

# Cultivo *in vitro* de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)

Souza, Bruno Fernando de  
Nascimento, Daniela Defavari do

## Resumo

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta tóxica à ingestão humana e adaptável à diversas condições edafoclimáticas, que possui grande potencial energético devido a seu elevado teor oleaginoso. Um desafio é a produção de mudas obtidas a partir de plantas matrizes superiores, que pode ser superado com a utilização da técnica de micropropagação. Neste trabalho avaliou-se a multiplicação *in vitro* e a capacidade regenerativa de embriões em meios de cultura com 50% dos sais MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) e com a adição de proporções variáveis de reguladores vegetais BAP (6-benzilaminopurina) e ANA (ácido naftaleno acético). Cada genótipo respondeu de forma diferente a cada tratamento. Porém, verificou-se que adições de ANA, na faixa de 0,2 mg.L<sup>-1</sup> à 0,5 mg.L<sup>-1</sup> e sem a adição de BAP foram melhores para a formação de plantas com raízes e partes aéreas, sugerindo-se que novos estudos sejam realizados adotando-se variações nesta faixa para definição de concentração hormonal mais adequada para a micropropagação do pinhão manso.

**Palavras-chave:** micropropagação; biodiesel; biotecnologia.

## Abstract

*Pinhão Manso* (*Jatropha curcas* L.), which is a toxic plant for human ingestion, is adaptable to diverse edaphoclimatic conditions and has great energetic potential due to its high oleaginous content. One challenge is the production of seedlings obtained from higher parent plants and this challenge can be overcome with the use of the micropropagation technique. This work evaluated the *in vitro* multiplication and regenerative capacity of embryos in culture media with 50% MS salts (MURASHIGE; SKOOG, 1962) and with the addition of different proportions of plant regulators BAP (6-benzylaminopurine) and NAA (naphthalene acetic acid). Each genotype responded differently to each treatment. However, additions of ANA in the range of 0.2 mg.L<sup>-1</sup> to 0.5 mg.L<sup>-1</sup> and without the addition of BAP were found to be better for the plant development with roots and aerial parts, suggesting that new studies should be carried out adopting variations in this range to define the hormonal concentration adequate for *Jatropha* micropropagation.

**Keywords:** micropropagation; biodiesel; biotechnology.

## Resumen

El piñón manso (*Jatropha curcas* L.) es una planta tóxica a la ingestión humana y adaptable a las diversas condiciones edafoclimáticas, que posee gran potencial energético debido a su elevado contenido oleaginoso. Un desafío, es la producción de mudas obtenidas a partir de plantas matrices superiores, que puede ser superado con la utilización de la técnica de micropropagación. En este trabajo se evaluó la multiplicación *in vitro* y la capacidad regenerativa de embriones en medios de cultivo con 50% de las sales MS (MURASHIGE, SKOOG, 1962) y con la adición de diversas proporciones de reguladores vegetales BAP (6-benzilaminopurina) y ANA (ácido naftaleno acético). Cada genotipo respondió de forma diferente a cada tratamiento. Sin embargo, se verificó que las adiciones de ANA, en el rango de 0,2 mg. L<sup>-1</sup> a 0,5 mg. L<sup>-1</sup> y sin la adición de BAP fueron mejores para la formación de plantas con raíces y partes aéreas, sugiriendo - que nuevos estudios sean realizados adoptando variaciones en esta franja para definición de concentración hormonal más adecuada para la micropropagación del piñón manso.

**Palabras-clave:** micropropagación; biodiesel; biotecnología.

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil é pioneiro mundial no uso de biocombustíveis, tendo destaque na utilização de oleaginosas para obtenção de biodiesel, onde se pode verificar uma diversidade de plantas com potencial para o desenvolvimento energético. Dentre elas, o pinhão manso se destaca como fonte alternativa de cultura, que está ganhando importância, devido ao seu elevado teor de óleo nas sementes. Além disso, por apresentar toxinas, não compete com fontes de óleo comestível e nem pode ser utilizado na alimentação como fontes nutricionais (JHA *et al.*, 2007; DEORE; JOHNSON, 2008, SATO, 2009).

