

## **DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MAMONA E PINHÃO-MANSO EM SOLO SUBMETIDO A DIFERENTES CORRETIVOS E DOSES DE FÓSFORO**

*Lima Deleon Martins*

Eng. Agr. Mestrando em Produção Vegetal – CCA/UFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Espírito Santo, Alto Universitário, Cx.P. 16, CEP: 29.500-000, Alegre-ES.  
E-mail: deleon\_lima@hotmail.com

*Marcelo Antonio Tomaz*

Eng. Agr. D. Sc. Professor Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Produção Vegetal – Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário, Cx.P. 16 - CEP 29500-000 - Alegre, ES.

*José Francisco Teixeira do Amaral*

Eng. Agr. D. Sc. Professor Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário, Cx.P. 16 - CEP 29500-000 - Alegre, ES.

*Bruno Galveas Laviola*

Eng. Agr. D. Sc. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Agroenergia. Parque Estação Biológica – PqEB, Asa Norte. CEP 70770-901 - Brasília, DF.

*Maiquel Borcarte*

Eng. Agr. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Espírito Santo, Alto Universitário, Cx.P. 16, CEP: 29.500-000, Alegre-ES.

**Resumo:** A correção do solo e adubação são práticas agrícolas imprescindíveis para obtenção de boas produtividades. As culturas da mamoneira e pinhão-manso, embora adaptáveis a uma gama de ambientes, apresentam-se sensíveis a deficiências minerais e a acidez, carecendo ainda de mais estudos. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial do pinhão-manso e da mamona submetidos a diferentes corretivos e doses de fósforo. Foram realizados dois ensaios (1-mamona; 2- pinhão-manso) em casa de vegetação utilizando vasos plásticos como recipiente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições, distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, sendo os fatores: dois tipos de correções (calcário; calcário + óxido de magnésio), cinco doses de adubação fosfatada (50, 100, 150, 200 e 250% da dose recomendada), totalizando 40 unidades experimentais, para cada experimento. Em ambas as culturas o efeito da combinação calcário + óxido de magnésio proporcionou resposta semelhante a aplicação com calcário. No geral não houve influência no desenvolvimento inicial, da mamona e pinhão-manso, com aplicação de fósforo a níveis acima de 100%.

**Palavras-Chave:** adubação fosfatada, corretivo de acidez, *Ricinus communis* L, *Jatropha curcas* L, crescimento

## **EL DESARROLLO INICIAL DE RICINO Y DE JATROPHA EN EL SUELO EN DIFERENTES DOSIS DE CORRECTOROS Y FOSFORO**

**RESUMO:** Teniendo en cuenta la demanda actual de fuentes alternativas para la producción de energía, los cultivos de ricino y jatropha surgir con un gran potencial. Aunque los cultivos adaptables a una amplia gama de medio ambiente y son considerados plantas robustas, tienen que ser sensible a la acidez y la deficiencia de minerales. El experimento se llevó a cabo en un invernadero utilizando macetas de plástico como recipiente. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el desarrollo inicial de la jatropha y el ricino en diferentes niveles de fósforo influidas por la aplicación de la demanda, solos y combinados de cal de cal así como óxido de magnesio en un suelo arenoso. En ambas culturas, el efecto combinado de óxido de calcio + magnesio fue similar a la aplicación de la piedra caliza. General, no hubo influencia en el desarrollo temprano de ricino y jatropha, la aplicación de fósforo en niveles superiores al 100%.

**Palabras-clave:** fertilizantes de fosfato, acidez del limón, *ricinus communis* L, *jatropha curcas* L, crecimiento

## **INITIAL DEVELOPMENT OF CASTOR AND JATROPHA IN SOIL UNDER DIFFERENT DOSES OF LIME AND PHOSPHORUS**

**ABSTRACT:** Given the current demand for alternative sources for energy production, the cultures of castor and jatropha arise with great potential. Although crops adaptable to a range of environment and are considered hardy plants, have to be sensitive to acidity and mineral deficiency. The experiment was conducted in a greenhouse using plastic pots as container. This study aimed to evaluate the initial development of jatropha and castor bean under different phosphorus levels influenced by the application of lime alone and combined application of lime plus magnesium oxide in an Oxisol. In both cultures, the combined effect of calcium oxide + magnesium was similar to the application of limestone. Overall there was no influence on the early development of castor and jatropha, applying phosphorus at levels above 100%.

