

FELIPE VAZ ANDRADE
RENATO RIBEIRO PASSOS
EDUARDO DE SÁ MENDONÇA
JULIANO SOARES DE SOUZA LIMA
ADÉSIO FERREIRA

Bruno Galvão Lovisato
Produtor
Maringá: 326.979

TÓPICOS ESPECIAIS EM PRODUÇÃO VEGETAL II

1ª edição

Alegre
CAUFES
2011

Erizmo Galvão Levisola
Pesquisador
Matrícula: 328.378

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

- T674 Tópicos especiais em produção vegetal II / Felipe Vaz Andrade
... [et al.]. - 1. ed. - Alegre, ES : UFES, Centro de Ciências
Agrárias, 2011.
564 p. : il.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-8561890-13-1

1. Plantas - Melhoramento genético. 2. Plantas -
Reguladores. 3. Genética vegetal. 4. Recursos hídricos. 5. Pragas
agrícolas - Controle. 6. Agricultura - Aspectos ambientais. 7.
Fitopatologia. 8. Crescimento (Plantas). 9. Solos. I. Andrade,
Felipe Vaz, 1974-

CDU: 631

SUMÁRIO



1	Pinhão-Manso: Importância Econômica, Fenologia, Propagação e Aspectos Nutricionais <i>José Francisco Teixeira Do Amaral, Bruno Galveas Laviola, José Augusto Teixeira Do Amaral, Marcelo Antonio Tomaz, Lima Deleon Martins, Felipe Pianna Costa</i>	1
2	Panorama e Potencial para a Produção de Hortaliças em Hidroponia no Espírito Santo <i>Nilton Nélio Cometti, Diene Maria Bremenkamp, Cintia Aparecida Bremenkamp, Madllex Queiroz Martins, Karla Galon</i>	21
3	Irradiação de Frutas em Pós-Colheita <i>Ruimário Inácio Coelho, Cintia Aparecida Bremenkamp, Alessandra Abreu Rodrigues, Madllex Queiroz Martins</i>	39
4	O Fenômeno de Adsorção em Solos <i>Fernando Barbosa Egreja Filho, Maurício Paulo Ferreira Fontes, Fábio Ribeiro Pires</i>	55
5	Toxicidade de Herbicidas a Bactérias Fixadoras de Nitrogênio <i>Sergio de Oliveira Procópio, Marcelo Ferreira Fernandes, José Barbosa dos Santos, Fábio Ribeiro Pires</i>	77
6	Alguns Atributos do DRIS para a Interpretação da Análise Foliar do Cafeeiro <i>José Augusto Teixeira do Amaral, José Francisco Teixeira do Amaral, Edilson Romais Schmidt, José Carlos Lopes, Ruimário Inácio Coelho</i>	101



CAPÍTULO 1

Pinhão-Manso: Importância Econômica, Fenologia, Propagação e Aspectos Nutricionais

*José Francisco Teixeira Do Amaral, Bruno Galveas Lavlola, José
Augusto Teixeira Do Amaral, Marcelo Antonio Tomaz, Lima
Deleon Martins, Felipe Pianna Costa*

1 - Introdução

A partir da grande crise do petróleo na década de 70, iniciou-se uma conscientização da sociedade mundial a respeito da poluição causada pelos combustíveis fósseis. Pressões globais somadas às desvantagens apresentadas pelos combustíveis fósseis contribuíram na elaboração de metas para redução da emissão de gases poluentes, aumentando desde então o interesse por fontes alternativas de energia, principalmente aquelas que contribuem para reduzir a emissão de gases de efeito estufa (NETO, 2010).

O conceito de substituir parte do diesel do petróleo pelo biodiesel ganhou atenção difundida no mundo nos últimos anos (FRANCIS et al., 2005). Os principais motivos para esta substituição estão relacionados a questões ambientais, sociais e de segurança energética. A adição progressiva do biodiesel ao diesel permitirá diminuir a importação deste derivado do petróleo, favorecendo a inclusão social com o apoio à agricultura familiar, através de espécies potenciais para a produção de biodiesel. Dentre as espécies potenciais para a produção de biodiesel, surge o pinhão-manso com características tais como: rusticidade, adaptação a condições adversas de clima e solo, fácil propagação, alto conteúdo de óleo nas sementes (30-40 % do peso da semente) e possibilidade de consórcio com culturas de subsistência e animais, gerando renda e oportunidade de emprego para os pequenos produtores rurais (ORIAN et al., 2004; SUBRAMANIAN et al., 2005).

O pinhão-manso é uma cultura potencial para suavizar a degradação do solo, desertificação, desmatamento, podendo ser usado para a bioenergia, substituindo parte do diesel do petróleo e proteção climática, por esta razão merece atenção específica (KHEIRA & ATTA, 2008). No Brasil, embora sem conhecimento



técnico, o pinhão-manso vem sendo cultivado por produtores do Nordeste, Centro Oeste e Sudeste (NUNES, 2007).

Essa espécie tem capacidade de sobreviver em terrenos de baixa fertilidade, entretanto, para alcançar altas produtividades se faz necessária a aplicação de fertilizantes (SATURNINO et al., 2005). Todavia, a adequada nutrição mineral desta planta é um dos pré-requisitos para alta produtividade, e sempre deve ser incluída no planejamento da produção, com uma adequada correção do solo e adubação.

Atualmente existem pouquíssimos resultados em pesquisas científicas com esta oleaginosa, devido ao recente interesse nesta planta para a produção de biodiesel. É importante ressaltar que é preciso conhecer melhor a cultura e desenvolver sistemas de produção adequados para cada região.

Fica evidente, assim, que estudos sobre fenologia e a nutrição mineral do pinhão-manso são necessários, principalmente quando se tem em vista seu plantio comercial.

2 - Ciclo fenológico

A fenologia está relacionada aos eventos biológicos vegetativos e reprodutivos como brotamento, abscisão foliar, formação de botões, flores, frutos e suas relações com mudanças no ambiente biótico e abiótico (FERRAZ et al., 1999). Os levantamentos fenológicos fornecem informações sobre padrões de florescimento e de frutificação de uma espécie, que são a base para se compreender o processo e o sucesso reprodutivo (FISCH et al., 2000). O estudo da maturação das sementes de pinhão-manso é importante para se conhecer o comportamento da espécie quando se trata de sua reprodução, permitindo assim prever o estabelecimento e a época adequada de colheita.