O pinhão manso é uma planta arbustiva que, dentre as oleaginosas, destaca-se por sua rusticidade e capacidade de adaptação a diversas condições edafoclimáticas (SUGUINO *et al.*, 2009).

Um desafio, a ser vencido, é a produção e obtenção de mudas selecionadas a partir de plantas matrizes superiores. Uma alternativa, para tal, é a técnica de micropropagação, que permite produzir mudas sadias, em escala comercial, em qualquer época do ano e em curto período de tempo. Com isso, podem-se obter plantas de melhor qualidade (genótipos), livres de patógenos, oriundas de matrizes superiores ou de melhoramento genético (SATURNINO *et al.*, 2005; NUNES, 2007).

Dessa forma, neste trabalho, avaliou-se a multiplicação *in vitro* de embriões de sementes de cinco genótipos de pinhão manso e sua capacidade regenerativa, ou seja, a formação de partes aéreas, raízes e, ou, calos, em meios de cultura com 50% dos sais MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) e com reguladores vegetais BAP (6-benzilaminopurina) e ANA (ácido naftaleno acético), em diversas proporções, visando obter a regeneração completa da planta e a definição do melhor tratamento para a micropropagação da cultura e futura produção exponencial de mudas sadias e selecionadas.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **A Cultura do Pinhão Manso (*Jatropha curcas L.*)**

O pinhão manso é uma planta arbustiva da família Euphorbiaceae, também conhecida popular e regionalmente como pinhão-do-paraguai, manduri-graça, pinha-de-purga, pinhão-de-cerca, manduigaçu, purgueira, dentre outros (ARRUDA *et al.*, 2004; SUGUINO *et al.*, 2009).

Dentre as oleaginosas, o pinhão manso tem destaque como planta rústica, perene e adaptável a diversas condições edafoclimáticas, além de ser tolerante à seca e sofrer pouca incidência da ação de pragas e doenças (SATURNINO *et al.*, 2005).

Sua idade produtiva é alcançada entre três e quatro anos, estendendo-se por até 40 anos e sua altura média está entre dois a três metros, podendo atingir até 12 metros (SUGUINO *et al.*, 2009).

O fruto é capsular ovoide com diâmetro entre 1,5 e 3,0 cm. É composto por uma casca que contém de uma a três sementes, pesando em média 2,2 g. A semente possui um teor de óleo em torno de 30 a 35% e é constituída pela casca e uma camada interna que envolve o embrião, denominado endosperma (ARRUDA *et al.*, 2004; SUGUINO *et al.*, 2009).

O óleo pode ser utilizado como inseticida, na produção de sabão, na indústria de cosméticos, medicinalmente (como purgante) e mais recentemente visando à produção de bioenergia (SUGUINO *et al.*, 2009).

A produtividade varia muito com as características regionais, como: plantio, método de cultivo, tratos culturais, idade da planta, fertilidade do solo e precipitação pluvial. Estima-se uma produção de, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare (ARRUDA *et al.*, 2004).

Geralmente, suas sementes não são utilizadas com propósitos nutricionais devido à presença de componentes tóxicos, como a proteína curcina (SUGUINO *et al.*, 2009). Dessa forma, o óleo proveniente de suas sementes não compete com outras culturas alimentares.

A propagação do pinhão manso ocorre por via vegetativa ou clonal ou por via seminal. Quando realizada via sementes ou estaquia há bastante limitação devido à enorme irregularidade encontrada no campo, comprometendo sua produção para plantio e comercialização (SATURNINO *et al.*, 2005; NUNES, 2007).

Algumas sementes não germinam mesmo quando colocadas sob condições ambientais favoráveis. Esse fenômeno, ao mesmo tempo se constitui num mecanismo eficiente para garantir a sobrevivência e a perpetuação da espécie, também pode levar ao atraso e a desuniformidade na germinação. Além disso, a utilização de sementes de diversas matrizes, também pode ocasionar a heterogeneidade das mudas (CARDOSO, 2004; MARCOS FILHO *et al.*, 1987).

Ainda não se conhecem variedades melhoradas ou cultivares da espécie, sobre os quais se tenha informações e garantias do potencial de produção, carecendo ainda de estudos sobre seus aspectos agrônômicos (SATURNINO *et al.*, 2005; DURÃES *et al.*, 2009).

