

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CONTEÚDO DE ÁGUA, INTENSIDADE E
PROFUNDIDADE DE COMPACTAÇÃO SOBRE O
CRESCIMENTO INICIAL DE *Jatropha curcas* L.**

ÉRIKA MIYEKO SOUZA KATO

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2012

**CONTEÚDO DE ÁGUA, INTENSIDADE E PROFUNDIDADE DE
COMPACTAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE
Jatropha curcas L.**

ÉRIKA MIYEKO SOUZA KATO

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. EDGARD JARDIM ROSA JÚNIOR

Dissertação apresentada à Universidade
Federal da Grande Dourados, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2012

**CONTEÚDO DE ÁGUA, INTENSIDADE E PROFUNDIDADE DE
COMPACTAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE *Jatropha curcas*
L.**

por

Érika Miyeko Souza Kato

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em: 27/02/2012

Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Junior

Orientador – UFGD/FCA

Prof^a. Dr^a. Yara Brito Chaim Jardim Rosa

Co-Orientadora – UFGD/FCA

Eng. Agr. Dr. Ademar Pereira Serra

EMBRAPA Gado de Corte

Prof^a. Dr^a. Alessandra Mayumi Tokura Alovisei

UFGD/FCA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

K196c Kato, Érika Miyeko Souza

Conteúdo de água, intensidade e profundidade de compactação sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. / Érika Miyeko Souza Kato – Dourados: UFGD, 2012.

29f. il.

Orientador: Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Junior.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) FCA, Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Pinhão manso. 2. Densidade do solo. 3. Biodiesel. I. Título.

CDD – 633.85

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte

"Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer!"

Mahatma Gandhi

Ofereço

A DEUS pela dádiva da vida, e por ser a fonte de toda a força que precisei,

Aos meus pais ERNESTO RYUJI KATO e DALCI DE MATOS SOUZA, e a minha avó ZILMA DE MATOS LEMES, que me deram além da vida, educação, respeito e condições para que eu pudesse concluir meus estudos em todos os momentos de minha vida,

Ao meu esposo GILSON LOPES DA SILVA, e ao meu filho VICTOR EDUARDO KATO DA SILVA, pelo apoio dedicado durante esta minha caminhada.

DEDICO

Aos meus familiares e amigos que me deram apoio e me incentivaram nessa longa caminhada em busca de mais uma conquista em minha vida.

Principalmente para aquele para o qual busco ser uma referência em sua vida...

...ao meu filho, Victor Eduardo Kato Da Silva.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, fonte de toda a existência,

Ao Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Júnior, pela orientação e apoio durante a execução desse trabalho,

A UFGD, por meio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do mestrado,

A todos os professores e funcionários desta instituição que colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho,

A Professora Dr^a. Yara Chaim Jardim Rosa, pela orientação, exemplo profissional e amizade,

Ao Dr. Cesar José da Silva, pelas ideias e consultoria sobre a cultura,

Ao CNPq, pela bolsa de estudo concedida e pelo apoio financeiro,

Ao meu esposo Gilson Lopes da Silva, pela paciência, pelo apoio e carinho nos momentos difíceis,

A minha mãe, por ter cuidado do meu filho nas inúmeras vezes que me ausentei durante o curso,

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| RESUMO GERAL. | viii |
| ABSTRACT. | ix |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL. | 1 |
| 2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | 5 |
| 3. CONTEÚDO DE ÁGUA, INTENSIDADE E PROFUNDIDADE DE COMPACTAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PINHÃO MANSO. | 7 |
| 3.1 Resumo. | 7 |
| 3.2 Abstract. | 8 |
| 3.3 Introdução. | 9 |
| 3.4 Material e Métodos. | 12 |
| 3.5 Resultados e discussão. | 16 |
| 3.6 Conclusões. | 24 |
| 3.7 Referências bibliográficas. | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|--|--------|
| TABELA 1. Caracterização química do solo e teor de água na capacidade de campo de um Latossolo Vermelho distroférico. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 13 |
| TABELA 2. Resumo das análises de variância do índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (%E), da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular, altura de plantas (ALT), e diâmetros dos coletos (DIAM) das plantas de <i>Jatropha curcas</i> L. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 17 |
| TABELA 3. Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (E), da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular, altura de plantas (ALT) e diâmetro de coletos (DIAM) de <i>Jatropha curcas</i> em função dos conteúdos de água estudados. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 18 |
| TABELA 4. Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (%E), da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular de <i>Jatropha curcas</i> em função dos fatores estudados. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 20 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| FIGURA 1. Colunas de solos, de PVC de 200 mm unidos por fita adesiva, e lona plástica para fechar o fundo da coluna UFGD, Dourados-MS, 2010..... | 13 |
| FIGURA 2. Localização das profundidades de compactação do solo, utilizados no experimento..... | 14 |
| FIGURA 3. Pesagem das colunas de solos, para realização da irrigação. Dourados-MS, 2010..... | 15 |
| FIGURA 4. Valores do índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (%E), de <i>Jatropha curcas</i> em função das densidades do solo. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 21 |
| FIGURA 5. Valores da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, e da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular de <i>Jatropha curcas</i> em função das densidades do solo. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 20 |
| FIGURA 6. Altura de plantas de <i>Jatropha curcas</i> em função das densidades do solo. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 23 |
| FIGURA 7. Altura de plantas de <i>Jatropha curcas</i> em função dos fatores estudados. UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 24 |
| FIGURA 8. Valores de índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (%E) de plantas de <i>Jatropha curcas</i> observados em função das densidades do solo e das profundidades de compactação (5-10 cm) e (10-15 cm). UFGD, Dourados-MS, 2011..... | 25 |

RESUMO

KATO, Érika Miyeko Souza, MSc, Universidade Federal da Grande Dourados, Fevereiro de 2012. Conteúdo de água, intensidade e profundidade de compactação sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. Orientador: Edgard Jardim Rosa Júnior. Co-orientadores: Cesar José da Silva, Yara Brito Chaim Jardim Rosa

A instabilidade no preço do petróleo e as preocupações com as mudanças climáticas globais tem intensificado o estudo e o emprego de fontes renováveis de energia, destacando-se entre essas opções, a pesquisa e posterior exploração de plantas potencialmente fontes de álcool e biodiesel. Pelas características tecnológicas do óleo de pinhão manso, principalmente por ter 83,9% do poder calorífico do óleo diesel, essa cultura se torna uma alternativa para a produção de biodiesel no Brasil. Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de pinhão-manso, submetidos a dois conteúdos de água, em solos com diferentes intensidades e profundidade de compactação, foi conduzido um experimento em condição de cultivo protegido, em Dourados MS, utilizando-se um Latossolo Vermelho distroférico. Utilizou-se o delineamento experimental blocos casualizados e os tratamentos foram arranjados em esquema de parcelas sub-subdivididas, sendo as parcelas dois conteúdos de água (70% e 100% da capacidade de campo), as subparcelas foram às profundidades de compactação (0,05-0,10 e 0,10-0,15 m) e as subsubparcelas foram quatro níveis de densidade do solo (1,0; 1,10; 1,20 e 1,40 Mg m⁻³), com quatro repetições. Houve interação dos níveis de água e a profundidade de compactação sobre a massa fresca da parte aérea. Houve efeito conjunto dos níveis de água e a densidade sobre a altura, e da profundidade de compactação com a densidade sobre porcentagem de emergência, e sobre o índice de velocidade de emergência. Os níveis de água afetaram massa fresca da parte aérea, e a altura final das plantas. As profundidade de compactação afetaram significativamente a altura de plantas. Houve efeito isolado das densidades dos solos sobre o índice de velocidade de emergência, sobre a porcentagem de emergência, massa fresca da parte aérea, e altura de plantas. Para pinhão-manso 70% da capacidade de campo é suficiente para o crescimento inicial, e a profundidade de compactação influencia no crescimento inicial dessa cultura. E para esse tipo de solo densidade do solo até 1,25 Mg m⁻³, favorece o crescimento da planta de pinhão-manso, tornando-se prejudicial acima dessa densidade.

Palavras-chave: Pinhão manso, biodiesel, densidade do solo

ABSTRACT

KATO, Érika Miyeko Souza, MSc, Universidade Federal da Grande Dourados, February of 2012. Water content, intensity and depth of compaction on the growth of initial *Jatropha*. Adviser: Edgard Jardim Rosa Júnior. Co-advisor: Cesar José da Silva, Yara Brito Chaim Jardim Rosa.