A maturidade fisiológica das sementes é geralmente acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes (SOUZA & LIMA, 1985). Por isso, a literatura especializada, relata que a coloração dos frutos e das sementes também pode ser considerada como um importante índice na determinação da maturidade fisiológica (FOWLER & MARTINS, 2001).

Para Larcher (2004), a organização das datas fenológicas proporciona informações ecológicas importantes sobre a duração média das diferentes fenofases das distintas espécies em uma área, sobre o local, e as diferenças determinadas pelo clima nas datas de início dessas fases (Tabela 1).

Segundo esse autor, o conhecimento da fenologia é baseado nas observações de estádios de desenvolvimento externamente visíveis (fenofases), como, por exemplo, a germinação das sementes, desenvolvimento das folhas, floração, descoloração das folhas e senescência das herbáceas (Tabela 2).

Além disso, o registro da variação das características fenológicas das espécies é de suma importância não só pela compreensão da dinâmica das comunidades florestais, mas também como indicador da resposta destes organismos

as condições climáticas e edáficas de um determinado local ou região (NEGRELLE & MURARO, 2006).

O conhecimento da biologia floral e do comportamento reprodutivo de uma espécie em determinada região é de fundamental importância, tanto para subsidiar a condução de programas de melhoramento genético, quanto para o correto manejo da cultura (KILL & COSTA, 2003). O conhecimento da fenologia também é importante para a recomendação de adubação de uma cultura.

Os estádios de crescimento e desenvolvimento serão caracterizados em função de suas fases fenológicas, ou seja, vegetativa e reprodutiva (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Escala do ciclo de desenvolvimento do 1º ano de cultivo de pinhão-manso. Fonte: Adaptado de Laviola (2009)

DIAS	CICLO DE DESENVOLVIMENTO	
0 a 10 DAS*	Germinação	
10 a 40 DAS	Produção de Mudas	
40 a 60 DAS	Transplante (Três a sete folhas definitivas)	
0 a 120 DAP**	Crescimento Vegetativo (Raiz, Ramos e Folhas)	Florescimento
120 a 150 DAP		Produção de Frutos
150 a 240 DAP		

*Dias após a semeadura; **Dias após o plantio.

Tabela 2. Escala do ciclo fenológico do pinhão-manso no Brasil

Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out
Crescimento Vegetativo (Raiz, Ramos e Folhas)								Repouso Vegetativo (Caducifolia)				
Florescimento												
Produção de Frutos												

Fonte: Laviola (2009).

O Pinhão-manso apresenta crescimento vegetativo e reprodutivo com padrão sazonal, verificando-se crescimento lento na estação seca acompanhada de abscisão foliar, e aceleração do crescimento na estação chuvosa conjuntamente com os eventos vegetativos e reprodutivos (Figura 1).



(a)

(b)



Figura 1. Pinhão-manso durante o período chuvoso (a) e seco (b) (Fotos: Bruno Galveas Laviola).

3 - Propagação do pinhão-manso

O método de propagação de plantas perenes deve merecer grande atenção, pois alguns danos ou deformações ocorridas na fase de desenvolvimento e crescimento inicial do sistema radicular não poderão ser reparados posteriormente. Desta forma, estes danos quando não causam a morte da planta, influenciam negativamente na sua produtividade por todo ciclo produtivo.

Um cultivo de valor econômico agregado é composto por longevidade associada a alta produtividade de frutos, que é o resultado de uma base sólida, sustentada por uma propagação de boa qualidade. Porém, o melhor método de propagação do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) ainda não está totalmente definido, porque vantagens e desvantagens podem ser apontadas em todas as opções existentes (SATURNINO et al., 2005). Como essa cultura não possui tradição de cultivo em nenhum país, a tecnologia para produção de mudas ainda carece de maiores informações (SEVERINO et al., 2007).

A propagação do pinhão-manso pode ser feita por meio de estacas, semeadura direta no campo ou através de mudas, sendo esta última alternativa a mais indicada por permitir bom desenvolvimento inicial, resultando em melhor estabelecimento no campo (SEVERINO et al., 2007). Segundo Peixoto (1973), na propagação do pinhão também pode ser utilizada a enxertia, seguindo as normas de borbulhia e garfagem estabelecidas para as demais plantas, no qual se utiliza o sistema de garfagem para aproveitar plantas de baixa produção com garfo de outra planta com produtividade elevada. Em ambos os casos, a seleção das matrizes deve ser rigorosa, escolhendo-se as melhores plantas, sendo o sistema de propagação em viveiros o mais recomendado.

Diversos materiais orgânicos e inorgânicos têm sido utilizados na formulação de substratos para a produção de mudas, havendo necessidade da definição de quais

são os mais apropriados para a espécie, de forma a atender sua demanda quanto a fornecimento de nutrientes e propriedades físicas como retenção de água, aeração, facilidade para penetração de raízes e não favorecer o surgimento de doenças. O substrato precisa também ser um material abundante na região e ter baixo custo (LIMA et al., 2009).

3.1 - Propagação sexuada

A cultura do pinhão-manso quando propagada através de sementes plantadas diretamente no campo, possuem crescimento mais lento que aquelas produzidas por mudas ou estacas, no entanto, com o plantio direto da semente no campo, há indícios do estabelecimento de plantas mais resistentes a seca e com maior longevidade (HELLER, 1996). Quando obtida por via sexual, em boas condições de produção, a longevidade desta euforbiácea é de 30 a 50 anos, podendo viver até mais de um século (PEIXOTO, 1973).

Embora seja mais tardia com produção inicial após os dois anos e mais desuniforme, a propagação via semente apresenta vantagem de gerar indivíduos mais vigorosos e de maior produtividade, porém, apresenta como desvantagem o fato da espécie apresentar altos índices de polinização cruzada, o que determina elevada variabilidade genética nos cultivos seminais (NUNES, 2007).