## **O Pinhão Manso na Produção de Biodiesel**

O biodiesel é um combustível renovável obtido por meio de um processo químico denominado transesterificação. Neste processo, os triglicerídeos contidos em óleos ou gorduras reagem com um álcool, geralmente metanol, gerando dois produtos: a glicerina e o biodiesel (ANP, 2016).

As três principais diretrizes que embasam o programa biodiesel no Brasil são: implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social; garantir preços competitivos, qualidade e escala de suprimento, e; produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas (DURÃES *et al.*, 2009).

Uma destas culturas oleaginosas com potencial energético para a produção de biodiesel é o pinhão manso (*Jatropha curcas L.*). Entretanto, a cultura ainda não possui as características fundamentais para garantir um programa sustentável e preços competitivos. São elas: tecnologia agrônoma definida; tecnologia industrial estabelecida; logística e infraestrutura para produção e; escala de produção (DURÃES *et al.*, 2009, SATO *et al.*, 2009).

## **Biotecnologia e o Melhoramento de Plantas**

As pesquisas biotecnológicas trouxeram ampla melhoria nas técnicas de cultivo e na qualidade da agricultura como um todo, visando maior produtividade das culturas e possibilitando a expansão do agronegócio.

O melhoramento genético se utiliza do método convencional, aproveitando-se a variabilidade pré-existente, ou da geração de variabilidade através de hibridações interespecíficas, indução de mutações, variação somaclonal ou transformação genética (MARQUES; FERRARI, 2008).

A multiplicação clonal, por exemplo, permite um rápido aumento no número de indivíduos geneticamente iguais, sendo extremamente vantajoso no caso de plantas de qualidade superior (SATURNINO *et al.*, 2005).

A cultura de tecidos consiste, basicamente, em isolar uma porção da planta, denominada explante, e em proporcionar-lhe artificialmente, condições físicas e químicas apropriadas ao seu crescimento e desenvolvimento, visando micropropagação, melhoramento, armazenamento ou limpeza clonal (DAMIÃO FILHO, 1995; BARRUETO CID, 2010).

Apesar de demandar mão-de-obra especializada, o cultivo *in vitro* de células e tecidos representa uma excelente alternativa da propagação de culturas (NUNES, 2007).

## METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia e Biotecnologia da Faculdade de Tecnologia “Deputado Roque Trevisan” (FATEC Piracicaba).

As sementes utilizadas neste trabalho, foram fornecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), oriundas do Banco de Germoplasma da Embrapa Agroenergia, situado em Brasília/DF.

Foram utilizadas sementes de cinco genótipos diferentes, com as seguintes nomenclaturas: 253-II-4, 169-I-4, 138-I-1, 183-I-2 e 170-II-1.

Construiu-se então um quadrado latino (Quadro 1) com nove formulações (tratamentos) de meios de cultura para observação do desenvolvimento e diferenciação *in vitro* destes genótipos. Foram definidos os seguintes tratamentos: PM0 – 50% dos sais do meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962); PM1 – 50% dos sais do meio MS + 0,2mg.L<sup>-1</sup> de 6-benzilaminopurina (BAP); PM2 – 50% dos sais do meio MS + 0,5mg.L<sup>-1</sup> de BAP; PM3 – 50% dos sais do meio MS + 0,2mg.L<sup>-1</sup> de ácido naftaleno acético (ANA); PM4 – 50% dos sais do meio MS + 0,2mg.L<sup>-1</sup> de BAP + 0,2mg.L<sup>-1</sup> de ANA; PM5 – 50% dos sais do meio MS + 0,5mg.L<sup>-1</sup> de BAP + 0,2mg.L<sup>-1</sup> de ANA; PM6 – 50% dos sais do meio MS + 0,5mg.L<sup>-1</sup> de ANA; PM7 – 50% dos sais do meio MS + 0,2mg.L<sup>-1</sup> de BAP + 0,5mg.L<sup>-1</sup> de ANA; e, PM8 – 50% dos sais do meio MS + 0,5mg.L<sup>-1</sup> de BAP + 0,5mg.L<sup>-1</sup> de ANA. Todos os tratamentos foram suplementados com sacarose (30g.L<sup>-1</sup>) e agente geleificante Phytigel™ (2,3g.L<sup>-1</sup>). O pH foi aferido para 5,7±0,1 antes de verter o meio nos tubos de ensaio. Por fim, os meios foram autoclavados (esterilizados) a 120°C e 1 Kgf.cm<sup>-2</sup> por 15 minutos.

