

Nutrição e adubação NPK para a cultura do pinhão manso no Brasil

MARIÂNGELA BRITO FREIBERGER^{1*}; IRAÊ AMARAL GUERRINI²; GUSTAVO CASTOLDI³

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Rua José Barbosa de Barros 1780, Caixa Postal 237, CEP 18610-307, Botucatu/SP. E-mail: mariangelabf@fca.unesp.br.

*Autor para correspondência

²Engenheiro Florestal, Professor Titular, FCA/UNESP. E-mail: jguerrini@fca.unesp.br

³Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando em Agronomia/Agricultura, FCA/UNESP. E-mail: castoldi@fca.unesp.br

RESUMO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma promissora espécie oleaginosa para fins carburantes e vem despertando grande interesse de pesquisadores e produtores rurais que visam à produção de biodiesel. Isso se deve em grande parte ao longo ciclo produtivo e qualidade do óleo produzido pela cultura. O seu cultivo comercial no Brasil ainda foi pouco estudado, mas o país reúne inúmeras características para liderar a produção de pinhão manso, em especial pela possibilidade de incorporação de áreas sem competir com a produção de alimentos. Entretanto, os resultados de pesquisa com a cultura ainda são incipientes, principalmente no que diz respeito à recomendação de adubação e às suas demandas nutricionais. Baseado no fato de que quaisquer informações relacionadas a este assunto são muito úteis para subsidiar futuras pesquisas, esta revisão traz um compilado de informações preliminares que tratam da nutrição e adubação NPK para o cultivo do pinhão manso no Brasil.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., demanda nutricional, produtividade.

ABSTRACT

Nutrition and NPK fertilization for the cultivation of physic nut in Brazil

Physic nut (*Jatropha curcas* L.) is a promising oilseed species for fuel purposes and has aroused great interest of researchers and farmers concerned with the production of biodiesel. This is due largely to the long production cycle and quality of oil produced by this crop. Its commercial cultivation in Brazil has been little studied, but the country has the requirements to lead the production of the nut, especially for the possibility of incorporating areas without competing with food production. However, research results about this crop are still incipient, mainly with regard to the fertilizer recommendation and nutritional demands. Based on the fact that any information related to this subject is very useful to assisting future researches, this review presents compiled preliminary information on nutrition and NPK fertilization for the cultivation of physic nut in Brazil.

Keywords: *Jatropha curcas* L., nutritional demands, yield.

INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie perene e monóica, pertencente à família Euforbiácea, a mesma da mamona (*Ricinus* sp.), mandioca (*Manihot* sp.) e seringueira (*Hevea* spp.) (HELLER, 1996). Devido às necessidades ecológicas e econômicas de substituir os combustíveis fósseis por biocombustíveis, o cultivo do pinhão manso vem despertando grande interesse de pesquisadores e produtores rurais que visam a produção de biodiesel. Tal interesse

existe pelo fato do pinhão manso se tratar de uma promissora espécie de sementes oleaginosas para fins carburantes e que tem como principal vantagem o longo ciclo produtivo, que pode chegar a 40 anos, com produtividade média de 5 t ha⁻¹ (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005; TEIXEIRA, 2005).

Uma vez que surge como novidade e possível alternativa para produção de biodiesel, surgem também muitas informações errôneas sobre o cultivo da espécie, tais como produtividades superiores a 12 t ha⁻¹ e teor de óleo acima de 38% (SATURNINO et al., 2005), bem como de que se trata de uma espécie rústica e resistente a longas estiagens, a pragas e a doenças (MACÊDO, 2006). Não existem, portanto, acessos definidos e faz-se necessário intensificar os estudos com a cultura a fim de se escolher e caracterizar materiais promissores para definir estratégias tecnológicas (HENNING, 2005). Recentemente, a Embrapa Agroenergia identificou uma variedade de pinhão manso atóxica, cuja torta pode ser utilizada na alimentação animal. Entretanto, a produtividade desta variedade é baixa, de modo que a mesma está sendo trabalhada em processos de melhoramento genético tradicional, através do cruzamento com materiais tóxicos de alto rendimento (BIODIESEL, 2011).