Segundo Heller (1996), plantas propagadas por sementes desenvolvem uma riz pivotante e quatro raízes laterais típicas, que geram mudas menos sensíveis ao tombamento e a falta de água e nutrientes no solo, devido a um sistema radicular mais vigoroso, o que possibilita maior tolerância a seca e melhor fixação da planta. É recomendado realizar o plantio o mais rápido possível após a colheita, pois as sementes perdem o poder germinativo em poucos meses. A maior uniformidade do plantio pode ser obtida através de lotes separados de acordo com o peso das sementes.

O plantio em sementeiras pode ser feito de três formas: a) plantio em leito de areia de rio e posteriormente transplante para o campo; b) plantio em leito de areia de rio lavada com transplante das mudas para outros recipientes contendo substrato para posterior cultivo no campo; e c) plantio direto de sementes em recipientes com substrato (Figura 2) (SATURNINO et al., 2005). Enfim, cabe lembrar que a produção de mudas com transplante de sementes germinadas em leito de areia deve ser evitada (semeadura indireta), dando preferência para a semeadura direta, pois o transplante de plântulas causa danos no sistema radicular.

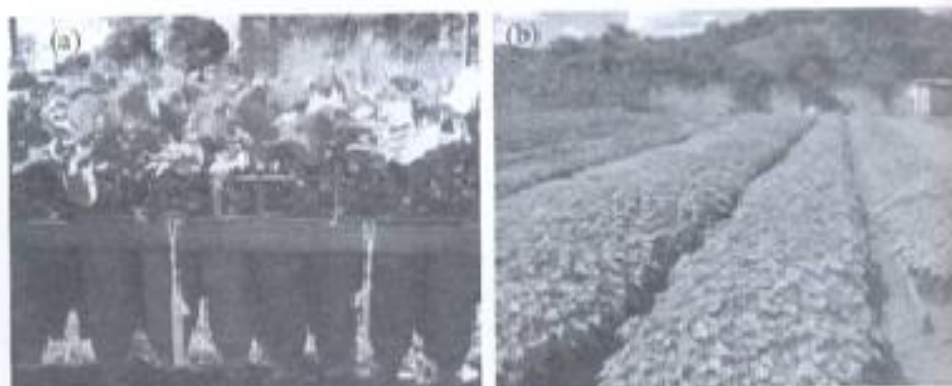


Figura 2. Produção de mudas em tubetes de 280 cm³ a pleno sol. (a) mudas com 15 dias de crescimento em tubetes a pleno sol (Foto: Bruno Laviola); (b) produção de mudas em sacos plásticos a pleno sol (Foto: Luciano Piovesan Leme).

3.2 - Propagação assexuada

O plantio por estacas, embora tecnicamente não seja o mais recomendado, é, contudo, o preferido por muitos agricultores, devido à maior simplicidade e economia (ARRUDA et al., 2004), sendo esse material de fácil obtenção, transporte e enraizamento rápido. Desta forma, as plantas iniciam o florescimento em poucos meses após o plantio e apresentam características idênticas às da planta mãe.

Diversos pontos negativos relacionados à propagação através de estacas lenhosas são observados, como a menor longevidade da cultura, vulnerabilidade aos períodos de veranico, suscetibilidade ao tombamento ocasionado pelo vento e ausência da raiz pivotante (Figura 3a). Isto ocorre devido as estacas lenhosas apresentarem a produção de raízes adventícias na forma de "cabeleira" e, com isto, não há o aprofundamento do sistema radicular. Todavia este método pode ser utilizado para uma produção rápida de sementes, clonagem de determinado genótipo que tenha característica desejada e para replantio de plantas mortas.

Para o êxito do plantio, as estacas devem ser retiradas dos ramos mais próximos da base do caule, sendo preferidos os ramos não muito grossos, retos, de entrenós curtos, casca lisa, acinzentadas e brilhantes, com 40 a 50 cm de comprimento (ARRUDA et al., 2004).

Atualmente a pesquisa tem buscado o desenvolvimento de sistema de produção de mudas por estacas herbáceas ou miniestacas. Neste sistema pode-se implantar minijardins clonais e a partir deste retirar as estacas para a produção de mudas de clones superiores (Figura 3b). Tagliani et al. (2010) verificaram que é possível a produção de mudas de pinhão-manso por miniestacas (estacas com 0,5 cm de diâmetro) sem aplicação de regulador vegetal em condições ambientais com



Estudando a dinâmica dos atributos físicos do solo sobre cultivo de pinhão-manso, comparado aos solos sob cultivo de eucalipto, café, pastagem e cerrado natural, Camargo et al. (2009) concluíram que o solo sob plantio de pinhão-manso apresentou os menores valores de argila dispersa em água e de diâmetro médio geométrico das partículas, apresentando também porosidade total acima de 40%, assemelhando-se ao solo das demais culturas, refletindo a um maior grau de estruturação deste solo, condicionado pela maior presença de raízes que liberam exsudatos e elevam os teores de matéria orgânica do solo por meio da ciclagem bioquímica (formação, morte e decomposição de raízes finas), contribuindo para a estabilização dos agregados.

Foi demonstrado que a estrutura do solo melhorou significativamente após o cultivo de pinhão-manso, por 18 meses sob condições semi-áridas na Índia, a estabilidade macro-agregado aumentou 60%, enquanto a densidade do solo foi reduzida de 20% (CHAUDHARRY et al., 2007; OGUNWOLE et al., 2007).

Um dos principais fatores que oferece restrições para os cultivos agrícolas nos trópicos está relacionado ao processo de acidez dos solos. A acidez dos solos é caracterizada pela concentração elevada de manganês, ferro e alumínio em solução, sendo este elemento, o alumínio, o fator mais limitante na produtividade das plantas em solos ácidos.

A ocorrência de toxicidade de alumínio em plantas cultivadas é freqüente em muitos solos brasileiros e, na maioria das vezes, está associada aos solos lixiviados, com baixa fertilidade e de elevada acidez. Estudando três acessos de pinhão-manso, Macedo et al. (2009) encontraram decréscimos nos valores médios de massa matéria fresca e comprimento de raiz em função das doses crescentes de alumínio em solução nutritiva. Foi relatado também que dois acessos foram menos suscetíveis quando comparados ao terceiro, mostrando que com o avanço do melhoramento genético pode-se ter a opção de plantio de cultivares com certo grau de tolerância a toxidez de Al^{3+} . Fialho et al. (2009) verificaram tolerância diferencial entre acessos de pinhão-manso a alumínio pelo método de papel-solução. Estes autores também verificaram em concentrações acima de 85 mg/L de alumínio, em papel-solução, que os acessos apresentaram expressiva redução no crescimento do sistema radicular e o surgimento de sintomatologia aguda de toxidez.

