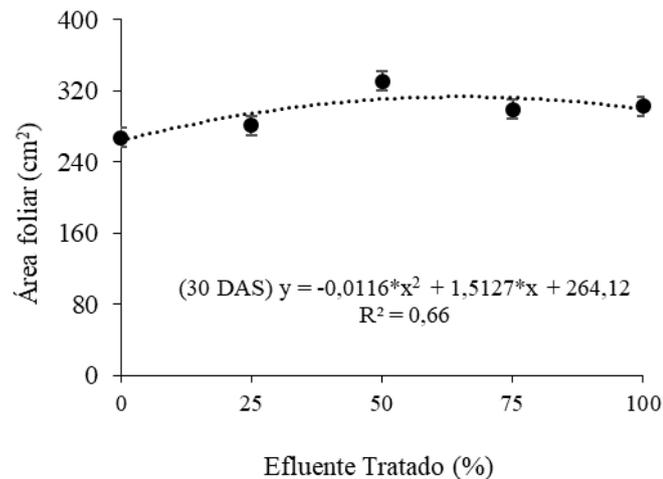


Figura 4. Efeito das diferentes diluições de efluente tratado sobre área foliar (AF) de milho (cv. IPA BR-5026) sob condições de ambiente protegido, Recife 2018.

CONCLUSÕES

Para a variável altura de planta constatou-se maior crescimento com concentrações 100% e 65,65% ET com máximos de 37,93 e 68,5 cm aos 30 e 45 DAS. O maior diâmetro de caule foi observado aos 60 DAS com a utilização de 63,88% de ET. Ao observar a variável número de folhas, percebeu-se um acréscimo quando utilizado a concentração de 100% e 75% aos 30 e 45 DAS. No que se refere a variável área foliar foi constatado um seu maior valor na concentração de 65,20% de ET aos 30 DAS.

A utilização de águas residuárias provocou respostas significativas no crescimento do milho quando irrigadas com a suplementação de efluente tratado associado com água de abastecimento ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: < <http://conjuntura.ana.gov.br/usoagua>> Acesso em 22 de março de 2019.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2a. aproximação**. 2 ed. rev. Recife: IPA, 2008. 212p.

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation systems. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v.15, p.1529-1534, 2007.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Séries Históricas. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard> > Acesso em 22 de março de 2019.

EMBRAPA– **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistema de produção Embrapa - Cultivo do milho. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1gal1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658 > Acesso em 06 de julho de 2018.

FERREIRA, D.F. **Estatística básica**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2014. 664p.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:<<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias>> Acesso em 22 de março de 2019.

IPA. **Manual de Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2a. aproximação**. 2 ed. rev. Recife, 2008. 212p.

JACOBI, P. R.; GRANDISOLI, E. **Água e Sustentabilidade desafios, perspectivas e soluções**. São Paulo: IEE-USP e Reconnecta, 2017.

MENEGHETTI, A. M.; NÓBREGA, L. H. P.; SAMPAIO, S. C.; FERQUES, R. G. Mineral composition and growth of babycorn under swine wastewater combined with chemical fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.11, p.1198–1205, 2012.

RIBEIRO, M. C. DE F.; ROCHA, F. A.; SANTOS, A. C. DOS.; SILVA J. O. DA.; PEIXOTO, M. DE F. S. P.; PAZ, V. P. DA S. Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de efluente tratado tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiente**, v.16, n.6, p.639-646, 2012.

SANTOS, C.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; SANTOS, M.A.L.; PEDROSA, E.M.R. Evapotranspiration and crop coefficients of Moringa oleifera under semi-arid conditions in Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.21, n.12, pp.840-845, 2017.

SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; MOURA, G. B. A.; LOPES, P. M. O. Avaliação do desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração potencial para região norte de Recife-PE. **Engenharia na agricultura**, v. 20, n.2, p. 163-174, 2012.

SOTERO, A. R. H.; BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, M. K. T. DE.; OLIVEIRA, F. DE A. DE.; RODRIGUES FILHO, R. A.; MENDES, H. C.; LAVÔR, W. K. B. DE.; SILVA, A. D. DA. Growth and Production of Millet Irrigated With Dilutions of Treated Gray Water. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.3, p.504-514, 2019.