**Keywords:** phosphate fertilizer, lime acidity, ricinus communis L, Jatropha curcas L, growth

### **INTRODUÇÃO**

A busca por combustíveis renováveis é uma necessidade, pois os combustíveis fósseis são recursos naturais não renováveis e possuem uma alta capacidade poluidora. A exploração de formas alternativas de energia não poluentes abre oportunidades para o Brasil desenvolver tecnologia para explorar economicamente a sua biomassa, por dispor de solo e clima adequados ao cultivo de espécies promissoras como o pinhão-manso e a mamona.

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta produtora de óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformado em biodiesel (PURCINO & DRUMMOND, 1986).

Sua utilização como matéria prima para a produção de bioenergia está embasada nas características agrônomicas inerentes a espécie, tais como, alto potencial de produção de grão e/ou óleo, espécie uso não alimentar, a perenidade da cultura. Estas características tornam a oleaginosa uma alternativa de complemento de renda para a agricultura familiar.

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) se desenvolve bem em climas tropicais e subtropicais, embora seja considerada de clima quente, adapta-se a diversas condições edafoclimáticas. Além da menor exigência em termos de climáticos, como precipitação média anual, a mamona tem a capacidade de gerar produtos com ampla possibilidades de aplicações industriais, inclusive para a produção de bioenergia. A mamona é responsiva em termos de produção de grãos à calagem e adubação. Por ser uma cultura sensível à acidez do solo, requerer correção do solo e fornecimento de quantidades significativas de nutrientes para a produção de grãos, síntese do óleo e proteínas (SAVY FILHO, 1996).

Na correção do solo a calagem é considerada como uma das práticas que mais contribui para o aumento da eficiência no aproveitamento dos adubos e conseqüentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária. Para isso, além do calcário existem outras fontes alternativas de corretivos que precisam ser testadas. Como é o caso do óxido de magnésio que apresenta até

94% de MgO e baixa solubilidade em meio aquoso. Sendo uma característica potencial para seu uso na cultura, como fonte de magnésio e condicionador das características de acidez do solo.

Outro fator que justifica o possível uso de um corretivo alternativo está baseado na sustentabilidade do meio. Uma articulação do setor agrícola e industrial no sentido do reaproveitamento dos subprodutos com potenciais agrônômicos torna-se uma saída sustentável para o desenvolvimento agrícola. Com isso podem-se aumentar os ganhos na produção agrícola a menores custos, uma vez que esses rejeitos podem trazer resultados positivos na fertilidade do solo juntamente com a diminuição do problema ambiental relacionado à disposição final desses rejeitos (MARTINS et al., 2009).

Com relação a adubação fosfatada, vale ressaltar que o fósforo (P) é o nutriente mais limitante da produtividade de biomassa em solos tropicais (NOVAIS & SMYTH, 1999). Os solos brasileiros são carentes neste elemento, em consequência do material de origem e da forte adsorção com o solo (RAIJ, 2001), sendo que menos de 0,1% encontra-se em solução (FARDEAU, 1996). Na cultura do pinhão-manso e da mamona o fósforo é extremamente importante por influenciar na formação das sementes, que é a parte da planta que mais interessa no fornecimento da matéria prima (LAVIOLA & DIAS, 2008).

Até o presente momento culturas como o pinhão-manso e a mamona tem sido estudadas por suas propriedades químicas e seus empregos medicinais e biocidas, entretanto, poucos são os estudos agrônômicos (SATURNINO et al., 2005) sendo incipiente o volume de informações conclusivas sobre a nutrição mineral destas culturas. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial do pinhão-manso e da mamona submetidos a diferentes corretivos e doses de fósforo.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do

Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre - ES, com coordenadas geográficas de 20° 45'S e 41° 30'W. Foram desenvolvidos experimentos individuais para cada espécie (mamona e pinhão-manso)

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições, distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, sendo os fatores: dois tipos de correções (calcário; calcário + óxido de magnésio), cinco doses de adubação fosfatada (50, 100,

150, 200 e 250% da dose recomendada, conforme Prezotti et al., 2007), totalizando 40 unidades experimentais, para cada experimento (Tabela 1). Foram utilizados vasos plásticos com capacidade de 15 dm<sup>3</sup>, estes foram preenchidos com 10 dm<sup>3</sup> de solo.