O cultivo comercial do pinhão manso é bastante conhecido pela população rural dos estados de Mato Grosso do Sul, Paraná e Minas Gerais. Todavia, a tendência é de que seu cultivo tenha uma expansão, principalmente pela possibilidade da cultura vir a substituir a soja na produção de biodiesel. Atualmente mais de 90% do biodiesel produzido no país procede do óleo de soja (NERY, 2009). O Brasil reúne uma série de características positivas para liderar a produção de pinhão manso, em especial pela incorporação de áreas sem competir com a produção de alimentos, seguindo uma abordagem ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável (BRASIL, 2007).

Os resultados de pesquisa com a cultura no Brasil ainda são incipientes, principalmente no que diz respeito às suas demandas nutricionais e às recomendações de adubação correspondente. Sabe-se que para obter alta produtividade de frutos, a planta necessita de solos férteis e com boas condições físicas, uma vez que a espécie extrai elevada quantidade de nutrientes na colheita e, se não adequadamente adubada pode levar ao empobrecimento do solo ao longo dos anos de cultivo (LAVIOLA & DIAS, 2008).

É de suma importância salientar que o pinhão manso é ainda uma planta não domesticada e que somente nos últimos trinta anos iniciaram-se estudos agrônômicos com a espécie. No Brasil as pesquisas seguem algumas vertentes voltadas à obtenção de um cultivar e à geração de tecnologia de manejo da cultura, bem como outras direcionadas ao desenvolvimento de genótipo de menor porte, atóxico e com frutos de maturação uniforme, através do melhoramento genético (ARRUDA et al., 2004). A produção eficiente do pinhão manso e em larga escala depende ainda de maiores investimentos em pesquisas para aprimorar as técnicas de seu cultivo, em especial à nutrição e adubação. Haja vista a relevância do assunto, nesta revisão será apresentado um compilado de informações pertinentes à nutrição e adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para a cultura do pinhão manso.

IMPORTÂNCIA DA ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO NITROGENADA, FOSFATADA E POTÁSSICA PARA A CULTURA DO PINHÃO MANSO

A adubação mineral exerce grande influência no processo de crescimento e produtividade da maioria das plantas cultivadas, fazendo-se necessário otimizar seu uso visando obter o maior rendimento com o menor custo possível (SILVA et al., 2000). A recomendação de adubação de uma cultura depende da demanda nutricional para o crescimento vegetativo e reprodutivo (LAVIOLA et al., 2006), devendo ser considerada a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes aplicados e a fração de nutrientes suprida pelo solo (PREZOTTI, 2001).

Sabe-se que para obter alta produtividade de frutos, o pinhão manso necessita solos férteis e com boas condições físicas. Logo, a correção da fertilidade do solo é decisiva para se obter sucesso e lucratividade com essa cultura (LAVIOLA & DIAS, 2008). O crescimento e a

reprodução desta espécie são influenciados pelo seu estado nutricional. Ocorrendo a deficiência nutricional, esta cresce e ramifica menos, implicando em menos frutos, já que os mesmos são produzidos na ponteira dos ramos (SANTOS et al., 2007).

A demanda por N é grande durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois é o nutriente mineral exigido em maior quantidade pelas culturas e, normalmente, proporciona maior resposta em produtividade. A complexidade dos fatores que afetam o seu aproveitamento pelas plantas faz com que o mesmo seja objeto de um grande número de estudos, que visam avaliar principalmente o seu comportamento no solo e a sua relação com a eficiência da adubação (RAIJ, 1991).

O pinhão manso apresenta alta taxa de crescimento, sendo o N o nutriente mais requerido para a formação de folhas e frutos (LAVIOLA & DIAS, 2008). O N é essencial para a assimilação do carbono e formação de novos órgãos na planta, tais como gemas florais e frutíferas (MALAVOLTA et al., 1997), uma vez que é componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila e outras moléculas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Na ausência de N, a planta tem o crescimento limitado, tornando-se amarelada pela perda da clorofila, o que reflete em amadurecimento precoce, perda de produtividade e qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2004).

O P também é muito requerido por esta cultura em seu estágio inicial de crescimento (LAVIOLA & DIAS, 2008), uma vez que faz parte da estrutura da planta e de várias moléculas-chaves no seu metabolismo, sendo componente das membranas (fosfolipídios), do RNA, DNA, ATP e ésteres de carboidratos, além de acelerar a formação de raízes e a maturação dos frutos, aumentar os teores de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas e auxiliar a fixação simbiótica do N (MALAVOLTA et al., 1997).

