



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

SUAYRA MARTA GOMES DE ALMEIDA

**PRODUTIVIDADE DE MAMONA IRRIGADA COM ÁGUA DE LATICÍNIO E
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

SUMÉ – PB

2015

SUAYRA MARTA GOMES DE ALMEIDA

**PRODUTIVIDADE DE MAMONA IRRIGADA COM ÁGUA DE LATICÍNIO E
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Biosistemas, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheira de Biosistemas.

ORIENTADORA: PROF^a DR^a JOELMA SALES DOS SANTOS – UFCG/CDSA

SUMÉ – PB

2015

A447p Almeida, Suayra Marta Gomes de.

Produtividade de mamona irrigada com água de laticínio e adubação orgânica. / Suayra Marta Gomes de Almeida. - Sumé - PB: [s.n], 2015.

50 f.

Orientadora: Professora Dra. Joelma Sales dos Santos.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

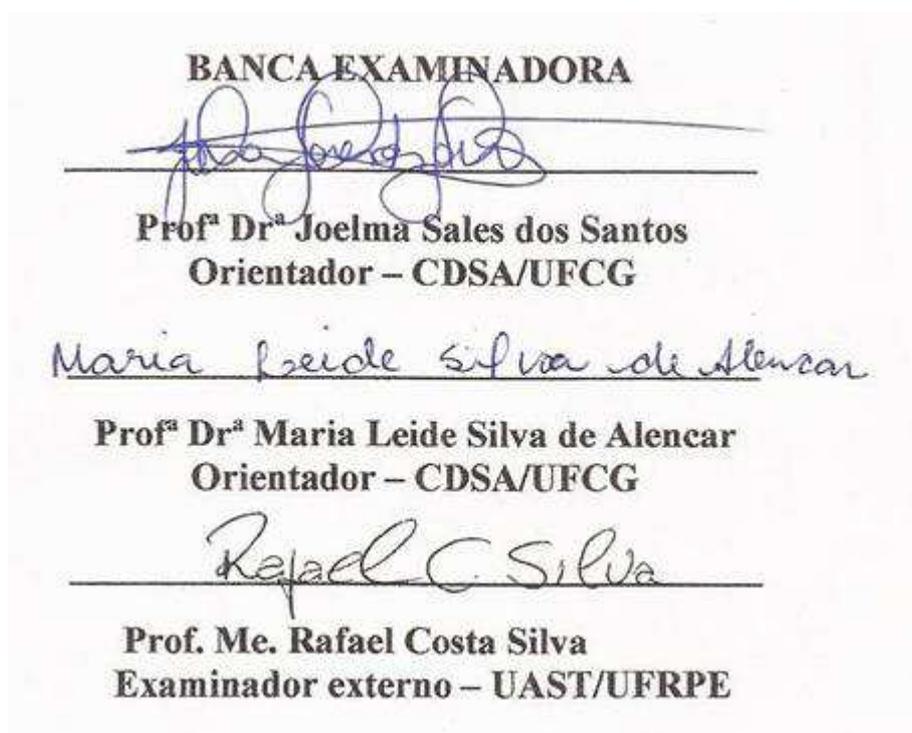
1. Agricultura. 2. Mamona - produção. 3. Adubo orgânico. I. Título.

CDU: 631.86(043.3)

SUAYRA MARTA GOMES DE ALMEIDA

**PRODUTIVIDADE DE MAMONA IRRIGADA COM ÁGUA DE LATICÍNIO E
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Biosistemas, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheira de Biosistemas.



Aprovado em: 01 de Dezembro de 2015

SUMÉ – PB

AGRADECIMENTOS

Ao final desses quase seis anos posso dizer que tudo foi aprendido, me esforcei e dei sempre o que pude, às vezes um pouco menos do que deveria, mas sempre com força pra não desistir e continuar sempre. A ajuda de algumas pessoas que sempre estiveram comigo foi de fundamental importância para ter chegado até o fim dessa etapa, esta que é a primeira de muitas que virão.

Primeiramente agradeço a Deus por está sempre do meu lado, guiando meus passos, me amparando e me encorajando sempre nos desafios que a cada dia surgiam.

Agradeço aos meus pais Jorge e Valdenice por serem a minha base, minha força, e meus maiores incentivadores para conseguir alçar mais um degrau na minha caminhada. Obrigada por tudo, minha vitória é de vocês dois.

Ao meu noivo Joalison pela preocupação e pelo incentivo de sempre. Ao meu irmão Estevão, e as minhas tias Vanuza e Neves sempre cuidando de mim mesmo distantes.

A minha orientadora Joelma Sales pela paciência de sempre, por confiar em mim e sempre me estimular a buscar mais e mais conhecimento. Sua dedicação, seu esforço, sua amizade e orientação serviram de base em mais essa etapa que concluo com sucesso. Obrigada por tudo professora e desculpa alguma coisa

Em nome de todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica, agradeço através do Professor Hugo Morais, que desde o primeiro período de graduação esteve presente para aconselhar, orientar e encorajar a não desistir. Obrigada professor.

A todos que fazem parte da AGUBEL, nas pessoas de Aurinete, Auricélia e Edilma.

À Orlândia Braz e Aldair Daniel, que juntos conseguimos desenvolver nossa pesquisa com êxito.

À Jailton Garcia, Albetanea Melo e Adeilza Torres pela ajuda no experimento.

Aos amigos que a universidade me presenteou e estiveram comigo até o fim: Pablo Veronese, Carlos Emanuel, Helder Torreão, Adeilza Torres, Rayna Silva, Iralécio Lima, Tereza Cristina, Jéssica Freitas, ao técnico Osvaldo Alves e Ivanilda de Souza (Novinha) pela amizade de sempre.

*Aquele que não sabe e sabe que não sabe é
humilde. Ajuda-o!*
*Aquele que não sabe e pensa que sabe é
ignorante. Evita-o!*
*Aquele que sabe e pensa que não sabe Está
dormindo. Desperta-o!*
*Aquele que sabe e sabe que sabe é
sábio! Siga-o.*

Bruce Lee

*Aos meus pais Valdenice e Jorge
A minha avó Damiana (in memoriam)*

Dedico esse trabalho.

RESUMO

A utilização de águas de reuso na agricultura tem se tornado uma prática cada vez mais comum, principalmente em virtude da grande quantidade de nutrientes encontradas nessas águas. A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) vem ganhando destaque, por ser uma Euforbiácea, resistente às condições adversas de clima e solo, porém exigente em fertilidade, necessitando, portanto de quantidades significativas de nutrientes para produção de grãos e para a síntese do óleo e proteínas. Objetivando avaliar a eficiência da água residuária de laticínio e a influência da adubação orgânica na produção da mamona BRS Energia realizou-se um experimento em ambiente protegido com mudas de mamoneira dispostas em vasos de polietileno com capacidade para 10 l. Foram utilizados quatro substratos (solo, húmus, esterco bovino e esterco caprino) e duas qualidades de água de irrigação (água de poço artesiano e água residuária de laticínio). A avaliação da eficiência da cultura as condições submetidas foi realizada através das variáveis de produção: peso de racemo, número de racemos, peso de sementes e número de sementes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 4x2, com 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Verificou-se, que a irrigação com água residuária de laticínio contribuiu para o aumento da produção da mamona BRS Energia e que a adubação orgânica que apresentou melhor resultado foi o esterco bovino, seguido de húmus e por último o esterco caprino.

Palavras-chave: Fertilidade. Produtividade. *Ricinus communis* L. Reuso de água.

ABSTRACT

The use of reuse water in agriculture has become an increasingly common practice, mainly because of the large amount of nutrients found in these waters. The culture of castor bean (*Ricinus communis* L.) has been gaining attention for being a Euforbiácea, resistant to adverse conditions of climate and soil, but demanding in fertility and should therefore significant amounts of nutrients for yield and for the synthesis of oil and protein. To evaluate the efficiency of wastewater from dairy and the influence of organic fertilization in the production of castor BRS Energy held an experiment in a protected environment with castor seedlings arranged in plastic pots with a capacity of 10 l. Four substrates were used (soil, humus, manure and goat manure) and two irrigation water qualities (artesian well water and wastewater of dairy water). The evaluation of the efficiency conditions of the culture was subjected realized through production variables: weight raceme, number of racemes, seed weight and seed number. The experimental design was completely randomized with a 4x2 factorial scheme, with four repetitions, totaling 32 experimental units. It was found that irrigation with wastewater from dairy contributed to the increase in BRS Energy castor production and the organic fertilizer that showed the best result was the manure, humus followed and finally the goat manure.