A calagem é a técnica normalmente adotada para corrigir tal problema. Em solos ácidos, com pH abaixo de 4,5 as raízes do pinhão não se desenvolvem, sendo necessário a realização de calagem (ARRUDA et al., 2004). Um dos métodos mais recomendáveis para a prática da calagem é o da correção do solo pela saturação de bases trocáveis, o qual tem como objetivo elevar a saturação de bases para um valor que proporcione o máximo rendimento econômico do uso de calcário, na cultura.

As características de crescimento do pinhão-manso apresentaram respostas mais acentuadas ao fator CaO em comparação ao MgO, indicando que o Ca foi o nutriente mais importante para definir o desenvolvimento inicial das mudas. A máxima altura, diâmetro caulinar e número de folhas das plantas de pinhão-manso



ocorreram na combinação de doses entre 1,15–1,25 CaO e 0,8 – 0,875 MgO, sendo o fator a necessidade de calagem (PACHECO et al., 2009).

Tanto a omissão de Ca como a de Mg resultaram em decréscimo na produção de matéria seca total, comprometendo cerca de 95% da mesma, o que é indicio da importância da calagem para o pinhão-manso e de que o uso de calcários dolomíticos ou magnesianos é mais indicado do que o de calcários calcíticos (SILVA et al., 2009).

Além do calcário existem outras fontes alternativas de corretivos, como o óxido de magnésio, que pode ser utilizado para a correção da acidez do solo na cultura do pinhão-manso. Segundo Martins et al. (2010) a combinação calcário + óxido de magnésio foi semelhante à aplicação isolada de calcário para o desenvolvimento inicial do pinhão-manso.

4.2 - Concentração de nutrientes nos tecidos das plantas

Segundo Laviola & Dias (2008), o pinhão-manso possui alto teor de nutrientes em seus tecidos (Tabela 3), apresentando a seguinte ordem de acúmulo no limbo foliar: N > Ca > K > Mg > P > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu, ordem de acúmulo similar a observada por Saturnino et al. (2005). Contrariamente, Lima et al. (2009), estudando crescimento e acúmulo foliar de nutrientes em mudas de pinhão-manso em substratos contendo materiais orgânicos e fertilizante mineral, encontraram a seguinte ordem, para macronutrientes: N > Mg > Ca > K > P > S.

As controvérsias na ordem de acúmulo de nutrientes nas culturas podem ser devido à falta de padrão na coleta das folhas para realização das análises. Esta padronização deve ser feita em dois sentidos: morfológica e temporal. A padronização morfológica baseia-se na posição correta na planta em fazer a amostragem. Nesse sentido, para se realizar amostragem foliar, sugere-se a coleta de folhas recém expandidas, entre a sexta e a oitava folha abaixo da inflorescência (LAVIOLA & DIAS, 2008).

A padronização temporal baseia-se no período ideal de coleta das folhas para predição do estado nutricional da planta. Esta fase acontece entre os meses de outubro e dezembro, sendo influenciada pelo florescimento da cultura.

A vantagem de efetuar a amostragem de folhas em ramos com inflorescência é a de se avaliar o estado nutricional da planta prematuramente, antes que os frutos se tornem duros. Assim, se porventura a planta apresentar alguma deficiência nutricional nessa época, é possível corrigir o problema antes que este cause prejuízo à formação dos frutos e, conseqüentemente, à produção de grãos (LAVIOLA & DIAS, 2008).

Para o acúmulo de nutrientes no fruto, a ordem encontrada foi: N > K > Ca > P > Mg > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu. A particularidade em relação ao acúmulo das folhas é a inversão de posição entre o K e o Ca, no fruto o K apresenta valor de acúmulo de 37,5 mg/fruto, aproximadamente três vezes maior que o valor apresentado pelo Ca, que é de 12,01 mg/fruto (LAVIOLA & DIAS, 2008).



Essa informação é importante para direcionar a ação da recomendação de adubação, uma vez que a chave da adubação de manutenção de uma cultura perene é justamente repor as quantidades de nutrientes exportadas pelas folhas e frutos e perdas pelos vários processos. Desta forma, caso não haja o manejo de retornar com as cascas dos frutos para o solo, deve ter atenção especial na adubação potássica, devido ao potencial do dreno fruto para este elemento. Na formulação das recomendações de adubação para a cultura, é importante considerar que os nutrientes minerais acumulados pelos frutos são exportados da área de cultivo pela colheita, sendo necessária a reposição integral desses elementos pelas adubações (LAVIOLA & DIAS, 2008).

Tabela 3. Estimativa de extração de macronutrientes pela produção de frutos de acordo com a produção esperada de sementes nos respectivos anos de cultivo

Ano de cultivo	Produção de grãos (g)	N	P	K	Ca	Mg	S
.....g planta ⁻¹							
1 ^a	100	2,92	0,57	2,07	1,16	0,53	0,09
2 ^a	500	14,62	2,87	10,37	5,80	2,68	0,47
3 ^a	2.000	58,50	11,42	41,47	23,19	10,71	1,88
4 ^a	4.000	117,00	22,85	82,93	46,38	21,41	3,75

Fonte: Laviola e Dias (2008).

4.3 - Adubação

O pinhão-manso é considerado uma cultura rústica, adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas, sobrevivendo de forma espontânea em solos pouco férteis e de clima desfavorável à maioria das culturas alimentares tradicionais (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005; DIAS et al., 2007). Contudo, para se obter alta produtividade de frutos, a planta exige solos férteis e com boas condições físicas, assim a adoção de novas tecnologias de fornecimento de nutrientes se faz necessário.

A limitação da fertilidade do solo, notável por uma reduzida disponibilidade de N, P e K na zona radicular, dificulta o crescimento das plantas e a produção agrícola.