O solo utilizado foi coletado no município de Alegre – ES, homogeneizado, seco ao ar e passado em peneira de 2 mm, para caracterização química e física (Tabela 2).

Tabela 1. Relação entre as doses de fósforo (%) e a quantidade de superfosfato simples (g/vaso).

Doses de P	50	100	150	200	250
	----- g/vaso de superfosfato simples -----				
Mamona	8,58	17,17	25,75	34,33	42,91
Pinhão-manso	5,74	11,48	17,22	22,96	28,7

O solo foi incubado com os tratamentos, calcário e calcário mais óxido de magnésio, por um período de trinta dias, mantendo-se a umidade do solo durante todo período de incubação a 60% do Volume Total de Poros - VTP, cada unidade experimental foi composta de 9 dm<sup>3</sup> de solo, acondicionado em vasos plásticos. Para pinhão-manso os tratamentos com calcário receberam 12,72 g de calcário por vaso e os tratamentos com calcário + óxido de

magnésio receberam 9,54 g e 1,62 g respectivamente. Para a mamona os tratamentos com calcário receberam 3.73 g de calcário por vaso e os tratamentos com calcário + óxido de magnésio receberam 2.79 g e 0.476 g respectivamente. Para a recomendação dos corretivos foi utilizado o método de saturação por bases, elevando a para 60% conforme recomendação proposta por Prezotti et al., (2007). Foi utilizada a cultura da mamona como referência.

Tabela 2. Caracterização química e física do solo utilizado

Atributos do solo	Pinhão-manso	Mamona
Areia (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	474,8	455,8
Silte (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	63,7	75,1
Argila (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	461,6	469,1
Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	1,05	1,2
(pH - H <sub>2</sub> O) <sup>3</sup>	4,2	5,0
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>4</sup>	1,0	8,0
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>5</sup>	27,0	29
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>6</sup>	0,7	0,8
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>6</sup>	0,4	0,5
Al (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>7</sup>	0,6	0,1
H+AL (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>8</sup>	8,5	3,1
SB (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>9</sup>	1,2	1,3
CTC (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>10</sup>	9,7	4,5
V (%) <sup>11</sup>	12,9	29,9
m (%) <sup>12</sup>	43,7	3,6

<sup>1/</sup> Método da Pipeta ; <sup>2/</sup> Método da Proveta; <sup>3/</sup> Relação solo-água 1: 2,5; <sup>4/</sup> Colorimétrica, após extração com extrator Mehlich-1; <sup>5/</sup> Fotometria de chama; <sup>6/</sup> Extração com cloreto de potássio; <sup>7/</sup> Alumínio trocável por extração com cloreto de potássio 1 mol L<sup>-1</sup> e titulação; <sup>8/</sup> Acidez potencial por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0 e titulação; <sup>9/</sup> Soma de bases; <sup>10/</sup> Capacidade de troca de cátions; <sup>11/</sup> Porcentagem de saturação por bases; <sup>12/</sup> Saturação por alumínio.

Após o período de incubação, foi realizada a aplicação dos tratamentos referentes à adubação mineral com fósforo, em todo o volume de solo. A caracterização dos materiais corretivos consta na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização dos corretivos

Corretivo	CaO	MgO	PN	ER	PRNT
	-----%-----				
Calcário	31,4	10,6	82,5	100	82,5
Óxido de magnésio	--	53,0	195,0	100	195,0

O semeio foi realizado logo após a incubação e adubação, utilizando quatro sementes por unidade experimental. Posteriormente foi realizado o desbaste, mantendo apenas uma planta por recipiente.

As adubações com N e K para ambas as oleaginosas foram baseadas na recomendação para a cultura da mamona, conforme Prezotti et al. (2007), já que as recomendações para pinhão-mansão ainda não são conclusivas. A irrigação e o controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com necessidades das plantas.

Após 13 semanas de acompanhamento, os experimentos foram avaliados. Em pinhão-mansão avaliou-se altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas grandes e pequenas, área foliar, volume das raízes, matéria seca de folha, caule e raízes. Para o cálculo da área foliar utilizou-se a fórmula sugerida por Severino et al. (2006), sendo baseada em duas variáveis ( $A = 0,84 (PxL)^{0,99}$ ), onde P representa o comprimento da nervura principal e L a largura da folha.