The instability in oil prices and concerns about global climate change has intensified the study and use of renewable energy sources, foremost among these options, research and further exploration of potential sources of ethanol plants and biodiesel. For technical characteristics of *Jatropha* oil, mainly because 83.9% of the calorific value of diesel oil, that crop becomes an alternative for biodiesel production in Brazil. In order to evaluate the initial development of *jatropha*, submitted at two water contents in soils under different intensities and depth of compression is set up this experiment, which was conducted in a greenhouse at the Faculty of Agricultural Sciences / UFGD, in Dourados-MS, and the soil was a Oxisol, clayey. We used a randomized block design and treatments were arranged in plots sub-divided, and the two portions of water content (70% and 100% of field capacity), the subplots were two different depths in compression (5-10 and 10-15 cm) and the split were four levels of soil bulk density (1.0, 1.10, 1.20 and 1.40 Mg m⁻³), with four replications. There was an interaction of water levels and compaction depth on the fresh weight of shoots. There was a combined effect of water levels on the density and height, and depth of compaction density on emergence percentage, and the index of emergency speed. Water levels affected fresh shoot mass, and the final height of plants. The compression depth significantly affected plant height. There were isolated effect of density of soils on the index of emergency speed on the percentage of emergence, fresh shoot and plant height. For *jatropha* 70% of field capacity is sufficient for the initial development, and the depth of compaction influence the initial development of this crop. And for this type of soil bulk density to 1,25 Mg m⁻³, favors the growth of the plant *jatropha*, becoming harmful above this density.

Key words: *Jatropha Curcas* L., biodiesel, bulk density

INTRODUÇÃO GERAL

Observa-se atualmente uma crescente preocupação mundial com o meio ambiente e uma grande busca por fontes energéticas limpas, como o biodiesel, implicando em uma consequente necessidade de associar esforços sociais, acadêmicos e governamentais no intuito de viabilizar alternativas para o desenvolvimento sustentável.

Juntamente com o álcool, o biodiesel apresenta-se como uma das principais experiências com combustíveis alternativos do Governo Brasileiro. O "diesel natural", como também é chamado, é considerado um combustível de queima limpa, podendo ser usado para alimentar motores ou para a geração de energia elétrica (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2003).

Além de ser um combustível de forte apelo ambiental pela capacidade de redução na emissão de poluentes e fechar o ciclo do gás carbônico (o CO₂ liberado na combustão do biodiesel é capturado por plantas), o biodiesel traria para o Brasil vantagens econômicas relacionadas à substituição de importações de petróleo e derivados, e sociais na geração de empregos e fixação do homem no campo (OLIVEIRA DA COSTA, 2002).

Com o advento do Programa Brasileiro de Biodiesel e o surgimento de grande demanda por óleos vegetais, o pinhão manso (*Jatropha curcas*) tem sido divulgado como uma alternativa para fornecimento de matéria-prima. Esta escolha se baseia na expectativa de que a planta possua alta produtividade de óleo, tenha baixo custo de produção (por ser perene) e seja resistente ao estresse hídrico (BELTRÃO, 2005).

Segundo Lima Filho *et al.* (2007) o pinhão manso é uma espécie oleaginosa perene cujo óleo pode ser utilizado na produção de biocombustíveis, sendo mais uma alternativa para a diminuição da utilização dos combustíveis fósseis. Como cultura perene, atua na conservação do solo, pois o cobre com uma camada de matéria seca, reduzindo a erosão e a perda de água por evaporação, evitando assim, enxurradas e enriquecendo o solo com matéria orgânica decomposta (CASTRO *et al.*, 2006).

O pinhão manso é cultivado em quase todas as regiões intertropicais, com ocorrência em maior escala nas regiões tropicais úmidas, como também em solos áridos e pedregosos, podendo suportar longos períodos de secas. Devido a essa larga distribuição, essa espécie se multiplica em ambientes variados, obtendo maior êxito

em solos profundos, bem estruturados e pouco compactados (DRUMOND *et al.*, 2007).

Em diversos países da América do Sul e Central, África e Ásia há programas oficiais ou iniciativas particulares incentivando o plantio de pinhão manso, mas em nenhum deles essa cultura é tradicional, nem existem lavouras bem estabelecidas onde se possam confirmar sua real produtividade e rentabilidade (SEVERINO *et al.*, 2006).

Desse modo, há uma grande apreensão por parte dos técnicos, que vêm trabalhando com pinhão manso no Brasil, em incentivar o plantio dessa cultura em extensas áreas, pois existe falta de informação tecnológica, tanto agrônômica como genética, limitando o aumento de competitividade e, por consequência, seu plantio, em grandes áreas, representa um investimento de alto risco (BELTRÃO, 2006).

No Brasil, não há mercado estabelecido para essa cultura, podendo haver poucos compradores e preços baixos ao produtor, o que se agrava por se tratar de uma espécie perene. Mesmo considerando a grande demanda para o biodiesel, o produtor dificilmente terá opções de venda além da indústria de extração mais próxima. Mas acredita-se no alto potencial produtivo e nas consideráveis vantagens que o pinhão manso possui, e a expectativa de que essa oleaginosa, no futuro, tenha importante participação no fornecimento de óleo para biodiesel. É necessário, portanto, que se reforcem os investimentos em pesquisa para esta cultura para que as atividades possam chegar a resultados definitivos (BELTRÃO, 2005).

A literatura disponível sobre a cultura do pinhão manso ainda é bastante escassa, pois passou a ser objeto de maior interesse nos últimos anos, com a crise do petróleo e a preocupação com os impactos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis e, ainda, pela possibilidade de serem usados óleos vegetais como combustíveis (NERY *et al.*, 2009).

Frente à possibilidade de utilização da espécie *Jatropha curcas* L. tanto para produção de biodiesel, como também para a produção de fitoterápicos, se tornam necessárias informações agrônômicas referentes ao seu crescimento e desenvolvimento para que a produção dessa espécie seja explorada de forma mais eficiente possível, pois o sucesso de uma cultura depende, além das condições ambientais favoráveis, do ambiente do solo que, inicialmente, deve ser adequado à germinação da semente e emergência da plântula e finalmente ao crescimento e desenvolvimento da planta.

Dentre os fatores que condicionam o meio ambiente do solo, a umidade, a temperatura e a aeração são primordiais para a germinação (NABI *et al.*, 2000). Porém, para que esta semente já germinada dê continuidade ao crescimento da plântula, deve-se incluir a estes fatores a resistência mecânica do solo à penetração.

A água é o principal fator de crescimento, responsável por oscilações na produtividade e produção de regiões agrícolas. Sendo, ao mesmo tempo, o fator mais importante e mais limitante à produtividade das culturas. Em todo o mundo, o déficit hídrico é considerado o fator ambiental que mais influencia significativamente o crescimento e o rendimento das plantas (KRAMER e BOYER, 1995).

Muitos solos apresentam alterações com relação à profundidade, comprometendo assim a sua adequação como um meio para o crescimento da raiz e da sua capacidade de armazenar água e sais minerais. Às vezes, camadas de barreiras de rocha ou camadas duras de solos de ocorrência natural ou resultante da passagem de máquinas pesadas, ou barreira química podem limitar a penetração da raiz e reduzir o volume de solo disponível como um reservatório de água e minerais para as plantas.

Os efeitos da restrição da penetração de raízes causadas por um solo raso são particularmente visíveis durante as secas, quando as plantas cultivadas em solos rasos sofrem lesões mais cedo do que aqueles cultivados em solos mais profundos.

A compactação provocada pelo uso agrícola normalmente ocasiona uma drástica redução na macroporosidade (SILVA *et al.*, 1986) podendo haver, em muitos casos, maior volume de microporos, o que aumentaria a capacidade de armazenamento de água (BERTOL e SANTOS, 1995).

Pesquisas indicam que, em alguns casos o aumento da densidade do solo diminui a condutância estomática, a fotossíntese, e conseqüentemente o crescimento das plantas (CARMÍ *et al.*, 1983; MASLE e PASSIOURA, 1987; TARDIEU *et al.*, 1991), porém aumenta a eficiência do uso da água, relação raiz-parte aérea, taxa e discriminação de carbono em algumas plantas (MASLE e FARQUHAR, 1988).

O sucesso do estabelecimento das plantas é estreitamente relacionado com as propriedades do solo no qual elas crescem, devendo este constituir um meio adequado para o crescimento e fixação das raízes, absorção de água e sais minerais usados nos crescimentos das plantas.