O nitrogênio está envolvido na produção de aminoácidos, faz parte das proteínas estruturais e enzimáticas, ácidos nucleicos (DNA, RNA) e clorofilas. Um estudo dirigido por Oliveira et al. (2009), comparou a influência das doses de N na proporção de 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹, no desenvolvimento inicial da cultura. Estes autores concluíram que a aplicação de uréia na dose de 80 kg ha⁻¹ proporcionou os melhores índices de matéria seca de plantas de pinhão-manso. Contrariamente, Albuquerque et al. (2009), encontraram maiores estimativas para altura da planta e



ira foliar na aplicação de uréia na dose de 180 kg ha^{-1} . A controvérsia dos dados na literatura mostra a complexidade em balancear a adubação para a cultura.

Em estudo de deficiência nutricional em plantas de pinhão-manso Moura et al. (2009) relataram que o primeiro sintoma a se manifestar com a deficiência foi provocado pelo N, sendo que aos 30 dias as plantas começaram a perder a pigmentação nas folhas e redução da parte aérea. De acordo com Silva et al. (2009) a falta de N provocou severa diminuição no crescimento da planta.

Os solos de regiões tropicais apresentam reduzida fração de fósforo disponível, sendo que tal fato está associado à alta capacidade que esses solos têm em adsorver o P na fase sólida.

O P é de extrema importância no metabolismo vegetal, constituindo a estrutura molecular dos ácidos nucleicos (DNA e RNA).

Em pinhão-manso, com a omissão de P as plantas apresentaram coloração amarelada, com evolução posterior para necrose foliar (MOURA et al., 2009). Entretanto, este nutriente está na penúltima posição em relação à limitação para a cultura, sendo que o enxofre foi o menos limitante entre os macronutrientes. Através destas destas informações verifica-se que suprida a necessidade de P para atender as características de interação solo-fósforo, o mesmo deixa de ser limitante ao desenvolvimento e produção da cultura.

Segundo Costa et al. (2009), ocorre incremento na produção de grãos em função da elevação da adubação fosfatada, com destaque nas maiores doses utilizadas de $200 \text{ g de P}_2\text{O}_5/\text{planta}$. Nobrega et al. (2009) estudando o efeito da adubação fosfatada no primeiro ano de cultivo do pinhão-manso, concluíram que doses de fósforo entre 60 e 70 kg ha^{-1} são ideais para a produção de biomassa da planta.

Experiências de adubação em terras marginais, com diferentes níveis de N e P aplicadas no plantio, mostraram que a altura da planta, índice de área foliar, matéria seca da parte aérea, produção de sementes e a produção de óleo aumentaram significativamente com a aplicação de fertilizantes do 2º ano de cultivo, nas proporções de 45 kg ha^{-1} de nitrogênio e 20 kg ha^{-1} de P (PATOLIA et al., 2007). Com isso, conclui-se que a cultura pode ser bem estabelecida em solos marginais, podendo atingir uma produção razoável, tornando-se alternativa de cultivo e renda para uma boa parte de regiões brasileiras, se é dada a atenção adequada para impulsionar o crescimento das plantas na fase inicial e na fase de frutificação.

O potássio, em termos gerais, é o segundo nutriente em exigência pelas culturas, não sendo tão limitante no solo quanto o fósforo. Depois do fósforo, é o nutriente mais consumido pela agricultura brasileira. O K participa de funções vitais no metabolismo das plantas como a fotossíntese, ativações enzimáticas, sínteses de proteínas, transporte de carboidratos, osmorregulação, expansão celular e movimento estomático.

Segundo Silva et al. (2009), plantas de pinhão-manso tratadas com omissão de K, apresentaram folhas mais velhas com clorose marginal, com evolução



posterior para necrose. A necrose foi observada a partir de 60 dias após a aplicação do tratamento. Relataram também que o K foi o terceiro nutriente mais limitante para a cultura, reduzindo em 85% a matéria seca total, em relação ao tratamento completo.

O cálcio é um componente estrutural de macromoléculas, alojando-se na parede celular e na membrana plasmática. Tal fato resulta numa taxa praticamente nula de redistribuição deste elemento na planta. Esta baixa redistribuição do Ca faz com que os sintomas de carência apareçam em frutos, como se pode observar em maçã e tomate, por exemplo. Esta característica de carência também pode afetar o pinhão-manso. Segundo Laviola & Dias (2008) o Ca é o terceiro elemento em ordem de acúmulo nos frutos, tal fato remete a idéia da importância deste elemento na nutrição desta cultura.

De acordo com Silva et al. (2009) o nutriente que mais afetou a produção de matéria seca total no início do desenvolvimento foi o Ca, com redução de 95%, em relação ao tratamento completo. Para a mamoneira cultivar Íris, espécie da mesma família do pinhão-manso, o Ca foi o segundo nutriente que mais restringiu a produção de matéria seca total (LAVRES JUNIOR et al., 2005).

A principal função do magnésio é certamente como átomo central da molécula de clorofila. Semelhante ao cálcio, o magnésio possui um alto potencial de limitar o desenvolvimento do pinhão-manso, sendo que é o segundo na ordem de nutrientes limitantes à cultura, podendo chegar a comprometer 94% da estimativa de matéria seca total (SILVA et al., 2009).

Formas de adubação alternativas e práticas culturais que visem proporcionar aumento da disponibilidade de nutrientes são bem vistas na cultura do pinhão-manso. Assim, práticas como, adubações verdes e orgânicas, utilização de resíduos de extração de óleo e a inoculação com fungos micorrízicos, podem trazer benefícios para a cultura de forma sustentável, utilizando insumos que estão próximos à área de cultivo.

Desta forma, alguns estudos são realizados com intuito de quantificar os potenciais de materiais orgânicos na cultura do pinhão-manso. Lima et al. (2009) utilizaram esterco bovino, casca de amendoim, composto de lixo, lodo de esgoto e mucilagem de sisal, com a finalidade de quantificar os efeitos de materiais orgânicos e de fertilizante mineral, no crescimento e teor de nutrientes em folhas de mudas de pinhão-manso. Nos resultados verificou-se que tanto o crescimento quanto o teor foliar de nutrientes estão associados à qualidade química do material orgânico, e que a adição de fontes de NPK sintéticas como complementação a fontes orgânicas ricas em nutrientes pode reduzir os teores foliares de nutrientes e também o crescimento inicial do pinhão-manso. O mesmo concluiu que os substratos a base de composto de lixo e de casca de amendoim complementados com fontes de NPK propiciam as melhores condições para o crescimento de mudas de pinhão-manso.