Keywords: Fertility. Productivity. *Ricinus communis* L . Reuse of water.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Ambiente protegido	20
FIGURA 2	Unidade experimental (A) e vista geral do experimento (B)	21
FIGURA 3	Início da germinação (A) e plantas com 5 dias após a germinação (B)	23
FIGURA 4	Identificação dos tratamentos (A) e Pesagem dos racemos (B)	25

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1	Análise dos atributos químicos do solo utilizado no preenchimento dos vasos	22
QUADRO 2	Análise físico-química das águas utilizadas nas irrigações das unidades experimentais	24
TABELA 1	Resumo da análise das variâncias referentes às variáveis peso do racemo, número de sementes, peso de sementes e número de racemos da cultivar de mamona BRS Energia	26

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Produtividade da variável peso de racemos para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação	28
GRÁFICO 2	Produtividade da variável número de racemos para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação	29
GRÁFICO 3	Produtividade da variável número de sementes para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação	30
GRÁFICO 4	Produtividade da variável peso de sementes para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação	31

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica
AGUBEL	Associação Gestora da Usina de Beneficiamento de Lácteos
CDSA	Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DAS	Dias Após a Germinação
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IEA	Instituto de Economia Agrícola
LIS	Laboratório de Irrigação e Salinidade
PDRH-PB	Plano Diretor de Recursos Humanos da Paraíba
PIB	Produto Interno Bruto
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	A cultura da mamona	13
2.2	Caracterização e classificação botânica da mamona	14
2.3	Adubação orgânica.....	15
2.4	Mamona adubada com adubação orgânica	16
2.5	Água Residuária.....	17
2.6	Água Residuária na Agricultura	18
2.7	Água residuária de laticínio.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1.	Localização e Clima.....	20
3.2.	Delineamento estatístico	21
3.3.	Confecção das unidades experimentais	21
3.4.	Solo utilizado	21
3.5.	Substratos orgânicos utilizados na adubação	22
3.6.	Cultura utilizada e tratos culturais	22
3.7.	Caracterização química das águas de irrigação.....	23
3.8.	Irrigação das unidades experimentais	24
3.9.	Variáveis analisadas no cultivo da mamona	25
3.10.	Análise estatística dos dados	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O controle de desperdício de água potável é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade. A escassez de recursos hídricos aliada ao crescimento acentuado das cidades tornou-se um tema de bastante relevância para muitos pesquisadores e poder público, pois a busca por alternativas para suprir as necessidades hidrológicas está cada dia mais constante. Dessa forma Rezende et al. (2013) verificaram que os problemas relacionados a disponibilidade de água tem aumentado em virtude das cidades brasileiras não possuírem uma infra-estrutura sanitária adequada.

A geração de resíduos sólidos urbanos a partir das diversas atividades antrópicas constitui-se como um dos principais problemas enfrentados pela população mundial. Neste sentido, Santos (2008) enfatiza que a geração de resíduos sólidos apresenta-se como um problema de graves proporções por causa da grande quantidade produzida diariamente e da potencialidade do lixo em se transformar em foco de doenças, de contaminação do solo, do ar e das águas. Configurando-se como mais um dos grandes problemas ambientais, ao lado da questão do aquecimento global, da escassez dos recursos hídricos, do desflorestamento, dentre outros. Dessa forma, conforme Lucena et al. (2004), as agressões e destruições causadas pelo homem ao meio ambiente, estão chamando atenção da população mundial e exigindo que a sociedade como um todo tenha uma ação racional, planejada e energética afim de promover um desenvolvimento auto-sustentado e preservacionista.

Contudo, o reaproveitamento desse material e sua aplicação na propagação vegetal parece ser uma alternativa viável, pois além de permitir o seu retorno ao processo produtivo, representa um importante ganho socioeconômico e ambiental. No entanto, para que a viabilidade desse processo seja assegurada, é imprescindível dispor de conhecimentos técnicos específicos, que propiciem controle de qualidade eficiente e seguro, o que nem sempre ocorre, pois, segundo Silva et al. (1999), além de fontes de nutrientes e de matéria orgânica, os compostos de lixo urbano também contêm em sua composição metais pesados e outros produtos potencialmente tóxicos.

No entanto, a introdução de novas tecnologias para aliar o aproveitamento de resíduos gerados à natureza tem sido bastante utilizada. Nesse novo conceito de sustentabilidade, tomando como base a agricultura, importante fonte de renda para um país, onde se é produzido milhões de toneladas de alimentos para o sustento da população mundial,

ao mesmo tempo também são gerados uma grande quantidade de resíduos orgânicos. Desta forma, ao contrário da conotação atribuída aos materiais denominados de resíduos, que é de lixo, estes podem ser materiais com importante valor agregado (Schneider et al., 2012) que, quando corretamente empregados, podem reduzir os custos com fertilização nas lavouras.

A potencial riqueza dos componentes dos esgotos, água e matéria orgânica, constituem um apreciável insumo para o sistema produtivo quando utilizado de maneira adequada e com tecnologias eficazes, não permitindo que o mesmo se torne mais um perigoso instrumento de disseminação de doenças e de mal-estar a população (MIRANDA, 2010). Por outro lado, a reciclagem agrícola de resíduos urbanos e industriais atende ao novo paradigma de desenvolvimento sustentável, combinando eficiência ecológica e viabilidade econômica.

O aproveitamento de resíduos na agricultura, potencializados como condicionantes químicos, físicos e biológicos do solo, favorecem o desenvolvimento de plantas, evidenciando esta prática justificável na produção de alimentos (ANHAIA & BORSZOWSKI, 2012). A máxima eficiência das águas residuárias depende de um conjunto de medidas que otimizem a produção, visando um maior rendimento, melhorias na qualidade do meio ambiente e da saúde pública e, uma combinação dos componentes para melhores condições de manejo.

O desenvolvimento e crescimento da mamoneira podem ser estudados através de diferentes métodos e técnicas. Do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento atende aos interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie (LIMA, 2006). A cultivar BRS Energia desenvolvida pelo programa de Melhoramento da EMBRAPA de acordo com Alves (2015) contribui de forma significativa com os produtores da região Nordeste, por se tratar de um genótipo naturalmente vigoroso, de fácil propagação, precoce e de porte baixo com características adequadas para colheita manual ou mecanizadas.

Diante da importância do tema objetiva-se com esse trabalho avaliar a produção da mamona BRS – Energia irrigada com água de reuso e adubação orgânica sob condições semiáridas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA MAMONA

A mamoneira (*Ricinus Communis* L.) é uma planta de origem tropical, oleaginosa bastante resistente à seca, heliófila, pertencente à família das Euforbiáceas (QUEIROZ, 2006). A grande diversidade de espécies de mamoneira existentes em todo mundo dificulta a tentativa de se estabelecer uma origem concreta. Muitas controvérsias existem entre diversos pesquisadores, onde uns acreditam na sua descendência asiática, outros africana e americana para alguns. Mas há relatos que afirmam que a mamona já era utilizada pelos egípcios há pelo menos 4.000 anos, que a apreciavam como planta milagrosa.

No Brasil sua introdução se deu durante a colonização portuguesa, por ocasião da vinda dos escravos africanos, sendo conhecida sob as denominações de mamoneira, rícino, carrapateira, bafureira, baga e palma-criste (CHIERICE & CLARO NETO, 2007). O clima tropical aumentou suas chances de propagação, tornando-a uma espécie encontrada de norte a sul do país.

Até 1978, o Brasil ocupava a posição de maior produtor mundial de mamona, mas atualmente o país contribui com menos de 1 % da produção global (OLIVEIRA DE SÁ, 2015). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2015), na safra de 2014/15 a mamona apresentou percentual de queda na sua produção em 26,4% quando comparada a safra 2013/2014.

No início a mamoneira desenvolveu-se primeiramente de forma comercial nas Regiões Sudeste, Sul e Nordeste brasileiro. Entretanto, no Sul e Sudeste para garantir a permanência no mercado em virtude da grande competitividade foi necessário recorrer a técnicas que facilitassem a rentabilidade das diversas variedades.

A mamoneira reveste-se de elevada importância para o Nordeste brasileiro, em especial, para o semiárido, por ser de fácil cultivo, além de proporcionar ocupação e renda, sendo bastante usada por pequenos produtores (BELTRÃO et al, 2003).

2.2 CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA MAMONA

Segundo Fracetto (2009), é conhecida no Brasil como rícino, carrapateira, bafureira, baga e palma-criste, mamona e possui nome científico *Ricinus communis* L. Para Nazareno (2011), é uma arbustiva da família das Euphorbiáceas, que possui diversas colorações de caule, folhas e racemos, podendo ou não possuir cera no caule e pecíolo. É uma espécie considerada de fácil cultivo, pois pode ser cultivada em regiões com altas temperaturas, e em qualquer tipo de solo.

Possui diversas aplicações e, atualmente é uma perspectiva concreta de utilização como fonte energética para a produção biodiesel, sendo o óleo importante produto de sua derivação, evidenciado pela sua vasta aplicação, como matéria-prima na fabricação de numerosos produtos.