No ensaio com mamona os parâmetros avaliados foram altura da planta, diâmetro, número de folhas, área foliar, volume das raízes e massa seca das raízes e da parte aérea. Para o cálculo da área foliar da mamona utilizou-se a fórmula  $S = 0,2398 \times (L + P)^{1,9259}$  sugerida por Severino et al. (2004), utilizando valores de largura da folha (L) e comprimento da nervura principal (P). Multiplicando este

valor pelo número de folhas obteve-se a área foliar total por planta.

A altura foi medida por meio de uma régua graduada em cm, enquanto o volume das raízes foi medido pelo deslocamento do volume em proveta graduada. Os valores de matéria seca foram obtidos após o material ser seco em estufa com ventilação forçada a 70 °C até peso constante. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Pinhão-Mansão

Como pode ser observado para as variáveis em estudo a correção isolada com calcário e a correção combinada de calcário e óxido de magnésio não influenciaram nos valores (Tabela 4, 5 e 6), evidenciando o potencial de uso da combinação calcário e óxido de magnésio.

Em relação às doses de fósforo, pode-se verificar que para a variável DCP a dose 200% apresentou resultado superior às doses 50 e 100%, não diferindo das demais. Já para AF a dose de 150% de P foi superior à de 50% e não diferiu das demais.

Tabela 4. Comparação das médias de altura da planta (ALT) (cm), Diâmetro do colo da planta (DCP) (cm), Número de folhas pequenas (NFP), Número de folhas grandes (NFG) e Área foliar (AF) (cm<sup>2</sup>) submetidos às duas correções: calcário (CAL) e calcário + óxido de magnésio (CAL+OXM) e a cinco doses de adubações fosfatadas.

Tratamentos com calcário e calcário mais óxido de magnésio					
Correção	ALT	DCP	NFP	NFG	AF
CAL	70,60 A	2,32 A	15,65 A	35,05 A	962,48 A
CAL+OXM	69,45 A	2,26 A	15,50 A	33,95 A	959,76 A
Níveis de P%	Tratamentos com doses (%) de superfosfato simples				
50	71,87 A	2,12 B	10,62 A	29,62 A	807,2 B
100	70,25 A	2,11 B	16,25 A	36,12 A	986,7 AB
150	68,50 A	2,35 AB	19,00 A	36,75 A	1032,2 A
200	70,70 A	2,44 A	16,37 A	35,37 A	1001,1 AB
250	68,75 A	2,32 AB	15,62 A	34,62 A	978,2 AB

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Observando os resultados da Tabela 5, a dose 150% apresentou resultados superiores às doses 50 e 100% de P, e não diferiu da dose de 200%. Já as variáveis MSF,

MSRP, MSRS não obtiveram diferenças estatísticas entre as dosagens estudadas.

Tabela 5. Comparação das médias de massa seca do caule (MSC) (g), massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca das raízes pivotantes (MSRP) (g) e massa seca das raízes secundárias (MSRS) (g) submetidos às duas correções: calcário (CAL) e calcário + óxido de magnésio (CAL+OXM) e a cinco doses de adubações fosfatadas.

Tratamentos com calcário e calcário mais óxido de magnésio				
Correção	MSC	MSF	MSRP	MSRS
CAL	39,01 A	19,92 A	8,82 A	5,44 A
CAL+OXM	38,87 A	19,51 A	8,52 A	4,94 A
Níveis de P %	Tratamentos com doses (%) de superfosfato simples			
50	32,39 B	17,60 A	8,84 A	4,51 A
100	32,38 B	18,40 A	6,67 A	5,38 A
150	44,78 A	20,92 A	9,77 A	5,95 A
200	42,04 AB	21,45 A	9,29 A	4,44 A
250	40,10 AB	20,18 A	8,77 A	5,67 A

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6 observa-se que não houve diferenças significativas em relação às dosagens de fósforo para as variáveis relacionadas ao volume de raiz.

Tabela 6. Comparação das médias de volume de raízes pivotantes (VP) (cm<sup>3</sup>) e secundárias (VS) (cm<sup>3</sup>) submetidas a duas correções: calcário (CAL) e calcário + óxido de magnésio (CAL+OXM) e a cinco doses de adubações fosfatadas.

