

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

POLIANNA ALVES SILVA

**BIOSSÓLIDO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha
curcas* L.) EM TUBETES**

**Uberlândia – MG
Agosto - 2009**

POLIANNA ALVES SILVA

BIOSSÓLIDO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) EM TUBETES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia,
da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Reginaldo de Camargo

**Uberlândia – MG
Agosto – 2009**

POLIANNA ALVES SILVA

BIOSSÓLIDO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) EM TUBETES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia,
da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 28 de Agosto de 2009.

Prof^a. Dr^a. Denise Garcia Santana
Membro da Banca

MSc. Alirio Coromoto Daboin Maldonado
Membro da Banca

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre comigo me dando força e sabedoria para eu seguir em meu caminho. A meus pais, Sônia Alves e João Batista, por me ampararem, me encorajando para seguir em frente. A eles devo a maior parte desta vitória, pois foram os que ensinaram aquilo que acreditam ser o mais importante na vida, o amor pelo que fazemos e o respeito pelas pessoas com quem relacionamos. A minha irmã Priscilla Alves pelo carinho e apoio, e por escutar meus desabafos. A toda minha família, que direta ou indiretamente colaboraram com esta conquista. Em especial aos meus tios Simone e Silvio, Soneide e Hauke, Silvana, Elso e Luciana, Luzinete e José Maria. A meu namorado Pedro Augusto, pelo amor e carinho durante todos esses anos, sendo um exemplo de pessoa e de profissional. As amigas Natália Silva, Greicielli Sanches, Rafaela Abdulmassih e Amanda Helou, pela amizade sincera. A 39ª turma de Agronomia pelos 5 anos de desafios e de divertimentos que dividiram comigo. Em especial aos amigos Joyce Dorneles, Isabela Knychala, Gustavo Alves, Flávio Cavalcanti e Davi Bittar. Ao Grupo de Estudos em Biocombustíveis, em especial ao Alirio Maldonado que trabalhou comigo no desenvolvimento deste projeto e a Thaís Ribeiro, que me socorreu nos momentos de dúvidas. Ao professor Reginaldo por ter me dado a honra de trabalhar sob sua orientação, pelos ensinamentos, pela amizade e pelo tempo a mim dedicado. A professora Denise e ao Alirio, por terem aceito o meu convite e terem feito parte de minha banca examinadora. Assim como agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha formação profissional. A FAPEMIG, que colaborou financeiramente para o desenvolvimento deste trabalho, tornando possível sua execução. Com certeza essa vitória não é só minha, mas de todos aqueles que mesmo com um pensamento ou com uma lição de vida me engrandeceram como pessoa.

RESUMO

A utilização do lodo de esgoto na agricultura como adubo orgânico, hoje é tido como a alternativa mais promissora para disposição final deste resíduo, devido sua sustentabilidade. Portanto, verifica-se a importância deste trabalho e seu objetivo foi avaliar a produção de mudas de *Jatropha curcas* L. a partir de substratos contendo diferentes concentrações de bio sólido, produzido a partir de lodo de esgoto, como fonte de matéria orgânica e de nutrientes; e o tratamento das sementes com fungicida, uma vez que não existem produtos químicos recomendados para a espécie. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Uberlândia, município de Uberlândia-MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 3 repetições, em esquema fatorial de 5 x 2, correspondendo respectivamente às concentrações de bio sólido e ao tratamento ou não das sementes de pinhão manso, com fungicida Moncerem[®] PM. Todos os tubetes continham 40% de esterco bovino, as doses de bio sólido foram crescentes (0, 10, 20, 30 e 40%), complementados com vermiculita. As características avaliadas foram: emergência aos 14 dias, altura de planta, diâmetro médio de caule, peso seco da parte aérea e de raiz e acúmulo de metais pesados (cádmio, cromo, chumbo e níquel). O tratamento de sementes com fungicida Moncerem[®] reduziu a porcentagem de emergência aos 14 dias e por consequência prejudicou o posterior crescimento das plantas. A inclusão de até 10% de bio sólido apresenta os melhores resultados de crescimento da muda. O bio sólido mostra-se uma alternativa promissora como fonte de matéria orgânica na produção de mudas de pinhão manso. Dentre os metais pesados, apenas o níquel foi acumulado crescentemente na planta, à medida que se aumentou as doses de bio sólido no substrato.

PALAVRAS - CHAVE: substrato, bio sólido, mudas, *Jatropha curcas*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 Descrição, origem e importância econômica do pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.).....	7
2.2 Propagações do pinhão manso e tratamento de sementes	9
2.3 Considerações e propriedades do lodo de esgoto	11
2.4 Legislação vigente e considerações sobre o uso do lodo de esgoto e metais pesados no biossólido.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Localização e delineamento do experimento.....	15
3.2 Caracterização do biossólido utilizado	17
3.3 Tratamentos	17
3.4 Semeadura e condução do experimento	15
3.5 Avaliações	18
3.6 Análise estatística	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, país com vasta extensão agricultável e com elevada diversidade de solos e clima, apresenta reais condições para se tornar um dos maiores produtores de biodiesel do mundo, tendo potencialidade para o cultivo de variadas espécies de plantas oleaginosas. Com as atuais oportunidades que se abrem para o biodiesel, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) tem lugar de destaque nas discussões sobre oleaginosas potenciais.

O pinhão manso, uma oleaginosa da família Euphorbiaceae, é um arbusto perene, provavelmente nativo do Brasil e ainda pouco conhecido (BELTRÃO, 2006). De acordo com Arruda et al. (2004), possui alto potencial produtivo, é bem adaptado ao semi-árido e está sendo apontada como uma importante alternativa para fornecimento de óleo para fabricação de biodiesel. Tem merecido destaque devido às características técnicas e de qualidade do óleo produzido, assim como a relativa rusticidade e produtividade da planta. Esta cultura é indicada para os principais biomas nacionais, destacando-se as regiões do cerrado e da caatinga, sendo descrita como uma alternativa bioenergética para as regiões mais carentes e em áreas de predominância da agricultura familiar.

A despeito de seu destaque na produção de biodiesel, a tecnologia para produção de mudas de pinhão manso ainda é incipiente e está em estudo, pois a cultura não possui tradição de cultivo em nenhum país e os plantios atuais estão sendo feitos sem validação técnica. Geralmente, a produção de mudas é feita baseando-se em outras culturas de similar desenvolvimento, bem como os tratamentos culturais seguem essa linha.

Ao mesmo tempo, a população mundial dos centros urbanos aumenta, crescendo conseqüentemente a produção de diversos resíduos. Dentre estes, destaca-se o lodo de esgoto que muitas vezes é destinado a ambientes não adequados, sem qualquer tipo de tratamento ou reciclagem.

O lodo de esgoto é resultante do tratamento dos esgotos domésticos, correspondendo à fase sólida, obtida nas estações de tratamento. O biossólido, por sua vez, resulta do tratamento do lodo de esgoto, sendo um produto totalmente estabilizado, ou seja, sua matéria orgânica está mineralizada. Além disso, não possui microorganismos patogênicos e maus odores. Caracteriza-se por ser um material rico em matéria orgânica e nutrientes, com grande potencial para utilização agrícola. De acordo com Brofas et al. (2000), atualmente o biossólido tem sido largamente utilizado como condicionador e fertilizante para recuperação de áreas degradadas devido a atividade mineradora.

A utilização do bio-sólido na produção de mudas de pinhão manso é uma alternativa bastante interessante, visto que o mesmo foi objeto de estudo para diversas outras espécies vegetais e foram obtidos ótimos resultados, como os encontrados por Faustino et al. (2005), Lima et al. (2005) e Trigueiro e Guerrini (2003).

Esse material fornece matéria orgânica e nutrientes na composição de substratos para a formação de mudas frutíferas e florestais, entre outras. Ele é rico em fósforo e nitrogênio, além de outros nutrientes presentes em menores quantidades (SILVA et al., 1998). De acordo com Jorge et al. (1991), o bio-sólido é comprovadamente um excelente fornecedor de matéria orgânica, capaz de melhorar as propriedades físicas do solo, porém não pode ser utilizado puro na produção de mudas devido, provavelmente, à sua baixa porosidade. Sendo assim, o bio-sólido é uma alternativa ecológica e nutricionalmente viável.

Nesse sentido, a utilização do lodo de esgoto traz inquestionáveis benefícios, inclusive relativos à minimização de problemas ambientais diretamente relacionados com a disposição de resíduos gerados nas mais diferentes atividades, sejam de origem urbana, agro-industrial ou industrial.