A mamoneira é uma planta monóica com inflorescência racemosa, forma cachos terminais, com as flores femininas ocupando a porção superior e as masculinas a parte basal da inflorescência, o que proporciona reprodução tanto por autofecundação como por fecundação cruzada (DUTRA, 2012). É um arbusto de tecido semi-lenhoso, perene, conhecido por apresentar folhagem, flores e frutos bastante ornamentais.

A cultura produz quantidade considerável de biomassa, suas folhas podem servir de alimento para o bicho da seda, as hastes contêm celulose para fabricação de papel e, das sementes, são obtidos o óleo e a torta, ricos em proteína (CAVALCANTI et al., 2005).

O óleo produzido através da mamona possui diversas aplicações, desde a fabricação de graxas e lubrificantes, como tintas, vernizes, espumas e materiais plásticos para diversos fins, até a produção de cosméticos, produtos alimentares, farmacêuticos e produtos para a indústria automotiva. Além da vasta aplicação na indústria química, a mamoneira é uma planta resistente, pois utiliza pouco agrotóxico e se adapta perfeitamente as zonas semiáridas do Nordeste, tornando-se cultura atrativa para esta região, onde há poucas alternativas agrícolas rentáveis (FERNANDES NETO et al., 2008).

Em regiões onde a água é o fator climático limitante, é aconselhável a semeadura de variedades adaptadas, pois nestas condições as plantas de mamona, no início do crescimento vegetativo, investem boa parte de sua energia na produção de fitomassa radicular em detrimento à fitomassa da parte aérea, permitindo a produção de um sistema radicular mais

vigoroso e profundo, explorando e absorvendo nutrientes e água num maior volume de solo, em regiões onde a água é o fator climático limitante (GONÇALVES et al., 2005).

2.3 ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A matéria orgânica do solo é considerada como um dos mais importantes indicadores da qualidade do solo, visto que, é essencial nos processos produtivos e na diversidade biológica. A agricultura orgânica busca cada vez mais utilizar de forma sustentável e racional os recursos naturais, empregar técnicas e tecnologias ecológicas que antigamente eram bastante utilizadas na exploração do solo. Sabendo desse fator, os agricultores têm buscado por novas práticas, a fim de atenderem à crescente demanda por produtos que utilizam materiais de fácil acesso e baixo custo, e uma alternativa tem sido os resíduos orgânicos, transformados através da compostagem, em substratos alternativos (CABRAL et al., 2011).

A incorporação de esterco bovino e/ou compostos orgânicos ao solo promove mudanças nos seus atributos físicos, químicos e biológicos, melhorando sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água, a aeração e a fertilidade do solo (CUNHA et al., 2012), bem como a drenagem, aeração, temperatura e penetração de raízes (OLIVEIRA et al., 2009).

Desta forma, a adoção de adubação orgânica como esterco de bovinos e caprinos, entre outros, torna-se uma alternativa interessante visto a facilidade de obtenção e o custo relativamente baixo (NOBRE et al., 2010).

Entre os resíduos sólidos, os provenientes de usinas sucroalcooleiras, matadouros, indústrias do processamento de carnes, indústria do processamento de frutas e hortaliças, indústria da celulose e do papel, curtume e, também, resíduos de estações de tratamento de água, lodo, dentre outras indústrias são os mais utilizados em aplicações ao solo para fins de adubação (MATOS, 2005).

Dentre os materiais orgânicos, de fácil acesso e difícil destino, encontra-se a fração orgânica do lixo, e a compostagem apresenta-se como alternativa interessante, pois tem a capacidade de reduzir em aproximadamente 50% o volume e a massa dos resíduos, além de gerar um produto estável e ecologicamente correto, de alto valor agrônômico, que pode ser utilizado como fertilizante orgânico na agricultura (FILGUEIRA, 2008).

Substratos produzidos à base de esterco de origem animal contribuem para a redução dos custos de produção de mudas florestais. Na região do agreste Paraibano o esterco bovino é uma das principais fontes de adubação orgânica empregada pelos agricultores, pela disponibilidade local e baixo custo de aquisição, em alguns casos é a única utilizada para fertilização de culturas (GALVÃO et al., 2008).

O efeito do uso de fertilizantes de origem orgânica sobre a produtividade das culturas pode ser direto, através do fornecimento de nutrientes, ou indireto, através da modificação das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1985).

Os melhores substratos devem apresentar, entre outras importantes características, riqueza em nutrientes essenciais como o nitrogênio e potássio, possuir boa textura e estrutura, serem ausentes de patógenos e possuírem disponibilidade de aquisição e transporte.

Em trabalhos realizados por Silva Júnior (2009), comparados a dados obtidos por outros pesquisadores mostraram que a incorporação de materiais orgânicos em solos salinos promoveu aumento significativo na atividade microbiana avaliada através da respiração basal do solo.

2.4 MAMONA ADUBADA COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A mamona é uma espécie que apresenta resposta bastante positiva na inserção de adubos orgânicos no seu cultivo. Em trabalhos realizados por Oliveira et al. (2009), duas cultivares de mamona apresentaram maiores crescimento em função da presença de lodo de esgoto, que é um tipo de adubo orgânico que vem sendo bastante utilizado.

A utilização de materiais orgânicos na adubação para a mamoneira, como resíduos de animais e vegetais, restos de esgotos, derivados de compostagem de lixo orgânico tem sido testados por diversos pesquisadores como ARRUDA FILHO et. al (2013) e MELO FILHO et al., (2012).

2.5 ÁGUA RESIDUÁRIA

O termo reúso de água residuária, ou até mesmo a expressão reutilização de águas servidas não é um conceito novo, e vem sendo utilizado em todo mundo há muito tempo. Há relatos de que na Grécia antiga esgotos já eram utilizados na irrigação. O reúso agrícola de efluentes há várias décadas, é uma prática comum em países como Egito, Austrália, Arábia Saudita, Tunísia, Chile e Israel (Hespanhol, 2002); no último, as águas residuárias são consideradas parte integrante dos recursos hídricos do país a mais de quatro décadas (RIBEIRO et al., 2011).

Uma prática que vem sendo bastante difundida é o reaproveitamento de águas pré-utilizadas, sejam elas de origem doméstica ou industrial. A utilização controlada de esgotos sanitários apresenta diversas vantagens, dentre as quais: constitui uma prática de reciclagem de água; prática de reciclagem de nutrientes proporcionando uma economia de insumos (fertilizantes); minimiza o lançamento de esgotos em cursos de águas naturais, prevenindo assim a poluição, a contaminação e a eutrofização; favorece a conservação do solo e a recuperação de áreas degradadas (BASTOS et al., 2003, apud HUSSAR et al., 2005).

Para Van der Hoek et al. (2002), vantagens como a conservação da água disponível e sua grande disponibilidade, a ciclagem de nutrientes, que auxilia no desuso de fertilizantes químicos e a preservação do meio ambiente, são grandes benefícios propiciados pela reutilização das águas residuárias. Além disso, relacionado ao fato desses efluentes serem ricos em nutrientes, a sua aplicação proporciona o acréscimo de matéria orgânica, que funciona como condicionante do solo, aumentando a sua capacidade de retenção de água.

Considerando que já existe atividade de reúso de água com fins agrícolas em certas regiões do Brasil, a qual é exercida de maneira informal e sem as salvaguardas ambientais e de saúde pública adequadas, torna-se necessário institucionalizar, regulamentar e promover o setor através da criação de estruturas de gestão, preparação de legislação, disseminação de informação e do desenvolvimento de tecnologias compatíveis com as nossas condições técnicas, culturais e socioeconômicas (ABNT, 2005).

Em função dessas características, o reúso vem sendo difundido de forma crescente no Brasil, impulsionado pelos reflexos financeiros associados aos instrumentos trazidos pela Lei 9.433 de 1997, que visa à implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos: outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (RODRIGUES, 2005).

Entretanto é evidente o potencial do uso de efluentes como fonte de água, sendo que ainda é insuficiente a importância que lhe são dadas, o que para Fonseca (2001) demonstra a valorização econômica do efluente como adubo.

2.6 ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA

Nos últimos séculos, a prática da agricultura irrigada com água residuária foi comum em fazendas dos Estados Unidos e da Europa, mas com os acentuados avanços tecnológicos e econômicos e com o aumento das preocupações com a saúde e com o meio ambiente, ocorridos no século XX, os países desenvolvidos deixaram de utilizar águas residuárias na agricultura (ASANO et al., 2007).

A utilização de águas residuárias, de lodo e de fezes animais na agricultura é uma prática antiga realizada há milhares de anos em diversas regiões do planeta, inclusive em antigas civilizações da Ásia, da Europa e do Mediterrâneo (ANGELAKIS; KOUTSOYIANNIS & TCHOBANOGLOUS, 2005).

