UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (Jatropha curcas L.) SUBMETIDO A REGIMES HÍDRICOS EM DUAS CLASSES DE SOLOS

NERIANE DE SOUZA PADILHA

DOURADOS MATO GROSSO DO SUL 2011

CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (Jatropha curcas L.) SUBMETIDO A REGIMES HÍDRICOS EM DUAS CLASSES DE SOLOS

NERIANE DE SOUZA PADILHA Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. SILVIO BUENO PEREIRA Co-orientadores: Dr. CESAR JOSÉ DA SILVA Prof^a Dr^a SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON

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

DOURADOS MATO GROSSO DO SUL 2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.85098171 Padilha, Neriane de Souza

P123c

Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) submetido a regimes hídricos em duas classes de solos. / Neriane de Souza Padilha. – Dourados, MS: UFGD, 2011.

55f.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Bueno Pereira. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Pinhão-manso – Mato Grosso do Sul. 2. Planta oleaginosa – Cultivo. I. Título.

CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (Jatropha curcas L.) SUBMETIDO A REGIMES HÍDRICOS EM DUAS CLASSES DE SOLOS

por

Neriane de Souza Padilha

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

Aprovada em: 21 / 02 / 2011

Prof. Dr. Silvio Bueno Pereira Orientador – UFGD/FCA Dr. Cesar José da Silva Co-Orientador – Embrapa Agropecuária Oeste/CPAO

Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza Membro da Banca – UFGD/FCA Dr. Carlos Hissao Kurihara Membro da Banca - Embrapa Agropecuária Oeste/CPAO

A DEUS

A minha avó (in memorian) Floriza

> Aos meus pais, Onizete e Nelson

> > Ao meu irmão, Nerison

> > > **DEDICO**

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu guia em todos os caminhos, e em todos os momentos;

A minha avó Floriza (*in memorian*) pelo amor, incentivo e por acreditar no meu potencial em todos os momentos. Tenho certeza que sempre estará torcendo por mim e aplaudindo as minhas conquistas;

Aos meus pais Onizete e Nelson, pelo amor incondicional, pela dedicação, pelos ensinamentos e pelo apoio em todos os momentos da minha vida;

Ao meu irmão Nerison, pelo apoio, companhia, carinho e momentos de descontração.

Ao co-orientador Dr. Cesar José da Silva, pelo apoio, dedicação, incentivo, cobranças e exigências. Seu apoio e conhecimento foram fundamentais para a realização e concretização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Silvio Bueno Pereira, pela dedicação, compreensão, paciência, incentivo, amizade, por todos os seus atos como orientador.

A co-orientadora Prof^a Dr^a Silvana de Paula Quintão Scalon, pelo apoio, incentivos e ajuda quando precisávamos.

Aos membros da banca, Dr. Carlos Hissao Kurihara e Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, pelas correções e sugestões;

A CAPES pela bolsa concedida;

À Embrapa Agropecuária Oeste, por terem aberto suas portas, oferecendo apoio total para a realização do trabalho.

Aos meus amigos, Simone Priscila Bottega, Débora Menani Heid e João Alfredo da Silva Neto e aos funcionários da Embrapa Agropecuária Oeste, Gabriel José Carneiro e Marcos Fábio Lopes Mongeli pela ajuda no desenvolvimento do trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	PÁGINA
CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L.) SUBMETIDO A REGIMES HÍDRICOS EM DUAS CLASSES DE SOLOS	
RESUMO	V
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
CAPÍTULO I - CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (Jatropha curcas L.) SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO II - CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (Jatropha curcas L.) SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
CONCLUSÕES GERAIS	55

CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas* L.) SUBMETIDO A REGIMES HÍDRICOS EM DUAS CLASSES DE SOLOS

RESUMO

PADILHA, Neriane de Souza, M.Sc., Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro, 2011. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) submetido a regimes hídricos em duas classes de solos. Orientador: Prof. Dr. Silvio Bueno Pereira. Co-orientadores: Dr. Cesar José da Silva, Prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon.

O presente trabalho teve por objetivo analisar o efeito de diferentes regimes hídricos sobre o crescimento inicial do pinhão-manso. Foram desenvolvidos dois experimentos em casa de vegetação da Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados-MS, sendo o primeiro utilizando Latossolo Vermelho distrófico (LVd), e o segundo Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf). Em ambos os experimentos, os tratamentos corresponderam aos regimes hídricos estipulados em 20, 40, 60, 80 e 100% da capacidade de retenção de água no solo (CRAS). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (regimes hídricos) e cinco repetições. Cada unidade experimental correspondeu a uma planta cultivada em um vaso de polietileno contendo 5 dm³ de Latossolo Vermelho distrófico (LVd) ou Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf) coletados na Fazenda Jatiúca em Anastácio-MS e na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados-MS, respectivamente. Nos dois experimentos as avaliações de altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e teor de clorofila foram realizadas em seis épocas. Já a massa seca de folhas, pecíolos, caules e raízes foram determinados no término dos experimentos. No primeiro experimento, avaliou-se também a condutância estomática, transpiração e fotossíntese, que foram determinadas em duas épocas. E no término do segundo experimento foram avaliadas também a área foliar e o volume de raiz de todas as plantas. Os regimes hídricos de 60 e 80% da CRAS proporcionaram as melhores respostas para variáveis fisiológicas e de crescimento para a cultura do pinhão-manso em LVd. Os regimes hídricos superiores a 80% da CRAS proporcionaram as plantas de pinhão-manso maior crescimento em altura, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, clorofila e massas secas em LVdf.

Palavras-chave: biodiesel, oleaginosa, Latossolo Vermelho distrófico, Latossolo Vermelho distroférrico.

INITIAL GROWTH OF PHYSIC NUT (Jatropha curcas L.) SUBMITTED TO WATER REGIMES IN TWO SOILS CLASSES

ABSTRACT

The present work has as goal analyzing the effect of different water regimes on the initial growth of physic nut. Two experiments were conducted under greenhouse conditions of the Embrapa Western Agriculture, located in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil. At the first using dystrophic Red Latosol, and at the second dystroferric Red Latosol. In both experiments, the treatments corresponded to water regimes stipulated in 20, 40, 60, 80 e 100% of the soil water retention capacity. The experimental design adopted was completely randomized with five treatments (water regimes) and five replicates. Each replicate corresponded to one plant cultivated in polyethylene pots containing 5 dm³ of dystrophic Red Latosol or dystroferric Red Latosol, collected at the Jatiuca farm in Anastacio, MS, and at the experimental area of the Embrapa Western Agriculture, in Dourados, MS, respectively. At the two experiments the evaluations of plants height, stem diameter, number of leaves and chlorophyll content were performed in six dates. Already dry mass of the leaves, petioles, stems and roots were determined at the end of the experiments. At the first experiment, were also evaluated the stomatal conductance, transpiration and photosynthetic rate, who were determined in two dates. And at the end of second experiment were also evaluated the leaf area and the volume of root of all plants. The water regimes of 60 and 80% of the soil water retention capacity provide the best responses to the physiological variables and of growth to the culture of physic nut in dystrophic Red Latosol. The water regimes superiors the 80 % of the soil water retention capacity propiciated the plants of physic nut highest growth in height, stem diameter, number of leaves, leaf area, chlorophyll and dry masses in dystroferric Red Latosol.

Keywords: biodiesel, oilseeds, dystrophic Red Latosol, dystroferric Red Latosol.

INTRODUÇÃO GERAL

Com a crise do petróleo na década de 70, iniciou-se um processo de conscientização da sociedade mundial acerca dos problemas relacionados pela queima de combustíveis fósseis (NETO, 2007). Além disso, houve uma maior preocupação em atender à crescente demanda energética mundial, o que, consequentemente, levou ao crescimento da consciência ambiental devido às mudanças climáticas associadas à liberação de gases da queima de combustíveis fósseis. Todos esses fatores impulsionaram a busca por combustíveis de fontes renováveis, os quais voltaram a ser fortemente discutidos e pesquisados (PIMENTEL et al, 2006; LÔBO et al, 2009).

O uso de biocombustíveis, como lenha, carvão vegetal, bio-etanol, óleos vegetais apresentam-se hoje como fonte de energia alternativa (URQUIAGA et al., 2005). Entre os biocombustíveis, o biodiesel, é obtido a partir de óleos e gorduras de origem vegetal e animal, assumindo cada vez maior importância quando utilizado puro (B100) ou misturado ao diesel de petróleo, na geração de energia elétrica ou no transporte veicular (BARROS, 2006).

Em decorrência da crescente demanda por combustíveis de fontes renováveis e do potencial brasileiro em atender parte expressiva dessas necessidades, o Governo Federal lançou em 2004 o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Esse programa interministerial teve como objetivo a implantação, de forma sustentável, da cadeia de produção e uso do biodiesel, visando à geração de emprego e renda na agricultura familiar (RODRIGUES, 2006; PUERTO RICO, 2007).

Em 2005, com a publicação da Lei Federal n°11.097 foi autorizada a adição de 2% (em volume) de biodiesel ao diesel mineral, mistura conhecida como B2, que passou a ser obrigatória em 2008. Em janeiro de 2010, essa obrigatoriedade passou para 5% (B5). A lei prevê ainda o uso de misturas com teores mais elevados de biodiesel e até mesmo o biodiesel puro (B100) mediante autorização Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (GOES et al., 2010).

Com a iniciativa do PNPB e o surgimento de grande demanda por óleos vegetais, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) tem sido cultivado e pesquisado para tal finalidade. Esta oleaginosa é considerada uma cultura potencial para atender a este programa, pois além de possuir potencial de rendimento de grãos e óleo, permite o cultivo em consórcio com outras culturas de interesse econômico e alimentar (NERY et

al., 2009). No entanto, os plantios comerciais de pinhão-manso no Brasil ainda estão em fase inicial de implantação e domesticação. Espera-se que a cultura deixe de ser um potencial e passe a ser efetivamente uma matéria-prima para o mercado de biodiesel (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010).

O pinhão-manso, pertencente à família Euphorbiaceae, é uma planta nativa das Américas, e apresenta-se disseminada nas regiões tropicais e subtropicais do globo e amplamente distribuído na Ásia, África e Índia. É uma planta perene, um arbusto grande, de crescimento rápido alcançando uma altura de três a cinco metros, mas pode atingir uma altura de 8 metros em condições favoráveis (DIVAKARA et al., 2010). As folhas são decíduas e a primeira inflorescência é cimeira; a planta apresenta abscisão foliar na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (SATURNINO et al., 2005). Os frutos maduros apresentam o epicarpo com coloração externa marromescura e os frutos secos apresentam o epicarpo de coloração preta (NUNES et al., 2008).

Por ser exigente em insolação, e aparentemente tolerante à seca, o pinhãomanso está sendo apontado como uma opção agrícola para o semi-árido nordestino (ARRUDA et al., 2004).

A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estádio de desenvolvimento da planta. Segundo Levitt (1980) no entendimento das respostas das plantas ao déficit hídrico é de fundamental importância se quantificar a capacidade de armazenamento de água no solo e analisar a influência dos mecanismos de adaptação das plantas à redução da disponibilidade de água no solo pois, de acordo com Kiehl (1979), a quantidade de água armazenada no solo disponível às plantas varia com a textura e as características físicas do solo, levando a planta a apresentar diferentes respostas em seus mecanismos de resistência morfofisiológicos.

Solos argilosos com textura mais fina retêm água em maior quantidade que os solos de textura arenosa, devido à maior área superficial e a poros menores entre partículas (TAIZ e ZEIGER, 1991). A medida em que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas (BERGAMASCHI, 1992). De acordo com Ludlow e Muchow (1990) a redução no conteúdo de água no solo causa significativa variação na distribuição e desenvolvimento radicular, podendo mudar o período de disponibilidade e a quantidade de água disponível para as plantas. Desta forma, nem toda a água que o solo armazena é disponível às plantas (CARLESSO, 1995).

Alguns trabalhos já estão sendo realizados visando avaliar as exigências hídricas do pinhão-manso em Mato Grosso do Sul. Avaliações realizadas pela Embrapa Agropecuária Oeste, em dois anos com características distintas de disponibilidade hídrica, permitiram verificar que a planta de pinhão-manso mostra-se tolerante a períodos prolongados de escassez hídrica, quando apresenta taxa de crescimento proporcionalmente menos intenso em relação a épocas com maior precipitação pluviométrica (KURIHARA et al., 2010a). Contudo, quando a disponibilidade hídrica é favorável, a planta apresenta considerável incremento no diâmetro de caule e na ramificação, sendo que no período de outono-inverno, há senescência e abscisão de parte das folhas, mesmo em condições de maior precipitação pluviométrica (KURIHARA et al., 2010b).