As informações científicas referentes à melhor maneira de se desenvolver mudas de pinhão manso são escassas. Portanto, verifica-se a importância deste trabalho e seu objetivo foi avaliar a produção de mudas de *Jatropha curcas* L. a partir de substratos contendo diferentes concentrações de bio-sólido, produzido a partir de lodo de esgoto, como fonte de matéria orgânica e de nutrientes; e o tratamento das sementes com fungicida, uma vez que não existem produtos químicos recomendados para a espécie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição, origem e importância econômica do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) também é denominado por pinhão-da-índia, pinhão-de-purga, pinhão-de-cerca, pinhão-branco, purga, pinhão-bravo, dentre outros. Esta planta é uma pequena árvore suculenta da família Euphorbiaceae e, segundo Cortesão (1956), trata-se de um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é de 2 a 3 m, podendo alcançar até 5 m em condições especiais.

O sistema radicular é do tipo pivotante, com uma raiz principal que atinge grandes profundidades, e com uma enorme quantidade de raízes laterais. O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm. Nos longos canais do floema circula um látex que corre com abundância de qualquer ferimento (CORTESÃO, 1956).

As folhas são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior. A floração é monóica, ou seja, os sexos estão separados em diferentes flores na mesma planta (BRASIL, 1985).

Sob as condições de Minas Gerais, a florada aparece após o período da seca e os frutos podem ser colhidos de fevereiro a abril (DRUMMOND et al., 1984). Este intervalo de tempo pode ser alterado se a estação chuvosa se alongar. De acordo com Aker (1997), a condição nutricional das plantas influencia o crescimento e a reprodução. Apesar de resistente a seca, o pinhão pode ter a produtividade comprometida em regiões com precipitações pluviais abaixo de 600 mm ano⁻¹ (SATURNINO et al., 2005).

O fruto é trilocular com uma semente em cada cavidade, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação (PEIXOTO, 1973).

Segundo Braga (1976), as sementes contêm de 27 a 40% de óleo, o qual é fácil de extrair por pressão. Segundo Peckolt (2007), este óleo é incolor, inodoro, muito fluido, porém congela-se a alguns graus acima de zero. Pode-se eliminar a toxicidade do óleo aquecendo-o a 100 °C, em solução aquosa com apenas 15 minutos de calor (BRASIL, 1985). A remoção de sua toxidez mostra-se muito importante para viabilizar o uso da torta de pinhão na alimentação animal.

A origem do pinhão manso é bastante controvertida, não havendo concordância entre os autores. Porém, segundo Peixoto (1973), o pinhão é oriundo da América do Sul, Brasil e das Antilhas.

O emprego de seu óleo, até a Segunda Guerra Mundial, era na fabricação de sabões, sendo também utilizado para iluminação em lamparinas. No Brasil é conhecido há anos, principalmente por suas propriedades medicinais e é bastante utilizado como cerca viva. No mundo todo, existe pouco conhecimento sobre esta planta, cujo gênero tem mais de 170 espécies, sendo a mais importante a *Jatropha curcas* L. e somente nos últimos 30 anos é que foram iniciados estudos agronômicos sobre a mesma, portanto ainda é uma espécie não domesticada (SATURNINO et al., 2005).

Segundo Carnielli (2003), trata-se de uma planta oleaginosa viável para obtenção do biodiesel, pois produz no mínimo duas toneladas de óleo por hectare, levando de 3 a 4 anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por 40 anos.

Para a concretização da produção em maior escala de biodiesel, é preciso também grandes produções de oleaginosas com elevado potencial de produção de óleo por hectare, e principalmente com baixos custos. Assim, a cultura do pinhão manso reúne várias características que a torna uma ótima opção para ser adotada como uma das alternativas de produção de biodiesel (NUNES, 2007).

2.2 Propagação do pinhão manso e tratamento de sementes

O pinhão pode ser reproduzido via sexuada ou assexuada (propagação vegetativa). Para a realização da propagação por sementes, também conhecida por reprodução sexual, alguns critérios devem ser obedecidos. É de suma importância o conhecimento da espécie a ser cultivada e da planta fornecedora de sementes a qual deve ter as melhores características da espécie ou variedade em questão, tais como: alta produção, boas características dos frutos, precocidade, sanidade e vigor (SILVA, 2005).

De acordo com Heller (1996) apud Achten et al., (2008), plantas propagadas via semente são preferidas para o melhor estabelecimento em lavouras para produção de óleo. Esta informação é sustentada, por Severino et al. (2008)) apud Achten et al., (2008), já que estes autores informam que plantas advindas de propagação vegetativa não desenvolvem bem a raiz principal, mas somente sistema radicular superficial. Assim, plantas propagadas

generativamente apresentam uma raiz principal bem desenvolvida, a qual alcança nutrientes e água de camadas mais profundas do solo.

Por ser da mesma família da mamona, técnicas de cultivo desta espécie muitas vezes são aplicadas ao pinhão manso. A produção de mudas de mamona em tubetes, por exemplo, tem sido justificada pela baixa qualidade das sementes e grande desuniformidade da lavoura (AVELAR et al., 2004).

Avelar et al. (2005) utilizando substrato comercial na produção de mudas de pinhão manso, concluíram que mudas produzidas em tubetes de 120 mL apresentaram altura de planta e número de folhas maiores que aquelas produzidas em tubetes de 50 mL, sendo esse recipiente uma opção viável para a produção de mudas dessa espécie.

A qualidade da muda é indispensável para que o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade da cultura possam ser os maiores possíveis. Neves et al. (2005), informam que deformações radiculares provocadas pelo uso de recipientes com tamanhos inadequados podem reduzir ou atrasar o crescimento das plantas no campo, acarretando maiores custos com o controle de plantas daninhas e o retardamento da produção esperada.

O substrato para a produção de mudas tem por finalidade sustentar a muda, reter água, oxigênio e nutrientes, garantindo o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período de tempo, e com baixo custo. Portanto, a qualidade física do substrato é muito importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque de microrganismos e muito pouco tolerante ao déficit hídrico. Assim, o substrato deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades da planta (CUNHA et al., 2006).

Geralmente, os substratos são compostos por misturas de diferentes materiais, pois dificilmente um material puro conseguirá apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato (GOMES; SILVA, 2004), podendo envolver até 4 ou mais materiais.

Na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é a responsável pela retenção de umidade e de nutrientes e pelo fornecimento de parte destes. De acordo com Fonseca (1988), Santos (1994) e Andrade Neto et al. (1999), tradicionalmente o esterco bovino é utilizado como fonte orgânica na composição de substratos para viveiros de mudas de café, de plantas olerícolas e de plantas arbóreas. Outras fontes de matéria orgânica apresentam também grande potencial para a mesma finalidade, a escolha é segundo critérios técnicos pela melhor opção e disponibilidade na região.

O tratamento químico das sementes é o processo em que são aplicados produtos fitossanitários às sementes, visando melhor qualidade de germinação, conseqüentemente, aprimorando o desempenho e o rendimento das plantas. De acordo com Henning (2004), o tratamento de sementes é uma proteção contra insetos, ácaros, fungos, bactérias e nematóides, os quais são responsáveis por interferir no rendimento das plantas cultivadas.

Dentro do conceito de sustentabilidade, Lima et al. (2001) aconselham a utilização da estratégia de manejo integrado de doenças, onde um dos itens fundamentais é a realização do tratamento de sementes, objetivando eliminar ou reduzir o inóculo inicial dos patógenos.

Para a espécie *Ricinus communis* L. (mamona), Fornazieri Junior (1986) apud Queiroga e Beltrão (2004) recomenda o tratamento de sementes para plantio em grandes áreas plantadas contínuas, podendo ser feito o tratamento com fungicidas, os quais favorecem o índice de vigor, além de protegerem as sementes de doenças causadas por fungos do solo.

Savy Filho (2004), também trabalhando com mamona, indica a rotação de culturas como maneira de prevenir infecções por fungos, além de ser imprescindível o tratamento de sementes com fungicidas, sendo recomendados produtos com princípio ativo a base de benomyl, iprodione e thiram, os quais proporcionam boa proteção à germinação e reduzem o inóculo inicial do patógeno.

Assim, o tratamento de sementes mostra-se fundamental para que a cultura se estabeleça livre de patógenos de solo e com boa germinação. No caso de produção de mudas, o tratamento de sementes é interessante, pois as sementes são importantes vias de disseminação de patógenos. Além disso, a mais expressiva parte do comércio não é de semente propriamente dita, mas de grãos de pinhão manso, o que os torna com pior qualidade sanitária, tornando indispensável o tratamento de sementes.

2.3 Considerações e propriedades do lodo de esgoto

A utilização do lodo de esgoto na agricultura como adubo orgânico, hoje é tido como a alternativa mais promissora para disposição final deste resíduo, devido sua sustentabilidade (ROCHA, 1998). Porém, antes de ser utilizado em qualquer atividade agrícola, ele deve ser tratado e estabilizado para reduzir ou eliminar microrganismos patogênicos e inibir, reduzir ou eliminar o potencial de putrefação do lodo e, conseqüentemente, seu potencial de produção de odores (FERNANDES, 2000).