A deficiência de P, para maioria das plantas, provoca acúmulo de amido nos cloroplastos, reduz o transporte de carboidratos e a atividade de todas as enzimas que dependem de fosforilação, em especial aquelas envolvidas na absorção ativa de nutrientes (MARSCHNER, 1995). Para a cultura do pinhão manso o P é extremamente importante por influenciar também, na formação das sementes, que é a parte desta planta que mais interessa no fornecimento da matéria-prima (LAVIOLA & DIAS, 2008). As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo das culturas podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados (ARAÚJO et al., 2006; JESCHKE et al., 1996; ROGGATZ et al., 1999).

O fornecimento de P para o pinhão manso nos primeiros anos de cultivo deve ser em maior quantidade que o acumulado pela planta, pois além de a maioria dos solos brasileiros apresentarem baixo teor natural de P, este nutriente é rapidamente fixado pela fração argila, constituída principalmente por óxidos de Fe e Al (NOVAIS & SMYTH, 1999). De posse destas informações, é de suma importância o estudo do fornecimento de P para a cultura do pinhão manso, havendo ainda, a necessidade de se identificar as doses adequadas para a cultura em seus diferentes estágios de desenvolvimento, que possibilitem maiores produtividades e, conseqüentemente, maiores retornos econômicos.

O K, essencial para manter a turgescência da folha, atua no transporte interno de açúcares e no equilíbrio eletroquímico da planta (FONTES, 2006), possui papel importante na síntese de carboidratos e proteínas, respiração e regulação da abertura e fechamento dos estômatos (MARSHNER, 1995). O K também é importante no desenvolvimento das raízes e essencial na frutificação e maturação dos frutos, pois é responsável pela conversão do amido em açúcares, além de funcionar como ativador de mais de 50 enzimas (MALAVOLTA et al., 1997). A deposição de biomassa no fruto é acompanhada, necessariamente, pelo acúmulo de K (MARENCO & LOPES, 2005).

A deficiência de K acarreta em redução do crescimento dos brotos, além de reduzir a atividade fotossintética das folhas, levando a baixos índices de produção (FERREIRA et al., 2004). É importante destacar, que, quando N e K são aplicados juntos, o efeito da adubação é

maior do que quando aplicados separadamente, sendo que a adubação de somente um deles terá pouco ou nenhum efeito (MALAVOLTA, 1993).

Ressalta-se que os nutrientes minerais acumulados pelos frutos são exportados pela colheita, sendo necessária a reposição integral desses elementos pelas práticas de adubação. Por outro lado, parte dos nutrientes acumulados pela planta é reciclada no sistema solo-planta, devido à queda de folhas no inverno. Deve ser observada ainda, a proporção de que a planta necessita de cada nutriente (LAVIOLA & DIAS, 2008). A proporção encontrada no acúmulo de N:P:K pelos frutos de pinhão manso em um estudo realizado por Laviola & Dias (2008) foi de 2,23:1:1,90. Foi sugerido como primeira aproximação o uso dos formulados cujas proporções de N:P:K estejam próximas às encontradas nos frutos a partir do segundo ano de cultivo.

RESULTADOS DE PESQUISA COM ADUBAÇÃO NPK PARA A CULTURA DO PINHÃO MANSO NO BRASIL

Ainda são poucos os trabalhos de adubação e nutrição do pinhão manso publicados em periódicos com seletivo crivo editorial. Existem diversos trabalhos publicados na forma de resumos, de modo que muitas vezes faltam importantes informações metodológicas. Como existem diferenças entre as condições de condução dos estudos, não há também unidade padrão para a dose. A fim de facilitar o entendimento e favorecer a comparação entre os resultados a serem apresentados, todas as adubações foram convertidas para mg dm^{-3} , tendo por base o nutriente, independentemente da fórmula do fertilizante. Tal conversão foi realizada utilizando dados de adubação por cova ou por hectare, população de plantas (quando do cultivo no campo) e/ou volume de solo (quando do cultivo em vasos).

Um dos trabalhos pioneiros acerca do manejo da adubação para o pinhão manso é o de Laviola & Dias (2008), no qual se avaliou a composição e o acúmulo de macro e micronutrientes em folhas e frutos, bem como a extração de nutrientes pelos frutos de pinhão manso cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Nos frutos maduros, N, P e K foram, respectivamente, o primeiro, o quarto e o segundo nutriente mais acumulado e conseqüentemente exportado pela colheita. Na tabela 1 é apresentada a estimativa de extração de N, P e K de acordo com o ano de cultivo e a produtividade esperada.

