PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DA MAMONA IRRIGADA COM EFLUENTES DOMÉSTICOS TRATADOS NO SERTÃO CENTRAL CEARENSE

Jorge Alisson Oliveira Cunha[1], Reinaldo Fontes Cavalcante[2]

[1]Graduando em Engenharia Ambiental. Bolsista de Pesquisa e Extensão do IFCE- campus Quixadá. E-mail: jorgealisson_22@hotmail.com
[2]Especialista em Saneamento Ambiental-Graduação em Gestão Ambiental- IFCE.Coordenador do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do IFCE - campus Quixadá. E-mail: Reinaldo@ifce.edu.br

Resumo: Devido à crescente demanda por água para irrigação e consumo, o ser humano tem procurado estudar o reuso de efluentes domésticos tratados na agricultura, objetivando manter o equilíbrio e buscando sempre o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais. O cultivo da mamona (Ricinus communis L), irrigada com efluente doméstico tratado, tem se mostrado como uma ótima fonte para obtenção de energia e renda, tanto para a indústria quanto para a agricultura. Esse experimento teve com objetivo analisar em termos qualitativos e quantitativos os aspectos da produtividade da mamona irrigada com efluente doméstico tratado. Utilizou-se um sistema de irrigação localizada, testando em quatro repetições, nomeadas pelo tipo de irrigação e adubação; T1: irrigação com água residuária mais adubo orgânico; T2: irrigação somente com água residuária; T3: irrigação com água de abastecimento mais adubo; T4: irrigação somente com água de abastecimento. Por meio de comparações, constatou-se que os tratamentos irrigados com água de abastecimento, obtiveram os melhores resultados em todos os métodos e variáveis analisadas. Porém a maior produtividade foi constatada no tratamento irrigado com água de abastecimento mais adubo (T3), com 331,000 Kg ha-¹.

Palavras–chave: produtividade, reuso agrícola, *ricinus communis L*.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo tem sofrido com diversas crises, sejam elas econômicas, políticas ou sociais, crises essas que têm como principais causadores, os problemas energéticos e a escassez de água atribuída a sua má distribuição no globo. Devido a isso, o ser humano tem buscado cada vez mais fontes de energias alternativas, com forma de substituir ou amenizar os impactos ambientais gerados pelos combustíveis fósseis. O Brasil até meados de 1970 foi um país extremamente dependente dos combustíveis fosseis. Devido às crises do petróleo, o país passou mudar sua matriz energética, investindo em energias alternativas e explorando suas potencialidades nas áreas de energia hidráulica, energia eólica, energia solar, energia nuclear e principalmente a energia de biomassa, onde podemos exemplificar a produção de biodiesel através da extração do óleo da mamona e o uso do etanol proveniente da cana-de-açúcar.

Segundo GOLDENBERG (2007), a utilização de biomassa no cenário brasileiro é resultado da alta disponibilidade de recursos e mão de obra barata, ligeira industrialização e urbanização, mas também das experiências de aplicações industriais desta fonte energética em grande escala. A produção de biodiesel no Brasil tem aumentando a cada ano, devido aos investimentos em pesquisas na área, aliado aos benefícios gerados pelos programas do Governo Federal, um deles é o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), lançado em Dezembro de 2004, que têm como um dos objetivos a implementação de forma sustentável da produção e do uso de biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional. Atualmente a maior parte da produção de biodiesel do país, encontra-se localizada nos estados do Rio Grande do sul, São Paulo, Goiás e Minas Gerais. Enquanto o Nordeste que é pouco explorado na área, há quase quatro milhões de ha com características edafoclimáticas aproprias capaz de alcançar um rendimento médio de até 1.5 toneladas de sementes por hectare, enquanto a média anual é de apenas 750 kg (Freitas & Fredo, 2005).