Drumond et al. (2008) verificaram que plantas de pinhão-manso com 12 meses de idade, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plíntico em Petrolina-PE, apresentaram altura média de 1,6 m sem irrigação e 2,2 m com irrigação por gotejamento com lâmina de 26 mm, com eficiência de 60%, aplicadas semanalmente durante oito meses, totalizando 832 mm aproximadamente. Confirmando que, apesar de ser relativamente tolerante à seca, a água é um fator limitante para o crescimento e desenvolvimento do pinhão-manso.

Desenvolvendo dois experimentos com pinhão, sendo um em região semiúmida e outro em região semi-árida no estado de Alagoas, Santos (2008) observou que a planta apresentou melhor desempenho na capacidade fotossintética na região de semiúmida, devido a menores quedas na taxa de fotossíntese, condutância estomática e transpiração. Segundo este autor, o maior déficit de pressão de vapor do ar é o principal fator responsável pelo fechamento estomático no pinhão-manso, o que contribuiu para a redução nos valores da taxa fotossintética líquida.

A taxa fotossintética líquida resulta da troca de CO₂ entre a folha e o ar atmosférico, pois quando a planta realiza fotossíntese absorve CO₂ e, pelo processo respiratório libera CO₂. Sob condições naturais, essa relação de troca, assim como a temperatura e o déficit de pressão de vapor são os responsáveis pelo estabelecimento da fotossíntese, muito embora a indução por outros fatores possa alterar essas funções nas plantas (PRIOR et al., 1997).

Além da fotossíntese, outro fator que pode ser influenciado pelo déficit hídrico no solo é a transpiração, que é proporcional ao déficit de pressão de vapor de água na atmosfera. O controle da transpiração é feito pelo fechamento estomático, que é

o único processo no continuum solo-planta-atmosfera que possui essa resposta instantânea (PIMENTEL, 1998). Cabe ressaltar que a transpiração é o principal mecanismo envolvido na regulação da temperatura foliar e que menores aberturas estomáticas levam a redução da transpiração e aumento da temperatura do tecido foliar (MACHADO et al., 2005).

Em se tratando de uma espécie agrícola, deve-se lembrar que o comportamento vegetativo das plantas cultivadas é altamente dependente de fatores climáticos, como temperatura, pluviosidade, umidade do solo e radiação solar (LARCHER, 2004). A interação existente entre a fotossíntese, crescimento e desenvolvimento das plantas e as variações climáticas sazonais numa determinada região tornam a produtividade das culturas altamente dependentes dessas variações (LEMOS-FILHO, 2000). Entre os eventos fisiológicos mais afetados pelas condições ambientais está a fotossíntese (DENG et al., 2003), a qual tem recebido especial atenção nos estudos que visam à seleção de espécies e/ou variedades adaptadas ao ambientes adversos, por ser a principal fonte de carbono orgânico e de energia para o crescimento e produção de biomassa das plantas.

A condutância estomática é um dos principais fatores que regulam o processo fotossintético nas plantas (PIMENTEL, 2004), que ao absorverem CO₂, inevitavelmente perdem água pelas folhas. Essa perda de água ocorre principalmente através dos estômatos, que apresentam mecanismos para controlar o seu grau de abertura. Esse controle é atribuído à condutância estomática foliar, que é frequentemente utilizada como indicador da deficiência hídrica (MCDERMIT, 1990). Os estômatos ocupam um papel central nas trocas gasosas, funcionando como o controle a curto prazo da perda de água por transpiração e da assimilação do CO2 pelas plantas (JONES, 1998). O decréscimo na disponibilidade de água no solo causa queda no potencial da água nas folhas das plantas, induzindo a perda de turgidez e a redução da condutância estomática (BERGAMASCHI et al., 1991).

Moura (2010) trabalhando com pinhão-manso sob déficit hídrico em Neossolo Regolítico, relatou que essa espécie não necessita de muita água para seu estabelecimento, porém um estresse mais severo retarda o seu desenvolvimento. Quando submetidas à estresse mais severo, sem paralisação de seu crescimento, verificou-se que as plantas apresentaram uma menor altura, número de folhas, diâmetro do caule e matéria seca, em relação ao tratamento sem déficit hídrico.

Por ser uma espécie não melhorada, ainda existem poucas informações agronômicas a seu respeito, principalmente em relação ao manejo de irrigação na fase inicial da cultura.

Diante exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de analisar diferentes regimes hídricos no crescimento inicial do pinhão-manso.

A dissertação é formada por dois capítulos, o primeiro para avaliar os parâmetros fisiológicos do pinhão-manso submetido a diferentes regimes hídricos em Latossolo Vermelho distrófico, e o segundo para avaliar o crescimento inicial do pinhão-manso submetido a diferentes regimes hídricos em Latossolo Vermelho distroférrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A.L.; SILVA, F.F.S.; RIEBEIRO-REIS, R.C.; EVANGELISTA, M.R.V.; CASTRO, R.D.; DANTAS, B.F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.
- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.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**, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- BARROS, A.R. Estudo Biodiesel. Relatório setorial integrante do Projeto "Economia de Pernambuco". Secretaria de Planejamento, 2006. Disponível em: http://www.datametrica.com.br/. Acesso em: 18 nov. 2010.
- BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre: UFRGS, Ed. Universidade, 1992. p. 25-32
- BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; ANGELOCCI, L.R. Efeito de variáveis micrometeorológicas e disponibilidade hídrica no solo sobre resistência estomática à difusão gasosa em feijoeiro. **Turrialba**, v. 41, n. 4, p. 445-451, 1991.
- CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extríavel e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 183-188, 1995.
- DENG, X.; HU, Z.; WANG, H.; WEN, X.; KUANG, T. A comparison of photosynthetic apparatus of the detached leaves of the resurrection plant *Boea hygrometrica* with its non-tolerant relative *Chirita hererotrichia* in response to dehydration and rehydration. **Plant Science**, v. 165, p. 851-861, 2003.
- DIVAKARA, B.N.; UPADHYAYA, H.D.; WANI, S.P.; GOWDA, C.L. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: A review. **Applied Energy**, v. 87, n. 3, p. 732-742, 2010.
- DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B. dos.; MORGADO, L.B.; PAIVA, L. E. Comportamento do pinhão-manso no semi-árido brasileiro, resultado do 1º ano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROENERGIA, 2008, Botucatu. **Anais eletrônicos...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2008. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA200909/39519/1/OPB1998.pdf>, Acesso em: 30 nov. 2010.
- GOES, T.; ARAÚJO, M.; MARRA, R. **Biodiesel e sua sustentabilidade**, 2010. Disponívelem:http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2010/Trabalho_biodiesel_11_de janeiro de 2010 versao final.pdf Acesso em: 18 jan. 2011.
- JONES, H.G. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. **Journal of Experimental Botany**, v. 49, p. 387-398, 1998.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relação solo planta.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KURIHARA, C.H.; TROPALDI, L.; FREITAS, L.A.; PELLIN, D.M.P. Crescimento de pinhão-manso em Dourados, MS, sobre Latossolo Vermelho distroférrico típico. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 4., 2010, CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 7., 2010, Belo Horizonte. **Anais...**, 2010. 1 CD-ROM.

KURIHARA, C.H.; TROPALDI, L.; FREITAS, L.A.; PELLIN, D.M.P. Número de ramos e acúmulo de massa seca de parte aérea em plantas de pinhão-manso em Dourados, MS. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 4., CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 7., 2010, Belo Horizonte. **Anais...**, 2010. 1 CD-ROM.

LARCHER, W. Ecofiosiologia Vegetal. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LEMOS-FILHO, J.R. Fotoinibição em três espécies do cerrado (*Annona crassifolia, Eugenia dysenterica* e *Campomanesia adamantium*) na estação seca e na chuvosa. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 45-50, 2000.

LEVITT, J. **Response of plants to enviropmental stress**. II: Water radiation, salt and other stress. New York: Academic Press, 1980. 606 p.

LÔBO, I.P.; FERREIRA, S.L.C. Biodiesel: Parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1596-1608, 2009.

LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. **Advance in Agronomy**, v. 43, p. 107-153, 1990.

MACHADO, E.C.; SCHMIDT, P.T.; MEDINA, C.L.; RIBEIRO, R.V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

MC DERMIT, D.K. Sources of error in the estimation of stomatal conductance and transpiration from porometer data. **HortScience**, v. 25, n. 12, p. 1538-48, 1990.

MOURA, A.R. **Aspectos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos do pinhão-manso** (*Jatropha curcas* **L.**) **submetido ao déficit hídrico**. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

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

NETO, M. **Histórico biodisel**, 2007. Disponível em: http://doi.org/10.1001/journal.com. Acesso: 18 nov. 2010.

NUNES, C.F.; PASQUAL, M.; SANTOS, D.N.; CUSTÓDIO, T.N.; ARAUJO, A.G. Diferentes suplementos no cultivo in vitro de embriões de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 9-14, 2008.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Rio de Janeiro: Edur, 2004. 191 p.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Seropédica- RJ: Edur, 1998. 150 p.

PIMENTEL, M.F.; RIBEIRO, G.M.G.S.; CRUZ, R.S.; STRAGEVITCH, L.; PACHECO FILHO, J.G.A.; TEIXEIRA, L.S.G. Determination of biodiesel content when blended with mineral diesel fuel using infrared spectroscopy and multivariate calibration. **Microchemical Journal**, v. 82, p. 201-206, 2006.

PRIOR, L.D.; EAMUS, D.; DUFF, G.A. Seasonal and Diurnal Patterns of Carbon Assimilation, Stomatal Conductance and Leaf Water Potential in *Eucalyptus tetrodonta* Saplings in a Wet–Dry Savanna in Northern Australia. **Australian Journal of Botany**, v. 45, p. 241–258, 1997.

PUERTO RICO, J.A. **Programa de Biocombustíveis no Brasil e na Colômbia. Uma análise da implantação, resultados e perspectivas**. 2007. 205 f. Dissertação (Mestrado em Energia) — Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

RODRIGUES, R. A. Biodiesel no Brasil: diversificação energética e inclusão social com sustentabilidade. In: FERREIRA, J. R.; CRISTO, C. M. P. N. O futuro da indústria: biodiesel (coletânea de artigos). Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006. p. 15-25.

SANTOS, C.M. Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas. 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL.

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

TAIZ, L.; ZEIGER. **Plant Physiology**. California: Benjamim/ Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, 1991. 559 p

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BOODEY, R. M. Produção de biocombustíveis, a questão do balanço energético. **Revista de Política Agrícola**, v. 14, n. 5, p. 42-46, 2005.

CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (Jatropha curcas L.) SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

RESUMO

No período de abril a junho de 2009, desenvolveu-se um experimento na casa de vegetação da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS, com o objetivo de avaliar diferentes regimes hídricos no crescimento e algumas variáveis fisiológicas de pinhão-manso. Os tratamentos corresponderam aos regimes hídricos, estipulados em 20, 40, 60, 80 e 100% da capacidade de retenção de água no solo (CRAS). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (regimes hídricos) e cinco repetições. Cada unidade experimental correspondeu a uma planta cultivada em um vaso de polietileno contendo 5 dm³ de Latossolo Vermelho distrófico (LVd) coletado na Fazenda Jatiúca, em Anastácio-MS. As avaliações de altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e teor de clorofila foram realizadas em seis épocas. Já variáveis como condutância estomática, transpiração e fotossíntese foram determinadas em duas épocas. No término do experimento avaliou-se a área foliar, massa seca de folhas, pecíolos, caules e raízes de todas as plantas de pinhão-manso. Os regimes hídricos de 60 e 80% da CRAS proporcionaram as melhores respostas para as variáveis fisiológicas e de crescimento para a cultura do pinhão-manso. Os tratamentos abaixo de 60% da CRAS e superiores a 80% da CRAS induziram sinais de estresse hídrico.

Palavras-chave: oleaginosa, capacidade de retenção de água no solo, taxa fotossintética.