No entanto, embora a utilização de efluentes na agricultura possuam grande potencial, existe uma ausência em tornar-se tradição a sua reciclagem, principalmente nos estados brasileiros. Dessa forma, o uso de efluentes domésticos para a irrigação de culturas tem crescido consideravelmente nos últimos 20 anos, sobretudo, em razão da dificuldade crescente de identificar fontes alternativas de águas para irrigação, do custo elevado de fertilizantes e a segurança de que os riscos de saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos, quando utilizados adequadamente (SOUSA & LEITE, 2003).

Por outro lado, a reciclagem agrícola de resíduos urbanos e industriais atende ao novo paradigma de desenvolvimento sustentável, combinando eficiência ecológica e viabilidade econômica. Afinal, os custos de produção da atividade agropecuária são altos e é necessário encontrar alternativas para reduzi-los e aumentar a renda do produtor rural (ZUIN e QUEIROZ, 2006).

O reúso planejado de águas residuárias para fins agrícolas tem por objetivo controlar a poluição, economizar fertilizantes químicos comerciais, poupar a água de melhor qualidade, aumentar a produtividade da área irrigada e promover a agricultura orgânica; trata-se de uma

forma de contribuir para o desenvolvimento sustentável objetivando proporcionar melhor qualidade de vida à população (SOUSA et al., 2006).

2.7 ÁGUA RESIDUÁRIA DE LATICÍNIO

Uma tendência atual na indústria de alimentos, mais especificamente no segmento de laticínios, é a busca de novas tecnologias, principalmente visando ao aproveitamento de resíduos e implementação de sistemas de reuso de água (SILVA, 2006).

Uma das principais geradoras de efluentes industriais são as indústrias de laticínio, as mesmas utilizam um grande volume de água para o seu beneficiamento. Estima-se que para cada litro de leite beneficiado sejam gerados cerca de 2,5 L de efluente (DALLA VILLA, 2007). Segundo dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA) (2015), a produção leiteira apresentou aumento em 2014, mas ocorreu uma diminuição de consumo em virtude da crise econômica que afetou o PIB e houve desvalorização do dólar frente ao real.

De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) citados por Mezzadri (2014), o Brasil ficou em 5º lugar no ranking mundial de produção de leite, com 33,3 bilhões de litros.

Os resíduos líquidos da indústria de laticínios apresentam níveis elevados de matéria orgânica e são constituídos por resíduos de leite e derivados diluídos em quantidades variáveis, descarte de produtos e subprodutos que estão fora dos padrões de qualidade e águas de pré-lavagem e lavagem com agentes de limpeza (BRIÃO, 2000; LÁSZLÓ et al., 2009). O soro de leite e os efluentes da indústria de laticínio apresentam elevada carga de matéria orgânica que, ao seu turno, implica em significativa demanda química de oxigênio (DQO) (VITAL JÚNIOR et al., 2012).

As águas brutas de laticínios, mesmo não havendo mistura prévia com os efluentes sanitários, apresentam teores de nutrientes semelhantes e por vezes superiores aos do esgoto doméstico (MENDOÇA et. al, 2012). No entanto, o lançamento desses resíduos líquidos em mananciais hídricos representa um prejuízo incalculável ao meio ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CLIMA

O experimento foi conduzido em ambiente protegido pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande localizado no município de Sumé, PB, cuja coordenada geográfica é: 7°40'19" de latitude Sul, 36°52'48" de longitude Oeste e altitude média de 532 m.

O ambiente protegido foi construído com material de alvenaria, para sustentação, madeira para as bases do teto e coberto com sombrite com abertura de 50%, Figura 1.

Figura 1- Ambiente protegido



Segundo o Plano Diretor de Recursos Humanos da Paraíba (PDRH-PB) (1996), o município de Sumé está situado em uma zona onde predomina, de maneira quase absoluta o clima semiárido BSh, segundo a classificação de Köppen, caracterizado pela precipitação anual abaixo de 400 mm, temperaturas elevadas, forte evaporação e, principalmente, pela alternância de duas estações nitidamente delimitadas: a das chuvas, também chamada de “inverno” e a da seca, ou “verão”. As precipitações pluviais ocorrem entre janeiro e julho, com maior intensidade nos meses de março e abril.

3.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

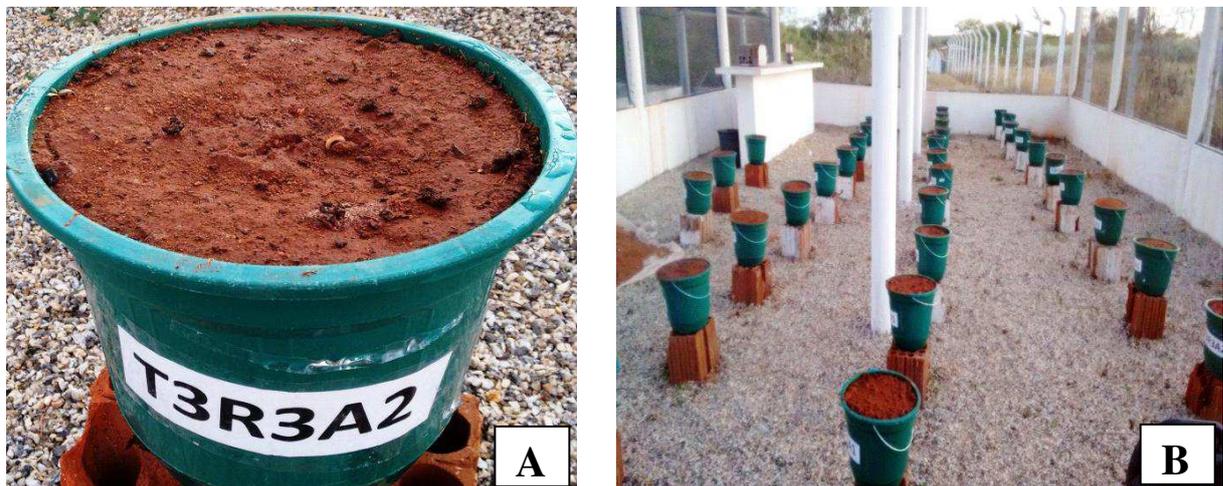
O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Foram utilizados quatro substratos (solo, húmus, esterco bovino e esterco caprino) e duas qualidades de água de irrigação (água de poço artesiano e água residuária de laticínio).

3.3 CONFECÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS

Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com capacidade para 10 litros e com altura de 30 cm, Figura 2 (A e B). Em cada vaso foi feito uma perfuração na parte central do seu inferior para facilitar na drenagem.

Os vasos foram preenchidos com uma camada de 5 cm de brita 24 mm e o restante do vaso com solo acrescido de composto orgânico, de acordo com cada tratamento. Em todos os vasos foi deixada uma folga de, aproximadamente, 4 cm na parte superior para facilitar o manejo de irrigação e tratos culturais.

Figura 2 – Unidade experimental (A) e vista geral do experimento (B)



3.4 SOLO UTILIZADO

O solo utilizado no preenchimento dos vasos foi coletado na área da fazenda experimental localizada no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. O solo é classificado como sendo neossolo regolítico (EMBRAPA, 2006), tipo franco arenoso.

A coleta ocorreu nos primeiros 20 cm da camada superficial, que representa a camada agricultável. Após a coleta, as amostras foram destorroadas, secas ao ar, peneiradas em malha de 5 mm e em seguida encaminhadas para análise no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da Universidade Federal de Campina Grande. Os resultados da análise química encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Análise dos atributos químicos do solo utilizado no preenchimento dos vasos

pH	Ca	Mg	Na	K	S	H	Al	T	CE	P	N	MO	C/Org.
-----meq/g-----									(mg/g)	-----(%)------			
7,43	9,14	6,08	0,70	0,44	16,36	0,00	0,00	16,36	0,40	4,63	0,13	2,24	1,30

3.5 SUBSTRATOS ORGÂNICOS UTILIZADOS NA ADUBAÇÃO

Foram utilizados quatro diferentes tipos de substratos para o preenchimento das unidades experimentais:

- a) Solo: coletado na fazenda experimental do CDSA sem nenhum tratamento.
- b) Esterco caprino: oriundo de uma fazenda próxima ao CDSA. Após a coleta o esterco foi realizada a homogeneização e destorroamento do material e em seguida seco ao ar .
- c) Esterco bovino: oriundo de uma fazenda próxima ao CDSA. Foi realizada homogeneização e destorroamento do material e, em seguida posto para secar ao ar
- d) Húmus: originário do minhocário pertencente ao Laboratório de solos do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. O material é oriundo da decomposição de podas de árvores, esterco bovino, enriquecido com casca de ovos, cinza, borra de café e farinha de ossos de peixes.