Ainda no contexto do Nordeste, podemos destacar o Ceará, por apresentar em sua dimensão, estruturas favoráveis para a produção de energias renováveis, uma de suas vantagens é o litoral, que apresenta um potencial a nível nacional para a geração de energia eólica, já no seu interior destaca-se, por exemplo, a forte incidência de raios solares, evidenciando um grande potencial na obtenção de

ISBN 978-85-62830-10-5

energia solar, juntamente com a biomassa, que é uma fonte promissora no ramo da produção de bioenergias. Na região do Sertão Central do Ceará podemos destacar o município de Quixadá, localizada no semiárido nordestino, que tem como clima predominante o tropical quente semiárido com temperaturas médias variando entre 26º e 28º (perfil básico municipal 2002/2003). Segundo Instituto Agropolos 2009, a mamona (*Ricinus communis L.*) é uma planta que se desenvolve bem nos climas tropicais e subtropicais. Com isso, podemos mencionar o grande potencial da cidade, devido a suas características predominantes se assemelharem as do cultivo de plantas oleaginosas para a obtenção do biodiesel. O município conta também, com uma usina da Petrobras, localizada no distrito de Juatama, facilitando o escoamento da produção de oleaginosas, fomentando a produção local.

Segundo Mota (2006), a utilização de esgotos domésticos tratados na irrigação é uma prática indicada, principalmente, para as regiões áridas e semiáridas. Pois representa um aumento da oferta hídrica na região. Podemos perceber que o município de Quixadá mesmo apresentando as condições climáticas favoráveis para o cultivo da mamona, o mesmo ainda sofre com uma pluviosidade irregular, agravada por uma má distribuição de água, devido ao aumento no consumo de água para a população e práticas de irrigações ineficientes, acompanhado do crescente processo de industrialização da região. Com esse fator limitante, podemos perceber a viabilidade do uso de efluentes domésticos tratados na agricultura, como forma de aumentar a oferta hídrica na localidade, além da contribuição para a preservação dos corpos hídricos receptores das estações de tratamento de esgoto.

Esse estudo teve como objetivo principal, avaliar a produtividade da mamona em diversas modalidades de cultivo, sendo elas exemplificadas a seguir: irrigado com esgoto doméstico tratado mais adubação orgânica (T1) e esgoto doméstico tratado (T2). Quando comparado aos tratamentos irrigados com água de abastecimento mais adubação orgânica (T3) e água de abastecimento (T4).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em uma área anexa ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- campus Quixadá, onde se cultivou a espécie, *Ricinus communis L*, popularmente conhecida como mamona, com a variedade de semente do tipo RBS Paraguaçu, desenvolvida pela Embrapa, doada pela Secretaria de Agricultura do município de Quixadá.

As técnicas de cultivo seguiram as recomendações do Instituto Agropólos. As covas foram abertas com profundidade média de 5 a 7 centímetros, sendo colocadas 2 sementes por cova. A matéria orgânica, sob a forma de esterco curtido, foi adicionada ao solo uma semana antes do plantio, enquanto à adubação foi realizada no dia do plantio. As adubações de cobertura foram realizadas após 30, 60, 90 e 120 dias do plantio. Foram utilizados cerca de 50 gramas de esterco curtido por planta durante o período de adubação (AGROPOLOS, 2009).

A área total de cultivo foi de aproximadamente 168 m², sendo subdivida em quatro blocos, com 30 plantas por bloco, cada bloco com 42 m², de 6m x 7m, com os espaçamentos de aproximadamente 5 metros entre os blocos, já o espaçamento médio entre as plantas foi de aproximadamente 1 metro, totalizando uma população de 120 plantas na área de estudo (AGROPOLOS, 2009).

Os blocos de tratamentos foram divididos em quatro repetições, os quais são descritos a seguir: Irrigação com esgoto doméstico tratado e adubação do solo (T1); Irrigação com esgoto doméstico tratado sem adubação (T2); Irrigação com água de abastecimento e adubação do solo (T3); Irrigação com água de abastecimento sem adubação do solo.