INITIAL GROWTH OF PHYSIC NUT (Jatropha curcas L.) SUBMITTED TO DIFFERENT WATER REGIMES IN DYSTROPHIC RED LATOSOL

ABSTRACT

In the period from April through June 2009, an experiment was carried under greenhouse conditions of the Embrapa Western Agriculture, located in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, with the objective of evaluate different water regimes on growth and some physiological variables of physic nut. Treatments corresponded to water regimes, stipulated in 20, 40, 60, 80 e 100% of the soil water retention capacity. The experimental design adopted was completely randomized with five treatments (water regimes) and five replicates. Each replicate corresponded to one plant cultivated in polyethylene pots containing 5 dm³ of Dystrophic Red Latosol, collected at the Jatiuca farm in Anastacio, MS. The evaluations of plants height, stem diameter, number of leaves and chlorophyll content were performed in six dates. Already variables as stomatal conductance, transpiration and photosynthesis were determined in two dates. At the end of experiment were evaluated the leaf area, dry mass of the leaves, petioles, stems and roots of all plants of physic nut. The water regimes of 60% and 80 % of the soil water retention capacity propiciated the best responses to the physiological variables and of growth to the culture of physic nut. Treatments below of 60% and superiors the 80% of the soil water retention capacity caused signs of water stress.

Keywords: oilseeds, soil water retention capacity, photosynthetic rate.

INTRODUÇÃO

Sendo uma cultura existente de forma espontânea em áreas de solos pouco férteis e de clima desfavorável à maioria das culturas alimentares tradicionais, o pinhãomanso, pode ser considerado uma das mais promissoras oleaginosas do Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, para substituir o diesel de petróleo. Por ser uma espécie nativa e resistente à seca, o pinhão-manso é considerado uma opção agrícola para o Nordeste brasileiro (ARRUDA et al, 2004),

A textura e a estrutura do solo, que definem a área superficial e a arquitetura do sistema poroso são os principais fatores físicos associados ao armazenamento e disponibilidade da água nos solos, assim como, com a habilidade dos solos de deixar passar água na sua matriz para camadas profundas do perfil do solo e da camada terrestre (REINERT e REICHER, 2006).

O movimento da água do solo para a atmosfera através da planta depende das características físicas do solo. Em um extremo, encontram-se os solos arenosos, que possuem menor área superficial e apresentam grandes espaços porosos ou canais entre as partículas; em outro extremo, solos argilosos, com partículas e poros menores, que dificultam a drenagem e retêm a água mais firmemente. Essas características interferem na capacidade de retenção da água no solo e, assim, com exceção aos solos do cerrado, a capacidade de retenção de água é maior em solos de textura argilosa e com alto teor de matéria orgânica e menor em solos de textura arenosa (KIEHL, 1979; TAIZ e ZEIGER, 1991).

O déficit hídrico é uma situação comum à produção de muitas culturas, podendo apresentar um impacto negativo substancial no crescimento e desenvolvimento das plantas, assim, existe um conflito entre a conservação da água pela planta e a taxa de assimilação de CO₂ para produção de carboidratos. A necessidade em se resolver este conflito leva a planta a desenvolver mecanismos morfofisiológicos, que as conduzem a economizar água para uso em períodos posteriores, levando as plantas a tentarem atingir a produção de sementes. O déficit hídrico induz mudanças na partição dos carboidratos no interior da planta, condicionando-as a desenvolverem mecanismos de adaptação e resistência (SANTOS e CARLESSO, 1998).

A condutância foliar é o indicador fisiológico que melhor se correlaciona com a fotossíntese em diferentes condições de disponibilidade hídrica (PEREIRA et al.,

2003). O decréscimo na disponibilidade de água no solo causa queda no potencial da água nas folhas das plantas, ocorrendo perda de turgidez e a redução da condutância estomática (BERGAMASCHI et al., 1991.). Na maioria das vezes, os estômatos fecham em resposta ao estresse hídrico antes mesmo de qualquer mudança no potencial hídrico ou no conteúdo de água das folhas (SOCIAS et al., 1997).

No Brasil, sob condições de sequeiro, a planta do pinhão-manso cresce em regiões com precipitações pluviométricas variando de 480 a 2.380 mm anuais e temperaturas médias anuais entre 18°C e 28,5°C (SATURNINO et al., 2005). No entanto, ela cresce melhor com chuvas anuais acima de 600 mm, sendo tolerante a longos períodos de estiagem (SEVERINO et al., 2006).

Luís (2009) em experimento de estresse hídrico em pinhão-manso, na cidade de Rio Largo-AL, relatou que o déficit hídrico induziu uma redução da taxa fotossintética da planta, devido à diminuição da condutância estomática.

No entanto, Freire et al. (2010), trabalhando com pinhão-manso durante quatro meses em Neossolo Regolítico, verificaram que a planta mesmo quando cultivada a 50% da CRAS, não reduziu drasticamente seu crescimento, evidenciando que a referida espécie pode ser capaz de suportar curtos períodos de seca na fase de muda.

Objetivou-se neste trabalho avaliar diferentes regimes hídricos no crescimento e em alguns parâmetros fisiológicos do pinhão-manso cultivado em Latossolo Vermelho distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de abril a junho de 2009, realizou-se um experimento em casa de vegetação da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS.

O solo utilizado, classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) e coletado no município de Anastácio – MS, na Fazenda Jatiúca, na camada de 0 a 15 cm de profundidade, foi seco ao ar livre e tamisado em peneira de 4 mm (5 mesch). Uma sub-amostra foi submetida à moagem em moinho tipo Willey seguido de tamisagem em peneira de 2 mm (10 mesh), para a caracterização química (Quadro 1) e física (Quadro 2) no laboratório de Fertilidade e Física do solo da Embrapa Agropecuária Oeste, seguindo metodologia descrita por Embrapa (1997). Foram efetuadas determinação de: pH em água, por potencialidade; acidez potencial, alumínio e matéria orgânica, por titulometria; fósforo, por espectrometria de emissão de absorção molecular; potássio, por espectrofotometria de emissão de chama; e cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, por espectrofotometria de absorção atômica. A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, descrito por Kiehl (1979) e Embrapa (1997). A capacidade de retenção de água do solo (CRAS) foi determinada pelo método gravimétrico direto, utilizando-se 6,5 kg de solo por vaso, em quatro repetições. Nestes vasos adicionou-se água até ficar saturado, após o escorrimento do excesso sobrou apenas à água retida (solo úmido), e determinou-se a capacidade de retenção de água do solo pela diferença entre as massas do solo úmido e do solo seco.

QUADRO 1. Caracterização química¹ do solo utilizado no experimento, antes da antes da semeadura do pinhão-manso

Solo ²	pH H ₂ O	Al	Ca	Mg	K	CTC	P	V	M.O.	Cu	Fe	Mn	Zn
'				cmol _c	dm ⁻³		mg dm ⁻³	%	g kg ⁻¹		mg dı	m ⁻³ ·	
LVd	5,5	0,1	2,0	1,2	0,42	7,9		46	13,3	0,8	37,7	42,3	2,9

 $^{^{1}}$ Al $^{3+}$, Ca $^{2+}$ e Mg $^{2+}$ extraídos por KCl 1 mol L $^{-1}$; P, K, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos por HCl 0,05 mol L $^{-1}$ + 1 L $_{2}$ SO $_{4}$ 0,0125 mol L $^{-1}$ e carbono orgânico por oxidação com dicromato de potássio.

QUADRO 2. Caracterização física do solo utilizado no experimento

Areia Total	Silte	Argila	Densidade
	g kg ⁻¹		g cm ⁻³
	g Kg		g cm
745	92	163	1,32

²Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd), coletado em Anastácio, MS.

Posteriormente foi aplicada a mistura de corretivos (CaCO₃ e MgCO₃, em relação molar 4:1), visando a elevação da saturação por bases de 46% para 65%. A adubação básica constituiu de 50; 300 e 30 mg kg⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O (utilizando-se respectivamente, sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio como fonte) e 0,8; 0,08; 0,30; 0,20; 0,01 e 0,90 mg kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, respectivamente (usando-se ácido bórico, sulfato de cobre, sulfato ferroso, sulfato de manganês, ácido molibdico e sulfato de zinco). Os macro e micronutrientes foram misturados ao solo por meio de betoneira.

Após a adição dos corretivos de acidez e fertilizantes no solo, o solo contido nos vasos foi mantido em incubação por um período de 15 dias. Durante este período todos os vasos foram mantidos a 80% da capacidade de retenção de água do solo (CRAS).

Os tratamentos corresponderam aos regimes hídricos de 20, 40, 60, 80 e 100% da CRAS. Em seguida ao ajuste da umidade do solo de acordo com cada tratamento (Quadro 3), realizou-se a semeadura de 4 sementes escarificadas (escarificação mecânica) por vaso, tendo sido feito o desbaste 10 dias após a semeadura (DAS), deixando-se uma planta por vaso.

QUADRO 3. Regimes hídricos e umidade do solo correspondente a cada tratamento

Regimes hídricos	Umidade (%)		
20% CRAS	5,62		
40% CRAS	11,24		
60% CRAS	18,87		
80% CRAS	22,50		
100% CRAS	28,11		

CRAS – Capacidade de retenção de água no solo

Fez-se adubação de cobertura aos 15 DAE, com aplicação de 50 e 30 mg kg⁻¹ de N e K (utilizando-se respectivamente, sulfato de amônio e cloreto de potássio como fonte). Os nutrientes foram misturados à água de irrigação.

Até 8 DAE, os vasos foram pesados a cada dois dias e o volume de água evapotranspirado reposto de acordo com cada um dos regimes hídricos. Dos 9 aos 42 DAE, todos os vasos foram pesados diariamente. Semanalmente foram realizados rodízio dos vasos na bancada.

Durante a condução do experimento, foi monitorada a temperatura (Figura 1) e umidade relativa (Figura 2) do ambiente.

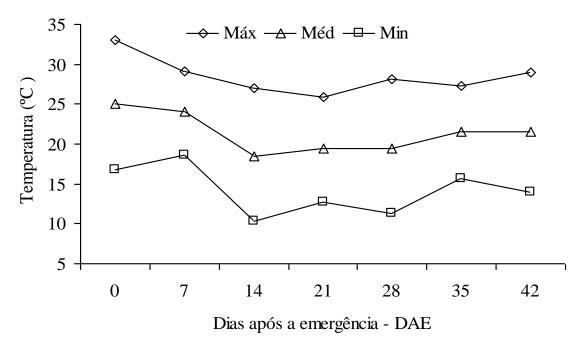


FIGURA 1. Médias de temperaturas máximas, médias e mínimas semanais durante os 42 dias após a emergência de pinhão-manso.

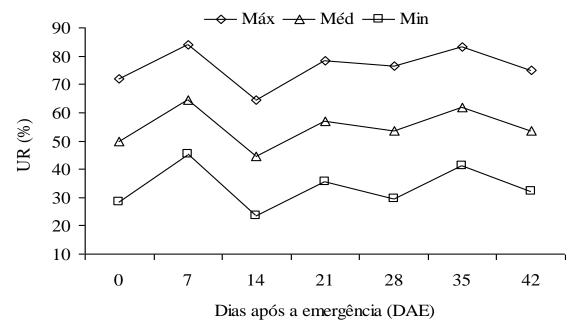


FIGURA 2. Médias de umidades relativas máximas, médias e mínimas semanais durante os 42 dias após a emergência de pinhão-manso.

As avaliações das variáveis altura de plantas (usando-se uma trena) e diâmetro de caule (medidos com auxilio de paquímetro), número de folhas, teor de clorofila (obtido pelo medidor portátil SPAD-502) foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35

e 42 DAE. Já a condutância estomática, transpiração e taxa fotossintética (medidos pelo aparelho LCi Analyser Serial Nº 32057) foram realizadas aos 14 e 28 DAE.

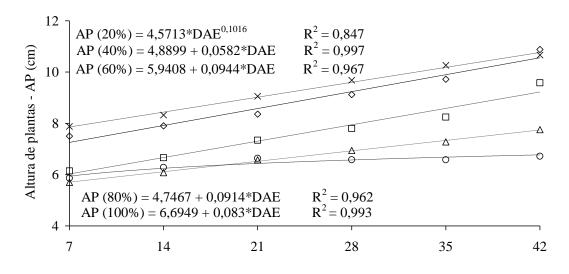
Aos 42 DAE foram coletadas as 5 plantas de cada tratamento para avaliação da área foliar (utilizando-se o integrador eletrônico LI 3000), posteriormente as folhas, pecíolos, caules e raízes de cada tratamento foram colocados em estufa de circulação forçada a 65°C até peso constante para a determinação da massa seca.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (regimes hídricos) e cinco repetições. As avaliações de altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e teor de clorofila foram realizadas em seis épocas. Já variáveis como condutância estomática, transpiração e fotossíntese foram determinadas em duas épocas.