A prática de adubação verde, com leguminosas, é outro procedimento recomendado para cultivos com pinhão-manso, pois de modo geral fornecem altos

rendimentos, fixando o nitrogênio atmosférico e transferindo aos solos, por decomposição orgânica, os nutrientes essenciais como fósforo e cálcio (HELLER, 1996).

Segundo Carvalho (2008), o crescimento inicial do pinhão-mansó respondeu positivamente à colonização micorrízica. De um modo geral, a inoculação com fungos micorrízicos favoreceu o acúmulo de nutrientes, influenciando também nos teores foliares de N, P, K, Zn e Fe. Estes resultados corroboram com o estudo feito por Lima et al. (2009) onde a inoculação de fungos micorrízicos no cultivo de pinhão-mansó aumentou significativamente a absorção de fósforo, zinco, cobre e ferro. Estudando a interação entre fungos micorrízicos e doses de fósforo, Balota et al. (2009) revelaram que os fungos micorrízicos proporcionaram maior desenvolvimento e teor de nutrientes nas plantas de pinhão-mansó, principalmente nas menores doses de fósforo, e que a inoculação aumentou a produção de massa seca da parte aérea em até 580%.

A influência da adubação orgânica e mineral no crescimento inicial do pinhão-mansó foi estudada por Guimarães & Beltrão (2008), utilizando nitrogênio (uréia) nas doses de 85; 170; 255 e 340 kg ha⁻¹ e três fertilizantes orgânicos (esterco bovino, bio-sólido e torta de mamona). Estes autores concluíram que o pinhão-mansó nos 135 dias iniciais do ciclo, respondeu a adubação orgânica, com os produtos bio-sólido e torta de mamona, de forma significativa em relação à testemunha sem fertilizantes. As plantas do pinhão-mansó foram beneficiadas pela adubação, em especial com a NPK mineral, proporcionando um incremento na altura de 96,14% quando comparados com a testemunha, sem o uso de fertilizantes. Concluíram também que na adubação orgânica, o bio-sólido e a torta de mamona aumentaram significativamente o crescimento da planta, apresentado pelas variáveis altura da planta e diâmetro caulinar de respectivamente 40,9% e 40,6% com relação ao controle, sem adubação orgânica.

Para o aumento da produtividade das culturas, com redução dos custos, a prática do uso de micronutrientes tem se intensificado nos últimos anos, desta forma, a diagnose de deficiência nutricional para estes elementos deve ser bem descrita, com intuito de otimizar a adubação.

Os sintomas de deficiência de micronutrientes foram bem apresentados por Matos et al. (2009). Os autores relataram que o primeiro sintoma foi observado no tratamento com a omissão de boro, com 10 dias, gerando o enrugamento das bordas das folhas novas e coloração avermelhada das nervuras na face inferior das folhas velhas. Para o tratamento com omissão de ferro, aos 15 dias de avaliação, observou-se uma coloração metálica nas folhas mais velhas e enrugamento tanto das folhas novas como das velhas, provocando deformação do limbo foliar. Na ausência de manganês ocorreu o enrugamento, amarelecimento e necrose de diversas partes das folhas mais velhas, aos 20 dias de avaliação. Para as folhas novas houve amarelecimento e necrose dos bordos foliares, seguida de abortamento das mesmas. A ausência de molibdênio (28 dias) provocou um leve amarelecimento das folhas na região periférica e um verde mais intenso na região central. Para os demais



tratamentos (Cu e Zn), durante o período de avaliação, não se observou nenhum sintoma característico.

4.4 - Água no solo

Como qualquer outra planta, o pinhão-manso exige CO_2 e água para converter a radiação solar no processo de fotossíntese em carboidratos funcionais (HELLER, 1996). Folhas adultas de pinhão-manso estão bem adaptadas a altas intensidades de radiação (BAUMGART, 2007). Todavia, a falta de água no solo pode diminuir a absorção de nutrientes, mesmo na cultura do pinhão-manso, tida como tolerante ao déficit hídrico.

Apesar do pinhão-manso se adaptar a zonas tropicais semi-áridas e áridas, podendo ser considerada como cultura tolerante à seca, pouco se conhece sobre a utilização e eficiência do uso da água de da cultura. Para a espécie *Jatropha pandurifolia* L. e *Jatropha gossypifolia* L., Liguio (2002) relatou uma eficiência de uso de água de 3,68 e 2,52 $\text{mmol CO}_2 \text{ H}_2\text{O mmol}^{-1}$. Este valor está próximo do intervalo de outras espécies com potencial oleaginoso, com alta afinidade hídrica, como a soja (3,90 $\text{mmol CO}_2 \text{ H}_2\text{O mmol}^{-1}$) e a palma (3,95-4,42 $\text{CO}_2 \text{ H}_2\text{O mmol}^{-1}$), mostrando que a falta de umidade no solo pode limitar a expressão de vigor da planta de pinhão-manso diminuindo sua eficiência e consecutivamente seus rendimentos.

Albuquerque et al. (2009) estudando a resposta do pinhão-manso em função de quatro níveis de água disponível no solo (100, 80, 60 e 40% da água disponível) concluíram que as maiores estimativas para as variáveis de biomassa e de crescimento (altura da planta e área foliar) foram obtidas no maior nível de água no solo estudado, evidenciando a importância de umidade no solo para o desenvolvimento da cultura.

5 - Considerações finais

O pinhão-manso é uma das oleaginosas atualmente pesquisadas com potencial de produção de óleo com qualidade para atender parcialmente as necessidades do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), principalmente nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste do Brasil. A oleaginosa possui atributos que conferem capacidade de produção de óleo superior às oleaginosas tradicionais (produtividade acima de 1.000 kg/ha de óleo), cujas características físico-químicas são favoráveis para produção de biocombustíveis. Além disso, o pinhão-manso possui outras características que o tornam interessante à agricultura familiar, contribuindo para gerar emprego e renda no campo. Embora o pinhão-manso apresente várias características favoráveis à produção de biocombustíveis, a oleaginosa não está domesticada, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas para viabilizar o cultivo comercial. No Brasil ainda não existem cultivares e os sistemas de produção carecem de validação, necessitando de informações sobre produção de sementes, sistemas de propagação,

densidades de plantio, sistemas de condução nutrição mineral e adubação e manejo da cultura.