A composição química do biossólido depende de sua origem, ou seja, se de área tipicamente industrial ou residencial, da época do ano e do nível social da comunidade (MELO et al., 2001). Além disso, os tratamentos de depuração aos quais foi submetido também exercem forte influência na composição final do biossólido.

Normalmente, ele é rico em nitrogênio, apresentando outros macro e micronutrientes, além de ser fonte de matéria orgânica. Sendo assim, o lodo de esgoto pode melhorar a estrutura do solo e aumentar a produtividade de várias culturas (BERTON et al., 1989). Outros aspectos positivos são os benefícios com o aumento do teor de carbono orgânico do solo (MELO et al., 1994) e nas propriedades físicas do mesmo (LINDSAY; LOGAN, 1998). Mas deve-se atentar, pois aplicações pesadas de lodo adicionam elevadas quantidades de nitrogênio, aumentando o risco de lixiviação deste elemento e, conseqüentemente, comprometendo a qualidade das águas subterrâneas. Além disso, doses elevadas podem provocar elevação de pH acima dos níveis adequados e, podem ainda, acrescer quantidades excessivas de metais pesados ao solo.

De acordo com Oliveira et al. (1995), a utilização do lodo de esgoto em solos agrícolas tem se tornado uma prática bastante utilizada em diversos países, em conseqüência da riqueza de nutrientes. De modo geral, as grandes culturas são as mais indicadas ao uso do lodo de esgoto, pois seus produtos não são consumidos in natura, assim como as áreas de reflorestamento, a implantação de pomares e as áreas degradadas também são recomendadas.

A matéria orgânica contida no lodo de esgoto pode aumentar o conteúdo de húmus melhorando a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão (TSUTIYA et al., 2002). A aplicação de lodo de esgoto no solo causa elevação no teor de matéria orgânica, gerando aumento na capacidade de troca catiônica do solo - CTC. De acordo com Melo e Marques (2000), existe correlação significativa entre a CTC do solo e frações de matéria orgânica por um período que varia de 230 a 300 dias. Desta forma, o manejo da matéria orgânica constitui-se em elemento de elevada importância para o sucesso das atividades agropecuárias. Bataglia et al. (1983) também observaram o aumento no teor da matéria orgânica do solo, onde foi aplicado o lodo. Melo et al. (1994) encontraram aumento de carbono orgânico com aplicação de lodo de esgoto apenas na dose mais elevada de seu experimento (32 t ha^{-1}) até 230 dias após a aplicação.

De modo geral, nos casos em que o tratamento do lodo é realizado com cal, sua aplicação ao solo promove aumento do pH, diminuição da acidez potencial e do alumínio trocável. O aumento do pH do solo é em conseqüência da formação de íon amônio devido à

oxidação do nitrogênio orgânico, presente em grande quantidade no lodo de esgoto (MELO; MARQUES, 2000). O pH do solo frequentemente é chamado da variável mais importante do solo e afeta uma variedade grande de processos e reações químicas no solo. O pH afeta significativamente a disponibilidade de nutrientes no solo (SPARKS, 1995).

De acordo com Tsutiya et al. (2002), dependendo da quantidade de nitrogênio e fósforo contidos no lodo de esgoto, pode-se admitir que esses elementos substituem os fertilizantes minerais como uma fonte de nutrientes para as plantas. Em relação ao fósforo, existem trabalhos que levantam dúvidas sobre o potencial do lodo de esgoto em aumentar sua disponibilidade no solo, mas a maioria das publicações apontam para expressiva contribuição do lodo de esgoto em relação ao fósforo disponível (MELO; MARQUES, 2000).

Em experimentos de campo com cana de açúcar em latossolo e terra roxa estruturada, Melo e Marques (2000) verificaram que o teor de P obtido pelo método da resina aumentou linearmente com a dose de lodo de esgoto. Os autores verificaram ainda, aumento dos teores de Ca e S extraíveis com o aumento da dose de lodo de esgoto e o teor de Mg extraível diminuiu de 26 para 17 mmolc dm⁻³, pela aplicação de 0, 15 e 30 t ha⁻¹ de um lodo de esgoto obtido na ETE de Barueri/SP.

No Brasil, as pesquisas com produção de mudas utilizando o lodo de esgoto ainda são poucas, porém apresentam resultados promissores. Bettioli (1984) e Bettioli e Krugner (1986) verificaram que o lodo de esgoto em concentrações de 10, 30 e 50% (volume/volume), influenciaram positivamente o desenvolvimento das mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* inoculadas artificialmente com *Pisolithus tinctorius*. Assim como, Faustino et al. (2005), obtiveram o melhor crescimento de mudas de *Senna siamea* Lam com substrato contendo 50% de lodo de esgoto, concluindo que a utilização deste na produção de mudas pode ser uma alternativa viável à sua disposição final.

Diante do exposto, o estudo de diferentes concentrações de biossólido na produção de mudas de pinhão manso faz-se necessário, visto que existem poucas informações disponíveis. Objetiva-se disponibilizar aos interessados, como produtores e pesquisadores, alternativas viáveis para a produção de mudas vigorosas, de modo a permitir o aproveitamento máximo da capacidade produtiva da espécie. Além disso, fontes alternativas de substratos, como o biossólido, são muito interessantes por permitir utilização racional desse material, cujas vantagens aqui foram explicitadas.

2.4 Legislação vigente e considerações sobre o uso do lodo de esgoto e metais pesados no bio sólido

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) promulgou a resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006, que definiu critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Com isso a partir do dia 29 de agosto de 2006, todos os projetos e aplicações de lodo de esgoto devem estar de acordo com os requisitos dessa legislação, sob pena de crime ambiental e sanções administrativas. Assim, a aplicação de lodo de esgoto em áreas agrícolas somente é aceitável se proporcionar benefícios para a cultura pretendida e forem obedecidos os critérios ambientais, exigidos nesta legislação.

Metais pesados são aqueles elementos que têm densidade maior que 5 g cm^{-3} ou possuem número atômico maior que 20 (CASARINI et al., 2001). A presença de metais pesados constitui uma das principais limitações ao uso do lodo na agricultura, em função da possibilidade de aumento de sua concentração nas plantas, podendo afetar seu crescimento e a saúde de animais e do homem, que se alimentam dessas plantas (BERTI; JACOBS, 1996). Vale ressaltar que no caso do cultivo do pinhão manso o interesse é pela possibilidade de contaminação ambiental, além de afetar seu desenvolvimento.

De acordo com McDowell et al. (1993), a concentração de elementos químicos nas plantas depende da interação de inúmeros fatores, incluindo o solo, espécie vegetal, estágio de maturação, rendimento, manejo da cultura e clima. Porém, o potencial de absorção é o principal fator e o mesmo é específico e geneticamente fixado para os diferentes nutrientes e diferentes espécies vegetais (MENGEL; KIRKBY, 1987). Bem como o acúmulo de metais pesados é também muito variável de um determinado órgão a outro da planta (PORTO, 1986).

Page et al. (1987) apontam dois aspectos relevantes, o primeiro é que o lodo de esgoto desempenha, simultaneamente, o papel de fonte e agente imobilizador dos metais pesados no solo; o segundo é que a absorção de metais pesados pelas plantas em função das taxas de aplicação do resíduo tem apresentado diferentes tipos de resposta incluindo comportamentos lineares, assintóticos, efeitos negativos ou simplesmente inexistentes.

De modo geral, as concentrações de metais pesados encontrados naturalmente no lodo de esgoto são muito maiores que as naturalmente encontradas em outros substratos, portanto existe a necessidade de avaliar os riscos associados a utilização deste material como fonte de matéria orgânica e nutrientes em substratos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campus Umuarama, pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) localizada no município de Uberlândia-MG.

3.2 Caracterização do material utilizado

O esterco bovino utilizado foi doado pela equipe da fazenda experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia.

A vermiculita tinha granulometria superfina e foi adquirida com os recursos fornecidos pela FAPEMIG para execução do experimento.

O biossólido (ou lodo seco inativado) foi obtido por meio do tratamento térmico do lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto Aclimação do DMAE, localizado no município de Uberlândia-MG. Este material é resultado do trabalho de mestrado de Maldonado (2004).

A média do diâmetro médio de Sauter das partículas do biossólido encontrado foi de 0,0936 mm. Visualmente o biossólido se encontrava na forma de um fino e escuro pó.

A Tabela 1 mostra os resultados da análise de metais pesados no biossólido. Nota-se que os teores dos mesmos estão sempre abaixo do recomendado pelo EPA (Environmental Protection Agency), exceto para o cobre, mas mesmo assim, ainda mantém os seus níveis abaixo do teto máximo permitido por este órgão. A Tabela 2 apresenta o resultado da análise química e física do lodo seco inativado utilizado neste experimento.

Tabela 1: Teores dos metais pesados no biossólido utilizado e as concentrações permitidas. UFU, Uberlândia, 2009.