Dessa forma, objetivou-se nesse trabalho a obtenção de dados que possam avaliar o crescimento inicial de pinhão manso em função de dois conteúdos de água, em solos submetidos a diferentes intensidades e profundidade de compactação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRÃO, N. E. M. Agronegócio das oleaginosas no Brasil. **Informe agropecuário**, vol. 26, nº 229. Belo Horizonte: EPAMIG, 2005.
- BELTRÃO, N. E de M., **Considerações Gerais Sobre O Pinhão Manso (*Jatrofa curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras.** 2006. Disponível em: www.mda.gov.br Acesso em: 25 de dezembro 2009.
- BERTOL, I.; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades físico-hídricas no Planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.263-267, 1995.
- CARMI, A.; HESKETH, J. D.; ENOS, W. T.; PETERS, D. B. Interrelationships between shoot growth and photosynthesis as affected by root growth restriction. **Photosynthetica**, v.17, p.240-245, 1983.
- CASTRO, A. G.; CARVALHO, C. M.; CÂNDIDO, D. M. Avaliação da germinação em viveiro da espécie *Jatropha Curcas* l. (pinhão manso) de distintas procedências. **Instituto Florestal de Taubaté**. Taubaté/SP. 2006.
- DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Produção de pinhão-manso no Semiárido brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCMBUSTÍVEIS, 1., 2007, Teresina. **Anais**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2007. 1 CD-ROM
- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Pesquisas com Biodiesel se Espalham pelo País.** 2003. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>. Acesso dia: 15/01/2010.
- KRAMER P. J; BOYER J. S. Water relations of plants and soils. **Academic Press**. San diego p. 84-114. 1995.
- LIMA FILHO, J. M. P; SILVA F. F. S; LOPES A. P; ANJOS J.B; DRUMOND, M. A. Comportamento ecofisiológico do pinhão manso (*Jatrophas curcas* L.) sob condições semi-áridas. **In: Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis**. EMBRAPA. Teresina, PB. n. 1., 2007.
- MASLE, J.; FARQUHAR, G. D. Effects of soil strength on the relation of water-use-efficiency and growth to carbon isotope discrimination in wheat seedlings. **Plant Physiology**, v.86, p.32-38, 1988.
- MASLE, J.; PASSIOURA, J. B. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.643-656, 1987.

NABI, G; MULLINS, C. E; MONTEMAYOR, M. B; AKHTAR, M. S. Germination and emergence of irrigate cotton in Pakistan in relation to sowing depth and physical properties of the seedbed. **Soil and Tillage Research**, v. 59, n. 2, p. 33-44, 2000.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; NETO, J. D.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, n.5, p.551-558, 2009.

OLIVEIRA, L. B.; DA COSTA, A. O.; Biodiesel: uma Experiência de Desenvolvimento Sustentável; In: Congresso Brasileiro de Energia, 2002; Rio de Janeiro. **Anais.... IX Congresso Brasileiro de Energia**, Rio de Janeiro: COPPE, 2002; Vol. IV; p. 1772-1779.

SEVERINO, L. S.; NÓBREGA, M. B. M.; GONÇALVES, N. P.; EGUIA, M. T. J. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso**. Embrapa Algodão: Campina Grande, 2006 (Documentos, 153).

SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L.; CAMARGO, D. A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.91-95, 1986.

TARDIEU, F.; KATERJI, N.; BETHENOD, O.; ZHANG, J.; DAVIES, W. J. Maize stomatal conductance in the field: Its relationship with soil and plant water potentials, mechanical constraints and ABA concentration in the xylem sap. **Plant Cell Environ**, v.14, p.121-126, 1991.

**CONTEÚDO DE ÁGUA, INTENSIDADE E PROFUNDIDADE DE
COMPACTAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE *Jatropha Curcas*
L.**

RESUMO

Com a possibilidade do uso do óleo de pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) para produção de biodiesel abrem-se perspectivas para seu cultivo extensivamente, tornando-se necessárias pesquisas agronômicas sobre a espécie. O objetivo da realização desse trabalho foi avaliar o crescimento inicial de pinhão manso, em função de dois conteúdos de água, em solos submetidos a diferentes intensidades e profundidade de compactação. O experimento foi conduzido em condição de cultivo protegido, em Dourados – MS, no período de Novembro de 2010 a Janeiro de 2011, utilizando-se um Latossolo Vermelho distroférico, de textura argilosa. Utilizou-se o delineamento experimental blocos casualizados e os tratamentos foram arranjados em esquema de parcelas sub-subdivididas, sendo alocadas nas parcelas dois conteúdos de água (70% e 100% da capacidade de vaso), nas subparcelas duas profundidades de compactação (0,05-0,10 e 0,10-0,15 m) e como subsubparcelas quatro níveis de densidade do solo (1,02; 1,15; 1,30 e 1,45 Mg m⁻³), com quatro repetições. Houve efeito isolado ($p < 0,05$) dos conteúdos de água sobre a massa fresca da parte aérea (MFPA) e ($p < 0,01$) sobre a altura final das plantas. Efeitos isolados das profundidades de compactação ($p < 0,05$) foram observados sobre a altura de plantas e das densidades do solo ($p < 0,05$) sobre o índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (%E), MFPA, e altura de plantas. Houve efeito conjunto dos níveis de água e a profundidade de compactação ($p < 0,05$) sobre a MFPA, dos níveis de água e a densidade ($p < 0,01$) sobre a altura, e da profundidade de compactação com a densidade ($p < 0,01$) sobre %E, e ($p < 0,05$) sobre o IVE. Os melhores resultados foram observados quando se utilizou 100% da capacidade de vaso. A maior altura da planta foi observada quando a camada compactada encontrava-se na profundidade de 0,10-0,15 m. Densidade do solo até 1,25 Mg m⁻³, favorecem o crescimento da planta de pinhão manso, entretanto torna-se prejudicial acima dessa densidade.

Palavras-chave: Pinhão manso, biodiesel, densidade do solo

WATER CONTENT, INTENSITY AND DEPTH OF COMPACTION ON THE GROWTH OF INITIAL *Jatropha curcas* L.

ABSTRACT

With the possibility of using the oil of jatropha (*Jatropha Curcas* L.) for production of biodiesel are opening up prospects for extensive cultivation, however, there is little technical data on this crop, so it becomes necessary to intensify research agronomic about it. The aim of this study was to evaluate the initial growth of jatropha, according to two water contents in soils under different intensities and depth of compaction. The experiment was conducted under conditions of protected cultivation in DOURADOS - MS, from November 2010 to January 2011, using a Oxisol, clayey. We used a randomized block design and treatments were arranged in plots sub-divided, with two main plots of water content (70% and 100% of field capacity), and as subplots two compaction depths (0,05 to 0,10 and 0,10-0,15 m) and as subsubplots four levels of soil bulk density (1,02; 1,15; 1,30 and 1,45 Mg m⁻³), with four replications. There were isolated effect ($p < 0,05$) on the water content of the fresh weight and on final height of plants ($p < 0,01$), from the depths of compression ($p < 0,05$) on the height of plants, soil bulk density ($p < 0,05$) on the emergence speed index (ESI), and ($p < 0,01$) on emergence percentage (E%), FMAP, and height plants. There was a combined effect of water levels and compaction depth ($p < 0,05$) on the fresh weight, of water levels and the density ($p < 0,01$) on height, and depth of compression with the density ($p < 0,01$)% E, and ($p < 0,05$) on the ESI. The best results were observed when using 100% of capacity. The maximum height of the plant was observed when the compacted layer was in the depth of 0,10-0,15 m. Soil bulk density to 1,25 Mg m⁻³, favors the growth of plant jatropha, becoming harmful above this density.

Keywords: Jatropha, biodiesel, soil bulk density

INTRODUÇÃO

As questões energéticas do mundo moderno têm intensificado o desenvolvimento de estudos que propiciem soluções significativas para diminuir a dependência dos derivados de petróleo. A instabilidade no preço do petróleo, aliada à preocupação com as mudanças climáticas globais, enfatiza um cenário de vulnerabilidade em relação a essa matriz energética. Existem motivações para a produção e comercialização do biodiesel, (combustível biodegradável derivado de fontes renováveis) que tem sido foco de diversos congressos e discutido intensamente no governo brasileiro (SOUSA, 2006).

A necessidade dos países desenvolvidos atenderem os compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa e a instabilidade do mercado de combustíveis fósseis está possibilitando ao Brasil tornar-se, em curto prazo, no principal fornecedor de biocombustíveis para o mercado internacional (NAPOLEÃO, 2005).

Dentre as espécies potencialmente utilizáveis, tem-se o *Jatropha curcas* L. pertencente à família *Euphorbiaceae*, de cujas sementes é extraído um óleo inodoro, que queima sem emitir fumaça (SATURNINO *et al.*, 2005b), tem variações pouco significativas de acidez, além de possuir melhor estabilidade à oxidação do que a soja e a palma, e boa viscosidade se comparado ao da mamona (TAPANES *et al.*, 2007) apresentando excelentes perspectivas para a produção do biodiesel.

