

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS RESIDUÁRIAS NO DESENVOLVIMENTO DE *Leucaena leucocephala* (LEUCENA)

Ronaldo Ferreira Rodrigues¹, Guilherme Malafaia², Priscilla Mendonça de Lacerda³, Aline Sueli de Lima Rodrigues⁴

RESUMO

O uso de efluentes na irrigação é uma prática milenar e, atualmente está presente nos cinco continentes. Porém, estudos sobre sua aplicação em culturas não-agrícolas ainda são incipientes. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da irrigação com águas residuárias (oriunda de uma lagoa de estabilização de esgoto doméstico) no desenvolvimento da espécie *Leucaena leucocephala*. O experimento foi conduzido com delineamento inteiramente casualizado, contendo três tratamentos e oito repetições. As variáveis avaliadas foram: número médio de folhas por planta, altura da planta, comprimento das raízes, fitomassa úmida e seca das partes aéreas e das raízes das plantas. Além disso, foram determinadas as concentrações dos elementos Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sc, Ti, V, Y e Zn nas águas utilizadas para a irrigação. Os resultados mostram-se promissores no que diz respeito à utilização de água residuária proveniente da lagoa de estabilização para irrigação da espécie escolhida, pois um desenvolvimento mais rápido em *L. leucocephala* foi observado, quando da irrigação das culturas com esse tipo de resíduo.

Palavras-chave: reuso de água; esgoto doméstico; espécie não-agrícola; água.

INFLUENCE OF IRRIGATION WITH WASTEWATER ON DEVELOPMENT OF *Leucaena leucocephala* (LEUCAENA)

ABSTRACT

The use of wastewater for irrigation is an ancient practice and currently is present at five continents. However, studies about its use for non-agricultural cultures are still incipient. Thus, the present study aimed to evaluate the influence of irrigation with wastewater (coming from a stabilization pond of sewage) in the development of the species *Leucaena leucocephala*. The experiment was conducted in a completely randomized design with three treatments and eight replications. The variables evaluated were: number of leaves per plant, plant height, root length, wet and dry biomass of the aerial parts and roots of plants. Furthermore, the concentrations of the elements Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sc, Ti, V, Y and Zn in waters employed in irrigation were determined. The results are promising regarding to the use of wastewater from the stabilization pond for irrigation of the species. Furthermore, the development of *L. leucocephala* irrigated with such water was a faster than that observed in other cultures.

Keywords: water reuse; domestic sewage; species nonfarm; water.

¹Discente do curso de Engenharia Agrícola, bolsista PIBIC/CNPq, Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO.

²Docente do Departamento de Ciências Biológicas, Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Ciências Ambientais e Biológicas, Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO.

³Mestranda em Engenharia Agrícola, bolsista CAPES, Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Anápolis, GO.

⁴Docente do Departamento de Tecnologia em Gestão Ambiental, Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Ciências Ambientais e Biológicas, Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO.



INTRODUÇÃO

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco), no âmbito do Decênio Hidrológico Internacional (1964-1974), as águas doces representam apenas 2,7% da disponibilidade hídrica total do planeta e destas, a grande parte (77,2%) encontra-se em calotas polares, geleiras e *icebergs* e as demais estão distribuídas nos aquíferos e lençóis subterrâneos (22,4%), em rios, lagos e pântanos (0,36%) e na atmosfera (0,04%).

De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), se o uso racional dos recursos hídricos não entrar em prática logo, 60 países, o que corresponde a 75% da população mundial, poderão sofrer com a falta de água no ano de 2050 (1). Das espécies existentes na Terra, o homem é o que mais usufrui de água doce disponível, chegando atualmente à aproximadamente 54% do total acessível e, persistindo a tendência atual nos próximos 25 anos, a humanidade utilizará 90% da água doce disponível, restando apenas 10% aos demais habitantes do planeta (2).

Segundo Ayers&Westcot (3), a agricultura utiliza o maior volume de água e pode suportar águas de qualidade inferior à necessária para a indústria e o uso doméstico; é inegável, portanto, que exista um grande aumento da tendência de se encontrar na agricultura a solução para problemas ligados aos efluentes. Em termos quantitativos, o volume de água residuária potencialmente disponível para uso pode ser insignificante quando comparada com o total de água necessário na agricultura irrigada. Porém, as prováveis consequências de sua utilização são de importância ambiental, social e econômica, e a necessidade de planejamento é justificada por controlar, em longo prazo, os efeitos de salinidade e sodicidade sobre os solos e as culturas (4,5).

O emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas e o nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, os custos de seu tratamento, já que as águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas se comportam como biofiltros naturais (6).

A utilização da água para fins domésticos, industriais, recreação, agrícola e

para geração de energia, faz com que cresça cada vez mais os níveis de preocupação em escala mundial. A oferta de recursos hídricos em quase todas as regiões vem decrescendo quantitativamente em função, principalmente, da demanda crescente imposta pela pressão demográfica e econômica das sociedades modernas, aliada a um desenvolvimento nada sustentável. Esse decaimento favorece a discussão da necessidade de utilizar águas de qualidade inferior, como águas residuárias domésticas ou industriais, tratadas, para finalidades como a irrigação de culturas.

Deve-se ressaltar a necessidade e a importância de se criar ou adotar alternativas de reuso das águas, sobretudo daquelas que podem causar prejuízos ambientais. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da irrigação com diferentes águas residuárias no desenvolvimento da espécie *Leucaena leucocephala* (leucena).

MATERIAL E MÉTODOS

A espécie vegetal utilizada neste estudo foi a *Leucaena leucocephala*, uma leguminosa originária da América Central. A espécie tem as folhas bipinadas, de 15 a 20 cm de comprimento e apresenta de 4 a 10 pares de pinas. Seu sistema radicular é profundo, poucas raízes laterais e portam nódulos fixadores de nitrogênios (7). Optou-se pela *L. leucocephala*, pois se trata de uma espécie comumente utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas, além de apresentar fácil cultivo e adaptar-se bem às condições ambientais adversas.

Foram estabelecidas três unidades experimentais, sendo elas:

- I. Grupo IL: irrigação de *L. leucocephala* com água residuária proveniente da lagoa de estabilização de esgoto doméstico do IF Goiano – Câmpus Urutaí (Sudeste goiano);
 - II. Grupo IP: irrigação de *L. leucocephala* com efluente proveniente de viveiros de peixes do IF Goiano – Câmpus Urutaí;
- Grupo IA: irrigação de *L. leucocephala* com água de abastecimento proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA) do mesmo instituto (grupo controle).

O solo utilizado para o cultivo da espécie foi o da classe plintossolo, retirado do horizonte A de uma área do IF Goiano – Câmpus Urutaí com intenso processo erosivo. Tal solo é

formado sob condições de restrição à percolação da água, sujeito ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita (8).

Quanto ao cultivo da espécie, o mesmo foi realizado em vasos plásticos de 10 L, tendo sua base perfurada e revestida com uma camada de 3 cm de pedra brita, 2 cm de areia fina, sendo preenchidos com 8 kg de solo. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (incluindo o grupo controle) e oito repetições. Vale salientar que a semeadura foi realizada em covas de aproximadamente 1,5 cm de profundidade. Foram semeadas nove sementes em cada vaso e após 10 dias foi feito desbaste deixando apenas 3 plantas por vaso.

A irrigação foi realizada diariamente com o auxílio de um regador manual com capacidade de 8 L, um para cada tipo de água de irrigação a fim de evitar possíveis interferências entre os tratamentos. A quantidade de água utilizada na irrigação foi de 3,8 L na primeira rega e 0,25L durante os primeiros 30 dias, passando para 0,4 L até o final do experimento, que teve duração de 75 dias. Ressalta-se que todo o procedimento de semeadura, irrigação e manutenção das unidades experimentais foi realizado em estufa localizada nas dependências do IF Goiano – Câmpus Urutaí.

As variáveis determinadas relacionadas ao desenvolvimento da espécie, com seus respectivos procedimentos estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis investigadas e os procedimentos experimentais adotados na avaliação de cada variável.

Variáveis	Procedimentos
Altura da parte aérea da planta	Foram determinadas quinzenalmente com uma régua milimetrada. Ao todo foram realizadas cinco medições (aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio das sementes).
Número médio de folhas por planta	Esse parâmetro foi determinado quinzenalmente, por meio da contagem simples das folhas de cada planta das unidades experimentais.
Fitomassa úmida da parte aérea e das raízes das plantas	Ao final do experimento, as massas das partes aéreas e das raízes das plantas foram determinadas utilizando uma balança analítica digital (Modelo BL320H, Marca Marte).
Fitomassa seca da parte aérea e das raízes das plantas	Após a determinação da fitomassa úmida, as partes foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 65°C, até peso constante (3 dias).
Comprimento das raízes	Foi determinado com auxílio de uma régua milimetrada.