3.6 CULTURA UTILIZADA E TRATOS CULTURAIS

A cultura utilizada foi a mamona BRS Energia, lançada através de um programa de melhoramento da mamoneira e de sistemas de produção direcionados para o semiárido nordestino da EMBRAPA em 2007. Possui porte baixo, variando em torno de 1,40 m, e ciclo entre 120 e 150 dias. Seu caule é verde e com cera, possui cachos cônicos com tamanho médio de 60 cm e suas sementes pesam entre 0,40 e 0,53 gramas, contendo 48% de óleo.

As sementes utilizadas no experimento foram fornecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/Algodão. A semeadura foi feita manualmente e de forma direta, dispondo quatro sementes por vaso, colocadas a 3 cm de profundidade. O início da germinação ocorreu cinco dias após a semeadura (DAS), com um índice de germinação de 99 %.

Os desbastes foram realizados em duas etapas, a primeira cinco dias após a germinação deixando duas plantas por vaso e a última na ocasião da primeira leitura biométrica, que se deu aos 15 dias após a germinação, Figura 3 (A e B).

Figura 3 – Início da germinação (A) e plantas com 5 dias após a germinação (B)



Durante todo o ciclo da cultura realizou-se o controle manual de plantas daninhas. De acordo com a necessidade e também com o intuito preventivo foi realizado o controle de pragas com caldas naturais à base de esterco bovino, melão e nin indiano, visando o desenvolvimento adequado das plantas e preservando a qualidade da produção.

3.7 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO

Foram utilizadas duas fontes de água para irrigação: água de poço artesiano e água residuária de laticínio. A primeira foi coletada de um poço localizado dentro do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido nas proximidades do ambiente protegido. A segunda foi proveniente da Associação Gestora da Usina de Beneficiamento de Lácteos-

AGUBEL, localizada no Município de Sumé, PB, e foi coletada após a lavagem dos recipientes que chegavam à empresa para ser beneficiado. Após a coleta o resíduo líquido ficava armazenado em recipiente com capacidade para 20 L. No Quadro 2, encontra-se as análises da água residuária de laticínio e da água de poço. A inexistência das concentrações de cálcio, magnésio, carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos na água de laticínio foram maiores que a capacidade de leitura desses nutrientes pelo aparelho (espectrofotômetro), Quadro 2.

Quadro 2 – Análises físico-química das águas utilizadas nas irrigações das unidades experimentais

Parâmetros	Águas	
	Poço	Laticínio
pH	7,34	3,79
CE ($\mu\text{S Cm}^{-1}$)	1,738	3,160
K (meq L^{-1})	0,26	0,62
Ca (meq L^{-1})	4,36	-
Mg (meq L^{-1})	9,56	-
Na (meq L^{-1})	6,05	11,02
Carbonatos (meq L^{-1})	0,36	-
Bicarbonatos (meq L^{-1})	6,88	-
Cloretos (meq L^{-1})	12,22	-
Sulfatos (meq L^{-1})	Presença	-
Relação de Adsorção de sódio (RAS)	2,29	-
Classe de água	C ₃	C ₄

3.8 IRRIGAÇÃO DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS

A irrigação foi realizada manualmente com o auxílio de recipiente volumétrico com capacidade para 2000 ml. A quantidade de água utilizada na irrigação das unidades experimentais foi determinada de acordo com a necessidade hídrica da cultura, durante seu ciclo fisiológico. A irrigação com água residuária de laticínio iniciou-se após a germinação das plântulas, isto é, a partir do quinto dia após a semeadura. Após a emergência das plântulas a irrigação foi realizada diariamente com as duas águas.

3.9 VARIÁVEIS ANALISADAS NO CULTIVO DA MAMONA

Foram avaliadas as seguintes variáveis de produção: peso de racemo, número de racemos, número de sementes e peso de sementes.

As variáveis de produção foram avaliadas na ocasião da colheita que ocorreu aos 120 dias da semeadura, manualmente, cortando-se na base do cacho, posteriormente colocadas em sacos de papel identificado de acordo com cada unidade experimental. Devidamente identificados foram pesados em balança analítica, contados e descascados de uma única vez, quando todos os cachos estavam completamente secos.

Figura 4: Identificação dos tratamentos (A) e Pesagem dos racemos (B)



3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A avaliação estatística dos dados foi realizada no SISVAR (Ferreira, 2005) e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F. Para a comparação entre médias utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, de acordo com a análise de variância (Tabela 1) efeito significativo da interação entre os tipos de água de irrigação e os compostos orgânicos utilizados na adubação para as variáveis peso do racemo, número de sementes e peso de sementes a 1% de probabilidade. Para as variáveis peso do racemo, número de sementes e peso de sementes a 1% de probabilidade quando se analisou isoladamente o efeito do tipo de água e o tipo de substrato, já o número de racemos ocorreu diferença significativa a 5% de probabilidade para apenas para o tipo de água utilizada.

Tabela 1 – Resumo da análise das variâncias referentes às variáveis peso do racemo, número de sementes, peso de sementes e número de racemos da cultivar de mamona BRS Energia

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Peso do Racemo (g)	Número de sementes	Peso de Sementes (g)	Número de Racemos
Tipo de água (A)	1	790,031250**	2346,1250**	185,28125**	1,53125*
Substrato (S)	3	332,114583**	1596,2500**	88,61458**	0,36458ns
A x S	3	238,281250**	1503,0417**	96,61458**	0,36458ns
Resíduo	24	4,885417	80,8333	1,677083	0,281250
Total	31				
CV (%)		10,67	13,57	10,49	41,39
Fonte de água		Médias			
Água de poço		15,75000 a1	57,68750 a1	9,93750 a1	1,06250 a1
Água residuária		25,68750 a2	74,81250 a2	14,75000 a2	1,50000 a2
Substratos					
Solo		20,75000 a2	66,12500 a1	11,50000 a2	1,00000 a1
Esterco Caprino		11,62500 a1	47,12500 a1	8,00000 a1	1,375000 a1
Húmus		24,62500 a3	85,75000 a3	14,62500 a3	1,500000 a1
Esterco Bovino		25,87500 a3	71,00000 a2 a3	15,25000 a3	1,25000 a1

*, **, ns – Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, CV – coeficiente de variação e GL – Grau de liberdade

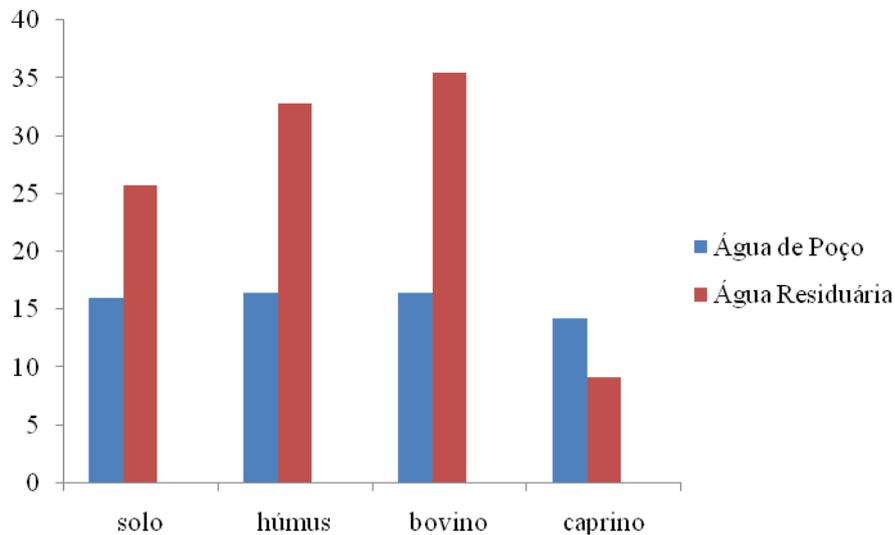
Em todas as variáveis estudadas a água residuária de laticínio apresentou melhor desempenho nas interações analisadas, demonstrando a eficiência de sua utilização no cultivo da mamona BRS Energia. Assim, a utilização de águas residuárias de laticínios na agricultura pode ser considerada uma alternativa, além da disponibilização de água e fertilizantes para as culturas, ciclagem de nutrientes e aumento na produção agrícola (Matos, 2010). No entanto,

como a água residuária de laticínio apresenta salinidade muito alta, C₄, deve ser utilizada levando em consideração sua alta concentração de sais.

Analisando a produtividade de racemos, a cultivar BRS Energia apresentou maiores valores nas plantas irrigadas com água residuária de laticínio, verificando assim através dos quadrados médios, efeito significativo das fontes de adubação quanto ao número médio de racemos por planta, peso do racemo e produção de grãos por planta. Estes resultados corroboram com informações de Severino et al., (2006) que verificaram aumentos significativos de produção em tratamentos que utilizaram adubação orgânica. Souza et. al (2010) estudando a cultivar BRS-149 Nordestina encontraram valores superiores de produtividade de racemos com a utilização de esgoto tratado e adubação orgânica quando comparados a cultivares irrigadas com água bruta e adubação orgânica.