Adicionalmente à capacidade de produzir óleo vegetal, a espécie é de fácil cultivo, tolerante ao déficit hídrico, menos exigente em nutrientes e apresenta capacidade de recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas e de se desenvolverem em solos de baixa fertilidade, sendo no entanto, responsivo à fertilidade do solo, com elevados aumentos na produtividade de sementes (TEIXEIRA, 2005). Cresce de forma espontânea em solos secos, pedregosos e pouco férteis, em clima desfavorável à maioria das culturas alimentares tradicionais. Fertiliza o solo com a queda de suas folhas, além de poder ser plantado em consorciação com outras oleaginosas ou culturas de subsistência como o milho, o feijão, o algodão e o amendoim (SALEME, 2006).

Os frutos de *Jatropha curcas* L. são utilizados no tratamento de doenças como disenteria, hemorróidas, gonorréia, infertilidade, infecções na pele, etc.

(AKINTAYO, 2004). Apresentam ainda uma grande importância econômica, sendo o óleo empregado como lubrificante, na fabricação de sabão, tinta e combustível para motores diesel (OPENSHAW, 2000; SUBRAMANIAN *et al.*, 2005).

A região do Cerrado possui solos em sua maioria ácidos e pobres em nutrientes, sob condições naturais, porém com boas propriedades físicas e topográficas favoráveis a mecanização. Entretanto, quando submetidos ao manejo incorreto tem-se observado sua degradação estrutural, principalmente em função da compactação (NAPOLEÃO, 2005).

A compactação pode influir no comportamento dos atributos do solo, podendo influenciar negativamente no crescimento radicular das plantas e absorção de água (MARTINS *et al.*, 2002). Um solo mesmo considerado quimicamente fértil, necessariamente não será produtivo. Principalmente em função de possíveis problemas no ambiente do solo, especialmente condicionadas por atributos físicos restringindo a produtividade das culturas, como é o caso de compactação nos solos.

A compactação dificulta a penetração radicular, e à medida que podem propiciar aumentos na quantidade de água retida no solo, pode diminuir a disponibilidade dessa água no meio, diminuindo também a aeração, comprometendo a obtenção de energia por parte das plantas.

Resultados da literatura relatam que plantas desenvolvem-se melhor em solos que não apresentam limitação ao crescimento radicular, portanto com baixos valores de densidades, porém altas o suficiente para oferecerem bom contato raízes-partículas de solo (STIRZAKER *et al.*, 1996; KLUTHCOUSKI, 1998) para promover além de uma boa aeração também a absorção dos nutrientes pelas plantas. Além dos efeitos às plantas, a compactação causa o aumento da densidade do solo, as perdas de nitrogênio por desnitrificação e aumenta a erosão do solo pela menor infiltração de água (SOANE e OUWERKERK, 1994).

Segundo Carvalho (2004), os valores da densidade do solo que restringem o crescimento radicular variam de acordo com a planta cultivada. A compactação pode alterar o fluxo de água no solo, reduzir a produtividade da área e aumentar os níveis de erosão, uma vez que, geralmente, reduz a taxa de infiltração, aumentando o escoamento superficial, já que a difusão da água depende do tamanho dos poros (SEIXAS, 2000).

Conhecer e entender a compactação do solo é de grande importância para um manejo efetivo de suas condições físicas para se ter sustentabilidade da produção e

reduzir os custos referentes à energia despendida para retornar o solo às condições ideais para o desenvolvimento das espécies a ser cultivadas (OLIVEIRA JÚNIOR, 1998).

Dentre outros fatores, o sucesso do estabelecimento da cultura depende do ambiente do solo no qual será cultivada. Este ambiente inicialmente deve ser adequado à germinação da semente e emergência da plântula e posteriormente ao seu crescimento e desenvolvimento. Em vista do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o conteúdo de água, da intensidade e da profundidade de compactação no crescimento inicial do pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro com tela de sombreamento de 50%, provido de subcobertura de filme plástico transparente, localizado no município de Dourados - MS, nas coordenadas 22° 11' 51,77" S e 54° 56' 4,78" W, com altitude de 462 m, durante o período de Novembro de 2010 a Janeiro de 2011.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados e os tratamentos foram arrançados em esquema de parcelas sub-subdivididas, sendo alocadas nas parcelas dois conteúdos de água (70% e 100% da capacidade de vaso, que foram mantidas com regas manuais a cada dois dias), nas sub-parcelas as duas profundidades de compactação (0,05-0,10 e 0,10-0,15 m) e nas sub-subparcelas quatro níveis de densidade do solo (1,00; 1,15; 1,30 e 1,45 Mg m⁻³), com quatro repetições constituídos de duas plantas cada, totalizando 64 unidades experimentais.

Cada unidade experimental foi constituída por uma coluna de solo, composta pela sobreposição de seis anéis de PVC de 200 mm de diâmetro interno com 50 mm de altura, totalizando 300 mm de altura, coluna essa que passou a representar um perfil de solo com 300 mm de profundidade. Para montagem das colunas utilizou-se fita adesiva larga, e lona plástica perfurada para fechar o fundo da coluna (Figura 1).

As sementes de pinhão manso utilizadas foram fornecidas pela Embrapa Agropecuária Oeste-Dourados, colhidas na safra 2009/2010. A semeadura ocorreu em novembro de 2010, e o experimento foi conduzido até Janeiro de 2011.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa, que foi coletado em uma área de cultivo extensivo de soja/milho safrinha há mais de 30 anos, na profundidade de 0-0,20 m e colocado para secagem ao ar, sendo a seguir passado em peneira com 2 mm de malha, e posteriormente submetido à caracterização química (Tabela 1).

Foi realizada calagem com calcário dolomítico com 78,5 % de PRNT com objetivo de elevar a saturação por bases a 60% de acordo com o método proposto por Raij *et al.* (1996). A adubação foi realizada de acordo com os resultados obtidos na análise química do solo, aplicando-se de um fertilizante 400 kg ha⁻¹ do formulado 8-20-20, que foi uma dosagem adaptada para a cultura da mamona, pois ainda não se obteve informações conclusivas sobre exportação de macro e micronutrientes do solo pela cultura do pinhão-manso. Após calagem o solo ficou armazenado em caixas de fibra por 15 dias, para ter-se iniciado sua reação, sendo então fertilizado.

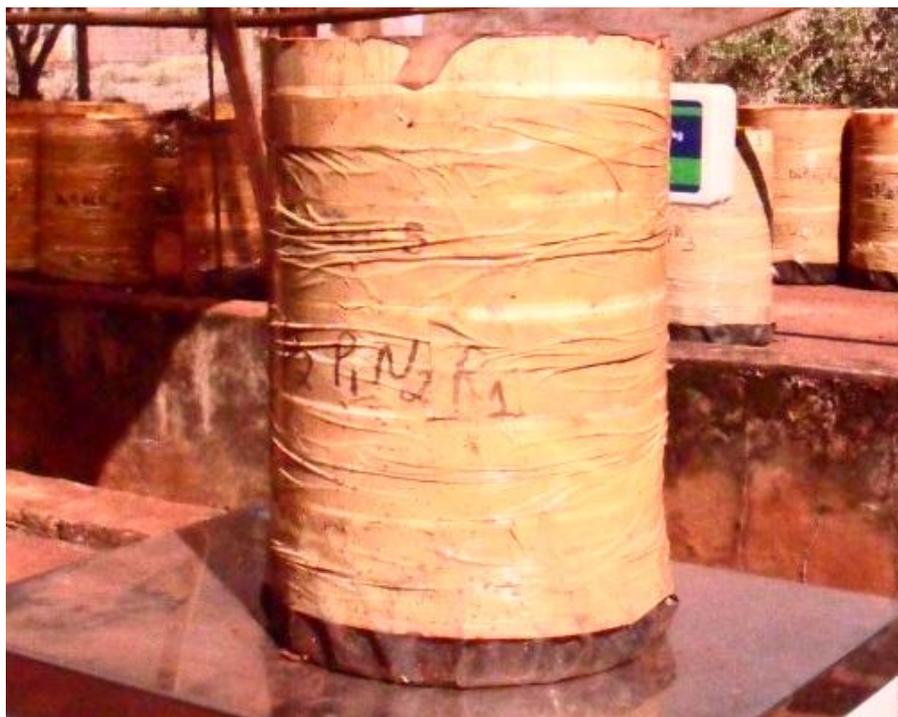


Figura 1. Colunas de solos, de PVC de 200 mm unidos por fita adesiva, e lona plástica para fechar o fundo da coluna UFGD, Dourados-MS, 2011.