Para a caracterização química das águas de irrigação, as concentrações dos seguintes elementos foram determinadas: Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sc, Ti, V, Y e Zn. Tais concentrações foram determinadas por meio de Espectrômetro de Emissão Atômica via Plasma (ICP – OES), em parceria com o Laboratório de Geoquímica Ambiental (LGqA) do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP-MG).

RESULTADOS

No presente estudo observou-se que o comprimento das raízes nas plantas irrigadas com água oriunda da lagoa de estabilização (grupo IL) foi estatisticamente maior, em relação aos demais grupos (Figura 1).

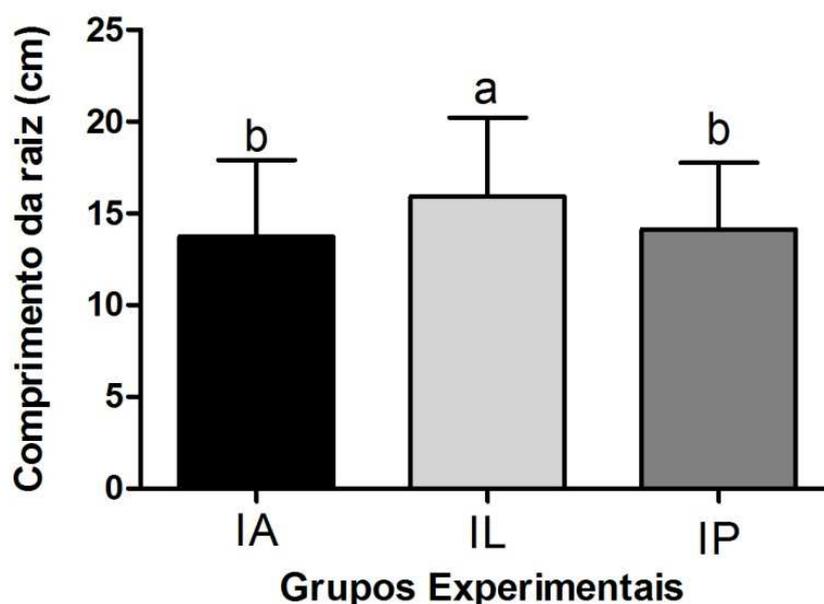


Figura 1. Comprimento da raiz das plantas dos diferentes grupos experimentais.

Legenda: IP: grupo irrigado com água oriunda da piscicultura; IL: grupo irrigado com água oriunda da lagoa de estabilização; IA: grupo irrigado com água de abastecimento, oriunda da Estação de Tratamento do IF Goiano – Câmpus Urutaí. As barras representam a média dos dados obtidos em cada grupo experimental (8 repetições) e as letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A variável comprimento médio das plantas, no grupo IL, se mostrou estatisticamente superior a partir da segunda avaliação, quando comparado às plantas do grupo irrigado com água de abastecimento (grupo IA) e piscicultura (grupo IP) (Tabela 1). Dados semelhantes foram obtidos no estudo de Lacerda et al. (9). Na ocasião, os autores estudaram o efeito da irrigação com diferentes águas residuárias no desenvolvimento da espécie *Canavalia ensiformis* (feijão de porco).

Os resultados obtidos para essas mesmas variáveis (crescimento da parte aérea e das raízes das plantas) demonstraram resultados significativamente superiores nas plantas irrigadas com água proveniente da lagoa de estabilização de esgoto doméstico. Em outro estudo, Augusto et al. (10), utilizando efluente na produção de mudas de Capixigui e Capoíba evidenciaram que o desenvolvimento do sistema radicular foi beneficiado quando se utilizou efluente doméstico na irrigação.

Tabela 1. Comprimento médio (em cm) das plantas sob irrigação com diferentes tratamentos.