Tabela 1. Estimativa de extração de N, P e K pelos frutos, de acordo com a produção esperada de sementes no 1º, 2º, 3º e 4º ano de cultivo.

Ano de cultivo	Produção de semente	N	P	K
	----- g -----	-----	g planta ⁻¹	-----
Primeiro	100	2,92	0,57	2,07
Segundo	500	14,62	2,87	10,37
Terceiro	2.000	58,50	11,42	41,47
Quarto	4.000	117,00	22,85	82,93

Adaptado de Laviola & Dias (2008)

Nota-se que as exigências de N, P e K são menores nos dois primeiros anos de cultivo, aumentando rapidamente após o terceiro ano de implantação da cultura. Considerando um cultivo com espaçamento de 4 x 2 m e 1.250 planta ha⁻¹, a extração de nutrientes pelos frutos no quarto ano de cultivo corresponderia a uma retirada de 73,1, 14,3 e 51,8 mg dm^{-3} de N, P e K, respectivamente. Esta seria uma fração do que deve ser aplicado anualmente à lavoura, pois deve ser considerada também a quantidade de nutrientes alocados nas demais partes da planta e perdidos e/ou fixados no solo.

Silva et al. (2009a) também contribuíram para a evolução do manejo da nutrição da cultura do pinhão manso. Os autores desenvolveram um trabalho em solução nutritiva a fim de avaliar o crescimento e caracterizar os sintomas de deficiências. Constataram que a omissão de

macro e micronutrientes para o pinhão manso provoca sintomas visuais de deficiência nutricional comuns a outras espécies. No mesmo estudo a omissão de N, P e K limitou respectivamente em 71%, 68% e 86% a produção de matéria seca total do pinhão manso, 120 dias após o transplântio. Apesar de expressivas, tais reduções foram menores que as causadas pelas omissões de Ca e Mg, o que é indício 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.

Maia et al. (2011) também utilizaram a técnica do elemento faltante para avaliar o crescimento inicial de plantas de pinhão manso cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico. Os autores observaram que as omissões de N, P e K, nessa ordem, foram as que mais limitaram o crescimento do pinhão manso, 70 dias após a semeadura. Como as plantas foram cultivadas em solo, a redução na produção de matéria seca foi menor e não pode ser comparada à redução ocorrida nas plantas cultivadas em solução nutritiva no experimento de Silva et al. (2009a).

Em experimento conduzido em casa de vegetação, Souza et al. (2011) avaliaram o efeito da adubação NPK no crescimento e produção de matéria seca do pinhão manso, 120 dias após o plantio em Neossolo Quartzarênico órtico típico. Os melhores resultados foram obtidos com as doses calculadas de 55 mg dm^{-3} P e 67 mg dm^{-3} K. O N por sua vez não afetou o crescimento das plantas, podendo-se inferir que a adubação nitrogenada na fase inicial de cultivo do pinhão manso é aparentemente desnecessária. Os autores alegam que a matéria orgânica, mesmo sendo baixa ($12,8 \text{ g kg}^{-1}$), seria suficientemente capaz de suprir o N necessário ao crescimento inicial do pinhão manso ou que o mesmo seria capaz de promover associação simbiótica com microorganismos fixadores de N_2 .

Souza et al. (2009) avaliaram o efeito da adubação NPK na cultura do pinhão manso em dois experimentos. No primeiro experimento, conduzido em Neossolo Quartzarênico órtico típico a adubação nitrogenada influenciou negativamente a produção de sementes. Os autores alegaram que tal fato deveu-se ao alto teor de matéria orgânica do solo, o que pode ter disponibilizado as quantidades exigidas de N pela cultura. A adubação fosfatada, por sua vez, influenciou de forma quadrática a produção de sementes, sendo a maior produção obtida com a dose calculada de $45,6 \text{ mg dm}^{-3}$ P. No segundo experimento, conduzido em um Latossolo Vermelho amarelo a matéria orgânica do solo não supriu por si só a demanda de N pelo pinhão manso, de modo que as maiores produções de sementes foram obtidas com as doses de 29,5 e $26,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de N para a primeira e segunda colheita, respectivamente. Nesse último estudo não houve efeito das doses de P e K na produção de sementes.