No sistema de irrigação, foi aplicado o método de irrigação superficial ou localizada, na qual uma porção do solo é umedecia, permitindo a saturação do subsolo, como também possui uma elevada eficiência no uso do efluente, alcançando reconhecidas taxas de produtividade (Hespanhol, 2003). A partir da data do plantio, as mamonas em seus respectivos blocos, foram irrigadas diariamente com efluente doméstico tratado e água de abastecimento, conforme descrito anteriormente. Os efluentes foram coletados semanalmente na Estação de Tratamento de Esgoto do bairro Campo Novo, no município de Quixadá. Durante o ciclo da cultura utilizou-se o volume de 1 litro de água ou efluente por planta durante os 60 primeiros dias, de acordo com a modalidade de cultivo, sendo a partir de então, as plantas foram irrigadas com um volume de 1,5 litros de abastecimento ou efluente de acordo com o bloco, devido às exigências morfológicas e ambientais das plantas (AGROPOLOS, 2009).

Realizou-se a primeira colheita, após 100 dias decorridos, e partir de então, a cada 15 dias. No total de quatro colheitas realizadas. Os cachos (racemos) foram colhidos e separados por tratamentos, posteriormente expostos ao sol em um período de cinco a sete dias. Após a secagem, os frutos eram descascados e as sementes extraídas manualmente, logo em seguida foram pesadas e armazenadas em condições naturais.

Avaliaram-se, como variáveis de controle da produtividade da mamona as seguintes: o número de racemos por tratamento, número total de plantas colhidas por tratamento, média de racemos por planta colhida, a massa de 100 sementes em gramas, o número de plantas vivas por tratamento e a produtividade total de sementes por tratamento em Kg/ha. Para estas variáveis foram utilizados métodos estatísticos de caráter quantitativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de irrigação utilizado na pesquisa foi por meio de inundação localizada, utilizando provetas. Onde essa aplicação demanda de menores custos e uma maior eficiência quanto ao uso de efluente. Os resultados mostraram que o sistema de irrigação teve boa uniformidade, tanto para água de esgoto doméstico tratado quanto para a água de abastecimento.

Tabela 1 – Resumo das variáveis analisadas na tabela: número de racemos (NR), número total de plantas colhidas (NPC), média de racemos por planta colhida (MRP), massa de 100 sementes (M100), número total de plantas vivas por tratamento (NPV).

Variáveis/Tratamentos	T1	T2	T3	T4
NR	34	23	48	57
NPC	18	12	19	20
MRP	1.88	1.92	2.52	2.85
M100	40g	45g	60g	57g
NPV	24	24	21	28

Após exatamente 55 dias da germinação surgiram os primeiros racemos ou cachos, e determinou-se para efeito de contagem o número total de racemos colhidos por tratamento para a uniformidade dos dados. As quantidades representadas na tabela I, foram contabilizadas até a quarta colheita, quando se realizaram as contagens para produção desse artigo, e comparada com o número total de plantas colhidas por tratamento dentre todas as plantas do tratamento (NPC).

Com 48 racemos, o tratamento irrigado com água de abastecimento mais adubo (T3), mostrou-se 30% superior ao tratamento irrigado com água residuária mais adubação orgânica (T1), já que este obteve 34 racemos. Já o tratamento (T4), que foi irrigado somente com água de abastecimento, obteve um número total de 57 racemos, com um rendimento de 60% acima do tratamento (T2), que irrigado somente com água residuária, com o número total de 23 racemos.

Quando analisamos o número total de racemos, e o comparamos dividindo pelo número total de plantas colhidas (NPC), obtemos a média de racemos por planta (MRP). De posse desses dados, podemos observar se o número de racemos foi considerado baixo, médio ou alto. O número de racemos é considerado baixo quando for menor do que 3; médio, de 3 a 7; e alto quando for maior que 7 (Nóbrega *et. al,2001).*

O tratamento irrigado com água de abastecimento mais adubação (T3), obteve uma média de 2.52 racemos por planta, sendo 28% superior ao tratamento de água residuária mais adubação, com uma média de 1.88 racemos por planta. Já o (T4), que é irrigado somente com água de abastecimento, obteve uma média de 2.85 racemos por planta, chegando a um rendimento médio de 33% acima do (T2), que é irrigado somente com água de abastecimento, com o número de 1.92 racemos por planta.

Portanto, os números de racemos de todos os tratamentos analisados, foram considerados baixos quando comparados aos padrões. No entanto, cabe salientar que até o momento em que foi criado o artigo, foram realizadas apenas 4 colheitas.