As variáveis taxa fotossintética, transpiração e condutância estomática foram submetidos à análise de variância, e a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa computacional Saeg (2007). Os efeitos de regimes hídricos foram avaliados por meio de ajuste de modelo de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a altura variou de 5,70 a 10,88 cm. No tratamento hídrico de 20% da CRAS houve um crescimento limitado das plantas, enquanto os tratamentos hídricos de 40, 60, 80 e 100% de CRAS apresentaram crescimento linear ao longo das avaliações. Os tratamentos de 60 e 100% da CRAS apresentaram os maiores valores para a variável altura de plantas. As plantas submetidas ao regime hídrico de 40% da CRAS, toleraram a baixa quantidade de água disponível, mas tiveram baixa taxa de crescimento (Figura 3).



Dias após a emergência - DAE

○ 20% △ 40% ◇ 60% □ 80% × 100%

FIGURA 3. Altura de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

A altura das plantas aos 42 DAE apresentou uma resposta exponencial, sendo em função do regime hídrico, que quanto maior a disponibilidade hídrica, maior foi o crescimento da planta. Nos tratamentos de 20, 40, 60, 80 e 100% da CRAS, as plantas estavam, respectivamente, com uma altura de 6,74; 8,29; 9,35; 10,19 e 10,90 cm, o que permite destacar um crescimento 61,7% superior no tratamento com máxima disponibilidade hídrica em relação ao de 20% da CRAS (Figura 4).

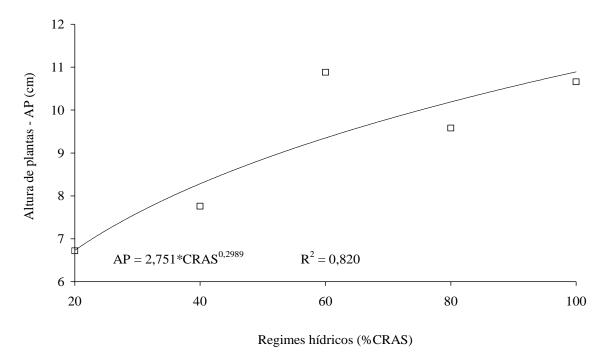


FIGURA 4. Altura de plantas de pinhão-manso aos 42 dias após a emergência (DAE) submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Veras et al. (2010) trabalhando com pinhão-manso a diferentes reposições de evaporação do tanque Classe A (ECA), observaram que a altura atingida pelas plantas aos 210 dias após o transplantio, no tratamento de menor nível de evapotranspiração (0,25 da ECA) foi inferior (16,63 cm) ao verificado no tratamento de maior (1,25 da ETA) nível de reposição da evapotranspiração (19,45 cm), indicando que o pinhão-manso tende a diminuir seu crescimento em situações de déficit hídrico.

Figuerôa et al. (2004) avaliando a altura de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), sob diferentes regimes hídricos 75%, 50% e 25% da CRAS, também constaram que a altura média das plantas aos 30 dias sob os regimes hídricos de 50 e 75% CRAS foram significativamente maiores que no regime de 25% da CRAS. Aos 60 dias, os três regimes hídricos diferiram significativamente entre si, sendo o de 75% da CRAS foi superior aos demais tratamentos.

Comportamento semelhante foi observado para *Azadirachta indica* A. Juss. (nim-indiano), onde plantas submetidas aos tratamentos controle (100% da CRAS) e 80% da CRAS apresentaram maiores valores de altura em relação aos outros tratamentos já a partir do 28° dia após a diferenciação dos tratamentos. Comparados ao controle, ocorreram reduções na altura de 27,2%, 39,9% e 57,6% nas plantas submetidas, respectivamente, a 60, 40 e 20% da CRAS (MARTINS et al., 2010).

A variável diâmetro de caule apresentou um crescimento linear em função do tempo de avaliação, à exceção no tratamento de 20% da CRAS, onde ajustou-se uma função exponencial para essa variável. Os regimes hídricos de 60 e 80% da CRAS proporcionaram os maiores diâmetros, ao passo que os tratamentos de 40 e 100% resultaram valores intermediários e 20% da CRAS o menor diâmetro (Figura 5).

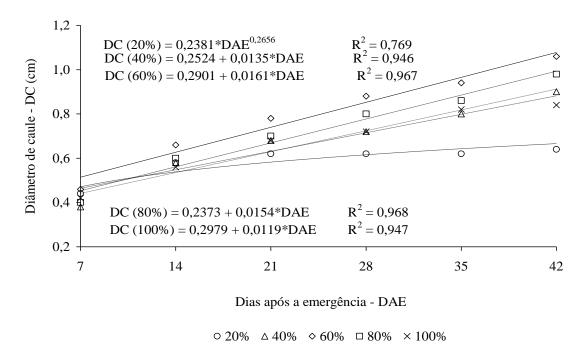


FIGURA 5. Diâmetro de caule de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Em condições de baixa umidade do solo ocorreu uma diminuição no ritmo de crescimento de plantas de pinhão-manso em altura e diâmetro de caule, em relação aos outros tratamentos hídricos (Figuras 3 e 5). De acordo com Tognon, 2010, a redução do crescimento é um dos principais sintomas de déficit hídrico, estando a água, diretamente ligada à expansão e elongação celular, fazendo com que a sua restrição ocasione uma paralisação nesses processos fisiológicos da planta uma vez que as células só crescem quando estão túrgidas.

Aos 42 DAE, o diâmetro de caule apresentou uma resposta quadrática ao regime hídrico, onde seu ponto máximo foi obtido com 61,75% da CRAS com diâmetro de 0,98 cm. Posteriormente passou a decrescer com o aumento da disponibilidade

hídrica. As plantas apresentaram diâmetro de caule de 0,63; 0,89; 0,98; 0,92 e 0,69 cm, respectivamente, nos tratamentos de 20, 40, 60, 80 e 100% da CRAS (Figura 6).

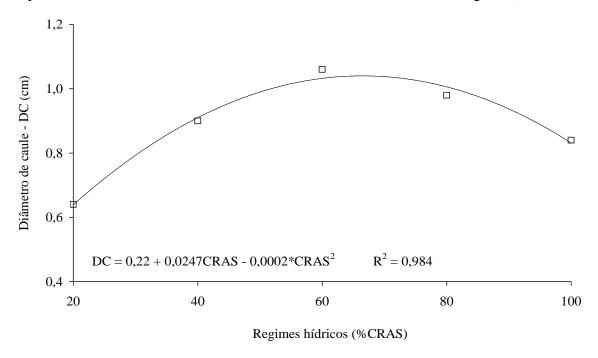


FIGURA 6. Diâmetro de caule de pinhão-manso aos 42 dias após a emergência (DAE) submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Martins et al. (2010) relataram que em plantas de nim-indiano, ao final do experimento, as plantas do tratamento-controle (100% da CRAS) e com 80% da CRAS foram as que apresentaram valores mais elevados do diâmetro do caule, seguidos pelas plantas dos tratamentos 60 e 40% da CRAS, com valores intermediários e, por último o tratamento com 20% da CRAS.

Com a umidade mantida em 20% da CRAS, ocorreu uma diminuição do ritmo de crescimento em altura e diâmetro de caule, em relação aos outros tratamentos. De acordo com Oliva et al. (1989), plantas com déficit hídrico reduzem a expansão celular e a formação da parede celular e, indiretamente, reduzem a disponibilidade de carboidratos ou influenciam na produção de reguladores de crescimento.

O número de folhas por planta de pinhão-manso aumentou linearmente em função do tempo de avaliação, nos regimes hídricos de 40, 60, 80 e 100% da CRAS. Por outro lado, o regime de 20% da CRAS apresentou um ajuste quadrático, aumentando o número de folhas dos 7 aos 21 DAE, e posteriormente diminuiu até os 42 DAE em função da senescência das folhas, causada pelo déficit hídrico (Figura 7).

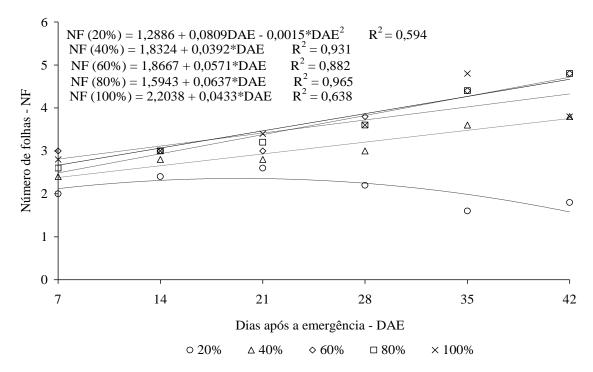


FIGURA 7. Número de folhas de pinhão-manso submetidos a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

De acordo com Smit e Singels (2006), o menor número de folhas no tratamento 20% da CRAS é decorrente da intensidade do estresse hídrico, que causa acentuada senescência foliar e restrição ao surgimento de novas folhas. Segundo Inman-Bamber et al. (2008), essa redução do número de folhas é uma estratégia para diminuir a superfície transpirante e o gasto metabólico para a manutenção dos tecidos.

A variável número de folhas aos 42 DAE foi ajustada a uma função quadrática em relação ao regime hídrico, onde o ponto máximo foi a 67% da CRAS, contendo 4,7 folhas, e depois passou a decrescer. Esse decréscimo pode ser devido ao estresse causado por excesso de água, que causa senescência nas folhas (Figura 8).

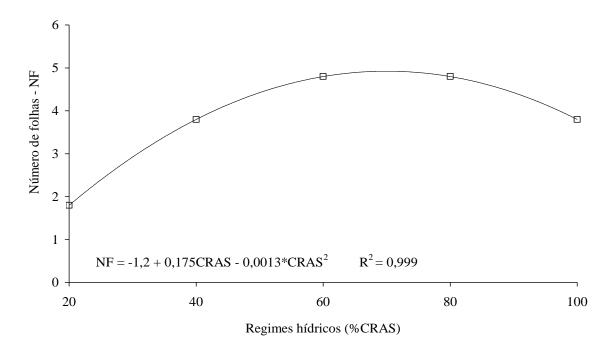


FIGURA 8. Número de folhas de pinhão-manso aos 42 dias após a emergência (DAE) submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Na Figura 8, os tratamentos de 20, 40, 60, 80 e 100% da CRAS apresentaram uma redução do número de folhas de 163,5; 26,1; 1,52; 4,7 e 42,1%; respectivamente, quando comparados ao tratamento de 67% da CRAS.

Martins et al. (2010) trabalhando com nim-indiano, relataram que plantas submetidas a 20% da CRAS apresentaram menor número de folhas comparado aos demais tratamentos hídricos (40, 60, 80% e 100% da CRAS), com redução de 36,9% em relação ao tratamento controle (100% da CRAS).

A variável área foliar aos 42 DAE foi ajustada uma função quadrática em relação ao regime hídrico, com ponto máximo de 69% da CRAS, com área foliar a 594 cm² (Figura 9).

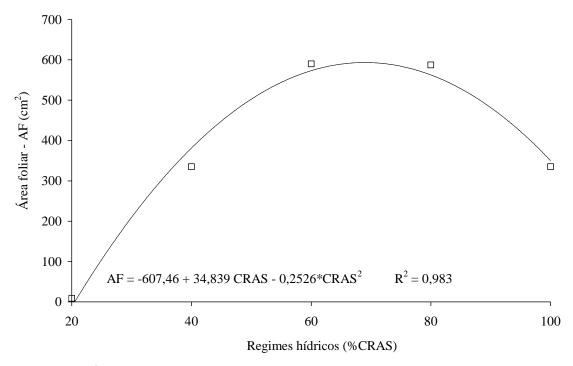


FIGURA 9. Área foliar de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Os regimes hídricos menores e maiores que 67% e 69% da CRAS proporcionaram uma queda nos valores de número de folhas (Figura 8) e área foliar (Figura 9), respectivamente, devido ao estresse hídrico por déficit e excesso de água.

De acordo com Santos e Carlesso (1998), em condições de menor disponibilidade de água no solo, ocorre menor expansão das folhas, maior senescência e abscisão foliar, resultando na redução da área foliar. Segundo Sampaio et al. (2006), o excesso de água também causa distúrbios na planta, como murchamento e queda das folhas, tendo como consequência a diminuição do número de folhas e área foliar.