Tratamentos com calcário e calcário mais óxido de magnésio			
Correção	VP		VS
CAL	43,55	A	33,75 A
CAL+ OXM	43,10	A	33,50 A
Níveis de P %	Tratamentos com doses (%) de superfosfato simples		
50	41,00	A	35,62 A
100	37,12	A	34,12 A
150	53,37	A	32,00 A
200	44,87	A	35,75 A
250	40,25	A	20,18 A

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os tratamentos com diferentes doses de fósforo não apresentaram diferenças significativas para o volume de raízes pivotantes e volume de raízes secundárias.

Observa-se que não houve diferenças significativas entre os corretivos analisados para as variáveis estudadas

(Tabela 7, 8 e 9). Nos estudos das doses de fósforo e as variáveis de crescimento, verificou-se que somente o DCP apresentou diferença estatística. Para esta variável as doses fosfatadas de 200 e 250% proporcionaram resultados superiores às demais (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação das médias de altura da planta (ALT) (cm), diâmetro do colo da planta (DCP) (cm), número de folhas (NF) e área foliar (AF) (m<sup>2</sup>) submetidos às duas correções: calcário (CAL) e calcário + óxido de magnésio (CAL+OXM) e a cinco doses de adubações fosfatadas.

Tratamentos com calcário e calcário mais óxido de magnésio				
Correções	ALT	DCP	NF	AF
CAL	107.6 A	1.50 A	7.4 A	0.46 A
CAL+OXM	100.4 A	1.49 A	7.2 A	0.42 A
Níveis de P %	Tratamentos com doses (%) de superfosfato simples			
50%	110.5 A	1.39 C	7.0 A	0.42 A
100%	96.5 A	1.41 BC	6.6 A	0.40 A
150%	98.0 A	1.50 AB	7.3 A	0.44 A
200%	107.5 A	1.59 A	8.2 A	0.51 A
250%	107.6 A	1.61 A	7.1 A	0.46 A

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Estudando as dosagens de fósforo e a produção de matéria seca das plantas de mamona, verifica-se que as doses de fósforo mais elevadas proporcionaram uma maior massa seca da raiz pivotante (Tabela 8). Um maior crescimento da raiz pivotante propicia que a planta uma maior exploração do solo em profundidade.

Tabela 8. Comparação das médias de massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca das raízes pivotantes (MSRP) (g) e massa seca das raízes secundárias (MSRS) (g) submetidos às duas correções: calcário (CAL) e calcário + óxido de magnésio (CAL+OXM) e a cinco doses de adubações fosfatadas.

Tratamentos com calcário e calcário mais óxido de magnésio			
Correção	MSF	MSRP	MSRS
CAL	10.4 A	3.5 A	7.2 A
CAL+OXM	9.5 A	3.3 A	6.4 A
Níveis de P %	Tratamentos com doses (%) de superfosfato simples		
50%	8.3 A	2.6 C	6.6 A
100%	8.8 A	2.9 BC	6.5 A
150%	10.1 A	3.5 ABC	6.8 A
200%	11.7 A	4.1 A	7.2 A
250%	10.9 A	3.8 AB	6.7 A

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 9 não houve diferença significativa no estudo das doses de fósforo para as variáveis relacionadas ao volume de raiz.

Tabela 9. Comparação das médias de volume de raízes pivotantes (VP) (cm<sup>3</sup>) e secundárias (VS) (cm<sup>3</sup>) submetidas a duas correções: calcário (CAL) e calcário + óxido de magnésio (CAL+OXM) e a cinco doses de adubações fosfatadas

Tratamentos com calcário e calcário mais óxido de magnésio				
Correção	VP		VS	
CAL	17.7	A	81.4	A
CAL+OXM	15.6	A	72.8	A
Níveis de P %	Tratamentos com doses (%) de superfosfato simples			
50%	15.2	A	74.8	A
100%	15.8	A	73.3	A
150%	15.8	A	81.5	A
200%	17.8	A	73.7	A
250%	18.3	A	82.2	A