**Quadro 1: Quadrado latino com a formulação hormonal dos nove tratamentos de meios de cultura testados.**

BAP \ ANA	0 mg.L <sup>-1</sup>	0,2 mg.L <sup>-1</sup>	0,5 mg.L <sup>-1</sup>
0 mg.L <sup>-1</sup>	PM0	PM1	PM2
0,2 mg.L <sup>-1</sup>	PM3	PM4	PM5
0,5 mg.L <sup>-1</sup>	PM6	PM7	PM8

Fonte: Autores, 2017.

Foram utilizadas 45 sementes de cada genótipo (5 repetições x 9 meios de cultura). No laboratório, as sementes foram lavadas com solução de água destilada e detergente, levadas para a câmara de fluxo laminar para realizar a assepsia com solução de água autoclavada e hipoclorito de sódio comercial (1:1) e em seguida lavagem em solução de etanol 70%. Com auxílio de um

bisturi, os tegumentos foram rompidos e os embriões foram retirados e inoculados em tubos de ensaio com os meios de cultura sob condições assépticas, em câmara de fluxo laminar.

A incubação foi realizada em sala climatizada de crescimento com temperatura  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  e sob iluminação artificial com fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas no escuro.

Os explantes foram avaliados com duas, três e quatro semanas, contados da inoculação. Neste período também foram verificadas as possíveis contaminações.

Em caso de contaminação dos explantes, os mesmos foram descartados. Os tubos contaminados foram submetidos à autoclavagem a  $120^{\circ}\text{C}$  e  $1\text{ Kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  por 15 minutos, para eliminação por completo dos microrganismos em desenvolvimento. Após, todo o conteúdo dos tubos foi descartado em lixo orgânico.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observaram-se diferenças significativas entre os cinco genótipos quanto a sua capacidade de indução regenerativa e na formação de partes aéreas, calos ou raízes (Figura 1).

O genótipo 253-II-4 foi o que apresentou a pior resposta aos tratamentos, de maneira geral. Houve desenvolvimento de apenas 24,4% dos 45 embriões e três contaminações. Destes, houve predominância da formação de calos, o que corresponde a 72,7% dos embriões desenvolvidos. O meio PM1 destacou-se, pois 80% de seus embriões se desenvolveram, enquanto que em PM2, PM3, PM5, PM6, PM7 e PM8, essa mesma porcentagem corresponde aos embriões que não desenvolveram. Além disso, em PM0, não houve nenhum desenvolvimento.

O genótipo 169-I-4 também teve um desempenho ruim de resposta aos tratamentos, porém, minimamente melhor que o genótipo anterior. Houve desenvolvimento de 26,7% dos 45 embriões e contaminação de 15,6%. Neste caso também houve predominância da formação de calos, sendo 58,3% dos desenvolvidos, aos 13 dias, e 41,7%, aos 28 dias. Após 21 dias, quatro tubos, sem desenvolvimento, oxidaram, sendo dois de PM0, um de PM1 e um de PM2.