Houve diferença significativa isoladamente e entre tratamentos e tempo em que foram realizadas as avaliações taxa fotossintética e condutância estomática. Não houve diferença estatística para teor de clorofila entre os tratamentos, que ficou em média 38,63 unidade SPAD (Quadro 5).

QUADRO 5. Análise de variância para taxa fotossintética (TF), transpiração (TR), condutância estomática (CE) e clorofila de folhas de pinhão-manso submetido a diferentes regimes hídricos (RH). Dourados-MS, 2011

Fatores	TF	TR	CE	Clorofila
				Unidade
	μ mol m ⁻² s ⁻¹	$mmol m^{-2} s^{-1}$	$mol m^{-2} s^{-1}$	SPAD
F(RH)	69,54*	1,12 NS	33,40*	0,17 NS
CV%	14,44	9,74	26,55	12,55

^{*=} significativo a 5% de probabilidade; NS= não significativo; CV = coeficiente de variação.

A menor taxa fotossintética aos 14 DAE, em plantas de pinhão-manso foi obtida pelo regime hídrico de 20% da CRAS (2,46 μmol m⁻² s⁻¹). Já nos regimes de 40, 60, 80 e 100% da CRAS, não houve diferença significativa. Aos 28 DAE ocorreu um aumento na taxa fotossintética em todos os tratamentos, exceto no de 20% da CRAS, que apresentou um decréscimo (1,90 μmol m⁻² s⁻¹). As maiores taxas fotossintéticas foram obtidas pelos tratamentos hídricos de 60 e 80% da CRAS, tendo 7,96 e 8,66 μmol m⁻² s⁻¹, respectivamente. A taxa fotossintética aos 28 DAE foram 319 e 356% superiores nos tratamentos de 60 e 80% da CRAS, respectivamente, quando comparada ao de 20% da CRAS (Figura 10).

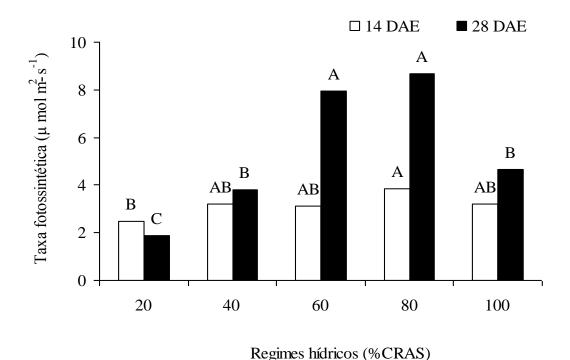


FIGURA 10. Taxa fotossintética de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey e teste F a 5% de probabilidade.

O aumento na taxa fotossintética nos tratamentos de 60 e 80% da CRAS ocorreu principalmente pelo aumento da disponibilidade de água. De acordo com Jones (1985), o déficit hídrico afeta a bioquímica, a fisiologia, a morfologia e os processos de desenvolvimento das plantas, reduzindo a fotossíntese de três maneiras: pela redução na área foliar disponível para interceptar a radiação solar, pela redução da difusão do CO₂ para dentro da folha e pela redução da habilidade dos cloroplastos para fixar o CO₂ que neles penetra.

Santos (2008) em experimento com pinhão-manso em duas regiões da Paraíba, observou que as taxas de fotossíntese foram maiores na região semi-úmida (entre 8 a 20 µmol m⁻²s⁻¹) em relação à região semi-árida (5 a 15 µmol m⁻² s⁻¹). A redução da fotossíntese na região semi-árida pode estar relacionada com diminuição da condutância estomática.

Almeida Neto et al. (2008) em experimento com mamona a diferentes lâminas de irrigação (60, 80,100, 120 e 140% da evapotranspiração da cultura), observaram que a fotossíntese foi favorecida com o aumento da lâmina de irrigação, sendo esse aumento de 10,14% entre a menor (60%) e a maior (140%) lâmina de irrigação.

A transpiração de plantas de pinhão-manso aos 14 DAE, apresentou o menor valor no tratamento de 60% da CRAS (0,87 mmol m⁻² s⁻¹), sendo que nos demais tratamentos não diferiram entre si. Aos 28 DAE, houve um aumento na transpiração das plantas em todos os tratamentos, onde o maior valor de transpiração foi no regime hídrico de 60% da CRAS (1,80 mmol m⁻² s⁻¹), nos outros tratamentos não ocorreu diferença estatística (Figura 11).

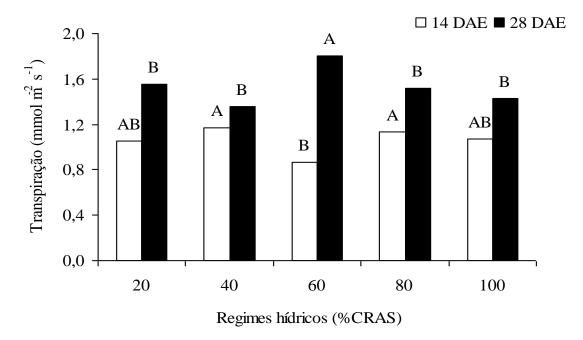


FIGURA 11. Transpiração de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey e teste F a 5% de probabilidade.

Em experimento com pinhão-manso em região semi-úmida e semi-árida, Santos (2008) relatou que a transpiração de modo geral apresentou valores máximos de até 8,0 mmol m⁻² s⁻¹ para região semi-úmida e até 4 mmol m⁻² s⁻¹ para região semi-árida.

Trabalhando com mamona, Almeida Neto et al. (2008) observaram que a transpiração aumentou 14,53% entre as lâminas de 60% e 140% da ETc. O aumento percentual na transpiração entre as lâminas de irrigação de 100% e 140% da ETc foi de apenas 1,72%.

Aos 14 DAE a condutância estomática não diferiu significativamente entre os tratamentos, mas aos 28 DAE os regimes hídricos de 20 e 80% CRAS resultaram no menor e maior valor de condutância estomática (0,02 e 0,19 mol m⁻² s⁻¹), respectivamente (Figura 12).

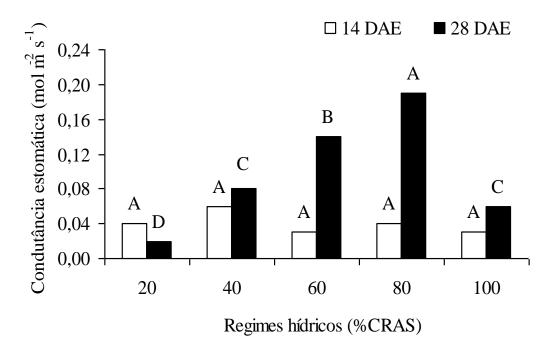


FIGURA 12. Condutância estomática de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey e teste F a 5% de probabilidade.

Santos (2008) observou que os valores de condutância estomática em pinhão-manso oscilaram na faixa de 0,05 a 0,6 mol m⁻² s⁻¹ para a região semi-úmida e entre 0,01 a 0,35 mol m⁻²s⁻¹ para a região semi-árida.

A disponibilidade de água no solo é fator importante para que as plantas de pinhão-manso mantenham os estômatos abertos para realização da fotossíntese e transpiração (WANDERLEY FILHO et al., 2008). Quando ocorre déficit hídrico, um dos primeiros acontecimentos na planta é o fechamento estomático (diminuindo a condutância estomática), em resposta ocorre um declínio da turgescência da folha e/ou do seu potencial hídrico (YORDANOV et al., 2003), ou ainda em resposta há um aumento da concentração de acido abscísico no fluxo transpiratório (CHAVES et al., 2003). Com o fechamento dos estômatos das folhas, a afluência de CO₂ ao mesmo tempo também diminui, resultando na redução da taxa fotossintética (LAWLOR e UPRETY, 1993).

O tratamento de 100% da CRAS aos 28 DAE, apresentou uma redução da condutância estomática de 133,3 e 216,7% em relação aos regimes hídricos de 60 e 80% da CRAS, respectivamente (Figura 12). A redução da condutância estomática pode ter ocorrido devido ao excesso de água (estresse anaeróbico). De acordo com Fernández

(2006), plantas sob condições de excesso estresse anaeróbico possuem uma limitação nas trocas gasosas pelo fechamento estomático. A baixa disponibilidade de oxigênio pode afetar a condutância estomática, diminuindo a perda de água pela transpiração e diminuindo a fotossíntese.

As massas secas de folhas, pecíolos, raízes e massa seca total apresentaram um ajuste quadrático, onde aumentaram com o incremento dos tratamentos hídricos. Somente a massa seca de caule não apresentou ajuste a nenhuma função matemática, pois não houve efeito dos regimes hídricos nessa variável analisada. O menor acúmulo de massa seca foi obtido com o regime de 20% da CRAS (Figura 13).

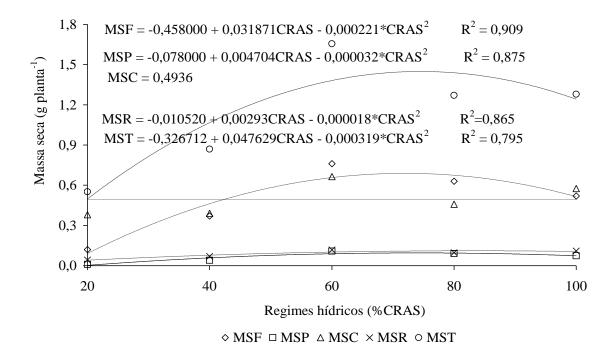


FIGURA 13. Massa seca de folhas (MSF), pecíolo (MSP), caule (MSC), raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Os baixos valores de massas secas expressos nos tratamento de 20% da CRAS são devido ao primeiro efeito biológico significante do estresse hídrico, que é a redução de turgor que se expressa na expansão foliar, o que afeta a fotossíntese, fato expresso na redução da massa seca de folhas, caules, pecíolos e raízes (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A massa seca de folhas de pinhão-manso foram afetadas nos tratamento abaixo de 60% da CRAS e acima de 80% da CRAS (Figura 13), devido principalmente

a diminuição do número de folhas (Figura 8) e diminuição da área foliar (Figura 9), sintomas estes causados por falta e excesso de água.

CONCLUSÕES

- 1. Os regimes hídricos de 60 e 80% da CRAS proporcionaram as melhores respostas para parâmetros fisiológicos de crescimento para a cultura do pinhão-manso em LVd.
- 2. Os tratamentos abaixo de 60% da CRAS e superiores a 80% da CRAS induziram sinais de estresse hídrico em plantas de pinhão-manso em LVd.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA NETO, A.J.; MEDEIROS, J.F.; PORTO FILHO, F.Q.; DOMBROSKI, J.L.D.; PEREIRA, F.H.F.; OLIVEIRA, C.J.S.; SOUSA, P.S.; OLIVEIRA, A.M.S. Comportamento fisiológico de plantas de mamona cultivar BRS energia submetida a diferentes espaçamentos e lâminas de irrigação. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...**, 2008. 1 CD-ROM.
- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.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**, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; ANGELOCCI, L.R. Efeito de variáveis micrometeorológicas e disponibilidade hídrica no solo sobre resistência estomática à difusão gasosa em feijoeiro. **Turrialba**, v. 41, n. 4, p. 445-451, 1991.
- CHAVES, M.M.; MAROCO, J.P.; PEREIRA, J.S. Understanding plant responses to drought From genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, v. 30, p. 239-264, 2003.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- FERNÁNDES, M.D. Changes in photosynthesis and fluorescence in response to flooding in emerged and submerged leaves of *Pounteria orinocoensis*. **Photosynthetica**, v. 44, n. 1, p. 32-38, 2006.
- FIGUEIRÔA, J.M.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasílica**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.
- FREIRE, C.S.; MOURA, A.R.; SOUZA, R.P.; MACIEL, L.S.; NOGUEIRAS, R.J.M.C. Resposta à seca em mudas de pinhão-manso na fase inicial de desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., 2010, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...**, 2010. 1 CD-ROM.
- INMAN-BAMBER, N.G.; BONNET, G.D.; SPILLMAN, M.F.; HEWITT, M.L.; JACKSON, J. Increasing sucrose accumulation in sugarcane by manipulating leaf extension and photosynthesis with irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 59, p. 13-26, 2008.
- JONES, C.A. **C4 Grasses and Cereals: Growth, Development and Stress Response**. New York: John Wiley & Sons, 1985. 419 p.
- KIEHL, E.J. Manual de edafologia. São Paulo: Ceres, 1979. p. 191-215.