Na pesquisa, foi analisada também para efeito de produtividade, a massa de 100 sementes (M100), no entanto, podemos observar na tabela I, que o tratamento irrigado com água de abastecimento mais adubação orgânica (T3), com um peso médio de 60 gramas a cada 100 sementes, se mostrou superior a uma fração de 33.5% ao tratamento irrigado com efluente doméstico tratado mais adubação orgânica (T1), com um peso médio de 40 gramas a cada 100 sementes. Já no tratamento irrigado somente com água de abastecimento, com um peso médio de 57 gramas a cada 100 sementes, observou-se um aumento de 21% em relação ao tratamento irrigado somente com efluente doméstico tratado (T2), que obteve um peso médio de 45 gramas a cada 100 sementes.

Experimentos realizados por Severino *et. al*,. (2004), sobre a caracterização de sementes de mamona em diferentes faixas de pesos, mostraram que o volume e densidade variam de acordo com o peso das sementes, apesar da relação não ser linear, e que o peso das sementes é influenciado pelas características ligadas ao crescimento. Foi observado no presente trabalho que o peso de 100 sementes, sofreu uma influencia significativa nos diferentes tratamentos aplicados, necessitando de estudo posteriores.

Analisando a variável (NPV), que é o número total de plantas vivas por tratamento, e comparamos com o número inicial de plantas (30), podemos interpretar a taxa de mortalidade e o quanto isso influenciou na produção em cada tratamento pesquisado.

De acordo com a tabela I, observamos que no tratamento irrigado com água de abastecimento mais adubação (T3), com um número de 21 plantas vivas, obteve uma moralidade de 30%, e o tratamento irrigado com efluente doméstico tratado (T1), com um número de 24 plantas, obteve uma taxa 20% de mortalidade, sendo o mesmo, com uma taxa de mortalidade 12,5% menor quando comparado ao (T3). Já o tratamento irrigado somente com água de abastecimento (T4), obteve a menor taxa de mortalidade perante os tratamentos analisados, com um número total de 28 plantas e uma taxa de mortalidade próxima de 6%, sendo 14% superior ao tratamento irrigado somente com efluente doméstico tratado (T2), que chegou a uma taxa de 20% e um número de 24 plantas, igualando-se ao tratamento irrigado com efluente doméstico tratado mais adubação orgânica.

Por fim, podemos analisar que de acordo com a tabela I, pode-se perceber que durante o desenvolvimento da pesquisa, o tratamento de água de abastecimento mais adubação (T3) seguido do tratamento somente com água de abastecimento (T4), obteve melhores desempenhos quanto às características estudadas.

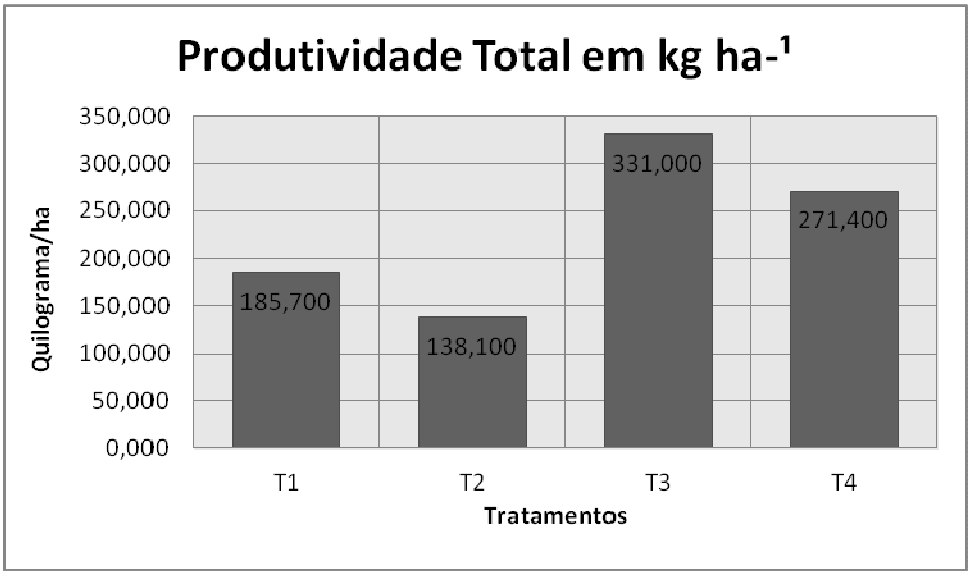

Figura 1 - Produtividade total de sementes por tratamento em Kg há-¹.