Metal	Lodo seco	Concentrações (mg kg ⁻¹)		
		Recomendado EPA	Recomendado SANEPAR	Teto máximo EPA
Mercúrio (Hg)	0,33	17	16	57
Selênio (Se)	0,02	-	-	-
Niquel (Ni)	346	420	300	420
Cádmio (Cd)	5	39	20	85
Chumbo (Pb)	192	300	750	840
Cromo (Cr)	74,5	1200	1000	3000
Cobalto (Co)	12,5	-	-	-
Cobre (Cu)	1564,33	1500	1000	4300
Zinco (Zn)	1060	2800	2500	7500

SANEPAR: Companhia de Saneamento do Paraná. Fonte: MALDONADO (2004).

Tabela 2: Teores de elementos verificados na análise química e física do biossólido. UFU, Uberlândia, 2009.

DETERMINAÇÕES	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110°C)
pH em CaCl ₂ 0,01M	6,0	-
Densidade	1,1g/cm ³	-
Umidade perdida a 60° - 65° C	2,0%	-
Umidade perdida a 65° - 110° C	1,2%	-
Umidade total	3,2%	-
Inertes	-	-
Matéria orgânica total (combustão)	55,0%	57,1%
Matéria orgânica compostável	40,7%	42,2%
Matéria orgânica resistente à compostagem	14,4%	15,0%
Carbono total (orgânico e mineral)	30,5%	31,7%
Carbono total orgânico	22,6%	23,4%
Resíduo mineral total	36,4%	42,9%
Resíduo mineral insolúvel	14,0%	14,6%
Resíduo mineral solúvel	27,4%	28,4%
Nitrogênio total	4,0%	4,1%
Fósforo (P ₂ O ₅) total	2,1%	2,3%
Potássio (K ₂ O) total	4,0%	4,1%
Cálcio total	1,0%	1,1%
Magnésio total	0,1%	0,1%
Enxofre total	0,4%	0,5%
Relação C/N (C total e N total)	7/1	7/1

Continua...

Tabela 2: Teores de elementos verificados na análise química e física do biossólido. UFU, Uberlândia, 2009.

DETERMINAÇÕES	Conclusão	
	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110°C)
Relação C/N (C orgânico e N total)	6/1	6/1
Cobre total	1104mg kg ⁻¹	1552 mg kg ⁻¹
Manganês total	144 mg kg ⁻¹	150 mg kg ⁻¹
Zinco total	1026 mg kg ⁻¹	1064 mg kg ⁻¹
Ferro total	24824 mg kg ⁻¹	25758 mg kg ⁻¹
Boro total	25 mg kg ⁻¹	26 mg kg ⁻¹
Sódio total	687 mg kg ⁻¹	715 mg kg ⁻¹

Fonte: MALDONADO (2004).

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 3 repetições, em esquema fatorial de 5 x 2, correspondendo respectivamente às concentrações de biossólido e ao tratamento ou não das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) com fungicida. Cada parcela foi representada por 10 tubetes.

Foram avaliadas diferentes concentrações de biossólido para a produção de mudas de pinhão manso em tubetes. Todos os tubetes continham 40% de esterco bovino. As doses de biossólido foram crescentes (0, 10, 20, 30 e 40%), complementados com vermiculita. As testemunhas, portanto, continham 40% esterco bovino e 60% de vermiculita. Para as sementes que foram tratadas, o tratamento foi feito com o produto comercial Moncerem[®] PM - fungicida protetor, na dosagem de 1,5 g de produto por kg de sementes.

3.4 Semeadura e condução do experimento

As sementes, colhidas em janeiro de 2009, foram fornecidas pela Coval (Cooperativa Agropecuária do Vale da Alimentação Ltda.), do município de Santa Vitória - MG.

O tratamento das sementes com fungicida foi realizado no dia da semeadura, da seguinte maneira: as sementes foram colocadas em saco plástico e umedecidas com pequena

quantidade de água, agitando o saquinho para que ficassem úmidas de maneira uniforme. Em seguida, o fungicida, previamente pesado, foi adicionado ao saco plástico e novamente agitou-se o mesmo por tempo suficiente para que todas as sementes recebessem uniformemente o produto.

Foram utilizados tubetes de 120 mL para a semeadura, sendo que em cada tubete duas sementes foram semeadas a uma profundidade de 1,5 cm. Após 14 dias foi realizado o desbaste mantendo apenas uma plântula por tubete. A adubação de plantio foi comum a todas as combinações de substratos com 5 kg m^{-3} de superfosfato simples, 1 kg m^{-3} de cloreto de potássio e 2 kg m^{-3} de calcário. Para a adubação de cobertura foi utilizada uma solução de uréia ($1,5 \text{ g L}^{-1}$), a qual foi aplicada com um regador, no volume de 1 L m^{-2} aos 20, 35 e 50 dias após o semeio. Após cada adubação de cobertura, as mudas foram irrigadas para lavagem do excesso de solução acumulada nas folhas, a fim de evitar a queimadura das mesmas. A duração do experimento foi de 60 dias, contados a partir de 12 de março de 2009 (data da semeadura).

A irrigação foi feita cotidianamente, três vezes ao dia, sendo a primeira rega pela manhã, a segunda no início da tarde e a última no fim da tarde. Cronometrava-se o tempo necessário para que uma proveta fosse cheia até a marca de 1 L e, a partir do tempo marcado, cada grade era irrigada com 1 L de água. A água foi distribuída em movimento de ziguezague, para que todos os tubetes recebessem água uniformemente.

3.5 Avaliações

Decorridos 14 dias da semeadura foi realizada a emergência de plântulas, contando-se apenas as plântulas consideradas normais, ou seja, aquelas que apresentavam os cotilédones totalmente acima da superfície do substrato, e que estavam visualmente sem infecções, podridões ou danos.

Aos 60 dias, a altura de cada planta foi medida usando uma régua graduada em milímetros, considerando a distância entre a base do caule da planta, em contato com o substrato e a última folha no ápice do caule.

O diâmetro do caule das plantas foi medido utilizando um paquímetro digital. O aparelho foi ajustado para apresentar os resultados em milímetros e com duas casas decimais.

O mesmo foi posicionado apoiado na borda dos tubetes, para que a medida fosse feita no mesmo local em todas as plantas.

Após avaliar a altura de planta e diâmetro de caule, as plantas foram preparadas para determinação do peso seco da parte aérea e da raiz. Com um estilete, as plantas foram cortadas na altura da borda do tubete, separando assim, a parte aérea do sistema radicular. A parte aérea era diretamente acondicionada em sacos de papel, previamente perfurados.

As raízes foram lavadas em um balde contendo água, com bastante cuidado, para que se perdesse a menor quantidade possível de raízes. Por fim, as raízes também foram acondicionadas em sacos de papel perfurados e identificados.

Em seguida, todos os saquinhos foram conduzidos a uma estufa de circulação de ar forçado, mantendo a temperatura a 60 °C, até atingir a massa seca constante, fato verificado após 72 horas aproximadamente. Os sacos de papel foram retirados da estufa e seu conteúdo pesado em balança com precisão de duas casas decimais. Tal procedimento foi efetuado rapidamente, a fim de evitar que as plantas, já secas, absorvessem a umidade do ambiente.

Foi realizada análise foliar visando determinar os teores de metais pesados na planta. Os metais avaliados foram o cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni) e o chumbo (Pb). A análise de tais elementos foi realizada no Laboratório de Análises de Solos e Calcário (Labas), pertencente à UFU e a metodologia utilizada foi a digestão nitroperclórica (MALAVOLTA et al., 1989).

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao programa SISVAR (FERREIRA, 1999) para análise estatística, efetuando-se análise de regressão para as concentrações de biossólido e teste de F, ao nível de 5% de significância para o fator tratamento das sementes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta o resumo do quadro de análise de variância para as características porcentagem de emergência aos 14 dias, altura de planta, diâmetro de caule, peso seco de parte aérea e de raiz. É possível verificar que apenas para a avaliação de emergência aos 14 dias a interação dos fatores estudados foi significativa. Para as outras características tanto as doses como o tratamento de sementes foram significativos, exceto para o peso seco de raiz, no qual apenas as doses de lodo de esgoto influenciaram no desenvolvimento do sistema radicular.

Tabela 3: Resumo do quadro de análise de variância para valores médios referentes à porcentagem de emergência aos 14 dias (%), altura de planta (cm), diâmetro de caule (mm), peso seco da parte aérea (g planta⁻¹) e peso seco de raiz (g planta⁻¹) em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

QUADRADO MÉDIO						
Fonte de Variação	GL	Emergência aos 14 Dias	Altura de Planta	Diâmetro de Caule	Peso Seco da Parte Aérea	Peso Seco de Raiz
Doses de biossólido (D)	4	140,550**	5,173**	5,020**	0,403**	0,144**
Tratamento de sementes (T)	1	276,033**	34,218**	5,018**	0,718**	0,000 ^{ns}
D x T	4	17,950*	55,842 ^{ns}	0,129 ^{ns}	0,053 ^{ns}	0,015 ^{ns}
Bloco	2	3,033	4,597	0,594	0,044	0,007
Erro	18	5,293	3,299	0,18	0,035	0,007
CV (%)		27,28	8,92	4,98	16,32	21,05

^{ns} Não significativo ao nível de 5%; * Significativo ao nível de 5% pelo teste F; ** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Observando a Tabela 4 nota-se que houve efeito significativo apenas para as doses de biossólido para o metal pesado níquel. Avaliando outras espécies, diferentes autores também verificaram o acúmulo de níquel na parte aérea (WANG, et al., 1997; BORGES; COUTINHO, 2004; REVOREDO; MELO, 2006).