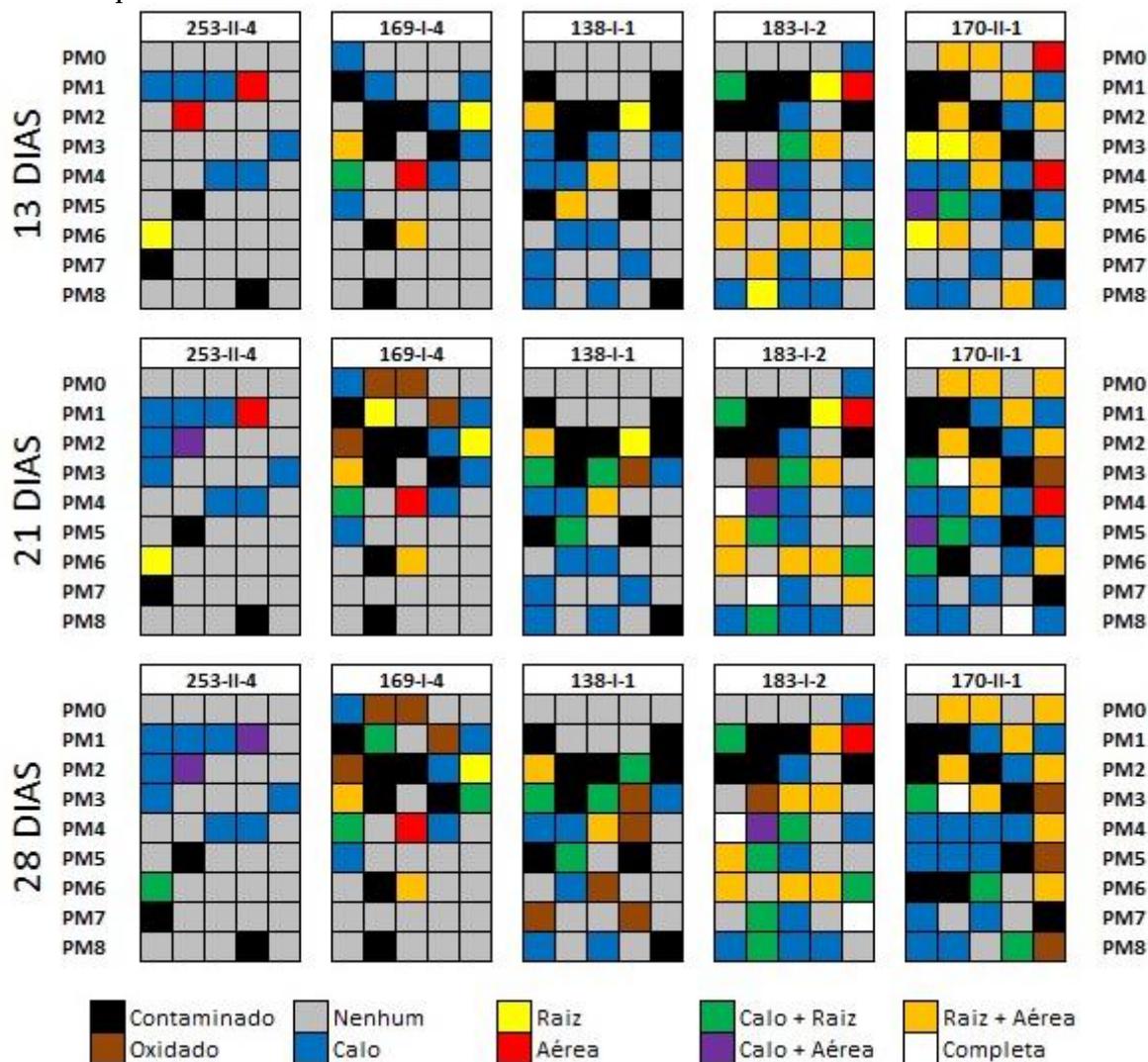
O genótipo 138-I-1 apresentou resposta um pouco melhor que os anteriores. Neste caso, com 13 dias, houve desenvolvimento de 1/3 dos embriões e predominância de calos, o que corresponde a 73,3% dos explantes desenvolvidos. Para os meios PM0 e PM1 não houve nenhum desenvolvimento. Com 28 dias, observaram-se cinco meios oxidados, destes, três com calos e dois sem desenvolvimento. Além disso, houve a formação de seis calos e quatro calos com raiz.

O genótipo 183-I-2 apresentou boa resposta, havendo predominância de formação de raízes com partes aéreas e de calos. Aos 13 dias, observaram-se cinco contaminações, destas, três em PM2, e, não desenvolvimento em 1/3 dos tubos, 26,7% representado por PM0. Neste mesmo período, dentre os 25 meios onde houve desenvolvimento, nove eram de calos e outros nove de raízes com partes aéreas. Houve oxidação em apenas um meio, PM3, sem desenvolvimento. Após 28 dias, haviam duas plantas completamente desenvolvidas, uma no meio PM4 e outra no meio PM7.