Apesar de originalmente o pinhão-mansão ser apontado como uma planta rústica e adaptada a condições edafoclimáticas marginais, a espécie necessita da aplicação de manejo para apresentar níveis de produção de frutos que o torne interessante para a produção de biodiesel. A planta cresce condições de cultivo com baixo nível tecnológico, mas, neste caso, a produtividade é reduzida, o que pode inviabilizar economicamente o cultivo. Em especial, nota-se que o desenvolvimento das plantas é bastante limitado em ambientes de solos ácidos e com deficiência de nutrientes, principalmente nitrogênio.

Por meio de resultados de pesquisa tem-se verificado que o pinhão-mansão é uma oleaginosa que responde satisfatoriamente a aplicação de fertilizantes e depende de adubações para apresentar produções satisfatórias de frutos. Atualmente devem-se realizar as adubações de produção a fim de fornecer nutrientes suficientes para o crescimento vegetativo e desenvolvimento reprodutivo, sem que haja esgotamento das reservas de nutrientes no solo. Além disso, a fertilização inadequada de uma cultura pode exaurir os solos ao longo do tempo e diminuir a longevidade e potencial produtivo da lavoura.

No Brasil e no mundo existem diversas instituições e universidades realizando pesquisas com pinhão-mansão e já estão disponíveis na literatura diversas publicações com resultados preliminares. No entanto, estas informações estão dispersas e, trabalhos com propósitos semelhantes a este, que visam consolidar os avanços científicos em determinadas áreas do sistema de produção, são fundamentais nesta fase de construção do conhecimento. Embora preliminares, os resultados atuais podem contribuir para viabilizar o cultivo do pinhão-mansão para produção de biodiesel em diversas regiões do país, bem como, nortear novas frentes de pesquisas para sanar os desafios técnico-científicos da cultura.



Referências

- ABREU, H.A.; GUERRA, G.M.; ESQUITA, D.N.; PEREIRA, V.C.R.; ASSIS, R.L.; SILVA, O.A.; SILVA, G.P.; PIRES, F.R.; IMOLES, A.S. Crescimento Aéreo e Radicular de Pinhão-manso Sob Diferentes Níveis de Compactação do Solo. **In...** 1 Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- ALBUQUERQUE, W.G.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, C.A.V.; FILHO, J.L.S. Comportamento das variáveis de crescimento do pinhão-manso em função de níveis de água disponível no solo e adubação nitrogenada. **In...** 1 Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E. & SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas**, 8:789-799, 2004.
- BALOTA, E.L.; MACHINESKI, O.; GARCIA, T.L.; TRUBER, P.V.; CEREZINI, P.; SCHERER, A. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares no pinhão-manso em diferentes doses de fósforo. **In...** 1 Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- BAUMGART, S. *Jatropha* cultivation Belize. Expert seminar on *Jatropha curcas* L. **Agronomy and genetics**, v. 23, p. 24-26, 2007.
- CAMARGO, R.; PERIN, G.F.; FRANÇA, L.X.; SILVA, P.S. Dinâmica dos atributos físicos do solo sob cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **In...** 1 Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- CARVALHO, A.M.X. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). 2008. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- CHAUDHARRY, D.R.; PATOLIA, J.S.; GHOSH, J.; CHIKARA, G.N.; BORICHA, A.; ZALA, T. Changes in soil characteristics and foliage nutrient content in *Jatropha curcas* plantations in relation to stand density in Indian wasteland. Expert seminar on *Jatropha curcas* L. **Agronomy and genetics**, v. 23, p. 24-26, 2007.
- COSTA, N.V.; ERASMO, E.A.L.; FERNANDES, B. Crescimento de plantas de pinhão-manso em resposta à adubação fosfatada: 1º ano de avaliação. **In...** 1 Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; DIAS, D.C.F.S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa, MG, 2007, v.1. 40p.



FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

FIALHO, G.S.; ROSADO, R.D.S.; DIAS, B.A.S.; LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SILVA, M.P. Screening pinhão-manso genotypes aluminum tolerance using the solution-paper method. In: XXXIII CIOSTA CIGRV CONFERENCE, 2009, Reggio Calabria, ITALY. Technology and management to ensure sustainable agriculture, agro systems, forestry and safety. ITALY: Artemis, 2009. v. 33. p. 2105-3109.

FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JR, L.R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva ecológica do Trabiço, Pinelamangaba-SP). *Revista Biociência de Taubaté*, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. Coleta de sementes. In: *Manejo de sementes de espécies florestais*. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. p. 9-13. Documentos, 58.

FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potencial and perspectives of *Jatropha* plantations. *Natural Resources Forum*, v. 29, p. 12-24, 2005.

GUTMARÃES, A.S.; BELTRÃO, N.E.M. Crescimento inicial do *Jatropha curcas* em função de fontes e doses de fertilizantes. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: Energia e Ricinoquímica. *Resumos*. Salvador: EMBRAPA - Algodão, 2008. p.115.

HELLER, J. *Physic nut, Jatropha curcas L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 1. Institute of Plant Genetic Resources and Crop Plant Research; Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute: Rome, 1996. 66 p.

KHEERA, A.A.A.; ATTA, N.M.M. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics. *Biomass and Bioenergy*, n.33, p.1343-1350, 2008.

KHILL, L.H.P.; COSTA, J.G. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. *Ciência Rural*, v. 33, n.5, Santa Maria, 2003.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, SP: Rima artes, 2004. 531 p.

LAVIOLA, B.G.; DIAS, L.A.S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.32, n.5, p. 1969-1975. 2008.



- FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, t. 2, p. 305-317, 1999.
- FIALHO, G.S.; ROSADO, R.D.S.; DIAS, B.A.S.; LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SILVA, M.P. Screening pinhão-manso genotypes aluminum tolerance using the solution-paper method. In: XXXIII CIOSTA CIGRV CONFERENCE, 2009, Reggio Calabria, ITALY. Technology and management to ensure sustainable agriculture, agro systems, forestry and safety. ITALY : Artemis, 2009. v. 33. p. 2105-3109.
- FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JR, L.R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva ecológica do Trabiçu, Fındamonhangaba - SP). *Revista Biociência de Taubaté*, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000.
- FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. Coleta de sementes. In: **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. p. 9-13. Documentos, 58.
- FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potencial and perspectives of *Jatropha* plantations. *Natural Resources Forum*, v. 29, p. 12-24, 2005.
- GUMARÃES, A.S.; BELTRÃO, N.E.M. Crescimento inicial do *Jatropha curcas* em função de fontes e doses de fertilizantes. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: Energia e Ricinoquímica. **Resumos**...Salvador: EMBRAPA - Algodão, 2008. p.115.
- HELLER, J. *Physic nut, Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetic Resources and Crop Plant Research: Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute: Rome, 1996. 66 p.
- KHEERA, A.A.A.; ATTA, N.M.M. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics. *Biomass and Bioenergy*, n.33, p.1343-1350, 2008.
- KHILL, L.H.P.; COSTA, J.G. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. *Ciência Rural*, v. 33, n.5, Santa Maria, 2003.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, SP: Rima artes, 2004. 531 p.
- LAVIOLA, B.G.; DIAS, L.A.S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.32, n.5, p. 1969-1975. 2008.



- LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D. Acúmulo de macronutrientes em frutos de cafeeiros em viçosa-MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., Águas de Lindóia, 2007. *Anais...* Águas de Lindóia, 2007. CD-ROM.
- LAVRES-JUNIOR, J.; BOARETTO, R.M.; SILVA, M.L.S.; CORREIA, D.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E. Deficiência de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 2, p. 145-151, Fevereiro 2005.
- LIGUO, T. The photosynthesis and water use efficiency of eight garden tree species. *Forest Research*, v. 15, p. 291-296, 2002.
- LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SAMPAIO, L.R.; FREIRE, M.A.O.; BELTRÃO, N.E.M.; ARRIEL, N.H.C. Crescimento e teor foliar de nutrientes em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em substratos contendo cinco materiais orgânicos e fertilizante mineral. *Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas*, campina grande, v.13, n.1, p.29-36, 2009.
- MACEDO, F.L.; PEDRA, W.N.; SILVA, A.S.; SILVA-MANN, R. Tolerância de plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), à toxicidade de alumínio em solução nutritiva. In... I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- MARTINS, L.D.; TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T.; LAVIOLA, B.G. Desenvolvimento inicial de mamona e pinhão-manso em solo submetido a diferentes corretivos e doses de fósforo. *Revista Verde*, Mossoró – RN, v.5, n.1, p. 143 – 150, 2010.
- MATOS, A.T.; SANTOS, H.O.; SILVA-MANN, R.; BISPO, M.V.C.; SANTOS JUNIOR, J.B.; SANTANA, U. Deficiência de micronutrientes em mudas de *Jatropha curcas* L.: Resultados preliminares. In... I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- MOURA, A.R.; FREIRE, C.S.; SANTOS, C.A.; SANTOS, H.R.B.; RIBEIRO, M.S.R.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Sintomatologias visuais da omissão nutricional em plantas de *Jatropha curcas* L. cultivadas em solução nutritiva. In... I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- NEGRELLE, R.R.B.; MURARO, D. Aspectos fenológicos e reprodutivos de *Vriesea incurvata* Gaudich (Bromeliaceae). *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 28, n. 2, p. 95- 102, 2006.
- NETO, M. Histórico biodiesel. Disponível em: <<http://arquivobrasilbio.blogspot.com>>. Acesso: 15 maio de 2010.



- NOBREGA, J.A.; AZEVEDO, C.A.V.; NASCIMENTO, J.J.V.R.; NÓBREGA, J.A.; NETO, J.D. Adubação fosfatada do pinhão-manso: efeitos sobre a biomassa seca. In... I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- NUNES, L.F. Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). 2007. 78 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- OGUNWOLE, J.O.; PATOLIA, J.S.; CHAUDHARRY, D.R.; GHOSH, J.; CHIKARA, G.N. Improvement of the quality of a degraded entisol with *Jatropha curcas* L. under Indian semi-arid conditions. Expert seminar on *Jatropha curcas* L. *Agronomy and genetics*, v. 23, p. 28-30, 2007.
- OLIVEIRA, S.J.C.; BELTRÃO, N.E.M.; NASCIMENTO, J.J.V.R.; ARAÚJO M.S.; ARAÚJO, L.H.A. Poda e adubação nitrogenada no pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): influência na fitomassa seca hipógea. In... I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- ORHAN, A.S.; DULGER, Z.; KAHRAMAN, N.; VERIZOGLU, T.N. Internal combustion engines fueled by natural gas-hydrogen mixtures. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 29, n. 14, p. 1527-1539, 2004.
- PACHECO, D.D.; SATURNINO, H.M.; JÚNIOR, A.B.A.; SOUZA, R.P.D.; ANTUNES, P.D.; RIBEIRO, D.P.; DOURADO, I.C.; PINHO, D.B. Resposta de pinhão-manso à correção de acidez com cálcio e magnésio em solo de chapada da bacia do Rio Jequitinhonha. In... I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso Brasília-DF, Novembro, 2009.
- PATOLIA, J.S.; GHOSH, J.; CHIKARA, G.N.; CHAUDHARRY, D.R.; PARMAR, H.M.; BHUVA, T. Response of *Jatropha curcas* grown on wasteland to N and P fertilization. *Agronomy and genetics*, v. 23, p. 26-28, 2007.
- PEDXOTO, A.R. *Plantas oleaginosas arbóreas*. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, MG, v.26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SEVERINO, L.S.; LIMA, R.L.S.; LEÃO, A.B.; BELTRÃO, N.E.M. Formação do Sistema Radicular de Plantas de Pinhão-manso Propagadas por Mudas, Estacas e Sementes. *Comunicado Técnico*. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2007.
- SILVA, E.B.; TANURE L.P.P.; SANTOS, S. R.; JÚNIOR, P.S.R. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.44, n.4, p.392-397, 2009.



SOUZA, S.M.; LIMA, P.C.F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, v.7, n.2, p.93-100, 1985.

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

TAGLIANI, M.C; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. ; LAVIOLA, B.G.; WENDLING, I. Uso de ácido indol butírico na miniestaquia de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 2010, João Pessoa. Congresso Brasileiro de Mamona. João Pessoa: Embrapa, 2010, v.4.