Tabela 4: Resumo do quadro de análise de variância para valores médios referentes aos metais pesados cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb) em mg dm⁻³ em função de diferentes doses de bioossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO			
		Metais Pesados			
		Cd	Cr	Ni	Pb
Doses de bioossólido (D)	4	0,004 ^{ns}	1,709 ^{ns}	746,253 ^{**}	5,922 ^{ns}
Tratamento de sementes (T)	1	0,000 ^{ns}	5,843 ^{ns}	25,891 ^{ns}	3,881 ^{ns}
D x T	4	0,008 ^{ns}	2,499 ^{ns}	3,438 ^{ns}	2,031 ^{ns}
Bloco	2	0,012	5,998	3,747	5,786
Erro	18	0,007	3,046	8,598	3,317
CV (%)		36,82	90,28	9,74	58,06

^{ns} Não significativo ao nível de 5%; * Significativo ao nível de 5% pelo teste F; ** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Conforme a Tabela 5, a porcentagem de emergência aos 14 dias foi maior para as sementes que não foram tratadas com fungicida, até a dose de 20% de bioossólido. A partir da dose de 30% o bioossólido exerceu influência a ponto de o tratamento de sementes ser indiferente, não havendo, portanto, diferença significativa entre os resultados obtidos para as sementes com ou sem fungicida. Este resultado sugere efeito negativo do fungicida às sementes. Esta suposição sustenta-se na observação dos demais características avaliadas.

Tabela 5: Porcentagem de emergência de plântulas de pinhão manso aos 14 dias após a semeadura em função de diferentes doses de bioossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Sementes	Porcentagem de Bioossólido no substrato					Média
	0	10	20	30	40	
Tratadas	55,00 b	35,00 b	21,65 b	11,65 a	11,65 a	27,00
Não tratadas	88,35 a	83,35 a	66,65 a	21,65 a	26,65 a	57,35
Média	71,80	59,20	44,15	16,65	19,15	
CV = 27,28%						

Média seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não existem ainda produtos defensivos agrícolas recomendados para o tratamento de sementes de pinhão manso, portanto o produto utilizado não é registrado para a cultura.

Assim, o efeito negativo observado pode ser reflexo de fitotoxidez, logo sugere-se testes com outras doses deste fungicida ou com outros princípios ativos, diferentes do pencycuron, presente no Moncerem[®] PM. Avaliando efeitos no milho, Goulart (1993), concluiu que os tratamentos que continham o princípio ativo pencycuron mostraram-se fitotóxicos ao milho, retardando a emergência. Poletine et al. (2006), trabalhando com mamona, concluíram que a mistura carboxyn + thiram propiciou a maior produtividade entre os produtos avaliados.

A partir dos desdobramentos da interação observa-se que a testemunha apresentou as maiores porcentagens de emergência, quando tratadas ou não (55% e 88,35% respectivamente), (Figura 1). Ao aumentar a dose de biossólido ocorre redução na porcentagem de emergência das plântulas de pinhão. De modo que, para as sementes tratadas, a cada 1% de biossólido adicionado acarreta redução de 1,1005% na emergência; e para as sementes não tratadas, a cada 1% de biossólido acrescentado ocorre redução de 1,851% na emergência de plântulas aos 14 dias.

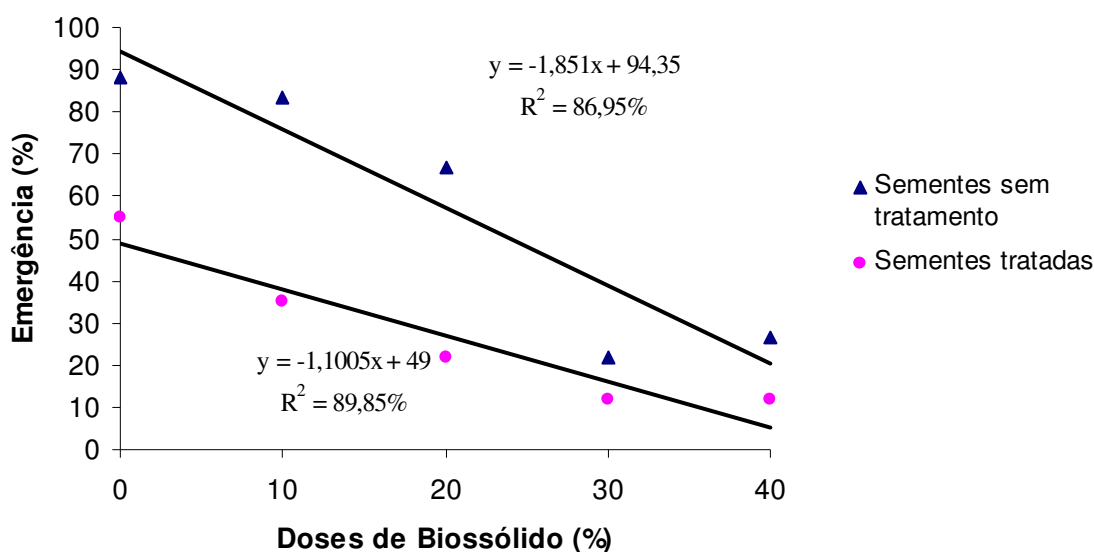


Figura 1: Emergência de plântulas de pinhão manso aos 14 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Pela média do diâmetro médio de Sauter das partículas do biossólido encontrou-se o valor de 0,0936 mm (MALDONADO, 2004), sendo esta uma granulometria muito fina. Portanto, pode-se inferir que quanto maior a sua concentração na composição do substrato

menor a macroporosidade do mesmo, conseqüentemente menor a capacidade de trocas gasosas. De acordo com Oliveira et al. (2005) o processo de germinação é alterado por fatores como a umidade, temperatura, luz, oxigênio e o substrato. Logo, se existe a deficiência de oxigênio, o processo de germinação-emergência é prejudicado.

Resultados semelhantes foram obtidos por Trigueiro e Guerrini (2003). Esses autores testando substratos para produção de mudas de eucalipto, observaram que o substrato que continha a proporção de 80% de biossólido para 20% de casca de arroz carbonizada foram extremamente prejudiciais à germinação e sobrevivência das plantas de eucalipto, devido às características desse substrato de baixa quantidade de macroporos e alta densidade aparente.

A Tabela 6 mostra o resultado do teste de médias para a característica altura de plantas. Nota-se que as plantas cujas sementes não receberam o fungicida apresentaram maior altura, observando-se assim, o efeito negativo do fungicida usado no tratamento de sementes refletindo em atraso no desenvolvimento das mudas.

Tabela 6: Altura (cm) de plantas de pinhão manso 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Sementes	Porcentagem de Biossólido no substrato					Média
	0	10	20	30	40	
Tratadas	19,52	22,98	17,52	18,61	16,33	18,99 b
Não tratadas	21,44	25,51	22,78	19,17	19,70	21,72 a
Média	20,48	24,25	20,15	18,89	18,02	

CV = 8,92%

Média seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento cuja dose de biossólido foi a de 10% apresentou a maior altura de plantas de pinhão, observando-se a média de 24,25 cm, conforme a Figura 2. Doses acima desta se mostram prejudiciais ao crescimento das plantas, visto haver um decréscimo na altura média das mesmas. A partir da equação da Figura 2, conclui-se que a dose de 8,83% de biossólido é aquela em que se obtém a máxima altura de planta (21,85 cm).