Tabela 1. Caracterização química do solo e teor de água na capacidade de campo de um Latossolo Vermelho Distroférrico . UFGD, Dourados-MS, 2011.

| pH | P | K | Ca | Mg | H+Al | CTC | V | C.C* |
|-------------------|---------------------|---|-----|-----|-------|-------|-------|-------------------|
| CaCl ₂ | mg dm ⁻³ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | ----- | | % | g g ⁻¹ |
| 4,52 | 1,91 | 0,11 | 2,9 | 1,3 | 5,91 | 10,23 | 42,22 | 0,31 |

* Teor de água na capacidade de campo a -0,01MPa

Para obter a compactação desejada, o solo foi pesado na quantidade calculada para a densidade almejada (considerando o volume dos anéis de PVC de 200 mm de diâmetro, e a umidade do solo), sendo então introduzido nos anéis e comprimidos manualmente, com auxílio de água. Depois de compactados, os anéis foram colocados na posição indicada para cada tratamento (Figura 2).

Após a montagem das colunas com o solo compactado realizou-se irrigação, até atingir o nível de água desejado para cada tratamento (70% e 100% da

capacidade de vaso). A capacidade de vaso foi mensurado primeiro nos tratamentos com 100%, onde foi irrigado lentamente até ocorrer o escoamento do excedente da água pelos furos no fundo da lona que fechava os canos de pvc. Então esses vasos foram pesados e a partir desses, calculou-se o peso dos vasos dos demais tratamentos. A irrigação durante o experimento foi realizada a cada dois dias, pesando cada coluna de solo, e adicionando água até atingir a capacidade de vaso estipulado para cada tratamento (Figura 3).

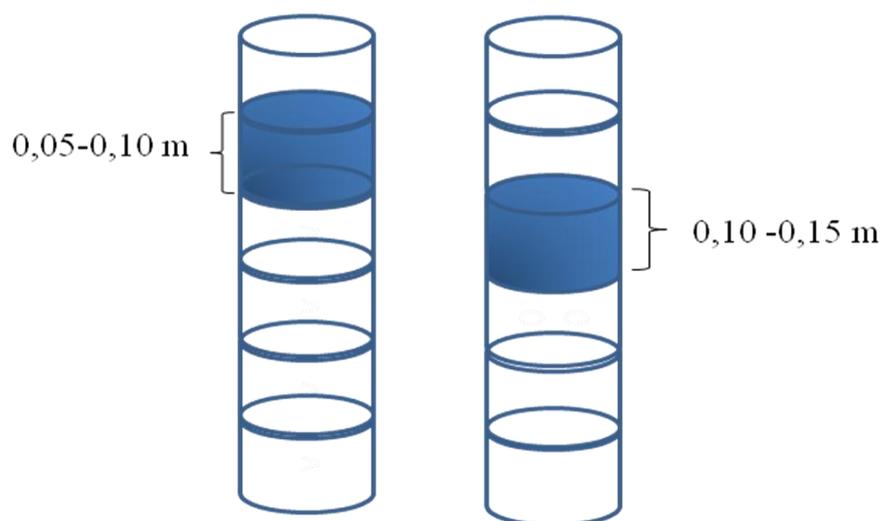


Figura 2. Localização das profundidades de compactação do solo, utilizados no experimento.

Em cada coluna foram semeadas quatro sementes do pinhão-manso. Diariamente foi registrada a emergência das plântulas e posteriormente calculado o índice de velocidade de emergência (IVE), e a porcentagem de emergência (%E), segundo metodologia proposta por Maguire (1962).

Sete dias após a emergência (DAE) desbastou-se de modo a deixar duas plantas por coluna de solo. Foram realizadas medições de altura das plantas, com auxílio de uma régua (da superfície do solo até a inserção da folha mais alta) e diâmetro caulinar, com auxílio de um paquímetro digital (2 cm acima da superfície do solo). Aos 57 DAE realizou-se a coleta da parte aérea das plantas, seccionando-as rente ao solo. As plantas foram pesadas para obtenção da massa fresca da parte aérea (MFPA), e posteriormente seca em estufa com circulação forçada de ar a 65° C por 72 h, sendo pesada e quantificada a massa seca da parte aérea (MSPA).



Figura 3. Pesagem das colunas de solos, para realização da irrigação. Dourados-MS, 2010.

Os Anéis de PVC foram separados com ajuda de uma lamina cortante, e as raízes foram retiradas de cada anel com auxílio de uma pinça, foram pesadas para obtenção da massa fresca do sistema radicular (MFSR), sendo em seguida secas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C por 72 h, então foram pesada e quantificada a massa seca do sistema radicular (MSSR). Os resultados foram submetidos à análise de variância e posteriormente, os efeitos significativos qualitativos foram comparados por teste de média (Tukey 5%) e os quantitativos por regressão, com a utilização do programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de índice de velocidade de emergência, porcentagem de emergência, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular das plantas de *Jatropha curcas* foram submetidos à análise de variância e os efeitos significativos dos fatores estudados bem como a média geral de cada uma das variáveis são apresentados na Tabela 2.

Houve influência dos níveis de água estudados ($p < 0,05$) sobre a massa fresca da parte aérea (MFPA) e ($p < 0,01$) sobre a altura das plantas no final do experimento. Quando se utilizou 70% da capacidade de campo (70% CC) a MFPA registrada foi de 19,70 g, e a altura da planta foi de 23,85 cm, valores estes estatisticamente inferiores aos encontrados nos tratamentos que foram utilizados 100% da capacidade de campo (100% CC), os quais proporcionaram 23,54 g de MFPA e 25,85 cm de altura das plantas (Tabela 3). Entretanto não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para as demais variáveis estudadas, que independentemente do nível de água fornecido apresentaram valores médios de: IVE 0,25; % E 60,5%; MSPA 13,2 g; MFSR 3,7 g, MSSR 2,8 g e 11,0 mm de diâmetro de coleto. A não observação de resultado significativo do conteúdo de água sobre a MSPA permite inferir que, o aumento no suprimento de água não favoreceu o acúmulo de fotoassimilados pelas plantas e que o nível de 70% CC é suficiente para esta fase de desenvolvimento da espécie. Estes resultados vão de encontro com os observados por Freire *et al.* (2010) já relataram que mudas de pinhão-manso na fase inicial de desenvolvimento não reduziram drasticamente o seu crescimento quando cultivados com suprimento hídrico de 50%cc e Teixeira (2005) concluiu que o pinhão manso é uma planta tolerante ao déficit hídrico.

Tabela 2. Resumo das análises de variância do índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (%E), da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular, altura de plantas (ALT), e diâmetros dos coletos (DIAM) das plantas de *Jatropha curcas* L. UFGD, Dourados-MS, 2011.

| F.V. | G.L. | Quadrados Médios | | | | | | | |
|---------------------|------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | | IVE | %E | MFPA | MSPA | MFSR | MSSR | ALT | DIAM |
| Bloco | 3 | 14,51 ^{ns} | 53,06 ^{ns} | 6,17 ^{ns} | 11,34 ^{ns} | 0,66 ^{ns} | 0,37 ^{ns} | 2,68* | 5,94 ^{ns} |
| Água | 1 | 16,74 ^{ns} | 24,41 ^{ns} | 23,57* | 21,26 ^{ns} | 22,5 ^{ns} | 13,24 ^{ns} | 64,00** | 3,20 ^{ns} |
| Profundidade | 1 | 0,12 ^{ns} | 0,98 ^{ns} | 1,40 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 2,23 ^{ns} | 0,60 ^{ns} | 15,01* | 0,29 ^{ns} |
| Água x Profundidade | 1 | 0,06 ^{ns} | 8,79 ^{ns} | 5,73* | 0,18 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,23 ^{ns} | 1,00 ^{ns} | 0,64 ^{ns} |
| Densidade | 3 | 28,16* | 118,1** | 16,95** | 12,15 ^{ns} | 2,99 ^{ns} | 1,56 ^{ns} | 20,30** | 0,56 ^{ns} |
| Água x Densidade | 3 | 1,84 ^{ns} | 19,20 ^{ns} | 0,42 ^{ns} | 16,05 ^{ns} | 1,20 ^{ns} | 0,90 ^{ns} | 4,97** | 0,76 ^{ns} |
| Prof x Densidade | 3 | 8,55* | 58,27** | 1,77 ^{ns} | 3,09 ^{ns} | 0,36 ^{ns} | 0,27 ^{ns} | 0,61 ^{ns} | 0,53 ^{ns} |
| ÁguaxProfxDen. | 3 | 3,39 ^{ns} | 19,20 ^{ns} | 1,04 ^{ns} | 4,25 ^{ns} | 0,24 ^{ns} | 0,24 ^{ns} | 0,57 ^{ns} | 2,13 ^{ns} |
| Resíduo | 39 | 2,82 | 9,79 | 1,33 | 5,84 | 3,59 | 1,83 | 0,78 | 1,45 |
| CV(%) | | 20,52 | 16,34 | 16,91 | 18,18 | 15,79 | 15,01 | 3,55 | 10,88 |
| Média Geral | | 0,25 | 60,5 % | 21,6 g | 13,2 g | 3,7 g | 2,8 g | 24,8 cm | 11,0mm |

** significativo, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

* significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} não significativo.