Simões et al. (2009) avaliaram o efeito de doses de N na fotossíntese, transpiração, condutância estomática e temperatura foliar de pinhão manso cultivado em casa de vegetação em Neossolo Quartzarênico. A fotossíntese foi o único parâmetro afetado pelo N, sendo que com maior dose do nutriente (360 mg dm^{-3} N), o valor desta variável foi 19,6% superior ao da testemunha, 90 dias após o plantio. Este resultado evidencia a importância do N para a fotossíntese, haja vista que 50% a 70% do N total das folhas é integrante de enzimas (CHAPMAN & BARRETO, 1997) associadas aos cloroplastos (STOCKING & ONGUN, 1962).

Albuquerque et al. (2009) avaliaram o crescimento de mudas de pinhão manso conduzidas em casa de vegetação em função de doses de N. Ao contrário do encontrado em outros trabalhos, os parâmetros apresentaram resposta linear crescente com o aumento da adubação nitrogenada, de modo que 150 dias após a semeadura, os maiores valores de altura, diâmetro de colo e área foliar foram obtidos com a dose de 90 mg dm^{-3} N. Baseado nesse estudo, outros estudos podem ser conduzidos a fim de investigar o efeito de doses de N superiores a 90 mg dm^{-3} no desenvolvimento inicial de pinhão manso. Oliveira (2009) avaliou o crescimento de mudas de pinhão manso cultivadas em Neossolo Regolítico em casa de vegetação. Após 300 dias da semeadura verificou-se que os maiores valores de altura, número de folhas, área foliar, matéria seca das folhas, caule e raízes foram obtidos com a dose de 40 mg dm^{-3} N.

Avaliando a produção de matéria seca de pinhão manso cultivado em casa de vegetação utilizando solo Franco Arenoso e submetido a doses de P, Nobrega et al. (2009) verificaram que após 150 dias da emergência das plantas, a máxima massa de matéria seca da parte aérea foi obtida com a dose estimada de $34,1 \text{ mg dm}^{-3}$ P. Já a máxima matéria seca de raiz foi obtida com $29,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de P. Tomaz et al. (2009) testou doses de P em mudas de pinhão manso cultivadas em casa de vegetação. Aos três meses de idade, não foi constatado efeito da adubação fosfatada na maioria das variáveis estudadas. Todavia, o maior diâmetro de colo ocorreu quando do fornecimento da dose de $70,0 \text{ mg dm}^{-3}$ P e os maiores incrementos em área foliar e matéria seca de caule ocorreram com a dose de $52,5 \text{ mg dm}^{-3}$ P.

Outros autores que estudaram a adubação fosfatada para o pinhão manso foram Erasmo et al. (2009), os quais desenvolveram um estudo em área de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Após 395 dias do transplântio das mudas, verificaram acréscimos lineares para número de cachos por planta e para a produção de sementes. Os maiores incrementos com relação à testemunha foram obtidos com a dose de $58,2 \text{ mg dm}^{-3}$ P e corresponderam a 89% e 175% para número de cachos por planta e produção de sementes, respectivamente. Em outro estudo realizado a campo, Silva et al. (2009b) verificaram que a dose de $43,7 \text{ mg dm}^{-3}$ P possibilitou maior número total de inflorescências, botões florais, flores, flores masculinas, flores femininas e frutos em um plantio de pinhão manso em área de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

Ao avaliarem os efeitos de doses de P no desenvolvimento de pinhão manso, Costa et al. (2009) verificaram 120 dias após transplântio das mudas no campo, que a dose de $54,6 \text{ mg dm}^{-3}$ P proporcionou maior altura e maior número de frutos. A produção de sementes quando utilizadas doses entre $54,6$ e $72,8 \text{ mg dm}^{-3}$ P foi de 20 kg ha^{-1} . Na ausência da adubação fosfatada, não houve produção de sementes pelas plantas.

Evangelista et al. (2009) não encontraram efeito significativo da adubação potássica na produtividade de sementes em um cultivo de pinhão manso em área de Latossolo Vermelho distroférrico. Os autores argumentam que a adubação potássica não influenciou a produção de sementes provavelmente devido ao razoável teor de K (101 mg dm^{-3}) encontrado no solo da área experimental. Para facilitar a comparação e compreensão dos estudos aqui apresentados, na tabela 2 são listadas as principais informações da maioria dos trabalhos.