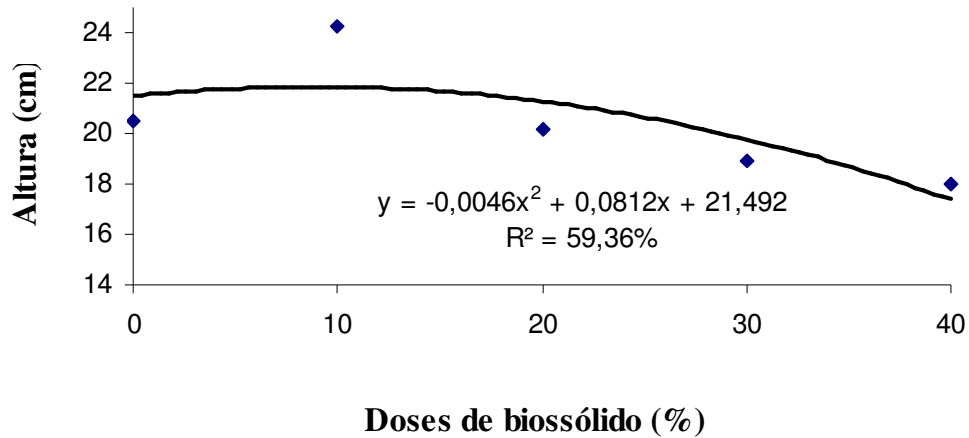


Figura 2: Altura de plantas de pinhão manso 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

O biossólido utilizado possuía a granulometria muito fina, assim, supõe-se que houve efeito na redução da macroporosidade do substrato, conseqüentemente pode ter afetado na capacidade de infiltração de água e na menor retenção de oxigênio, prejudicando o máximo crescimento das plantas.

Mesmo observando o decréscimo na altura de plantas nas doses de 20, 30 e 40%, quando comparado com o trabalho de Costa et al. (2008), nota-se que a pior média do presente trabalho, 18,02 cm, ainda é maior que a melhor média do experimento destes autores (14,5 cm). Estes autores trabalharam com diferentes doses e fontes de matéria orgânica, sendo elas: esterco bovino, cama de peru, composto orgânico e húmus de minhoca. Portanto, a presença de biossólido em baixas concentrações parece ser uma alternativa promissora.

Observando a Tabela 7, nota-se que as sementes que não receberam o fungicida apresentaram maior diâmetro médio de caule. Confirma-se o efeito negativo do fungicida usado no tratamento de sementes refletindo em atraso no crescimento das mudas.

Tabela 7: Diâmetro médio do caule de plantas de pinhão manso 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Sementes	Porcentagem de Biossólido no Substrato					Média
	0	10	20	30	40	
Tratadas	9,08	9,25	7,86	7,31	7,04	8,11 b
Não tratadas	9,65	9,77	9,08	8,08	8,04	8,93 a
Média	9,37	9,51	8,47	7,70	7,54	

CV = 5,98%

Média seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à composição do substrato, a testemunha apresentou os maiores diâmetros de caule (Figura 3). Através da equação da Figura 3, pode-se afirmar que a cada 1% de biossólido que é acrescentado ao substrato, reduz-se 0,0547 mm no diâmetro do caule das plantas.

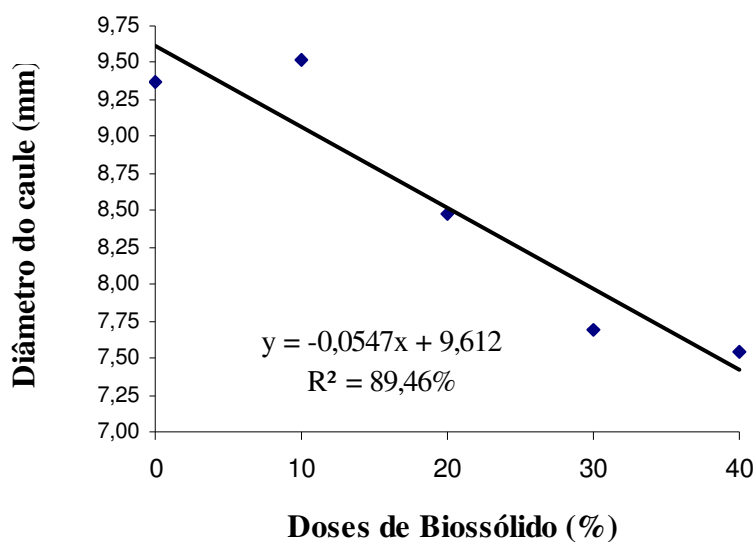


Figura 3: Diâmetro do caule de plantas de pinhão manso 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

De acordo com Daniel et al. (1997) apud Trigueiro e Guerrini (2003) e Carneiro (1995)) apud Trigueiro e Guerrini (2003), a característica diâmetro de colo é o mais indicado

para avaliar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, e também é o mais usado para auxiliar na determinação das doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas. Portanto, nesse caso, os tratamentos mais indicados seriam a testemunha e a dose de 10%, por apresentarem os maiores diâmetros de caule.

Trigueiro e Guerrini (2003), testando substratos para produção de mudas de eucalipto, observaram que aos 90 dias após a semeadura, a testemunha (substrato comercial Multiplant[®], o qual contem 60% de composto de casca de Pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus e terra vegetal), apresentou os maiores diâmetros de colo, quando comparado aos outros tratamentos que continham a relação de bio sólido/casca de arroz carbonizado 80/20, 70/30, 60/40, 50/50 e 40/60.

A Tabela 8 apresenta os resultados do teste de média para o peso seco da parte aérea. As sementes que não receberam fungicida apresentaram maior peso por planta.

Tabela 8: Peso seco da parte aérea por planta de pinhão manso 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de bio sólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Sementes	Porcentagem de Bio sólido no Substrato					Média
	0	10	20	30	40	
Tratadas	1,22	1,35	0,84	0,84	0,70	0,99 b
Não tratadas	1,33	1,65	1,45	1,06	1,00	1,3 a
Média	1,28	1,50	1,15	0,95	0,85	
CV = 16,32%						

Média seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à produção de biomassa da parte aérea (Figura 4), a testemunha foi superior aos demais tratamentos. Independente do tratamento da semente, houve decréscimo no peso seco da parte aérea, devido ao aumento da concentração do bio sólido no substrato. Através da equação da Figura 4, pode-se afirmar que ao aumentar 1% de bio sólido na composição do substrato, reduz 0,014 g na produção de fitomassa da parte aérea.

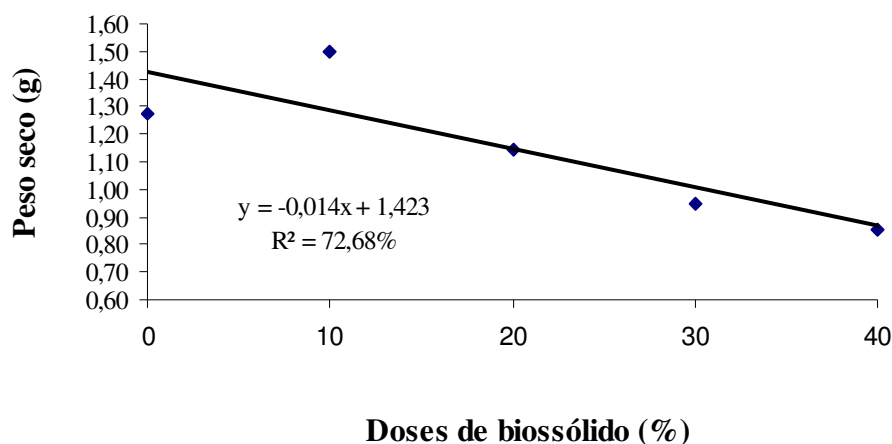


Figura 4: Peso seco da parte aérea por planta de pinhão manso, 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Guimarães et al. (2006), trabalhando com diferentes resíduos orgânicos na produção de mudas de mamoneira corroboram o resultado encontrado neste trabalho. Estes autores sugeriram que o esterco bovino propiciou os melhores resultados para matéria seca de parte aérea, maiores número de folhas, altura e diâmetro de caule. Afirmam ainda, que o lodo de esgoto é um material rico em nutrientes, mas não proporciona as condições físicas ao substrato, devido sua fina granulometria.

Para o peso seco de raízes nota-se que não houve diferença significativa para o fator tratamento de sementes (Tabela 9). Isto pode estar associado, a perda considerável de raízes no momento da lavagem para retirada do substrato, podendo ter resultado em erro experimental.

Tabela 9: Peso seco da raiz por planta de pinhão manso 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Sementes	Porcentagem de Biossólido no Substrato					Média
	0	10	20	30	40	
Tratadas	0,65	0,58	0,30	0,24	0,26	0,41 a
Não tratadas	0,58	0,46	0,44	0,30	0,27	0,41 a
Média	0,62	0,52	0,37	0,27	0,27	
CV = 21,05%						

Média seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a equação da Figura 5, a cada 1% de biossólido que é acrescentado ao substrato, reduz 0,0095 g da fitomassa do sistema radicular. Observando a Figura 5, nota-se que a testemunha obteve a maior média de peso seco de raiz por planta, demonstrando que a adubação química e a adição de esterco bovino foram suficientes para suprir a necessidade requerida para o desenvolvimento do sistema radicular.