- LAWLOR, D.W.; UPRETY, D.C. Efeitos do estresse hídrico na fotossíntese de plantas cultivadas e o mecanismo biológico. **Photosynthesis: photoreactions to plant productivity**. 1993.p. 419-449.
- LUÍS, R.M.F.C.B. **Respostas de** *Jatropha curcas* **L. ao défice hídrico: Caracterização bioquímica e ecofisiológica**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronômica) Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa Portugal.
- MARTINS, M.O.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Crescimento de plantas jovens de nimindiano (*Azadirachta indica* A. Juss. MELIACEAE). **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.
- OLIVA, M.A.; BARROS, N.F.; GOMES, M.M.S.; LOPES, N.F. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. **Revista Árvore**, v. 13, p. 19-33, 1989.
- PEREIRA, P.G.; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L.M.G.; FRANÇA, S. Efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico na fotossíntese e condutância foliar em milho. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 11, p. 53-62, 2003.
- REINERT, D.J.; REICHER, J.M. **Propriedades física do solo**, 2006. Disponível em: http://w3.ufsm.br/fisica_e_genese/Graduacao/Fisica/Propriedades_fisicas_do_solo_I_se mestre_2006.pdf. Acesso em: 11 jan. 2010.
- SAEG **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes UFV Viçosa, 2007.
- SAMPAIO, L.R.; SEVERINO, L.S.; LIMA, R.L.S.; FREIRE, M.A.O.; SOFIATTI, V.; BELTRÃO, N.E.M. Tolerância da cultura do pinhão-manso ao encharcamento do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...**, 2008. 1 CD-ROM.
- SANTOS, C.M. Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*) em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal e Proteção de Plantas) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL.
- SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D., KAKIDA, J.; TOMINAGA, N., GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SEVERINO, L.S.; NÓBREGA, M.B.M.; GONÇALVES, N.P.; EGUIA, M.T.J. **Viagem á Índia para Prospecção de Tecnologias sobre Mamona e Pinhão-manso.** Campina Grande: Embrapa do algodão. Documento 153, 2006.56 p.

SMIT, M.A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v. 98, p. 91-97, 2006.

SOCIAS, X.; CORREIA, M.J.; CHAVES, M.; MEDRANO, H. The role of abscisic acid and water relations in drought responses of subterranean clover. **Journal Experimental Botany**, v. 48, p. 1281-1288, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. California: Benjamim/ Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, 1991. 559 p

TAIZ L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Armed Editora. 2004. 719 p.

TOGNON, G.B. Potencial ornamental, propagação, rendimento de óleos essenciais e resposta à deficiência hídrica de ipoméias. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) — Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS.

VERAS, R.P.; FERNANDES, P.D.; LAIME, E.M.O.; SUASSUNA, J.F. Crescimento de pinhão-manso sob irrigação com água superficial poluída. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., 2010, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...**, 2010. 1 CD-ROM.

WANDERLEY FILHO, H.C. L.; SANTOS, C.M.; ROLIM, E.V.; ENDRES, L. Comportamento de pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) sob défict hídrico e fenologia da espécie para o estado de Alagoas. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 60., 2008, Campinas. **Anais...**, 2008. 1 CD-ROM.

YORDANOV, I.; VELIKOVA, V.; TSONEV, T. Plant responses to drought and stress tolerance. **Bulgarian Journal of Plant Physiology** (Special Issue), p. 187-206, 2003.

CRESCIMENTO INICIAL DO PINHÃO-MANSO (Jatropha curcas L.) SUBMETIDO A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO

RESUMO

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS, entre os meses de abril a julho de 2010, com o objetivo de avaliar diferentes regimes hídricos no crescimento e acúmulo de massa de pinhão-manso em Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf). Os tratamentos corresponderam aos regimes hídricos, estipulados em 20, 40, 60, 80 e 100% da capacidade de retenção de água no solo (CRAS). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (regimes hídricos) e cinco repetições. Cada repetição correspondeu a uma planta, cultivada em um vaso de polietileno contendo 5 dm³ de LVdf, coletado na camada de 0-15 cm na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS. As avaliações de altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e teor de clorofila foram realizadas em seis épocas. No término do experimento determinou-se área foliar, volume de raiz, massa seca de folhas, pecíolos, caules e raízes. Os regimes hídricos superiores a 80% da CRAS proporcionaram as plantas de pinhão-manso maior crescimento em altura, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, clorofila e massas secas. O regime hídrico de 20% da CRAS obteve os menores resultados de crescimento em pinhão-manso.

Palavras-chave: biodiesel, capacidade de retenção de água no solo, massa seca.

INITIAL GROWTH OF PHYSIC NUT (Jatropha curcas L.) SUBMITTED TO DIFFERENT WATER REGIMES IN DYSTROFERRIC RED LATOSOL

ABSTRACT

The experiment was carried under greenhouse conditions of the Embrapa Western Agriculture, located in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, between April through July 2010, with the objective of evaluate different water regimes on growth and mass accumulation of physic nut in Dystroferric Red Latosol. Treatments corresponded to water regimes, stipulated in 20, 40, 60, 80 e 100% of the soil water retention capacity. The experimental design adopted was completely randomized with five treatments (water regimes) and five replicates. Each replicate corresponded to one plant cultivated in polyethylene pots containing 5 dm³ of Dystroferric Red Latosol, collected in the layer of 0-15 cm at the experimental area of the Embrapa Western Agriculture, in Dourados, MS. The evaluations of plants height, stem diameter, number of leaves and chlorophyll content were performed in six dates. At the end of the experiment the leaf area, volume of root, dry mass of the leaves, petioles, stems and roots were determined. The water regimes superiors the 80 % of the soil water retention capacity propiciated the plants of physic nut highest growth in height, stem diameter, number of leaves, chlorophyll and dry masses. The water regime of the 20% soil water retention capacity obtained the lowest results of growth in physic nut.

Keywords: biodiesel, soil water retention capacity, dry mass.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente e a seguridade no fornecimento energético, colocam o biodiesel no centro das atenções e interesses. Diversos países têm buscado em diferentes níveis (agronômico e industrial) o caminho do domínio tecnológico para a produção de biocombustível (ABDALA, et al., 2008).

Reconhecido como mais uma boa opção no leque de plantas oleaginosas para a produção de biodiesel, o pinhão-manso há vários anos recebe a atenção de pesquisadores de diversas instituições. Na América Central, seu mais provável local de origem, o pinhão-manso foi largamente utilizado na indústria de sabão e igualmente em cercas-vivas firmes, mas atualmente os interesses pela planta tem tido relação com a produção de combustível renovável (ABA, 2007). A produção pode iniciar-se a partir dos seis meses para os principais biomas nacionais, ocorrendo entre três a cinco floradas anuais, e há relatos que a partir do quarto ano, chega a produzir 1700 litros de óleo ha-1 (SATURNINO et al., 2005).

O desenvolvimento do pinhão-manso é favorecido em regiões tropicais onde a precipitação anual esteja acima de 600 mm, sendo acima dos 1000 mm anuais o nível ideal de precipitação para que se possa atingir altas produtividades. Avaliando a primeira colheita, Drumond et al. (2007) obtiveram produtividade de 871 kg ha⁻¹ em plantas irrigadas e, em regime normal de chuvas (sequeiro), 246 kg ha⁻¹. A produção é drasticamente afetada com precipitações anuais inferiores a 600 mm (HENNING, 1996).

Santos (2008), avaliando a altura de *Jatropha curcas* L. em duas estações do ano, observou que a espécie apresentou crescimento vegetativo com padrão sazonal, tendo crescimento lento na estação seca e acelerado na estação chuvosa. Oliveira et al. (2007), observaram que mesmo em regiões com precipitações médias anuais acima de 1.000 mm, a irrigação promoveu acréscimo significativo nos parâmetros de crescimento vegetativo das plantas no período inicial de desenvolvimento, mostrando que o pinhãomanso responde com um maior crescimento quando o solo é mantido a uma umidade ideal.

O pinhão-manso é tolerante à seca, no entanto a grandes períodos de déficit hídrico, a planta entra em dormência, paralisando seu crescimento e perdendo as folhas,

reduzindo sua produção a níveis próximos ou equivalentes a zero, passando a sobreviver da água armazenada nos caules (SATURNINO et al., 2005).

Muitos fatores afetam a retenção da água no solo, sendo o principal deles a textura, por determinar a área de contato entre as partículas sólidas e a água, determinando em boa parte a distribuição do diâmetro dos poros (REICHARDT e TIMM, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes regimes hídricos no crescimento inicial do pinhão-manso em Latossolo Vermelho distroférrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados-MS, entre os meses de abril a julho de 2010.

O solo utilizado, classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf) e coletado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, na camada de 0 a 15 cm de profundidade, foi seco ao ar livre e tamisado em peneira de 4 mm (5 mesch). Uma sub-amostra foi submetida à moagem em moinho tipo Willey seguido de tamisagem em peneira de 2 mm (10 mesh), para a caracterização química (Quadro 1) e física (Quadro 2) no laboratório de Fertilidade e Física do solo da Embrapa Agropecuária Oeste, seguindo metodologia descrita por Embrapa (1997). Foram efetuadas determinação de: pH em água, por potencialidade; acidez potencial, alumínio e matéria orgânica, por titulometria; fósforo, por espectrometria de emissão de absorção molecular; potássio, por espectrofotometria de emissão de chama; e cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, por espectrofotometria de absorção atômica. A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico, descrito por Kiehl (1979) e Embrapa (1997). A capacidade de retenção de água do solo (CRAS) foi determinada pelo método gravimétrico direto, utilizando-se 6,5 kg de solo por vaso, em quatro repetições. Nestes vasos adicionou-se água até ficar saturado, após o escorrimento do excesso sobrou apenas à água retida (solo úmido), e determinou-se a capacidade de retenção de água do solo pela diferença entre as massas do solo úmido e do solo seco.

QUADRO 1. Caracterização química¹ do solo utilizado no experimento, antes da semeadura do pinhão-manso. Dourados-MS, 2011

Solo ²	pH H ₂ O	Al	Ca	Mg	K	CTC	P	V	M.O.	Cu	Fe	Mn	Zn
				- cmol	c dm ⁻³ -		mg dm ⁻³	%	g kg ⁻¹		mg	dm ⁻³	
LVdf							11,5			14,2		196,8	

¹Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; P, K, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos por HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ e carbono orgânico por oxidação com dicromato de potássio.

²Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), coletados em Dourados, MS.

QUADRO 2. Caracterização física do solo utilizado no experimento

Areia Total	Silte	Argila	Densidade
	g kg ⁻¹		g cm ⁻³
138	165	697	1,10

A adubação básica constituiu de 50; 300; 30 mg kg⁻¹ de N, P e K (utilizando-se respectivamente, sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio como fonte) e 0,8; 0,08; 0,30; 0,20; 0,01 e 0,90 mg kg⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, respectivamente (usando-se ácido bórico, sulfato de cobre, sulfato ferroso, sulfato de manganês, ácido molibdico e sulfato de zinco). Os macro e micronutrientes foram misturados ao solo por meio de betoneira.

Após a adição de fertilizantes no solo, os vasos contendo 5 litros de solo foram mantidos em incubação por um período de 15 dias. Durante este período todos os vasos foram mantidos a 80% da capacidade de retenção de água do solo (CRAS).

Os tratamentos corresponderam aos regimes hídricos de 20, 40, 60, 80 e 100% da CRAS. Em seguida ao ajuste da umidade do solo de acordo com cada tratamento (Quadro 3), realizou-se a semeadura de 4 sementes escarificadas (escarificação mecânica) por vaso, tendo sido feito o desbaste 10 dias após a semeadura (DAS), deixando-se uma planta por vaso.

QUADRO 3. Regimes hídricos e umidade do solo correspondente a cada tratamento

Regimes hídricos	Umidade (%)
20% CRAS	7,84
40% CRAS	15,68
60% CRAS	23,52
80% CRAS	31,36
100% CRAS	39,20

CRAS – Capacidade de retenção de água no solo.

Fez-se adubação de cobertura 15 DAE, com aplicação de 50 e 30 mg kg⁻¹ de N e K (utilizando-se respectivamente, sulfato de amônio e cloreto de potássio como fonte). Os nutrientes foram misturados à água de irrigação.