Dos genótipos utilizados neste trabalho, o 170-II-1 foi o que apresentou melhor desenvolvimento *in vitro*. Dos 45 embriões, houve desenvolvimento em 64,4% e contaminação em 15,6%. Neste período, observou-se a formação de raízes com partes aéreas em 10 tubos e a formação de calos em 12 tubos. Ambos, distribuídos entre os diversos meios de cultura. Com 28 dias, três meios oxidaram, destes, dois com calos e um sem desenvolvimento. Além disso, houve o desenvolvimento completo de um embrião do meio PM3.

Após os 28 dias, todos os explantes desenvolvidos foram transferidos para frascos com meios de cultura com a formulação PM3.

Figura 1: Desenvolvimento dos genótipos nos meios de cultura, definidos no quadrado latino, de acordo com o tempo de estabelecimento *in vitro*.



Fonte: Autores, 2017.

Após 60 dias no frasco, as plantas regeneradas (Figura 2) foram retiradas, com o auxílio de uma pinça, e submetidas ao processo de aclimação. Para isso, utilizaram-se copos plásticos com terra vegetal onde as plantas foram alocadas. Ainda, uma vareta de madeira foi utilizada como apoio e suporte para o plástico que cobria a muda, a fim de protegê-la, manter a umidade e evitar a ação de insetos. Nesse período, as plantas receberam água e incidência de luminosidade indireta, ou seja, sem contato direto da luz solar. Após quatro dias, o saco plástico foi furado permitindo maior troca gasosa e diminuição gradativa da umidade. Porém, com 14 dias, observou-se a murcha da planta e a morte das mudas. O que indica que esta etapa de climatização não foi adequada.

Figura 2: Embriões regenerados por completo, mantidos em meio PM3.



Fonte: Autores, 2017.

O período de estabelecimento auxiliou no desenvolvimento das estruturas inicialmente formadas ou ainda na alteração e formação de novas estruturas, e, os fitorreguladores se mostraram importantes no desenvolvimento *in vitro* dos embriões de pinhão manso para todos os genótipos.

Elevadas concentrações hormonais, como em PM7 e PM8 foram desfavoráveis à formação de partes aéreas e raízes, obtendo-se apenas calos ou não havendo nenhum tipo de desenvolvimento, contribuindo ainda com a oxidação dos explantes. Isso corrobora com o obtido por Lopes *et al.* (2012), no qual a calogênese é otimizada em meios com suplementação exógena de BAP em pinhão manso, e em Oliveira *et al.* (2014) para catingueira.

Além disso, verificou-se que o tempo de estabelecimento e o meio de cultura podem favorecer a oxidação dos explantes.

O genótipo 253-II-4 foi o menos susceptível a micropropagação, enquanto que o genótipo 170-II-1 foi o que melhor se desenvolveu *in vitro*. Conforme Paiva Neto *et al.* (2014) obteve em seu trabalho com pinhão manso, isso pode ser decorrente do tempo de armazenamento das sementes (dados não obtidos), no qual, as que ficaram armazenadas por mais tempo, tiveram melhores respostas de seus embriões contra a ação inibitória causada pela dormência química, provavelmente, em função da degradação dessas substâncias.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foi possível obter vários brotos de um único embrião, cada genótipo respondeu de forma diferente a cada tratamento. Porém, verificou-se que adições de ANA, na faixa de 0,2 mg.L<sup>-1</sup> à 0,5 mg.L<sup>-1</sup> e sem a adição de BAP foram melhores para a formação de plantas com raízes e partes aéreas. Portanto, sugere-se que novos estudos sejam realizados adotando-se variações nesta faixa para uma melhor definição da relação hormonal mais adequada para a micropropagação do pinhão manso.

## REFERÊNCIAS

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Biodiesel*. Disponível em: <

<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>>. Acesso em: 17 de outubro de 2017.

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. *Cultivo de pinhão-manso (Jatropha curca L.) como alternativa para o semi-árido nordestino*. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

BARRUETO CID, L. P. (Ed.). *Cultivo in vitro de plantas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. P. 95-108.

DAMIÃO FILHO, C. F. *Micropropagação*. Jaboticabal: FUNEP, 1995.

DEORE, A. C.; JOHNSON, S. High-frequency plant regeneration from leaf-disc culture of *Jatropha curcas* L.: an important biodiesel plant. *Plant Biotechnology Reports*, Tóquio, v. 2, n. 1, p. 7-11, 2008.