Verificou-se que o maior **peso do racemo** foi observado nas plantas que foram irrigadas com água residuária de laticínio, 25,6875 g. Quando analisou-se a variável peso de racemo em função da adubação orgânica observou-se que o maior peso foi obtido nas plantas adubadas com esterco bovino, 25,875 g, seguidas das plantas adubadas com húmus, 24,625 g. Quando se compara o peso de racemo das plantas cultivadas com solo sem acréscimo de adubação orgânica com as que receberam esterco caprino verifica-se que houve um acréscimo de, cerca, de 9,0 g nas plantas cultivadas no solo. Contrapondo esses resultados, Souto et al. (2005), estudando a eficiência da decomposição de vários tipos de esterco para utilização na agricultura no Semiárido paraibano, encontraram os melhores resultados para o esterco de origem bovina e caprina. Percebe-se no gráfico 1, o peso dos racemos em função da água de irrigação (poço artesiano e água residuária de laticínios). Avaliando as interações mostradas no gráfico 1, o húmus e água residuária e, esterco bovino e água residuária, apresentaram maiores rendimentos. Quanto à utilização das mesmas adubações utilizando água proveniente de poço, ambas ofereceram os mesmos resultados.

Gráfico 1 – Peso de racemos para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação

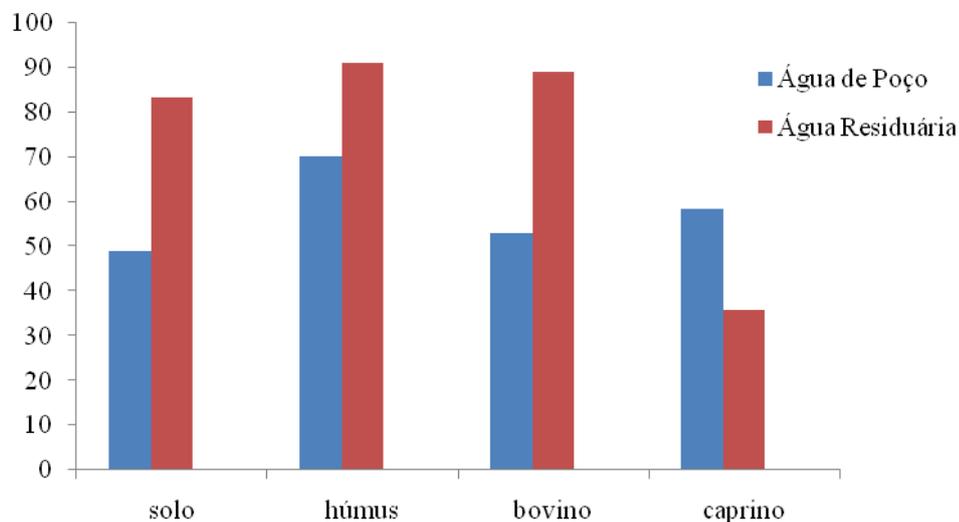


Testando a eficiência da água residuária na produção de mamona BRS Energia para a variável **número de sementes**, o tratamento que recebeu húmus apresentou maior desempenho, cerca de 85,75 sementes, quando comparado aos outros demais tratamentos Tabela 1. Para o tratamento que recebeu apenas solo, não ocorreu diferença entre os dois tipos de água utilizados. Trabalhos realizados por Silva et al. (2011) em estudos sobre as características morfológicas e fisiológicas da mamona, observaram que a cultivar BRS Energia apresentou maiores valores de número de racemos por planta quando comparada as cultivares AL Guarany 2002, CPACT 40, IAC 226, IAC Guarani, Vinema T1 e IAC 2028 e IAC 80, e evidenciando assim na pesquisa desenvolvida, que o aumento do número de racemos não está associado do rendimento dos grãos.

Para o tipo de adubo utilizado, o número de sementes produzidas nas plantas adubadas com húmus e esterco bovino foram de 8,57 e 7 sementes por racemo, respectivamente, conforme observado na Tabela 1. O menor número de sementes foi observado nas plantas adubadas com esterco caprino e o maior número de sementes foram encontradas nas plantas irrigadas com água residuária de laticínio. Fontes naturais de adubação orgânica têm sido bastante utilizadas no suprimento dos elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas. Trabalhos realizados por Nascimento et al. (2011) utilizando resíduo de lodo de esgoto no cultivo de mamona, confirmaram a eficiência do uso de adubo orgânico, verificando que parcelas que receberam o resíduo de esgoto possuíam melhores rendimentos do que as enriquecidas com adubo químico.

Conforme pode ser visto no gráfico 2, na interação água residuária de laticínio e esterco caprino obteve-se o menor resultado, ficando abaixo da testemunha de solo e esterco bovino aque apresentaram valores aproximados para a produtividade de sementes. Diferindo dos resultados encontrados por Costa et al. (2014) testando a eficiência da mamona BRS Gabriela utilizando de três substratos diferentes encontraram os maiores valores de produção para os tratamentos irrigados com esterco caprino.

Gráfico 2 – Produtividade da variável número de sementes para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação

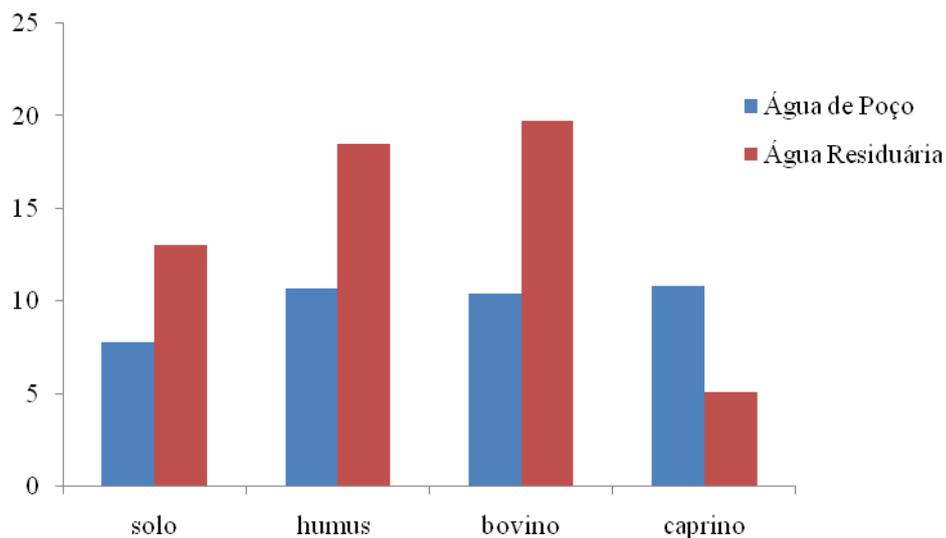


Para a variável **peso de sementes** verificou-se que o tratamento com esterco bovino foi o que proporcionou o maior peso, cerca de 15 g, seguido pelo tratamento com húmus, 14,625 g. A irrigação com água residuária de laticínio também contribui na produção da maior quantidade de sementes, provavelmente pelo aporte de nutrientes disponíveis nessas águas. No Gráfico 3 encontra-se a variável peso de sementes em função das águas de irrigação.

Analisando o Gráfico 3 observa-se que a melhor resposta quanto a produtividade de sementes ocorreu nas plantas irrigadas com água residuária de laticínio, associada a utilização de húmus. Severino et al. (2006), avaliando a cultivar BRS Nordestina quanto ao uso de adubação com macro e micronutrientes, concluíram que a utilização de adubos na cultura apresentou ganhos significativos no peso de sementes. O tratamento testemunha apresentou maior peso de sementes com a utilização de água residuária de laticínios. Diferindo, os tratamentos que receberam esterco caprino apresentaram um maior peso de sementes nas

plantas irrigadas com água de poço, corroborando com Borges (2011), que estudando a cultivar BRS 149 Nordestina observou que os maiores valores do peso de sementes foram encontrados nas espécies irrigadas com água de poço.