Até 8 DAE, os vasos foram pesados a cada dois dias e o volume de água evapotranspirado reposto de acordo com cada um dos regimes hídricos. Dos 9 aos 90 DAE, todos os vasos foram pesados diariamente. Semanalmente foram realizados rodízio dos vasos na bancada.

Durante a condução do experimento, foi monitorada a temperatura (Figura 1) e umidade relativa (Figura 2) do ambiente.

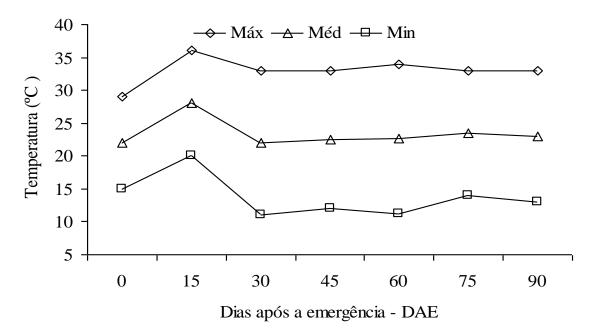


FIGURA 1. Médias de temperaturas máximas, médias e mínimas semanais durante os 90 dias após a emergência de pinhão-manso.

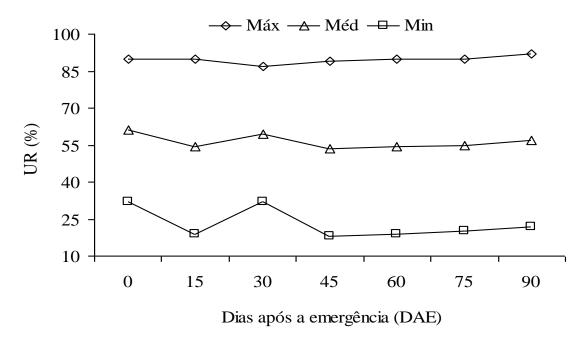


FIGURA 2. Médias de umidades máximas, médias e mínimas semanais durante os 90 dias após a emergência de pinhão-manso.

As avaliações das variáveis altura de plantas (medidas com uma trena), diâmetro de caule (medidos com auxílio de paquímetro), número de folhas, teor de clorofila (obtido pelo medidor portátil SPAD-502, onde foram medidas todas as folhas de cada planta) foram realizadas aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAE.

Aos 90 DAE, foram coletadas as 5 plantas de cada tratamento para avaliação da área foliar (medidos com o integrador eletrônico LI 3000), volume de raiz (medido pelo deslocamento do volume em proveta graduada.), e as folhas, pecíolos, caules e raízes de cada tratamento foram colocados em estufa de circulação forçada a 65° C até peso constante para a determinação da massa seca.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (regimes hídricos) e cinco repetições. Cada repetição correspondeu a uma planta, cultivada em um vaso de polietileno contendo 5 dm³ de solo. As avaliações de altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e teor de clorofila foram realizadas em seis épocas.

Os efeitos de tempo de avaliação e regime hídrico foram avaliados por meio de ajuste de modelo de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas variou de 13,25 a 34,61 cm. Pela análise de regressão, esta variável foi influenciada pelos regimes hídricos, onde a alturas de plantas nos tratamentos de 40, 60, 80 e 100% da CRAS ajustaram-se a uma função exponencial crescente, e no tratamento de 20% ajustou-se a uma função hiperbólica. Os tratamentos que mais destacaram-se para altura de plantas foram os regimes hídricos de 80 e 100% da CRAS. O tratamento de 40 e 60% da CRAS tiveram valores intermediários e o tratamento de 20% da CRAS paralisou o crescimento em altura da planta de pinhãomanso (Figura 3)

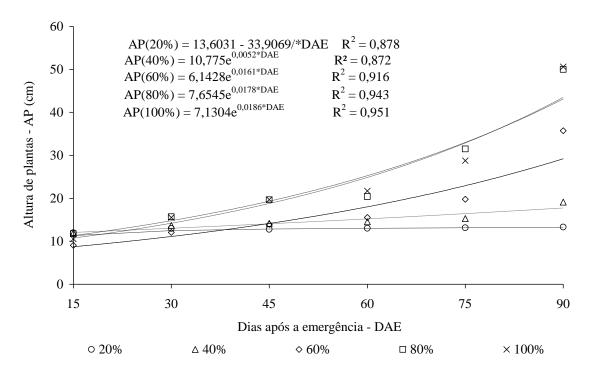


FIGURA 3. Altura de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

A variável altura de plantas aos 90 DAE apresentou ajuste quadrático em relação aos regimes hídricos. Quanto maior foi a disponibilidade de água, maior a altura das plantas de pinhão-manso. A altura de plantas dos regimes hídricos 20, 40, 60 e 80% da CRAS foram 385,61; 118,88; 48,62 e 17,11%, respectivamente menores que o regime de 100% da CRAS (Figura 4).

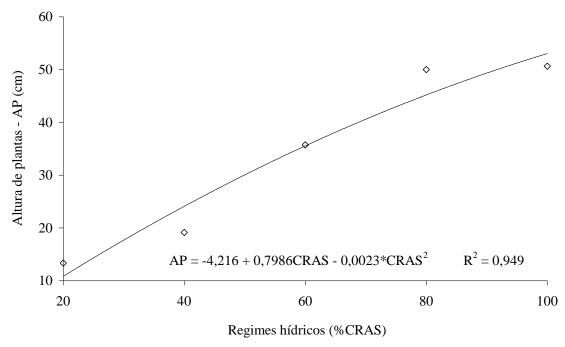


FIGURA 4. Altura de plantas de pinhão-manso aos 90 dias após a emergência (DAE) submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Os dados das Figuras 3 e 4 indicam que quanto menor a disponibilidade de água, menor a altura das plantas de pinhão-manso. Esses dados corroboram com Moura (2010), que trabalhando em Neossolo Regolítico em diferentes tratamentos hídricos (40, 60, 80 e 100% da CRAS) observou que as maiores injúrias ocorreram em plantas de pinhão-manso submetidas a 40% da CRAS. O crescimento em altura dessas plantas em relação ao tratamento controle (100% CRAS) apresentou uma redução de 19,19%.

Santiago et al. (2001), analisando o crescimento em plantas de *Mimosa* caesalpiniofolia por um período de 50 dias verificaram reduções na altura das plantas em função da disponibilidade de água no solo. Plantas mantidas sob boas condições hídricas apresentaram altura média superior a aquelas cultivadas sob estresse severo.

Correia e Nogueira (2004) trabalhando com amendoim em dois tratamentos hídricos (controle e suspensão total de rega) observaram que a altura foi maior nas plantas controle comparadas aquelas submetidas à suspensão total de rega.

Para diâmetro de caule, os tratamentos de 40, 60, 80 e 100% da CRAS apresentaram crescimento linear ao longo do tempo. Os regimes hídricos de 80 e 100% da CRAS obtiveram os maiores valores de diâmetro de caule, seguidos pelos tratamentos de 60 e 40%, respectivamente. No tratamento de 20% da CRAS ocorreu paralisação do crescimento do caule das plantas (Figura 5).

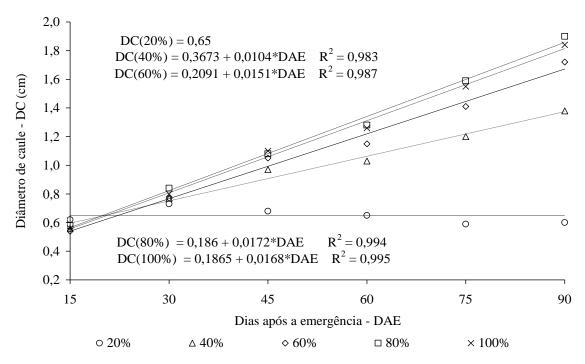


FIGURA 5. Diâmetro de caule de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

O diâmetro de caule aos 90 DAE, ajustou-se a uma função quadrática, com ponto de máxima eficiência a 83% da CRAS, com diâmetro de 1,92 cm. A 83% da CRAS, o diâmetro de caule de pinhão-manso foi maior 209,7; 45,4; 9,7 e 5,5% quando comparados aos submetidos a 20, 40, 60 e 100% da CRAS, respectivamente (Figura 6).

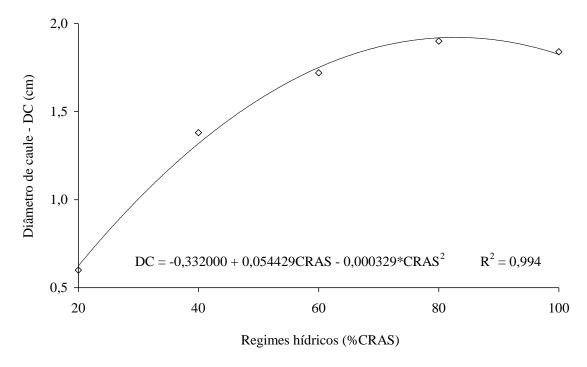


FIGURA 6. Diâmetro de caule de pinhão-manso aos 90 dias após a emergência (DAE) submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Com a redução da CRAS, houve redução no diâmetro de caule, observado também por Moura (2010), trabalhando em Neossolo Regolitico, relatou que o diâmetro do caule de plantas de pinhão no tratamento com 40% CRAS apresentou uma redução de 33,2% em relação ao tratamento controle (100% da CRAS).

Após deixar clones de eucaliptos sem irrigação, Reis et al. (2006) observaram reduções no diâmetro do caule (12,5%, no máximo, respectivamente) em todos os clones avaliados em relação a plantas que estavam sendo irrigadas diariamente.

A redução completa ou a interrupção do ritmo de crescimento é considerada a primeira e mais séria consequência fisiológica para as plantas quando submetidas a uma baixa disponibilidade hídrica no solo (CAIRO, 1995). Resultados semelhantes foram observados por Wanderley Filho et al. (2008) onde a altura da planta e o diâmetro do caule apresentaram um desenvolvimento acelerado nos períodos de maior precipitação e umidade relativa do ar, observados entre fevereiro a junho de 2007.

A variável número de folhas apresentou um comportamento exponencial crescente ao longo do tempo, nos regimes hídrico de 40, 60, 80 e 100% da CRAS. O regime de 20% da CRAS, não apresentou ajuste a nenhuma função matemática, pois não houve efeito dos regimes hídricos nessa variável analisada (Figura 7).

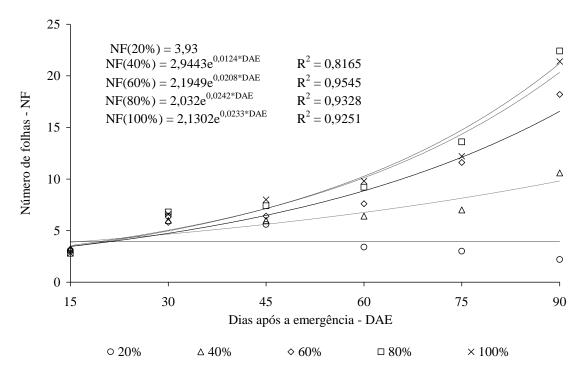


FIGURA 7. Número de folhas de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

O número de folhas aos 90 DAE em plantas de pinhão-manso apresentou um comportamento quadrático. O ponto de máxima eficiência foi atingido a 92% da CRAS, com 22 folhas por planta.

Os valores de números de folhas nos regimes hídricos de 20,40, 60, 80 e 100% da CRAS foram menores que o de 92% da CRAS, respectivamente, 1163,43; 91,76; 21,95; 2,50 e 1,28% (Figura 8).

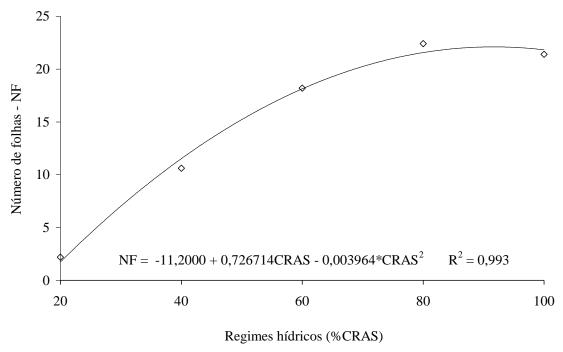


FIGURA 8. Número de folhas de pinhão-manso aos 90 dias após a emergência (DAE) submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Rocha et al. (2001), trabalhando com três cultivares de *Vigna unguiculata* submetidas à deficiência hídrica, verificaram que o número de folhas foi reduzido em todas as cultivares e que a redução foi mais acentuada quando as plantas foram submetidas a períodos de 30 e 45 dias de estresse.