Grupos experimentais	Avaliações				
	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	75 dias
IA	2,5a	3,8b	5b	6,7b	7,9b
IL	3,8a	6,1a	9,3a	13,4a	15,2a
IP	2,9a	4,5b	6,4b	8,8b	10,8b

Legenda. IP: grupo irrigado com água oriunda da piscicultura; IL: grupo irrigado com água oriunda da lagoa de estabilização; IA: grupo irrigado com água de abastecimento, oriunda da Estação de Tratamento do IF Goiano – Câmpus Uruaí. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outra variável analisada no presente estudo foi o número médio de folhas por planta, determinado quinzenalmente durante o experimento. Observou-se que o grupo IL apresentou-se estatisticamente superior aos demais grupos a partir da segunda avaliação (Tabela 2). Acredita-se que o solo tenha recebido nutrientes e matéria orgânica provenientes da

água da lagoa e, em consequência disso, as plantas obtiveram um desenvolvimento mais rápido, traduzido em um maior número de folhas. Estes resultados vão ao encontro dos achados de Rebolçaset al. (11), onde um maior número de folhas, por planta (feijão-de-porco), também foi encontrado no grupo irrigado com água proveniente de esgoto doméstico.

Tabela 2. Número médio de folhas das plantas sob irrigação com diferentes tratamentos

Grupos experimentais	Avaliações				
	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	75 dias
IA	2,3a	3,8b	5,1b	8,1b	9,5b
IL	4,3a	8,6a	14,3a	18,2a	23,8a
IP	3,1a	4,5b	6,4b	10,3b	12,5b

Legenda: IP: grupo irrigado com água oriunda da piscicultura; IL: grupo irrigado com água oriunda da lagoa de estabilização; IA: grupo irrigado com água de abastecimento, oriunda da Estação de Tratamento do IF Goiano – Câmpus Uruaí. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação às avaliações tanto da fitomassa úmida e seca das partes aéreas e das raízes, o grupo irrigado com água da lagoa (IL) também apresentou resultados estatisticamente superiores, quando comparado aos demais grupos (Figura 2). Lucena et al. (12) também encontraram uma maior fitomassa úmida no cultivo de mudas de flamboyant irrigadas com água residuária da lagoa de estabilização.

As plantas do grupo IL, por serem mais vigorosas, apresentaram maior número de folhas (Tabela 2), o que conseqüentemente aumentou a

massa da planta. A maior quantidade de matéria orgânica presente na água oriunda da lagoa de estabilização, bem como os teores elevados de alguns macronutrientes importantes para a planta como o P, K, Ca, Mg e S (Tabela 3) podem ter interferido positivamente no desenvolvimento das plantas.

Conforme apresentado por Nobre et al. (13), ao estudarem efluente doméstico para irrigar cultura de girassol, tanto a fitomassa úmida, quanto a seca foram favorecidas pela irrigação com água residuária.