Tabela 3. Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (E), da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular, altura de plantas (ALT) e diâmetro de coleto (DIAM) de *Jatropha curcas* em função dos conteúdos de água estudados. UFGD, Dourados-MS, 2011.

| Água | IVE | E (%) | MFPA (g) | MSPA (g) | MFSR (g) | MSSR (g) | ALT (cm) | DIAM (mm) |
|---------|--------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 70% CC | 0,24 a | 58,60a | 19,70 b | 12,71 a | 3,60 a | 2,70 a | 23,85 b | 11,29 a |
| 100% CC | 0,27 a | 62,50a | 23,54 a | 13,86 a | 3,98 a | 2,99 a | 25,85 a | 10,84 a |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si (t 5% de probabilidade).

Houve efeito isolado ($p < 0,05$) da profundidade de compactação apenas sobre a altura das plantas no final do experimento (Tabela 2). Na camada compactada de 0,05-0,10 m as plantas apresentaram médias de 24,37 cm de altura, enquanto que na camada compactada de 0,10-0,15 m as alturas das plantas no final do experimento apresentaram médias de 25,34 cm. Os resultados indicam que quanto maior a porção de solo sem impedimento a ser explorado pela planta, maior o seu crescimento vertical, pois a planta não tem gasto de energia para romper camadas compactadas, utilizando essa energia na expansão da parte aérea. Esses resultados estão de acordo com Stirzaker *et al.* (1996), que relataram que em solos onde a camada compactada se encontra nas camadas mais superficiais, pode ocorrer rapidamente a depleção de água e de nutrientes disponíveis ao sistema radicular que explora um pequeno volume de solo, refletindo na altura das plantas. Segundo Bengough *et al.* (1997), em condições adversas ao crescimento, as raízes emitem sinais à parte aérea, informando que as condições para o desenvolvimento de planta estão se restringindo e que é necessário reduzir a taxa de crescimento.

A profundidade de compactação não afetou ($p > 0,05$) as variáveis analisadas que apresentaram valores médios de IVE 0,25; % E 60,5%; MFPA 21,6 g; MSPA 13,2 g; MFSR 3,7g, MSSR 2,8g e DIAM 11,0 mm. Provavelmente os conteúdos de água fornecidos no experimento, agiram como agente lubrificante, favorecendo as raízes de pinhão manso a atravessarem as camadas compactadas.

Houve interação entre os níveis de água e profundidade de compactação ($p < 0,05$) sobre MFPA (Tabela 4). Quando se utilizou 70% CC, os maiores valores de MFPA foram de 20,18 g, que foram encontrados nas plantas cultivadas nos solos

onde a camada compactada se encontrava na profundidade de 0,05-0,10 m, enquanto que ao se utilizar 100% CC, os maiores valores foram de 24,95 g onde as camadas compactadas se encontravam na profundidade de 0,10-0,15 m.

Independente da profundidade da camada compactada os maiores valores de MFPA foram observados quando se forneceu 100% CC. Vale apenas ressaltar que, embora os resultados observados de IVE, %E e MSPA, não serem significativos as melhores médias foram obtidas quando as plantas foram cultivadas com 100% CC, na camada compactada de 0,10-0,15 m. E que as maiores e menores médias de MFPA, e MSPA, foram obtidas na profundidade 0,10-0,15 m, indicando que quando se tem menor quantidade de água a ser fornecida, provavelmente as plantas desviam a rota metabólica para o crescimento das raízes, pois verificou-se um aumento da MFSR e MSSR, nessas condições de cultivo.

A compactação do solo apresentou efeito linear crescente sobre o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência (Figura 4). O IVG e % E aumentou conforme se aumentou a densidade do solo, provavelmente nessas condições tem-se um maior número de microporos em relação aos macroporos sendo esses os principais responsáveis pela retenção da água nos solos, proporcionando assim maior manutenção da umidade, maior embebição das sementes, acelerando assim o processo de germinação.

Tabela 4. Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (%E), da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular de *Jatropha curcas* L. em função dos fatores estudados. UFGD, Dourados-MS, 2011.

| Água | Profundidade | IVE | %E | MFPA(g) | MSPA (g) | MFSR (g) | MSSR (g) |
|------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 70% | 0,05-0,10 m | 0,24 a A | 59,37 a A | 20,18 a B | 12,73 a A | 14,66 a A | 8,08 a A |
| | 0,10-0,15 m | 0,24 a A | 57,31a A | 19,22 a B | 12,68 a A | 15,54 a A | 8,11 a A |
| 100% | 0,05-0,10 m | 0,27 a A | 60,93 a A | 22,12 b A | 13,78 a A | 11,80 a A | 6,13 a A |
| | 0,10-0,15 m | 0,27 a A | 64,06 a A | 24,95 a A | 13,95 a A | 12,76 a A | 6,82 a A |

Letras minúsculas, na coluna, referem-se às diferenças entre profundidades em um mesmo nível de água, (t 5% de probabilidade).
Letras maiúsculas, na coluna, referem-se às diferenças entre níveis de água em uma mesma profundidade, (t 5% de probabilidade).

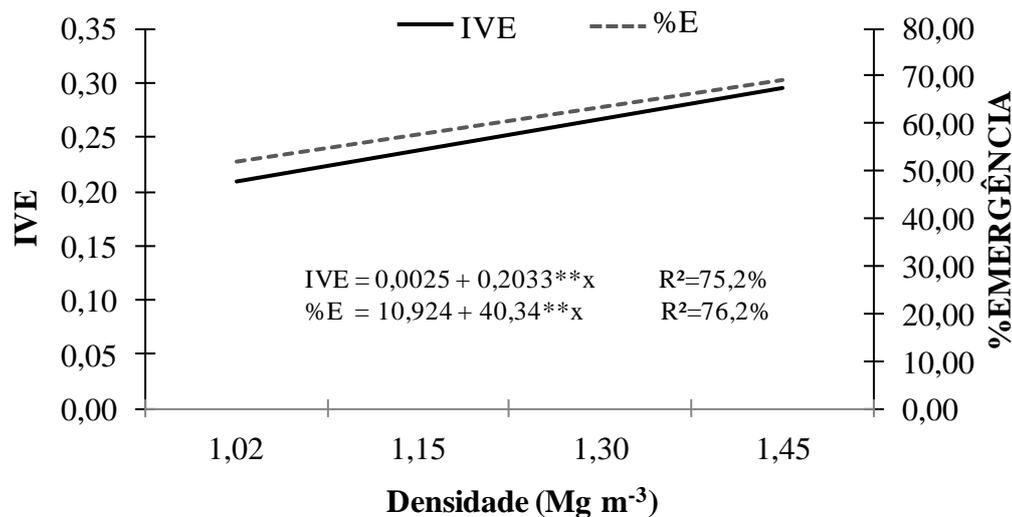


Figura 4. Valores do índice de velocidade de emergência (IVE), da porcentagem de emergência (%E), de *Jatropha curcas* em função das densidades do solo. UFGD, Dourados-MS, 2011.

A massa fresca da parte aérea apresentou efeito quadrático (Figura 5). Segundo a equação, o valor máximo de MFPA estimado de 24,76 g e seria obtido com uma densidade calculada de 1,286 Mg m⁻³. Para a massa seca da parte aérea observou-se um valor médio não significativo produzido de 13,2 gramas por coluna de solo, assim como 13,2 g para MSPA, 13,6 g para MFSR e 7,28 g para MSSR, independente da densidade do solo. O que já foram relatados por Foloni (1999) e Silva e Rosolem (2002), que atribuíram à causa da reduzida influência da compactação sobre a massa seca da parte aérea de plantas, nos experimentos em vasos, a manutenção das condições adequadas de umidade e disponibilidade de nutrientes, acima da camada compactada.

No presente estudo, não se obteve efeito do aumento da densidade sobre a MSPA, MFSR e MSSR, pois a menor quantidade de água fornecida para o pinhão-manso foi de 70% CC, e esta se mostrou suficiente para as raízes atravessar a camada compactada, pois a disponibilidade de água no solo diminui a resistência à penetração das raízes (HOFFMAN e JUNGHK, 1995), favorece a taxa fotossintética nas folhas, a produção de carboidratos e a absorção de nutrientes pelas plantas (CARVALHO JUNIOR, 1987; CRUSCIOL, 2001). Isso ocorre devido à água ser um agente lubrificante, e favorecer ao aumento dos fluxos de massa e difusão dos

nutrientes no solo (COSTA, 1998; RIBEIRO, 1999); incrementando a produção de massa seca da raiz e da parte aérea das plantas (CARVALHO JUNIOR, 1987; CRUSCIOL, 2001; PEDROTTI *et al.*, 1994).