Na produtividade média das sementes mostrada na figura I, para efeito de cálculo, foram selecionadas todas as plantas de todos os tratamentos.

Ao avaliarmos a produtividade entre o tratamento irrigado com água de abastecimento mais adubação orgânica (T3), com 331,000 Kg/ha e o tratamento irrigado com efluente doméstico tratado mais adubação (T1), com um peso médio de 185.700 kg/ha. Percebemos que o tratamento três, obteve um rendimento de aproximadamente 43% sobre o tratamento irrigado com efluente doméstico tratado mais adubação orgânica, e um maior percentual de 40% acima da média dos demais tratamentos.

Podemos deduzir também, a partir da figura I, que o tratamento irrigado somente com água de abastecimento (T4), com um peso de 271.400 kg/ha, mostrou-se superior a um fator de 49% ao tratamento irrigado somente com efluente doméstico tratado (T2), com o mesmo obtendo um peso de aproximadamente 138.100 kg/ha.

Segundo Sousa *et. al*, (2001), citando Holanda & Amorim (1997), a adequação da água para irrigação é um tanto subjetiva, mas é preciso avaliar alguns parâmetros que poderão produzir efeitos desagradáveis na relação água, planta e solo. O acúmulo de contaminantes químicos no solo é um fator negativo que também pode ocorrer, Dependendo das características dos esgotos, a prática de irrigação por longos períodos pode levar a acumulação de compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos e o aumento significativo de salinidade em camadas insaturadas FOSTER *et. al*, (1994), .

A mamoeira é uma planta exigente em fertilidade do solo, para que atinja uma boa produtividade, em que os macronutrientes e micronutrientes afetam tanto o crescimento vegetativo quanto o reprodutivo (SEVERINO *et. al*, 2005).

O fato dos tratamentos com água residuária não alcançarem os rendimentos esperados, pode ser atribuída também à disponibilidade de nutrientes presentes nos efluentes. Miranda (1995) encontrou maior produtividade nos tratamentos irrigados com água residuária em relação aos tratamentos com água de abastecimento na irrigação de alface, sendo esse fato atribuído principalmente disponibilidade de nutrientes presentes no efluente, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, que são de fundamental importância para o desenvolvimento e produtividade das plantas. Dessa forma as características físico-químicas do efluente de Quixadá necessitam de estudos posteriores mais aprofundados.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa foi possível constatar que, em relação ao número de racemos produzidos, o tratamento irrigado somente com água de abastecimento (T4), com um número de 57 racemos, obteve o maior percentual, com aproximadamente 39% acima da média de todos os outros tratamentos, ficando o tratamento irrigado somente com efluente domestico tratado (T2), com o menor desempenho com 23 racemos.

Em relação à média de racemos por planta em cada tratamento, os números de racemos de todos os tratamentos analisados, foram considerados baixos quando comparados aos padrões. O tratamento que obteve o melhor resultado foi o irrigado somente com água de abastecimento (T4), com uma média de 2.85 racemos por planta, já o tratamento irrigado com efluente doméstico tratado seguido de adubação (T1), foi o tratamento que obteve a menor média dentre os analisados, com o número de 1.88 de racemos por planta.

Com relação à massa de 100 sementes, concluirmos que o tratamento que obteve o melhor resultado, foi o irrigado somente com água de abastecimento seguido de adubação orgânica (T3), com o peso médio de 60gramas a cada 100 sementes. Mostrando ser superior a uma fração de 67% ao tratamento com o menor desempenho no quesito, que foi o tratamento irrigado com esgoto doméstico tratado seguido de adubação orgânica (T1), com um peso médio de 40g a cada 100 sementes.