Gráfico 3 – Produtividade da variável peso de sementes para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação



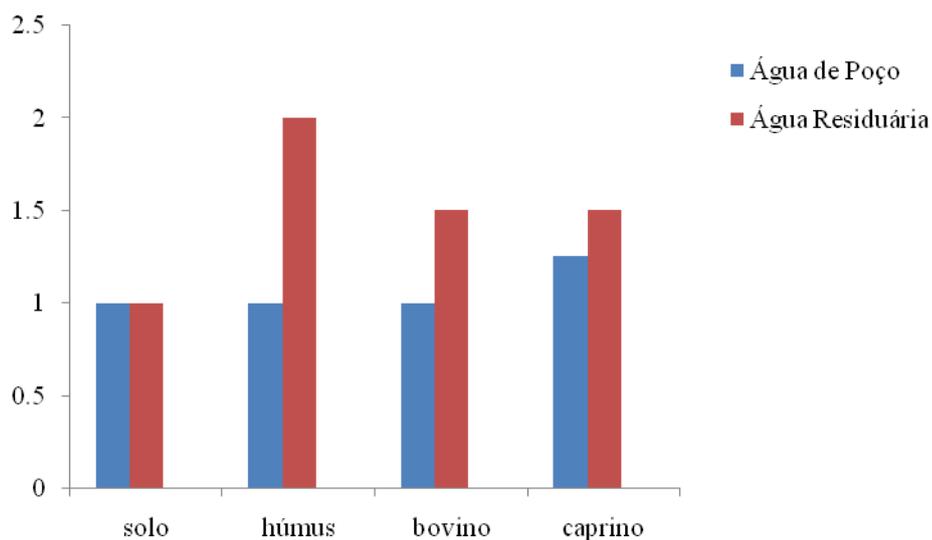
A produtividade de **racemos** das plantas irrigadas com água residuária de laticínio apresentou maior desenvolvimento nos tratamentos adubados com húmus e esterco bovino. Em relação aos tratamentos com as diferentes adubações orgânicas verificou-se que a utilização de esterco caprino e água residuária não ofereceram resposta significativa ao desenvolvimento da cultivar mamona BRS Energia. Levando em consideração que a utilização desse tipo de adubação orgânica não mostrou eficiência, pode-se indicar para o produtor rural do município a adubação com esterco bovino. Chaves et al. (2011) testando diferentes tipos de adubação no cultivo de mamona, verificaram maiores valores de produção de racemos em plantas cultivadas com esterco bovino. De acordo com Fernandes et al. (2010), a produtividade de racemos adubados com esterco bovino foi 91,67%, maior em relação a adubação mineral. Confirmando, Souza et al. (2010) estudando a cultivar BRS 149 Nordestina verificou que tratamentos irrigados com água residuária e com adubação total do solo, apresentaram maiores números de racemos, quando comparados aos outros tratamentos.

Santos et al. (2010), em estudos realizados com a mamoneira utilizando cama de galinha na adubação, e Severino et al. (2006), que utilizaram doses crescentes de esterco

bovino, constataram que a cultura apresentou resultados satisfatórios em resposta aos adubos utilizados, o mesmo também foi verificado no presente trabalho para os adubos analisados.

Pode ser visto no gráfico 4 a variável número de racemo em função das águas de irrigação. Da mesma forma que foi observado nas variáveis anteriores o maior número de racemos também foi verificado nas plantas irrigadas com água residuária de laticínio. Alison e Cavalcante (2012) estudando a cultivar mamona RBS Paraguaçu encontraram valores superiores de tratamentos irrigados com água de abastecimento e adubados com adubação orgânica a uma fração de 33.5% em relação aos tratamentos irrigados com efluente doméstico tratado e mais adubação orgânica.

Gráfico 4 – Produtividade da variável número de racemos para a cultivar mamona BRS Energia em função da adubação e da água de irrigação



Para o tipo de água testado, a água residuária proporcionou melhor desempenho nos tratamentos adubados com solo, húmus e esterco bovino. Os tratamentos adubados com esterco caprino e irrigados com água de reúso apresentaram os menores valores.

5 CONCLUSÕES

1. O cultivo da mamona BRS Energia associado à utilização de água residuária de laticínio e adubação orgânica apresentou altos valores de produtividade.
2. O esterco bovino apresentou-se como o melhor substrato para o desenvolvimento da cultivar, e o esterco caprino possui os menores desempenhos para os tratamentos estudados.
3. A água residuária de laticínio apresentou grande eficiência na agricultura, portanto sua utilização é recomendada para o cultivo da mamona BRS Energia.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: http://www.enge.com.br/reuso_agua.htm. Acesso em: 07 Set. de 2005.
- ALISSON, J. O.; CAVALCANTE, R. F. **Produtividade agrícola da mamona irrigada com efluentes domésticos tratados no sertão central cearense**. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/4692&gws_rd=cr&ei=ygdTVsGzO42AwQSLlpj4BQ. Acesso em: 19 de nov. de 2015.
- ALVES, G. S.; TARTAGLIA, F. L.; BELTRAO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R.; FREIRE, M. A. O. **Densidade populacional e seu efeito na produtividade da mamoneira BRS Energia sob cultivo irrigado**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 546-554, 2015.
- ANGELAKIS A. N.; KOUTSOYIANNIS, D.; TCHOBANOGLIOUS, G.. **Urban Wastewater and Stormwater Technologies in Ancient Greece**. Water Research, Delft, Netherlands, v. 39, n. 1, p.210-220, 2005.
- ANHAIA, S. A. F.; BORSZOWSKI, P. R. **Reaproveitamento de resíduos gerados na fabricação de celulose e papel como substrato na hidroponia para a cultura de alface (*Lactuca sativa*)**. Ed.5. Campos Gerais, 2012.
- ARRUDA FILHO, N. T.; MENEZES, E.; ALMEIDA, E. I. B.; OLIVEIRA, F. A.; RODRIGUES, A. F. **Influência da adubação orgânica e sistemas de produção sobre o aspecto qualitativo-econômico do cultivo de mamona (*Ricinus Communis L.*)**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, Viçosa, v.3, n.1, p.45-50, 2013.
- ASANO, T.; BURTON, F. L.; LEVERENZ, H. L.; TSUCHIHASHI, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. **Water Reuse: Issues, Technologies and Applications**. Mcgraw-hill Professional, New York, p. 1570, 2007.
- BELTRÃO, N.E.M. **Crescimento e Desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis L.*)**. Comunicado Técnico nº 146, ISSN 0102-0099. Campina Grande, 2003.
- BORGES, D. S. **Adubação da mamoneira com NPK irrigada com água de esgoto doméstico tratado e água de poço**. Dissertação de Mestrado. UFC: Fortaleza, 2011.

- BRIÃO, V. B. **Estudo de prevenção à poluição de resíduos líquidos em uma indústria de laticínios.** Dissertação de Mestrado, p. 58. UEM: Maringá, 2000.
- CABRAL, M. B. G; SANTOS, G. A.; SANCHEZ, S. B.; LIMA, W. L. & RODRIGUES, W. N. **Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface utilizados no sul do Estado do Espírito Santo.** Revista Verde, Mossoró, v.5, n.1, p. 43-48, 2011.
- CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D. ; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR, G.; SOARES, F. A. L. SIQUEIRA, E. C. **Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: Germinação e características de crescimento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9 , p.57-61, 2005.
- CHAVES, L. H. G; FERNANDES, J. D.; DANTAS, J. P.; MONTEIRO FILHO, A. F.; SILVA, J. R. P.; MESQUITA, E. F. **Efeito de diferentes fontes de adubação na produção da mamona cultivar BRS Nordestina.** Cadernos de Agroecologia, Fortaleza, v. 6, n.2, 2011.
- CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. APLICAÇÃO INDUSTRIAL DO ÓLEO. IN: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. **O agronegócio da mamona no Brasil.** Embrapa Algodão: Campina Grande, p. 417-448, 2007.
- CONAB. Estimativa de área plantada – safras 2014/15. Disponível: <http://www.conab.gov.br/politicaagricola/safra/ptarebr.cfm>. Acesso em 04 de out. 2015, 10:40hs.
- COSTA, F. X.; BASÍLIO, D. O. O.; MESQUITA, E. F.; BELTRÃO, N. E. M.; ALMEIDA, A. C. V. **Produção de mudas de mamoneira BRS Gabriela utilizando lixo orgânico, esterco caprino e biofertilizante.** Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, Chapadinha, v.08, n.01, p.48-60, 2014.
- CUNHA, E. Q.; 1, STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. **Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 56-63, 2012.

DALLA VILLA, R.; SILVA, M. R. A.; NOGUEIRA, R. F. P. **Potencial de aplicação do processo foto-fenton/solar como pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios.** Revista Química Nova, São Paulo, v.30, n.8, 2007.

DUTRA, A. F. **Eficiência agroeconômica do consórcio mamona e amendoim em área do semiárido paraibano.** Dissertação de Mestrado. UEPB/Embrapa Algodão: Campina Grande, 2012.

EMBRAPA – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de Métodos de Análises de Solos.** EMBRAPA/SNLCS. Rio de Janeiro, p.211, 2006.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. **Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira.** In: Congresso Brasileiro de Mamona. Inclusão Social e Energia: Anais... João Pessoa, 2010.