Na altura das plantas no final do experimento, verificou-se análise de regressão polinomial, sendo ajustado o modelo quadrático aos dados de altura ($p < 0,01$) (Figura 6). Segundo a equação, o valor máximo de altura estimado de 26,02 cm, seria obtido com uma densidade calculada de $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$. Para o diâmetro do coleto observou-se um valor médio não significativo produzido de 11,0 mm, independentemente da densidade do solo.

Esses resultados indicam que uma densidade do solo de até $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$, favorece o crescimento da planta de pinhão manso, isso se deve provavelmente pelo maior contato das raízes com o solo. Porém, para esse tipo de solo, densidade do solo acima de $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$ se tornam prejudicial ao crescimento da parte aérea da planta, nessas condições provavelmente há diminuição dos macroporos comprometendo as trocas gasosas e hídricas.

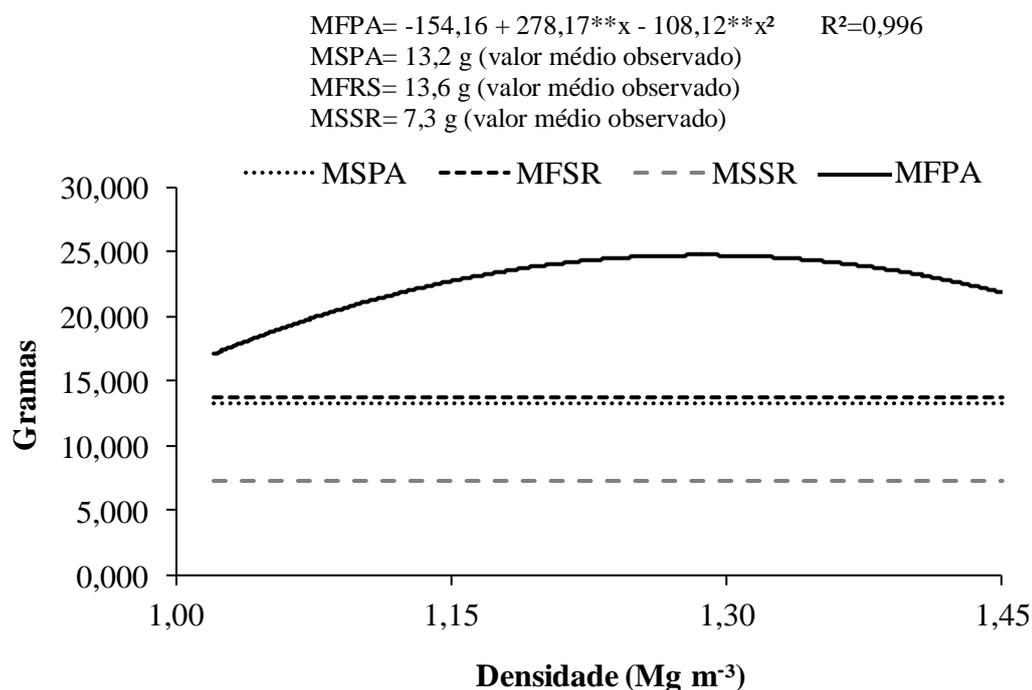


Figura 5. Valores da massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, e da massa fresca (MFSR) e seca (MSSR) do sistema radicular de *Jatropha curcas* em função das densidades do solo. UFGD, Dourados-MS, 2011.

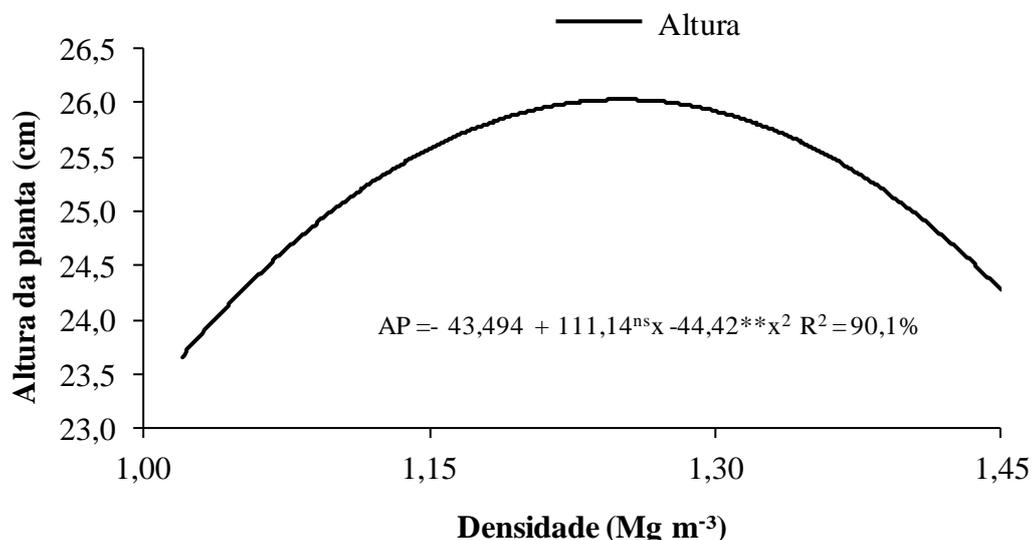


Figura 6. Altura de plantas de *Jatropha curcas* em função das densidades do solo. UFGD, Dourados-MS, 2011.

Houve interação entre níveis de água e densidade de compactação ($p < 0,05$) sobre a altura das plantas (Figura 7). Quando se utilizou 70% CC a altura máxima calculada foi 25,36 cm na densidade do solo de 1,27 Mg m⁻³. Enquanto que quando o nível de água fornecido foi de 100% CC, a altura máxima de 26,83 cm seria obtida com densidade do solo de 1,23 Mg m⁻³. Esses resultados permitem inferir que, quando se tem menos água a ser fornecida para a planta, tem-se que implantar a cultura onde se tem uma maior densidade do solo, para que se tenha, proporcionalmente, maior retenção da água fornecida, pois provavelmente com o aumento da densidade aumenta-se a quantidade de microporos, sendo estes, um dos principais responsáveis pela retenção da água no solo. Entretanto não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para as demais variáveis estudadas, que independente das combinações estudadas apresentaram valores médios de IVE 0,25; % E 60,5%; MFPA 21,6 g; MSPA 13,2 g; MFSR 3,7 g, MSSR 2,8 g e 11,0 mm de diâmetro de coletor.

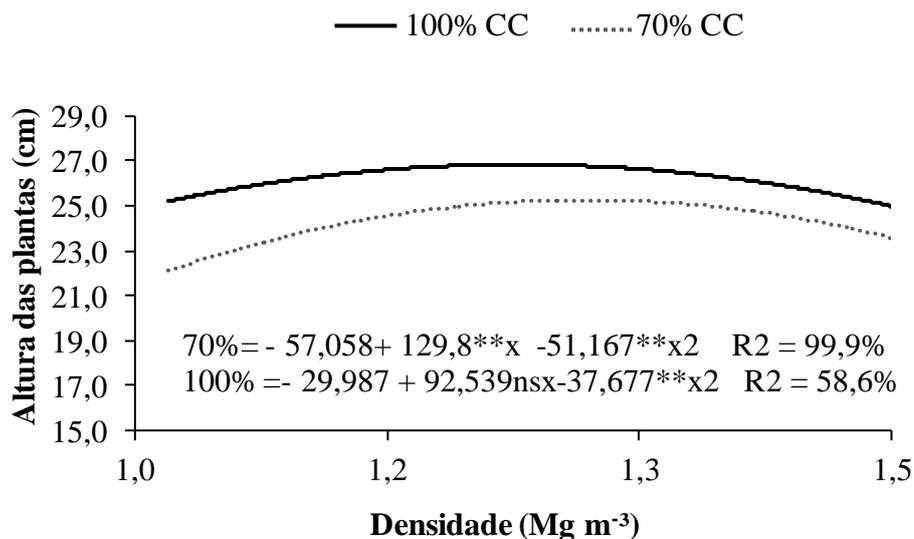


Figura 7. Altura de plantas de *Jatropha curcas* em função dos fatores estudados. UFGD, Dourados-MS, 2011.

Quando a camada compactada esteve presente na profundidade de 0,05-0,10 m (Figura 8), verifica-se que, o IVE e %E aumentaram com o aumento da densidade do solo, isso se deve provavelmente em função de uma maior retenção da água o que teria possibilitado melhores condições de emergência, e dentre os fatores físicos do solo Hauser (1986), afirma que o conteúdo de água do solo é o maior controlador da germinação e crescimento das plântulas, seguido da temperatura e do grau de contato entre a semente e a água líquida dos capilares do solo.