Para a variável área foliar, observou-se resposta quadrática crescente, pois quanto maior a quantidade de água no tratamento hídrico, maior a área foliar. (Figura 9).

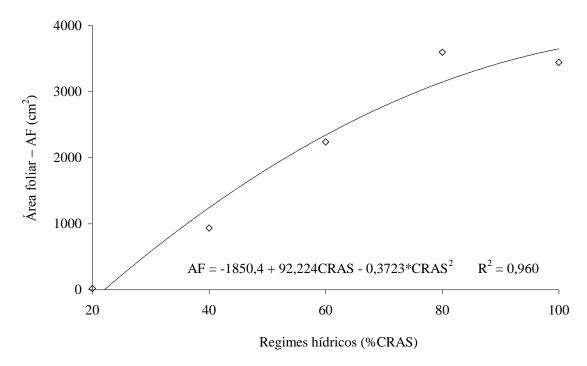


FIGURA 9. Área foliar de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Os resultados na Figura 9 estão de acordo com Figuerôa et al. (2004), que afirmam que a umidade do ambiente determina a área foliar de uma planta, sendo maior em ambientes úmidos e menor em ambientes áridos. Essa característica é importante defesa contra a perda excessiva de água, e a diminuição da área foliar está entre as várias características xeromórficas que são identificadas em vegetais sob déficit hídrico (VILLAGRA e CAVAGNARO, 2006).

Lopes et al. (2007), avaliando mudas de *Eucalyptus grandis* sob diferentes lâminas de irrigação, verificaram que a área foliar das mudas submetidas a lâmina de irrigação de 6 mm.dia⁻¹ foi, em média, 53% menor que as plantas do tratamento-controle (lâmina de irrigação de 14 mm.dia⁻¹).

De maneira semelhante, Távora e Melo (1991), trabalhando com cultivares de amendoim submetidas a 10 ciclos de deficiência hídrica com intervalos irregulares que variaram de 15 dias no início a 5 dias no período de preenchimento dos frutos, observaram uma redução na área foliar, da ordem de 39% em todas as cultivares.

Os valores de clorofila no pinhão-manso foram maiores nos regimes hídricos de 80 e 100% da CRAS. O tratamento de 20% da CRAS apresentou um comportamento exponencial decrescente ao longo das avaliações (Figura 10).

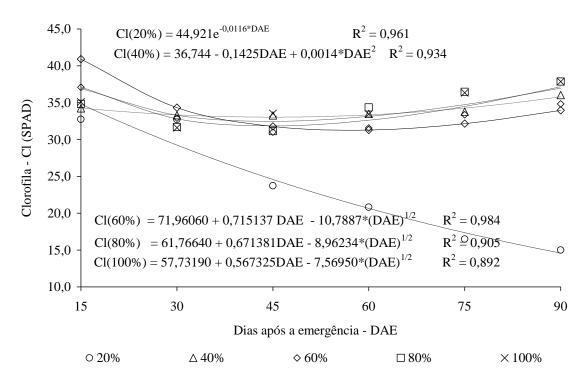


FIGURA 10. Teor de clorofila de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

A planta de pinhão-manso aos 90 DAE, apresentaram valores de clorofila de 16,66; 31,07; 35,87; 38,27 e 39,71 unidade SPAD, correspondentes aos tratamentos hídricos de 20, 40, 60, 80 e 100% da CRAS (Figura 11).

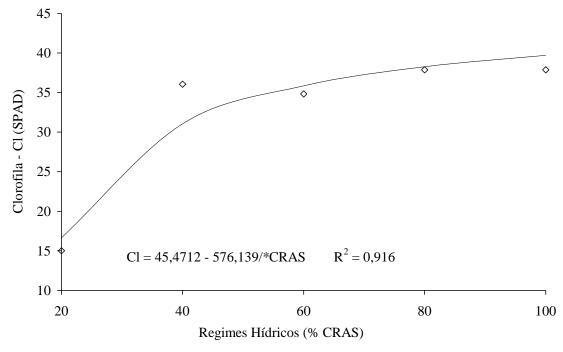


FIGURA 11. Clorofila em plantas de pinhão-manso aos 90 dias após a emergência (DAE) submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Dados diferentes desse experimento foram observados por Moura (2010), que aos 120 dias os tratamentos hídricos avaliados, as plantas de pinhão-manso apresentaram valores de 27,07; 26,10; 24,55 e 32,75 para os tratamentos 100; 80; 60 e 40% CRAS, respectivamente. O tratamento com 40% CRAS destacou-se por apresentar valores mais elevados de clorofila em relação ao controle (100% da CRAS).

De acordo com Smit e Singels (2006), o déficit hídrico causa acentuada senescência foliar e restrição ao surgimento de novas folhas (Figura 7), e os maiores valores das leituras SPAD são encontrados em folhas novas por possuírem maiores capacidade de síntese de clorofila, portanto, maior intensidade de verde.

A equação de melhor ajuste para a variável volume de raiz foi a quadrática crescente, mostrando que quanto maior a disponibilidade de água, maior será o volume de raiz ocupado no solo (Figura 12).

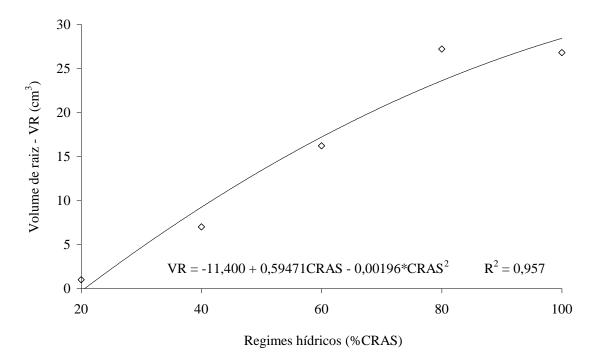


FIGURA 12. Volume de raiz plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Os dados contidos na Figura 12 corroboram com os de Nascimeto (2007), que trabalhando com mamona a diferentes disponibilidades de água (40, 60, 80 e 100% da CRAS) observou que o volume de raiz em plantas de mamona foram afetados negativamente pela diminuição nos níveis de água no solo.

A massa seca das folhas (MSF), pecíolos (MSP), caule (MSC), raiz (MSR) e massa seca total (MST) apresentaram crescimento quadrático, sendo que aumentando a quantidade de água, aumentou-se o acúmulo de massa seca nas variáveis analisadas (Figura 13).

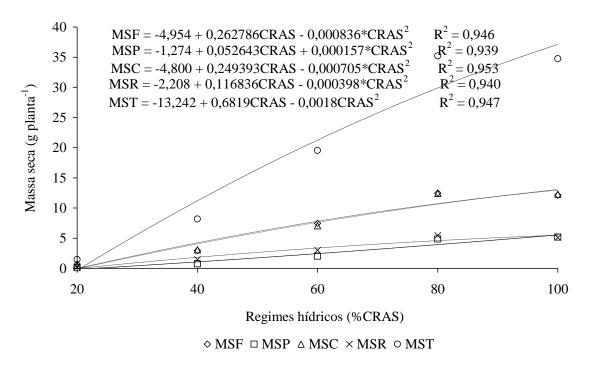


FIGURA 13. Massa seca de folhas (MSF), pecíolo (MSP), caule (MSC), raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes regimes hídricos. Dourados-MS, 2011.

Resultados semelhantes aos encontrados na Figura 12 foram relatados por Singh e Singh (2003), que estudando os efeitos do estresse hídrico em plantas jovens de *Dalbergia sissoo* Roxb., verificaram diferenças significativas na matéria seca das folhas, caule, raízes e total em todos os tratamentos hídricos, havendo crescente redução, de acordo com a severidade do estresse aplicado.

Como o estresse hídrico causado pela seca se desenvolve de maneira gradual, há sequência de eventos que ocorrem, sendo a primeira e a mais sensível resposta ao déficit hídrico a diminuição do processo de crescimento em consequência da diminuição da turgescência (LARCHER, 2006). Desse modo, justificam-se as reduções na MSF, MSC, MSP, MSR e MST, à medida que o estresse hídrico se torna mais severo.

CONCLUSÕES

- 1. O regime hídrico igual ou superior a 80% da CRAS em LVdf proporciona em plantas de pinhão-manso maior crescimento em altura, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, clorofila e massas secas.
- 2. O regime hídrico de 20% da CRAS em LVdf resulta em menor crescimento de pinhão-manso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABA – ANUÁRIO BRASILEIRO DE AGROENERGIA. Pinhão-manso. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2007. 520 p.

ABDALLA, A.B.; FILHO, J.C.S.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 260-268, 2008.

CAIRO, P.A.R. Curso básico de relações hídricas de plantas. Vitória da Conquista: UESB. 1995, 32p.

CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Avaliação do crescimento de amendoim (*Arachis hypogaes* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

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 BIOCOMBUSTÍVEIS. 2007, Teresina. **Anais...**, 2007. 1 CD-ROM.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

FIGUEIRÔA, J.M.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasílica**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

HENNING, R.K. Combating desertification: The Jatrophe Project of Mali, West Àfrica. **Arilands Newsletter**, n. 40, 1996. Disponivel em: http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln40/jatropha.html>. Acesso em: 17 ago. 2009.

KIEHL, E.J. Manual de edafologia. São Paulo: Ceres, 1979. p. 191-215.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Ed. Rima, 2006. 531p.

LOPES, J.L.W.; GUERRINI, I.A.; SAAD, J.C.C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

MOURA, A.R. Aspectos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) submetido ao déficit hídrico. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

OLIVEIRA, E.L.; FARIA, M.A.; MORAIS, A.R.; FRAGA, A.C.; CASTRO NETO, P. Análise de crescimento do pinhão-manso submetido a diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha. **Anais...**, 2007. 1 CD ROM.

- REICHARDT, K.; TIMM, L.C. Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações. Barueri: Manole, 2004. 478 p.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; FONTAN, I.C.I.; MONTE, M.A.; GOMES, A.N.; OLIVEIRA, C.H.R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 921-931, 2006.
- ROCHA, D.G.F.; QUEIROZ, M.B.; TÁVORA, F.J.A.F. Crescimento de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. submetida a deficiência hídrica. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 52., 2001, REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 16., 2001, João Pessoa. **Anais...**, 2001. 1 CD-ROM.
- SAEG **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes UFV Viçosa, 2007.
- SANTOS, C. M. dos. **Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso** (*Jatropha curcas L.*) **em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal e Proteção de Plantas) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL.
- SANTIAGO, A.M.P.; NOGUEIRA, R.J.M.; LOPES, E.C. Crescimento em plantas jovens de *Mimosa caesalpiniifolia* BENTH, cultivadas sob estresse hídrico. **Revista Ecossistema**. Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1, p. 23-29, 2001.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão—manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44–78, 2005.
- SINGH, B.; SINGH, G. Biomass partitioning and gas exchange in *Dalbergia sissoo* seedlings under water stress. **Photosynthetica**, v. 41, n. 3, p. 407-414, 2003.
- SMIT, M.A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v. 98, p. 91-97, 2006.
- TÁVORA, F.J.A.F.; MELO, F.I.O. Respostas de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.22, n. 1/2, p. 47-60, 1991.
- VILLAGRA, P.E.; CAVAGNARO, J.B. Water stress effects on the seedling growth of Prosopis argentina and Prosopis alpataco. **Journal of Arid Environments**, v. 64, p. 390-400, 2006.
- WANDERLEY FILHO, H.C. L.; SANTOS, C.M.; ROLIM, E.V.; ENDRES, L. Comportamento de pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.) sob défict hídrico e fenologia da espécie para o estado de Alagoas. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 60., 2008, Campinas. **Anais...**, 2008. 1 CD-ROM.

CONCLUSÕES GERAIS

- 1. Os regimes hídricos de 60 e 80% da CRAS proporcionaram as melhores respostas para parâmetros fisiológicos de crescimento para a cultura do pinhão-manso em Latossolo Vermelho distrófico;
- 2. Os regimes hídricos superiores a 80% da CRAS proporcionaram as plantas de pinhão-manso maior crescimento em altura, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, clorofila e massas secas em Latossolo Vermelho distroférrico.