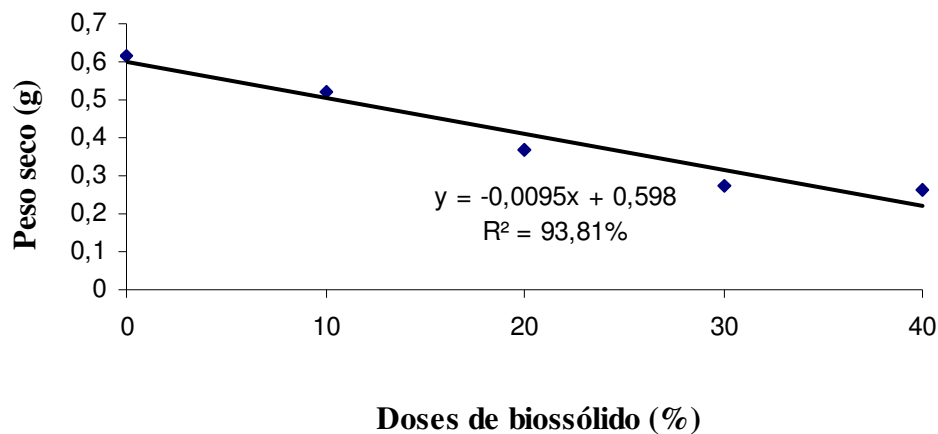


Figura 5: Peso seco da raiz por planta de pinhão manso, 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Resultados apresentados por Lima et al. (2004), mostram que o substrato para produção de mudas de mamona deve propiciar tanto o fornecimento de nutrientes quanto adequada aeração. Gomes e Silva (2004) reforçam a importância da aeração do substrato no cultivo de plantas envasadas por facilitar as trocas gasosas e permitir melhor fluxo e distribuição de água.

Lima et al. (2005) testando diferentes proporções de lodo de esgoto e casca de amendoim, observaram aos melhores resultados de crescimento das mudas de mamoneira em substratos que continham maior percentual de casca de amendoim. Isto demonstra a necessidade de um componente no substrato que seja capaz de conferir aeração suficiente ao bom desenvolvimento das mudas.

Observando a Tabela 10, nota-se que não houve diferença significativa para o fator tratamento de sementes.

Tabela 10: Teores de níquel (Ni) em mg dm^{-3} encontrados em folhas de pinhão manso, 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Sementes	Porcentagem de Biossólido no Substrato					Média
	0	10	20	30	40	
Tratadas	13,11	28,27	29,09	33,66	41,70	29,17 a
Não tratadas	12,56	30,41	31,48	35,39	45,28	31,02 a
Média	12,84	29,34	30,29	34,53	43,49	

CV = 9,74%

Média seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Figura 6 mostra que os teores de níquel aumentaram à medida que aumentou a dose de biossólido, o que não ocorreu para os outros metais pesados avaliados (Cd, Cr e Pb). Isto indica que a absorção de níquel pelas plantas de pinhão manso é diferenciada quando comparado aos outros metais, nas condições deste experimento. Resultados semelhantes foram encontrados por Revoredo e Melo (2006), os quais observaram que a partir do aumento dos teores de níquel no solo tratado com lodo de esgoto, ocorreu também aumento na absorção desse metal pesado pelas plantas de sorgo.

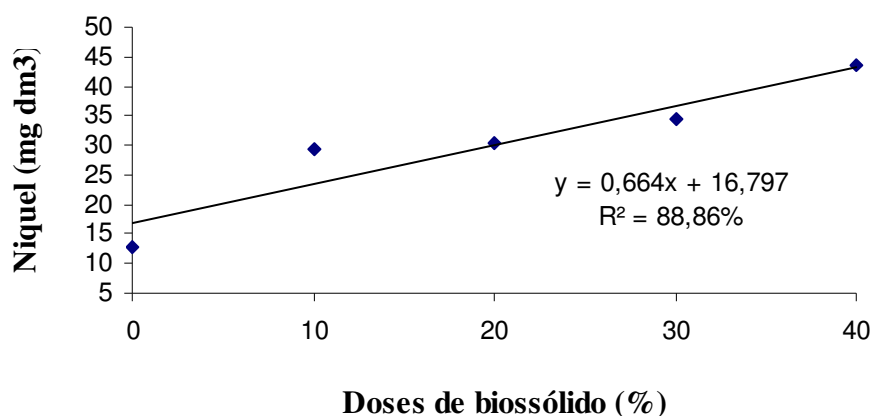


Figura 6: Teores de níquel em folhas de pinhão manso, 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Segundo Adriano (1986) apud Revoredo e Melo (2006), o teor de Ni na matéria seca de plantas varia de 0,1 a 5,0 mg kg⁻¹, dependendo de fatores como a espécie, parte da planta, estágio fenológico, conteúdo no solo, acidez do solo, entre outros. Neste experimento, porém, os teores de Ni que foram verificados na matéria seca das plantas de pinhão manso ultrapassaram essa faixa (12,84; 29,34; 30,29; 34,53 e 43,49 mg dm⁻³, quando as doses de biossólido foram respectivamente 0, 10, 20, 30 e 40%). Apesar disso, não houve qualquer sintoma visível de toxicidade pelo Ni. Isto, pois a toxidez de Ni se expressa quando sua concentração na matéria seca das plantas é maior que 50 mg kg⁻¹, excetuando as espécies acumuladoras (as quais apresentam grande tolerância) e as hiperacumuladoras (PAIVA, 2000).

Observando a Tabela 11, nota-se que os teores de cádmio, cromo e chumbo respectivamente, não variaram significativamente na planta à medida que a dose de biossólido aumentou.

Tabela 11: Teores de cádmio (Cd), cromo (Cr) e chumbo (Pb) em mg dm⁻³ encontrados em folhas de pinhão manso, 60 dias após a semeadura em função de diferentes doses de biossólido e tratamento de sementes. UFU, Uberlândia – MG, 2009.

Sementes	Porcentagem de Biossólido no Substrato					Média	
	0	10	20	30	40		
CÁDMIO							
Tratadas	0,19	0,16	0,27	0,20	0,30	0,22 a	
Não tratadas	0,21	0,25	0,24	0,23	0,18	0,22 a	
Média	0,20	0,21	0,26	0,22	0,24		
CV = 36,82%							
CROMO							
Tratadas	1,33	0,45	1,40	2,30	1,98	1,49 a	
Não tratadas	3,55	2,42	1,35	1,51	3,04	2,37 a	
Média	2,44	1,44	1,38	1,91	2,51		
CV = 90,28%							
CHUMBO							
Tratadas		3,06	1,30	4,29	4,17	4,66	3,50 a
Não tratadas		2,92	1,72	3,51	3,72	2,02	2,78 a
Média		2,99	1,51	3,90	3,95	3,34	
CV = 58,06%							

Ainda não foram estabelecidos os limites permitidos de metais pesados que possam ser encontrados na parte aérea de pinhão manso, bem como a dinâmica da absorção desses elementos é desconhecida para esta espécie. Porém, comparando os teores encontrados de Cd, Cr e Pb na parte aérea do pinhão com aqueles presentes no lodo, apresentados na tabela 2, (5; 74,5 e 192 mg dm⁻³ respectivamente de Cd, Cr e Pb), nota-se que foi absorvida pequena quantidade dos mesmos. Porém não se deve afirmar que esses valores são altos ou baixos, visto não existir nenhum padrão para fazer comparações.

5 CONCLUSÕES

- O tratamento de sementes com fungicida Moncerem[®] reduziu a porcentagem de emergência aos 14 dias e por consequência prejudicou o posterior crescimento das plantas.
- A inclusão de até 10% de bio sólido apresenta os melhores resultados de crescimento da muda.
- Dentre os metais pesados, apenas o níquel foi acumulado crescentemente na planta, à medida que se aumentou as doses de bio sólido no substrato.
- O bio sólido mostra-se uma alternativa promissora como fonte de matéria orgânica na produção de mudas de pinhão manso.