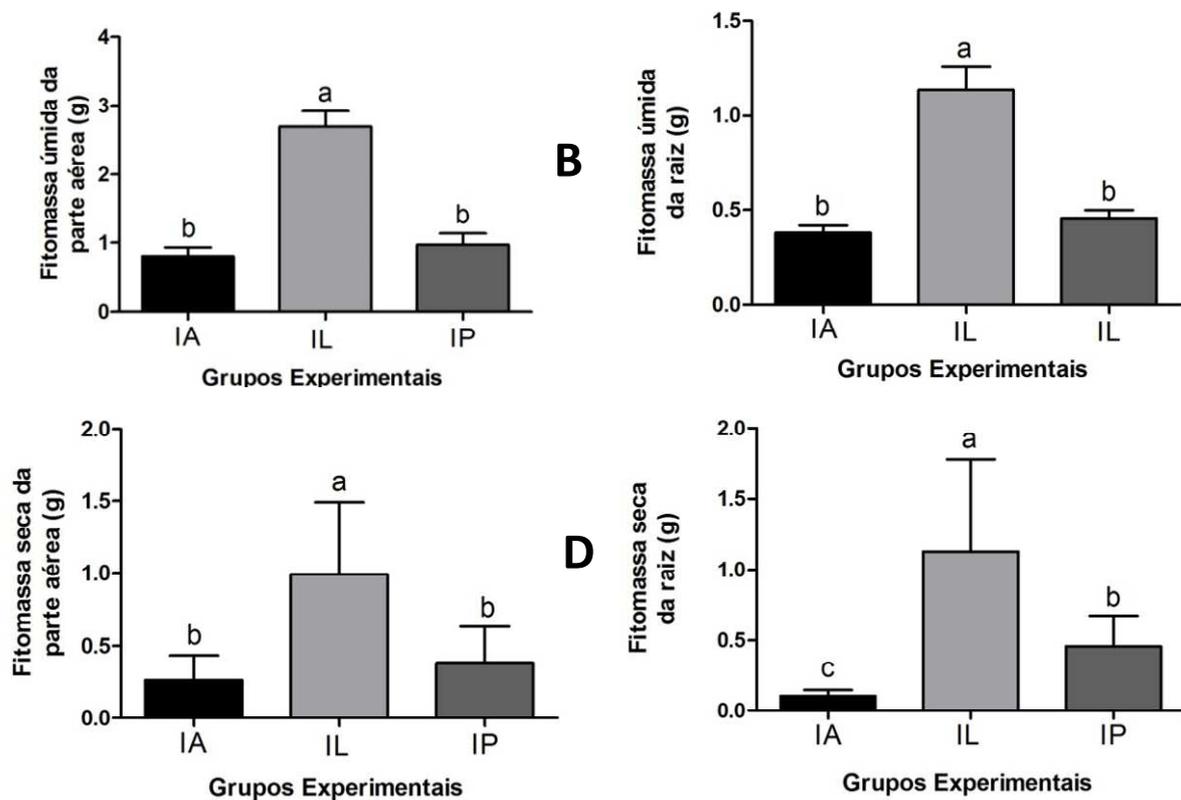


Figura 2. Fitomassa úmida da raiz (A) e da parte aérea (B) e fitomassa seca da raiz (C) e parte aérea (D) das plantas dos diferentes grupos experimentais. **Legenda:** IP: grupo irrigado com água oriunda da piscicultura; IL: grupo irrigado com água oriunda da lagoa de estabilização; IA: grupo irrigado com água de abastecimento, oriunda da Estação de Tratamento do IF Goiano – Câmpus Urutá.

A Tabela 3 apresenta as concentrações dos elementos Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, P e S. Para os elementos As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Sc, Ti e V as

concentrações estavam abaixo do limite de detecção.

Tabela 3. Concentração dos principais elementos químicos presentes nas águas utilizadas na irrigação das culturas

Tipos de águas*	Al (µg/L)	Ba (µg/L)	Ca (mg/L)	Fe (µg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Mn (µg/L)	P (mg/L)	S (mg/L)
A	92,3	11,5	5,26	59,6	2,38	2,95	2,32	<LQ	1,57
L	76,8	9,87	11,4	234	14,7	4,58	54,2	1,76	2,96
P	122	10,1	3,64	186	2,21	1,95	8,97	<LQ	0,333
LQ	9,51	0,348	0,0130	7,98	0,0716	0,00155	1,17	0,0890	0,0644

*Legenda: A: água de abastecimento; L: água da lagoa de estabilização; P: água proveniente de viveiros de peixes (piscicultura); LQ: limite de quantificação.

Os dados obtidos permitem inferir que o melhor desenvolvimento de *L. leucocephala* no grupo IL está relacionado às concentrações elevadas de alguns nutrientes presentes na água utilizada na irrigação desse grupo. Acredita-se que a água oriunda da lagoa de estabilização tenha proporcionado um incremento de Ca, Fe, K, Mg, Mn, S e P, proporcionando ao solo de plantio um enriquecimento de nutrientes que naturalmente apresentam baixas concentrações em solos do Cerrado.

O cálcio é um elemento constituinte da estrutura vegetal com importantes funções fisiológicas no metabolismo das plantas [14]. A ausência de Fe, por sua vez, traz consequências como clorose das folhas, folhas menores e morte das brotações externas (14). Quanto ao K, suas principais funções, segundo Wallingford (15), estão relacionadas à ativação enzimática, captação de N e síntese de proteínas e de amido. Em relação ao elemento Mg, este é constituinte da clorofila e dos pigmentos encontrados em maiores quantidades nas folhas e brotos, além de participar, dentre outras funções, da produção de proteínas e favorecimento do desenvolvimento radicular (14). Por outro lado, a ausência de Mn, provoca redução de 2/3 da assimilação fotossintética, sendo, então, considerado um elemento essencial para a vida da planta (16). O S é responsável pela síntese de clorofila e faz parte de proteínas e

vitaminas, dentre outros compostos orgânicos (14) e o P, também possui um importante papel na sobrevivência das plantas, pois participa dos compostos chamados ricos em energia (17). Esse último nutriente, em especial, é o mais usado em adubação no Brasil, devido à carência de P nos solos brasileiros (18). Tal elemento merece atenção já que foi o único identificado apenas na água proveniente da lagoa de estabilização (Tabela 3).

CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que a irrigação com água oriunda da lagoa de estabilização proporcionou melhor desenvolvimento da espécie *L. leucocephala*. Uma hipótese para o melhor desenvolvimento das plantas irrigadas com água residuária, seria a grande disponibilidade de nutrientes encontradas neste tipo de água, em especial

os elementos fósforo e potássio. Contudo, ainda são necessários outros estudos para confirmar a viabilidade da utilização de efluentes em outras espécies não-agrícolas, sendo importante salientar que o reuso de água é uma prática que pode reduzir gastos com fertilizantes, além de encontrar uma destinação final, para os efluentes.

Guilherme Malafaia

Endereço para correspondência: Departamento de Ciências
Biológicas, Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO.
E-mail: guilhermeifgoiano@gmail.com

Recebido em 18/09/2012

Revisado em 06/11/2012

Aceito em 20/06/2013

REFERÊNCIAS

- (1) Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **Relatório do desenvolvimento humano 2003**. Objetivos do desenvolvimento do milênio: um pacto entre nações para eliminar a pobreza humana. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/hdr>>. Acesso em: 13 jun. 2008.
- (2) PLANETA ORGÂNICO. 2003. Ano Internacional da Água Doce -22 de março. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/agua2003.htm>> Acesso em: Maio de 2011.
- (3) AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **La calidad del agua en la agricultura**. Roma: FAO, 1987. 174 p
- (4) DUART, Anamaria S.; AIROLDI, Rogério P. S.; FOLEGATTI Marcos V.; BOTREL, Tarlei A.; SOARES, Tales M. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.12, n.3, p.302-310, 2008.
- (5) NASCIMENTO, M. B. H.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, E. M.; SOUZA, A. P.; MOURA, I. V. F.; LIMA, M. M.; Uso de biosólido e de água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p. 1001-1007, jan./ago. 2006.
- (6) Haruvy, N. Wastewater reuse - regional and economic considerations. **Resources, Conservation and Recycling**, v.23, p.57-66, 1998.
- (7) PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: Editora FAPI, 2008.
- (8) EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Capítulo 16. **Plintossolos**. Disponível em: http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cap16+-+Plintossolos_000gc4rsmnm02wx5ok01dx9lca9vuqmr.PDF. Acesso em: 12 set. 2012.
- (9) LACERDA, P. M. DE; RODRIGUES, R. F.; NALINI-JÚNIOR, H. A.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Influência da irrigação com águas residuárias no desenvolvimento de *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco). **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 159-168, 2011.
- (10) AUGUSTO, D.C.C.; GUERRINI, I.A.; ENGEL, V.L.; ROUSSEAU, G.X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus* (Capixigui) e *Capaifera lagndorffidesf* (Capoíba). **Revista Árvore, Viçosa**, v.27, n.3, p.335-342, 2003.
- (11) REBOLÇAS, J. R. L.; DIAS, N. S.; GONZAGA, M. I. S.; RAJGHEI, H.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p 97-102, 2010.
- (12) LUCENA, A. M. A. et al. Influência da natureza do substrato e da água de irrigação no crescimento de mudas de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v. 20, n. 3, p. 112 – 120, julho/setembro 2007.

(13) NOBRE, R. G. et al. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.747-754, 2010.

(14) EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mandioca e fruticultura tropical**. Circular Técnica. Cruz das Almas, BA. Outubro, 2006.

(15) WALLINGFORD, W. Functions of potassium in plant. In: _____. Potassium for agriculture. Atlanta: **Potash e Phosphate Institute**, 1980. p.10-27.

(16) ARNON, D. I. **Criteria of essentiality of inorganic micronutrients for plants with special reference to molybdenum**. In: WALLACE, T. Trace elements in plant physiology. Waltham: ChronicaBotanica, 1950. p.31-9. (Biological Miscellany, 3).

(17) MALAVOLTA, E. **Nutrição Mineral**. In: FERRI, M. G. (Ed.). Fisiologia vegetal 1. São Paulo: EPU, 1985. p 97-116.

(18) RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres: Associação Brasileira para pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p.