Com relação ao número de plantas vivas em cada tratamento, Podemos concluir que a menor taxa de mortalidade, foi a do tratamento irrigado somente com água de abastecimento, com 6%, e um número de 28 plantas no total de 30 plantadas, e maior taxa de mortalidade foi a do tratamento irrigado com água de abastecimento seguido de adubação orgânica (T3), com o número de 21 plantas e uma taxa de 30 %.

Com relação à produtividade total de sementes, concluirmos que o tratamento que obteve a melhor produtividade foi o irrigado com água de abastecimento seguido de adubação orgânica (T3), com um peso médio de 331,00 kg/ha e um e um percentual de 40% acima da média dos demais tratamentos. Já o tratamento com o menor desempenho foi o irrigado somente com água de abastecimento (T2), com uma produtividade 58% menor que a do tratamento irrigado com água de abastecimento seguido de adubação orgânica.

Foi possível perceber, que os resultados de produtividade nos tratamentos irrigados com efluente domestico tratado, indicam uma possível limitação no desenvolvimento da cultura quanto a excesso de nutrientes, necessitando de analises e estudos mais aprofundados posteriores.

Por fim, concluirmos que o tratamento irrigado com água de abastecimento mais adubação orgânica (T3), seguido do tratamento irrigado somente com água de abastecimento (T4), obteveram os melhores resultados perante todos os outros tratamentos, em todas as variáveis de produtividade analisadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos que colaboraram com o desenvolvimento da pesquisa, em especial, ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Quixadá e a Fundação Cearense de apoio a Pesquisa (FUNCAP) pelo apoio dado ao desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, G. B.;SANTOS, A. C. M. ; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. ; BELTÃO, N. E. de M,; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis l.*): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. Ln: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais**... Embrapa Algodão, 2004

FOSTER, S. S.; et AL. **Impacts of wastewater use and disposal on groundwater.** Technical Report WD/94/95, Keyworth, 1994.

Freitas, S. M. de.; Fredo. C. E. Biodiesel **à base de óleo de mamona**: algumas considerações. Revista Informações Econômicas, v.35, n.1, p. 37-42, 2005.

GOLDENBERG, J; LUCON, O. **Energias e Meio Ambiente no Brasil.** Estud. Av. vol.21 no.59 São Paulo; 2007.

HESPANHOL, A.; Potencial de reuso de água no Brasil: a agricultura indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S. & SANTOS H.F. (editores). **Reuso de água.** Barueri-SP: Manole, p.37-95, 2003.

Instituto Agropolos. **Curso de treinamento para técnicos agrícolas**. Fortaleza 2009.

MIRANDA, T. L. G. **Reúso de efluentes de esgoto domésticos na irrigação de alface** (Lactucha sativa L.). 109p Dissertação: (Mestre em Engenharia) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1995.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. 4. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

COSTA, N. ***Produtividade da mamona, irrigada com esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização***. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Hidráulica e ambiental. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2006.

NÓBREGA, M. B. de M.; Andrade, F. P. de; Santos, J. W. dos; Leite, E.J Germoplasma In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA; E.F. **O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília**: Embrapa, 2001. P.257-280.

Programa nacional de Produção e uso do Biodiesel. **< http://www.mda.gov.br/portal/saf/ >.** Acesso em junho de 2012

QUIXADÁ, Prefeitura Municipal. Disponível em: < http://www.quixada.ce.gov.br/ >. Acesso em: junho de 2012

SEVERINO, L, S.; MORAES, C. R. de A.; FERREIRA, G. B.; CARDOSO, G. D.;GONDIM, T. M. de S.; BELTÃO, N. E. DE M.;VIRIATO, J. R. Crescimento e produtividade da mamoneira sob fertilização química em região semiárida. Campina Grande – Embrapa Algodão: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, setembro de 2005, n.62, 19p.

SOLZA, J.T.;Leite; Luana; J.G. **Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgoto sanitário previamente tratados.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.5, n. l, p. 107-110. Campina Grande, DEAg/UFPN, 2001.