REFERÊNCIAS

- ACHTEN, W.M.J.; VERCHOT, L.; FRANKEN, Y.J.; MATHIJS, E.; SINGH, V.P.; AERTS, R.; MUYS, B. *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, Oxford v.32, n. 12, p. 1063-1084, 2008
- BAKER, C.L. Growth and reproduction of *Jatrophas curcas*. In: SYMPOSIUM "JATROPHA 97", 1997, Manágua. **Abstract...** Biofuels and industrial products from *Jatrophas curcas*. Áustria: University of Tecknology, 1997. Disponível em: <<http://www.jatropha.de/conferences/abstracts-Jatropha97.htm>>. Acesso em: 05 ago. 2008.
- ANDRADE NETO, A.; MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, P.T.G. Avaliação de substratos alternativos e tipo de adubação para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p.270-280, 1999.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- AVELAR, R.C.; DEPERON JÚNIOR, M.A.; DOURADO, D.C.; QUINTILIANO, A.A.; DANFA, S.; FRAGA, A.C.; CASTRO NETO, P. Produção de mudas de pinhão manso (*Jatrophas curcas* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., 2005, Varginha. **Resumos expandidos...** Biodiesel: combustível ecológico. Lavras: UFLA, 2005. p. 298-301. CD-ROM.
- AVELAR, R.C.; DOURADO, D.C.; FRAGA, A.C.; CASTRO NETO, P. Produção de mudas de mamona (*Ricinus communis* L.) em tubetes com diferentes tamanhos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2004, p. 18 – 23.
- BATAGLIA, O.C.; BERTON, R.S.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Resíduos orgânicos como fontes de nitrogênio para capim-braquiária. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.7, p.277-284, 1983.
- BELTRÃO, N.E. de M. **Considerações gerais sobre o Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras**. Campina Grande: Embrapa, 2006. 12p.
- BERTI, W.R.; JACOBS, L.W. Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from repeated sewage sludge applications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.25, p.1025-1032, 1996.
- BERTON, R.S.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p.187-192. 1989.
- BETTIOL, W. **Influência de algumas fontes de matéria orgânica na formação de ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret & Golfari**

pelos fungos *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch e *Thelephora terrestris* Ehr. ex Fr. 1984. 79 f. Tese (Mestrado) - Esalq, Piracicaba, 1984

BETTIOL, W.; KRUGNER, T.L. Influência de algumas fontes de matéria orgânica na formação de ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* pelos fungos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 8, p. 829-835, 1986

BORGES, M.R.; COUTINHO, E.L.M. Metais pesados do solo após aplicação de biossólido – disponibilidade. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, p.557-568, 2004.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília: STI/CIT, 1985. 364p. (Documentos, 16).

BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 3 ed. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORESTAS TROPICAIS, 2., 1976, Mossoró. **Anais...** Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. p. 412-413.

BROFAS, G.; MICHPOULOS, P.; ALIFRAGIS, D. Sewage sludge as an amendment for calcareous bauxite mine spoils reclamation. **Journal of Environment Quality**, Madison, v.29, p.811-816, 2000.

CARNIELLI, F. **O combustível do futuro**, 2003. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/boletim/bul1413>>. Acesso em Abril, 2007.

CASARINI, D.C.P.; DIAS, C.L.; LEMOS, M.M.G. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2001. 730 p.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 375, define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. 41p. 2006.

CORTESÃO, M. **Culturas tropicais**: plantas oleaginosas. Lisboa: Clássica, 1956. 231p.

COSTA, T.R. da; CAMARGO, R. de; PIRES, S.C.; MELO, B. de; CARVALHO, H. de P. Avaliação de substratos para produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras, p.944-953. CD ROM.

CUNHA, A.M. de.; CUNHA, G.M.de.; SARMENTO, R.A. de.; CUNHA, G.M.de. AMARAL, J.T. do. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, 8 p., 2006.

DRUMMOND, O.A.; PURCINO, A.A.C.; CUNHA, L.H. de S.; VELOSO, J. de M. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1984. Não paginado. (EPAMIG. Pesquisando, 131).

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p. 278-282, 2005.

FERNANDES, F. Tratamento de esgoto e geração de lodo. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto**, Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. 2000, p.45-67.

FERREIRA D.F. **Sistema Para Análise de Variância Para Dados Balanceados (SISVAR)**. Lavras: UFLA; 1999. 92p.

FONSECA, E.P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em "Win-strip"**. 1988. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos**. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-225.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de milho (*Zea mays* L.) com fungicidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 15, n. 2, p.165-169, 1993.

GUIMARÃES, M.M.B.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.; COSTA, F.X.; XAVIER, J. de F.; LUCENA, A.M.A. de. Produção de muda de mamoneira em substratos contendo diferentes resíduos orgânicos e fertilizante mineral. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Algodão, 2006, v. 2, CD-ROM.

HENNING, A A. **Patologia e tratamento de sementes: Noções gerais**. Londrina: Embrapa Soja, 2004, 51 p. (Embrapa Soja, Documentos 235).

JORGE, J.A.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Condições físicas de um Latossolo vermelho-escuro quatro anos após a aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista brasileira de ciências do solo**, Viçosa, v.15, p.237-240, 1991.

LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E. de.; BATISTA, F. A. S. Doenças e seu controle. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (Org.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2001. p.191-212.

LIMA, R. de L. S. de; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I. de L. e; VALE, L.S. do. Crescimento inicial de mudas de mamoneira em substrato contendo lodo de esgoto e casca de amendoim. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.9, n.1/3, p.887-891, jan./dez. 2005.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M. I. L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L.S.; PAIXÃO, F. J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Substratos para produção de mudas de mamona. I. Esterco bovino associado a quatro fontes de matéria orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e Sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD ROM.

LINDSAY, B. J.; LOGAN, T.J. Field response of soil physical properties to sewage sludge. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 27, p. 534-542, 1998.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p

MALDONADO, A.C.D. **Secagem de lodo de reator anaeróbio em secador rotativo com recheio de inertes**. 2004. 133 f. Tese (Mestrado) - Departamento de Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; HEMBRY, F.G. **Minerals for grazing ruminants in tropical regions**. 2.ed. Gainesville: University of Florida, 1993. 77p.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto**, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p.45-67.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; SANTIAGO, G.; CHELLI, R.A.; LEITE, S.A.S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações de matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 18, p. 449-455, 1994.

MELO, W.J., MELO, V.P., MELO, G.M.P. Grain production and lead content in sorghum plants cropped in a soil contaminated with lead. 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE BIOGEOCHEMISTRY OF TRACE ELEMENTS. Guelph, Ontario, Canadá. **Proceedings...** 2001.p. 424. CD Rom

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

NEVES, C.S.V.J.; MEDINA, C.C.; AZEVEDO, M.C.B.; HIGA, A.R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de cácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n. 6, p.897-905, 2005.

NUNES, C F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de Pinhão manso (Jatropha curcas L.)**. 2007. 78 f. Tese (Mestrado) - Ufla, Lavras, 2007.

OLIVEIRA, I.V.M.; CAVALCANTE, I.H.L.; BECKMANN, M.Z.; MARTINS, A.B.G. Temperatura na germinação de sementes de Sapota Preta. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.5, n.2, p.1-7, 2005.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, p. 360-367, 1995.

PAGE, A.L.; LOGAN, T.J.; RYAN, J.A. **Land application of sludge: food chain implications**. Chelsea: Lewis Publishers, 1987. 168p.

PAIVA, H.N. **Toxidez de Cd, Ni, Pb e Zn em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e ipê roxo (*Tabebuia impertiginosa* (Mart.) Standl.)**. 2000. 283f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PECKOLT, T. **Pinhão de purga** (s.d.). Disponível em: <<http://www.vpg.com.br/banners/popup.html>>. Acesso em: setembro, 2007.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.

POLETINE, J.P., MACIEL, C.D. de G., TELLI, F.B., ZANOTTO, D.M., AMARAL, J.G.C. do. Avaliação de fungicidas para tratamento de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, v. 2, CD-ROM.

PORTO, M.L. Vegetação metalófito e o desenvolvimento do setor mineral. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, Belém, 1986. **Anais**. Belém: EMBRAPA, CPATU, 1986. p.171-183.

QUEIROGA, V.P.; BELTRÃO, NE. DE M. **Produção e Armazenamento de Sementes de Mamona (*Ricinus communis* L.)** Campina Grande, Embrapa, 2004. p. 1-7

REVOREDO, M.D.; MELO, W.J. de. Disponibilidade de níquel em solo tratado com lodo de esgoto e cultivado com sorgo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p.679-685, 2006.

ROCHA, T. R. **Utilização de lodo de esgoto na agricultura**: um estudo de caso para as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Piracicaba, 1998, 140 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo.

SANARE. **Revista técnica da sanepar**. Curitiba, v.16 nº 16, 2001, 64p.

SANTOS, C.J.F. Uso de leguminosas arbóreas no reflorestamento de encosta de risco geotécnico sobre comunidade de baixa renda. In. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...**Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1994. v. 1, p. 361-369.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão–mango (*Jatropha curcas* L.). **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44 – 78, 2005.

SAVY FILHO, A.S. Mamona: Tecnologia Agrícola. In: QUEIROGA, V.P.; BELTRÃO, N.E. de M. **Produção e Armazenamento de Sementes de Mamona (*Ricinus communis* L.)**, Campina Grande, Embrapa, p. 1-7, 2004.

SILVA, P.H.M. **Sistemas de propagação de mudas de essências florestais**. Instituto de pesquisas e estudos florestais (IPEF) 2005. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura/77.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2008.

SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B., PEXE, C.A.; MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.33, n.1, p.1-8, 1998.

SPARKS, D.L. **Environmental soil chemistry**. San Diego: Academic Press, 1995. 267 p.

TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O. **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo, SP. 2002. 468 p.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K. **Cultivo de pinhão-manso para produção de biodiesel**. Viçosa: CPT, 2007. 220p.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I.A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p.150-162, dez. 2003.

WANG, P.; QU, E.; LI, Z.; SHUMAN, L.M. Fractions and availability of nickel in loessial soil amended with sewage sludge. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.26, p.795-801, 1997.