FERNANDES NETO, S.; ABREU, B. S.; BARACUHY NETO, G. M.; ARAÚJO, P. S.; BARACUHY, J. G. V. **Impactos Ambientais – Agroindústria Processadora de Óleo de Mamona/PB.** Ciência e Natura, Santa Maria, p. 141 - 154, 2008.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. M.; KONIG, A. **Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo.** Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 893-902, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3. ed. Viçosa: Editora Viçosa, p.402, 2008.

FONSECA, A.F. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado.** Dissertação de Mestrado. USP: Piracicaba, 2001.

FRACETTO, F. J. C. **Estoque de carbono e nitrogênio e estrutura da comunidade de diazotróficas em solos de caatinga com plantio de mamona.** Dissertação de Mestrado. USP: Piracicaba, 2009.

GALVÃO, S. R.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. **Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, n. 01, p. 99-105, 2008.

GONÇALVES, N. P. et al. **Cultura da Mamoneira.** Informe Agropecuário, v. 26, p. 28-32. 2005.

- HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil - Agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.7, p.75-95, 2002.
- HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; BASTOS, M. C.; REIS, T. K. B.; JONAS, T. C.; SERRA, W.; GOMES, J. P. **Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da beterraba.** Revista Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 035-045, 2005.
- IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Estimativa da produção anual leiteira.** Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>. Acesso em 23 de out. 2015, 21:33hs.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Agronômica Ceres, Piracicaba, p.492, 1985.
- LÁSZLÓ, Z.;KERTÉSZ, S.; BESZÉDES, S.;HOVORKA-HORVÁTH, S.; SZABÓ, G.;HODÚR, C. **Desalination**, n.240, p. 170-177, 2009.
- LIMA, J.F. **Tamanho ótimo de parcela, alocação de fitomassa e crescimento de mamoeiro em casa de vegetação.** Dissertação de Mestrado. UFBA: Cruz das Almas, 2006.
- LUCENA, A. M. A.; COSTA, F. X.; SILVA, H.; GUERRA, H. O. C. **Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, São Cristovão, v.04, n.02, 2004.
- MATOS, A. T.; ABRAHÃO, S. S.; LO MONACO, P. A. V.; SARMENTO, A. P.; MATOS, M. P. **Capacidade extratora de plantas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias de laticínios.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, p.1311-1317, 2010.
- MATOS, A. T. **Tratamento de resíduos agroindustriais.** Fundação Estadual do Meio Ambiente. UFV, 2005.
- MELO FILHO, J. A. **Durabilidade química e térmica e comportamento mecânico de compósitos de alto desempenho reforçados com fibras de sisal.** Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.
- MENDONÇA, H. V.; RIBEIRO, C. B. M.; BORGES, A. C.; BASTOS, R. R. **Remoção de nitrogênio e fósforo de águas residuárias de laticínios por sistemas alagados construídos operando em bateladas.** Ambi-Agua, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 75-87, 2012.

MEZZADRI, F. P. **Análise da conjuntura agropecuária - Leite - Ano 2014**. SEAB Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/bovinocultura_leite_14_15.pdf. Acesso em 20 de set. 2015, 01:34.

MIRANDA, R. J. A. **Lâminas de irrigação com água residuária e adubação orgânica na cultura do algodão BRS Safira**. Tese de Doutorado. Campina Grande: UFCG, 2010.

NASCIMENTO, A. L.; SAMPAIO, R. A.; JÚNIOR, D. S. B.; ZUBA JUNIOR, G. R.; FERNANDES, L. A. **Crescimento e produtividade de semente de mamona tratada com lodo de esgoto**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 4, 2011.

NAZARENO, A. C.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; CANCELLIER, L. L.; LEÃO, F. F.; NAOE, L. K. **Avaliação de cultivares de mamona em três ambientes, no estado do tocantins, safra 2007/2008**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 297-304, 2011.

NOBRE, R. G.; GHEY, H. R.; SOARES, 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.7, p.747-754, 2010.

OLIVEIRA DE SÁ, R.; GALBIERI, R.; BÉLOT, J.L.; ZANOTTO, M. D.; DUTRA, S. G.; SEVERINO, L. S.; SILVA, C. J. **Mamona: opção para rotação de cultura visando a redução de nematoides de galha no cultivo do algodoeiro**. Mato Grosso: IMAMT, 2015. (IMAMT. Circular Técnica, nº15)

OLIVEIRA, F. M. **Fontes e doses de adubação orgânica no cultivo da mamoneira irrigada com e sem cobertura morta**. Tese Doutorado. UFCG: Campina Grande, 2011.

OLIVEIRA, J. P. B. ; LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; JASPER, A. P. S.; SANTOS, L. N. S.; OLIVEIRA, L. B. **Efeito do lodo de esgoto no desenvolvimento inicial de duas cultivares de mamona em dois tipos de solos**. Revista de Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 174-180, 2009.

PDRH-PB. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**. João Pessoa/PB: SEMARH/ Governo do Estado da Paraíba. 1996 (CD-ROM).

QUEIROZ, W. N. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus Communis L.*) em diferentes ambientes**. Dissertação de Mestrado. UFCG: Campina Grande, 2006.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPPS, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. C.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. L. R.; OLIVEIRA, C. A. **Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú.** Revista Engenharia Sanitária Ambiental, Rio de Janeiro, v.18 n.1, 2013.

RIBEIRO, M. C. F.; ROCHA, F. A.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. O.; PEIXOTO, M. F. S. P.; PAZ, V. P.S. **Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de esgoto doméstico tratado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.16, n.6, p.639–646, 2011.

RODRIGUES, R. S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reuso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reuso no Brasil.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

SANTOS, J. B.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V. , REBEQUI, A. M. , CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. **Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n.2, p.145–152, 2013.

SANTOS, J.F.; GRANGEIRO, J.I.T.; OLIVEIRA, M.E.C. **Produção da cultura da mamoneira em função da fertilização com cama de galinha.** Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.7, p.169-180, 2010.

SANTOS, L. C. **A questão do lixo urbano e a geografia.** In: 1º SIMPÓSIO DE PÓS-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo. Anais... Rio Claro, 2008.

SCHNEIDER, C. F.; SCHULZ, D. G.; LIMA, P. R.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. **Formas de gestão e aplicação de resíduos da cana-de-açúcar visando redução de impactos ambientais.** Revista Verde, Mossoró, v. 7, n. 5, p. 8-17, 2012.

SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; MORAES, C.R. A.; GONDIM, T.M. S.; CARDOSO, G.D.; VIRIATO, J.R.; BELTRÃO, N.E. M. **Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.879-882, 2006.

SILVA, F.C.; SILVA, A.F.S.; CESAR, M.A.A. **Uso do composto de lixo urbano em cana-de-açúcar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. Anais... Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. CD-ROM.

- SILVA, F. E. A. **Efeito residual da adubação com casca de mamona e fertilizante químico no cultivo da mamoneira.** Trabalho de Conclusão de Curso. UEPB:Catolé do Rocha, 2011.
- SILVA, G. A.; MELO, D. S.; MAIA FILHO, F. C. F.; SOUSA, M. V. R.; MESQUITA, E. F. **Efeito da adubação orgânica com biofertilizante em dois componentes de produção da mamoneira.** Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – v.6, n.2, 2011.
- SILVA JÚNIOR, J. M. T. ; TAVARES, R. C.; MENDES, P. F. F.; GOMES, V. F. F. **Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.4, n.4, p.378-382, 2009.
- SILVA, P. C. **Responsabilidade Ambiental.** Revista Leites & Derivados, São Paulo, ano 15, p. 29, 2006.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. **Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.29, n.1 p. 125-130, 2005.
- SOUSA, J. T. DE.; CEBALLOS, B. S. O. DE; HENRIQUE, I. N.; DANTAS, J. P.; LIMA, S. M. S. **Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annum* L.).** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, p.89-96, 2006.
- SOUZA, N. C.; MOTA, S. B.; BEZERRA, F. M. L.; AQUINO, B. F.; SANTOS, A. B. **Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, p.478-484, 2010.
- VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U. M.; ENSINK, J. H. J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. **Urban Wastewater: A valuable resource for agriculture. a case study from horoonabad, Pakistan.** Research Report 63. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, p.20, 2002.
- VILLA, R. D.; SILVA, MILADY R. A.; NOGUEIRA, R. F. P. **Potencial de aplicação do processo foto fenton/solar como o pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios.**

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n8/a02v30n8.pdf> Acesso em 10 out. 2012, 21:12.

VITAL JÚNIOR, M. R.; SILVA, W. O.; PAIVA, E. C. B.; AZEVEDO, P. V. S.; SANTOS, E. L.; ROCHA, P. F. **Aplicação do processo Fenton no tratamento de efluentes da indústria de laticínio.** In: VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, 2012.

ZUIN, L. F. S.; QUEIROZ, T. R. **Agronegócios: gestão e inovação.** São Paulo, SP: Saraiva, 2006.