Na profundidade de compactação de 0,10-0,15 cm, verificou-se (Figura 8) que o IVE estimado máximo de 0,28, o qual teria sido obtido com uma densidade do solo de 1,38 Mg m⁻³. Para essas condições, a % E calculada seria de 66,3%, obtida com uma densidade do solo de 1,29 Mg m⁻³. Esses resultados indicam que, para o presente estudo, densidade do solo acima de 1,29 Mg m⁻³ nas profundidades de 0,10-0,15 m são prejudiciais pois provocam decréscimo na emergência. Presume-se que, a partir desses valores de densidade o fluxo de água para a camada subsuperficial fica mais lento, podendo permanecer por mais tempo o acúmulo de água nas camadas superiores comprometendo a respiração das radículas.

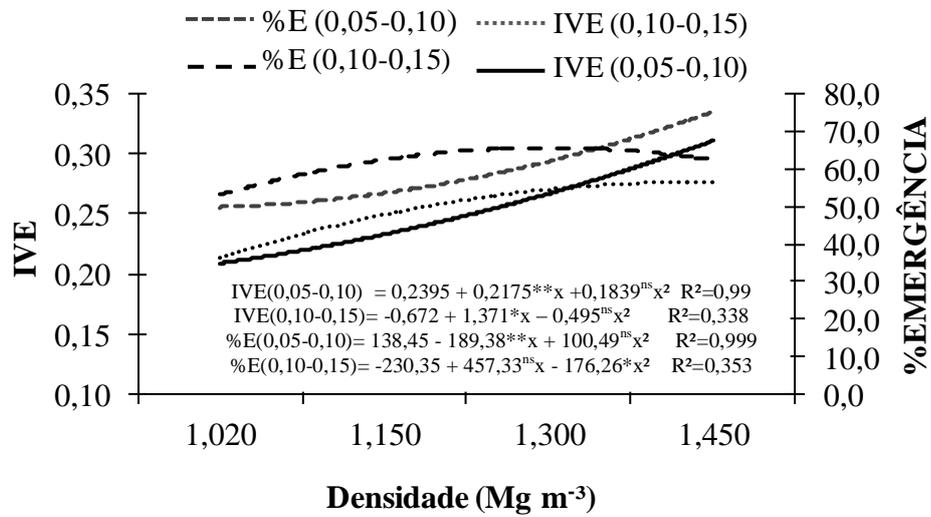


Figura 8. Valores de índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (%E) de plantas de *Jatropha curcas* observados em função das densidades do solo e das profundidades de compactação (5-10 cm) e (10-15 cm). UFGD, Dourados-MS, 2011.

CONCLUSÕES

O conteúdo de água, a densidade do solo e profundidade de compactação influenciam no crescimento inicial do pinhão manso,

O fornecimento de 70% da capacidade de campo é suficiente para esta fase de crescimento da espécie,

Quanto maior a porção de solo sem impedimento, maior será o crescimento da planta, em sua fase inicial de crescimento,

A densidade do solo até $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$, favoreceu o crescimento da planta de pinhão manso,

O crescimento da parte aérea das plantas foi prejudicado com a presença das camadas compactadas na profundidade de 0,05-0,1 m, assim como nos solos com densidade superior a $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$,

Deve existir aumento no fornecimento de água se a densidade do solo utilizado for inferior a $1,23 \text{ Mg m}^{-3}$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINTAYO, E. T. Characteristics and composition of *Parkia biglobbosa* and *Jatropha curcas* oils and cakes. **Bioresource Technology**, v. 92, p. 307-310, 2004.

BENGOUGH, A. G.; CROSER, C.; PRITCHARD, J. A. A biophysical analysis of root growth under mechanical stress. **Plant and soil**, 189: 155-164, 1997.

CARVALHO, R; GOEDERT , W. J. & ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39:1153-1155, 2004.

CARVALHO JUNIOR, A. C. de. **Efeito da adubação potássica em cultivares do arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro sob déficit hídrico, em solo sob cerrado**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987. 160 f.

COSTA, J. P. V. da. **Fluxo de difusivo de fósforo e de potássio em Latossolos**. Viçosa: UFV, 1998. 67 p.

CRUSCIOL, C. A. C. **Crescimento radicular, nutrição e produção de cultivares de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e de fósforo**. Tese (Livre docência) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001. 111 f.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ed. da EMBRAPA, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. 2010. **SISVAR** (Sistema para análise de variância para dados balanceados) versão 5.3. Lavras, DEX/UFLA.

FREIRE, C. S; MOURA, A. R; SOUZA, R. P; MACIEL, L. S; NOGUEIRA, R. J. M. C. Resposta à seca em mudas de pinhão manso na fase inicial de desenvolvimento. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 941-946.

FOLONI, J. S. S. **Crescimento radicular de soja (*Glycine max* (L) Merrill) e de cinco adubos verdes em função da compactação do solo**. Botucatu, Universidade do Estado de São Paulo, 1999. 73p. (Dissertação de Mestrado).

HAUSER, V. L. Water injection in grass seed furrows, **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 29, n. 5, p.1247-1253, 1986.

HOFFMANN, C.; JUNGK, A. Growth and phosphorus supply of sugar beet as affected by soil compaction and water tension. **Plant and Soil**, Dodrecht, v. 176, n. 1, p. 15-25, Sept. 1995.

KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um Latossolo Roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto.** Piracicaba: ESALQ, 1998. 179 p. Tese de Doutorado.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1962.

MARTINS, S. G; SILVA, M. L. N; CURI, M; FERREIRA, M. M. Avaliação dos atributos do solo em Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes povoamentos florestais. **Revista Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p.32-41, 2002.

NAPOLEÃO, B. A. Biodiesel: alternativa econômica, social e ambiental para o Brasil. **Informe Agropecuário**. Produção de oleaginosas para biodiesel. EPAMIG. Belo Horizonte, v.26, n.229, p.3, 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D. **Compactação do solo devido ao tráfego de carretas florestais com dois tipos de pneus inflados a duas pressões diferentes.** (Dissertação Mestrado), FAPESP, 1998.

OPENSHAW, K. **A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise.** Alternative Energy Development Inc., Silver Spring, MD, USA, Biomass and Bioenergy, v. 19, p. 1 - 15, 2000.

PEDROTTI, A; VAHL, L. C; PAULETTO, E. A. Absorção de nutrientes em diferentes níveis de compactação de um Planossolo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1994. p. 302-304.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 1996. 285p.

RIBEIRO, M. A. V. **Resposta da soja e do eucalipto a fósforo em solos de diferentes texturas, níveis de densidade e de umidade.** Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999. 71 p.

SALEME, W.J.L. Potencial do Pinhão Manso para o Programa Nacional de Biodiesel. Instituto Fênix de Pesquisa e Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2006. 11p. **In:** Potencial do Pinhão Manso para o Programa Nacional do Biodiesel. Fundação de Estudos e Pesquisas em Administração e Desenvolvimento - FEPAD. Disponível em: <http://www.fepad.org.br/NovoSite/%5Fdinamico/?link=seminario>. Acessado em 27 de janeiro de 2010.

SATURNINO, H. M; PACHECO, D. D; GONÇALVES, N. P.; LOPES, H. F. Caracterização físico-química de alguns solos cultivados com pinhão manso no estado de Minas Gerais. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BODIESEL, 2., 2005, Varginha. Resumos expandidos. Biodiesel: biocombustível ecológico. Lavras: UFLA, 2005a. 5p. CD-ROM.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v.26, p.44-78, 2005b.

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido a colheita de madeira**. 2000. 75 f. Tese (Livre docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2000.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular da soja em razão da sucessão de cultivo e da compactação do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37:855-860, 2002

SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. van. Soil compaction problems in world agriculture. In: (Ed.). **Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 1-21.

SOUSA, M. T. B. de. Análise da utilização do biodiesel como alternativa para o desenvolvimento sustentável. I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. **Anais...** Natal/RN, 2006.

STIRZAKER, R. J.; PASSIOURA, J. B. & WILMS, Y. Soil structure and plant growth: Impact of bulk density and bioporos. **Plant and Soil**, 185: 151-162, 1996.

SUBRAMANIAN, K. A.; SINGAL, S. K.; SAXENA, M., SINGHAL, S. Utilization of liquid biofuels in automotive diesel engines: an Indian perspective. **Biomass & Bioenergy**, v. 29, p. 65-72, 2005.

TAPANES, N.O.; ARANDA, D.A.G.; CARNEIRO, J.W. de M. **Transesterificação dos glicerídeos do óleo de *Jatropha curcas* L.:** estudo teórico. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/producao/Glice27.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2009

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, v.26, n.229, p.18-27, 2005.