Comparando os diversos estudos nota-se que os resultados obtidos dependem principalmente do solo em que o estudo foi conduzido, sendo este um dos fatores de maior relevância quando da recomendação de adubação NPK para a implantação da cultura do pinhão manso. De modo geral, poderiam ser recomendadas doses entre $26,0$ e $90,0 \text{ mg dm}^{-3}$ N, entre $29,0$ e $70,0 \text{ mg dm}^{-3}$ P e entre $51,8$ e $67,0 \text{ mg dm}^{-3}$ K. Obviamente, existem situações que tais doses podem ser inferiores ou até mesmo desnecessárias. Para a recomendação da adubação de produção, entretanto, são necessários estudos mais prolongados e acurados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos envolvendo a adubação NPK para a cultura do pinhão manso ainda são incipientes, fornecendo informações técnicas, por hora, divergentes. Isso se deve em grande parte ao fato dos trabalhos avaliarem diferentes parâmetros da cultura e em diferentes estádios de desenvolvimento, bem como em diferentes condições de solo e manejo, muitas vezes não informadas. Também não são informadas a procedência das mudas ou sementes e as recomendações que serviram de base para a realização dos estudos.

Ressalta-se, portanto, a eminente necessidade de se realizar outros estudos com adubação para a cultura do pinhão manso, a fim de estabelecer prioritariamente a sua demanda nutricional nos diferentes estádios de desenvolvimento, bem como a adubação necessária à manutenção da produção após a colheita. Concomitantemente aos estudos relacionados à nutrição e adubação do pinhão manso, é de suma importância definir e caracterizar materiais promissores, com

características genéticas peculiares e adequadas a regiões e condições edafoclimáticas específicas.

Tabela 2. Doses de N, P e K recomendadas para adubação de base ou como parte da adubação de reposição para a cultura do pinhão manso.

Autor	Época de Avaliação	Tipo de Solo	N	P	K
Albuquerque et al. (2009)	150 dias após a semeadura	Não informado	90,0	-	-
Costa et al. (2009)	120 dias após o transplantio	Não informado	-	54,6	-
Erasmus et al. (2009)	395 dias após o transplantio	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	-	58,2	-
Evangelista et al. (2009)	1ª colheita	Latossolo Vermelho distroférico	-	-	ns
Laviola & Dias (2008)	Estimativa para a 4ª colheita	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	73,1	14,3	51,8
Nóbrega et al. (2009)	150 dias após a emergência	Franco Arenoso	-	29,0 a 34,0	-
Oliveira (2009)	300 dias após a semeadura	Neossolo Regolítico	40,0	-	-
Silva et al. (2009b)	180 dias após o transplantio	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico	-	43,7	-
Souza et al. (2009)	1ª colheita	Neossolo Quartzarênico órtico típico	ns	45,6	ns
Souza et al. (2009)	1ª colheita e 2ª colheita	Latossolo Vermelho amarelo	26,0 a 29,5	ns	ns
Souza et al. (2011)	120 dias após o plantio	Neossolo Quartzarênico órtico típico	ns	55,0	67,0
Tomaz et al. (2009)	90 dias após a semeadura	Não informado	-	52,5 a 70,0	-

- não foi estudado; ns não houve efeito significativo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, W.G.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, C.A.V.; SILVA FILHO, J.L. Comportamento das variáveis de crescimento do pinhão manso em função de níveis de água disponível no solo e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM.

ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. **Fósforo**. In: FERNANDES, M.S. (Org.). *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.253-280.

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 Semiárido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

BIODIESEL. **Embrapa identifica pinhão-manso atóxico.** Disponível em < <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/embrapa-identifica-pinhao-manso-atoxico-150611.htm>>. Acesso em: 21 jul. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Cadeia produtiva da agroenergia.** Brasília: MAPA/SPA/IICA, 2007. 110 p. (Agronegócio, 3).

CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

COSTA, N.V.; ERASMO, E.A.L.; DORNELAS, B.F.; DORNELAS, D.F.; SARAIVA, A.S. Crescimento de plantas de pinhão manso em resposta à adubação fosfatada: 1º ano de avaliação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM.

ERASMO, E.A.L.; MATA, J.F.; FIDELIS, R.R.; SANTOS, G.R.; SILVA, A.A. Desenvolvimento de plantas de pinhão manso em resposta à adubação fosfatada (1º ano). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM.

EVANGELISTA, A.W.P.; ALVES JÚNIOR, J.; FERREIRA, R.C.; REZENDE, M.A.; NOGUEIRA, K.M.G.; BARBOSA, R.A.F. Rendimento do pinhão manso submetido a diferentes níveis de irrigação e doses de adubação potássica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM.

FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande, PB, 2004. CD-ROM.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 112p.

HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas* L.). promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.** Rome: IPGRI, 1996. 66p.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Documentos, 264).

JESCHKE, W.D; PEUKE, A.; KIRKBY, E.A.; PATE, J.S.; HARTUNG, W. Effects of P deficiency on the uptake, flows and utilization of C, N and H₂O within intact plants of *Ricinus communis* L. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.47, n.304, p.1737-1754, 1996.

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**, Viçosa, v.32, n.5, p.1969-1975, 2008.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ, V.H. Dinâmica de N e K em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.22, n.3, p.33-47, 2006.

MACÊDO, M.H.G. **Abordagem sucinta do dia de campo sobre pinhão-manso no Estado de Mato Grosso do Sul.** Brasília, DF. 2006. Disponível em: <http://www.ruralsementes.com.br/releases/dia_de_campo_de_pinhao_manso_ms070606.pdf> Acesso em: 07 mai. 2011.

MAIA, J.T.L.S.; GUILHERME, D.O.; PAULINO, M.A.O.; SILVEIRA, H.R.O.; FERNANDES, L.A. Efeito da omissão de macro e micronutrientes no crescimento do pinhão-manso. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.2, p.174-179, 2011.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas e máximas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1997. 201p.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** Viçosa: UFV, 2005. 451p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

NERY, L. **Economista defende substituir soja na produção do biodiesel.** MS Notícias. 2009. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticia.php?id=52883>> Acesso em: 07 mai. 2011.

NOBREGA, J.A.; AZEVEDO, C.A.V.; NASCIMENTO, J.J.V.R.; NOBREGA, J.A.; DANTAS NETO, J. Adubação fosfatada do pinhão manso: efeitos sobre a biomassa seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, 1999. 300p.

OLIVEIRA, S.J.C. **Comportamento de crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da adubação mineral e poda.** 2009. 126f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura Tropical) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

PREZOTTI, L.C. **Fertilização do cafeeiro.** In: ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa: UFV, 2001. p.607-615.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991. 343p.

ROGGATZ, U.; MCDONALD, A.J.S.; STADENBERG, I.; SCHURR, U. Effects of nitrogen deprivation on cell division and expansion in leaves of *Ricinus communis* L. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.22, n.1, p.81-89, 1999.

SANTOS, A.C.M.; FERREIRA, G.B.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de nitrogênio na mamoneira (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande, PB, 2004. CD-ROM.

SANTOS, S.; FERREIRA JÚNIOR, E.J.; PIRES, B.; NETTO, A.P.C. Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha, MG. **Anais...** Lavras, MG, 2007. p.547-554.

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.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; GONÇALVES, N.P.; LOPES, H.F. Caracterização físico-química de alguns solos cultivados com pinhão manso no estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., 2005, Varginha, MG. **Anais...** Lavras, MG, 2005. CD-ROM.

SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; SANTOS, S.R.; RESENDE JÚNIOR, P.S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.44, n.4, p.392-397, 2009a.

SILVA, F.A.M.; MELONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito de estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Revista Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.52-59, 2000.

SILVA, J.C.; FIDELIS, R.R.; ERASMO, E.A.L.; SANTOS, P.M.; BARROS, H.B.; CARVALHO, G.L. Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão manso sob doses de fósforo no cerrado da região sul do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009b. CD-ROM.

SIMÕES, W.L.; DRUMOND, M.A.; EVANGELISTA, M.R.V.; SILVA, D.J. Respostas fisiológicas do pinhão manso a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM.

SOUZA, P.T.; SILVA, E.B.; GRAZZIOTTI, P.H.; FERNANDES, L.A. NPK fertilization on initial growth of physic nut seedlings in Quartzarenic Neossol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.559:566, 2011.

SOUZA, P.T.; SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; GALVÃO, E.R. Resposta do pinhão manso à adubação NPK em duas condições edafoclimáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM..

STOCKING, C.R.; ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v.49, n.3, p.284-289, 1962.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

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

TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T.; LAVIOLA, B.G.; MARTINS, L.D.; BORCARTE, M.; MANZOLI, R. Desenvolvimento de pinhão manso em um latossolo corrigido com calcário e óxido de magnésio e submetido a diferentes doses de fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2009. CD-ROM.