DURÃES, F. O. M.; LAVIOLA, B. G.; SUNDFELD, E.; MENDONÇA, S.; BHERING, L. L. *Pesquisa, desenvolvimento e inovação em pinhão-manso para produção de biocombustíveis*. Brasília: EMBRAPA, 2009.

JHA, T. B.; MUKHERJEE, P.; DATTA, M. M. Somatic embryogenesis in *Jatropha curcas* Linn., an important biofuel plant. *Plant Biotechnology Reports*, New York, v. 1, n. 3, p. 135-140, 2007.

**bioenergia em revista: diálogos, ano 8, n. 1, p.7 - 18, jan./jun. 2018.**

Souza, Bruno Fernando de; Nascimento, Daniela Defavari do

*Cultivo in vitro de pinhão manso (Jatropha curcas L.)*

LOPES, L. C.; MACHADO, I. S.; MAGOGA, E. C.; ANDRADE, J. G.; PENNA, H. C.; MORAES, L. E. F. Cultura de embrião e indução de brotos in vitro para micropropagação de pinhão-manso. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 47, n. 7, p. 900-905, 2012.

MARCOS FILHO, J.; KOMATSU, V. H.; BARZAGHI, L. Métodos para superar a dormência de sementes de girassol. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 9, n. 2, p. 65-74, 1987.

MARQUES, D. A.; FERRARI, R. A. *O papel das novas biotecnologias no melhoramento genético do pinhão manso*. Palestra. Campinas: IAC/ITAC, 2008.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 15, n. 1, p. 473-479, 1962.

NUNES, C. F. *Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (Jatropha curcas L.)*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras, 2007.

OLIVEIRA, A. C. A.; SOARES, A. N. R.; SILVA, J. G.; SOUZA, S. J. L.; ANDRADE, L. A. R.; GOMES-COPELAND, K. K. P.; LÉDO, A. S. Efeito do BAP na indução de brotações adventícias em catingueira. In: *Seminário de Iniciação Científica e Pós-graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros*, Aracaju, p-183-189. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

PAIVA NETO, V. B.; PRANDO, F. P.; RODRIGUES, L. A.; ZUFFO, M. C. R.; LIMA, S. F. Ação inibitória do endosperma na germinação in vitro de embrião zigótico de pinhão manso. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 433-438, 2014.

SATO, M.; BUENO, O. C.; ESPERANCINI, M. S. T.; FRIGO, E. P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. *Revista Varia Scientia*. FCA-UNESP, v. 07, n.13, p. 47-62, 2009.

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.

SUGUINO, E.; MICHELIN, P.; MINAMI, K. *A cultura do pinhão manso*. Piracicaba: ESALQ, 2009.

**bioenergia em revista: diálogos, ano 8, n. 1, p.7 - 18, jan./jun. 2018.**

Souza, Bruno Fernando de; Nascimento, Daniela Defavari do

*Cultivo in vitro de pinhão manso (Jatropha curcas L.)*

Bruno Fernando de Souza é Tecnólogo em Biocombustíveis pela FATEC Piracicaba Dep. “Roque Trevisan”.

Daniela Defavari do Nascimento. Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade de São Paulo (1997), graduação em Licenciatura em Ciências Agrárias pela ESALQ-USP (1998), Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela ESALQ-USP (2000) e doutorado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela ESALQ-USP (2005). Especialista (MBA) em Agronegócios pelo PECEGE/ESALQ/USP (2012). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Bioquímica e Biologia Molecular, atuando principalmente nos seguintes temas: cultura de tecidos, micropropagação de plantas, clonagem gênica, transformação genética de plantas (Tabaco, Arabidopsis, Eucalipto e Cana-de-açúcar), análises moleculares. Desde 2010 é professora concursada por prazo indeterminado para as disciplinas: Biotecnologia dos cursos de Graduação em Biocombustíveis e em Alimentos e Bioquímica de Alimentos do curso de Graduação em Alimentos da FATEC Piracicaba. E-mail: [daniela.nascimento01@fatec.sp.gov.br](mailto:daniela.nascimento01@fatec.sp.gov.br)