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Para as duas culturas em estudo, pinhão-mansão e mamona, não houve diferença entre a aplicação isolada de calcário e a aplicação combinada calcário/óxido de magnésio. Embora os mecanismos pelos quais esses tratamentos estejam atuando podem ser controversos, assim é provável que a semelhança entre os tratamentos seja o resultado acumulativo de vários mecanismos. O principal mecanismo pelo qual a combinação calcário mais óxido de magnésio apresentou-se semelhante a aplicação isolada de calcário é susceptível de ser associado ao poder de equivalência de CaCO<sub>3</sub> do óxido de magnésio ser 2,48 vezes maior do que do calcário. Assim acredita-se que a combinação do calcário com o óxido de magnésio tenha promovido, no solo, reações semelhantes a do calcário. Todavia quando baseia-se em que o poder

de equivalência em carbonato de cálcio do óxido de magnésio é maior que do calcário, espera-se que a combinação apresente melhores médias para as variáveis em estudo. A contrariedade em relação a este pensamento esta ligada a composição do calcário. Pois o calcário possui óxido de cálcio que balanceia uma relação importante de nutrientes no solo, a relação Ca/Mg, que é inerente a cada espécie. O corretivo óxido de magnésio não possui Ca<sup>+2</sup>, assim a combinação dos corretivos pode ter levado a um desbalanço na relação Ca/Mg, afetando processos fisiológicos importantes tanto no pinhão-mansão como na mamona.

Outro fato que pode ser levado em consideração é que a combinação promoveu aumento de pH no solo, maior disponibilidade de nutrientes e neutralização de íons

tóxicos da mesma forma que a aplicação isolada de calcário. Vale ressaltar que a acidez potencial do solo que foi conduzido o experimento de pinhão-mansão era elevada, assim espera-se que a combinação dos corretivos foi eficaz também na neutralização da acidez potencial.

Este resultado apresenta, que em regiões onde o acesso ao óxido de magnésio é fácil, a associação do calcário junto ao óxido de magnésio torna-se uma prática viável e eficiente. A utilização de rejeitos deve ser recomendada em função da diminuição do impacto ambiental que os mesmos causam, permanecendo depositados sem finalidade na natureza.

Estudando o efeito de calcário, silicato de magnésio e a combinação destes em café, Pereira (2007) concluiu que os três tratamentos apresentaram valores semelhantes para altura de plantas, número de ramos e área foliar. Porém, Carneiro et al. (2006) verificaram que a aplicação de calcário com a adição de silicato proporcionou um aumento de 17% da matéria seca total em plantas de soja, quando comparado ao mesmo tratamento sem a adição de silicato. Portanto, a substituição pode ser vantajosa, principalmente em regiões nas quais os silicatos de cálcio ou escórias de siderurgia são facilmente obtidos.

Realizando um trabalho com milho e soja em um solo de cerrado, com a finalidade de verificar a influência da adição do óxido de magnésio ao superfosfato triplo e ao gesso para se obter uma melhor relação  $P_2O_5/MgO$  e  $CaO/MgO$ , verificou-se que o milho não respondeu à adubação com o óxido de magnésio e respondeu ao gesso, o inverso aconteceu com a soja que respondeu ao óxido de magnésio e não respondeu ao gesso (DEFELIPO et al., 1990).

Para o estudo das doses de fósforo no solo, as plantas de pinhão-mansão e mamona, de forma geral, não mostraram aumentos significativos nas médias das variáveis estudadas. As diferenças estatísticas que foram encontradas, todavia não apresentam um contexto lógico, diferindo em relação a dose dentro de cada variável. Esses resultados se justificam pelo aumento da capacidade de adsorção de P com o aumento da concentração deste elemento no solo (WHALEN & CHANG, 2002).

Os solos brasileiros em sua maioria solos oxidados, devido ao material de origem pobre e ao elevado grau de intemperismo, possuem uma capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) muito alta, assim o solo adquire características de dreno de P. Esta característica (CMAP) diminui o P-solução, diminuindo assim a absorção do nutriente pela planta. Essa condição é característica de muitos solos (NIELSEN et al., 1998) e limita o crescimento de plantas em diversos ecossistemas terrestres (BONSER et al., 1996; NIELSEN et al., 2001; FAN et al., 2003; HO et al., 2004)

A princípio, quando se faz adubação fosfatada com fonte solúvel de P em solos com um grau de intemperismo mais elevado, ocorre uma fase rápida de adsorção do fosfato aplicado, caracterizada pela atração eletrostática entre o ânion fosfato e a superfície adsorvente. Com a aproximação do fosfato à superfície adsorvente, há a troca

de ligantes, com a formação de ligações coordenadas simples (NOVAIS & SMYTH, 1999). Esta fase ocorre em questões de horas ou minutos (GONÇALVES et al., 1985). Em condições elevadas de intemperismo, como em alguns Latossolos, o solo pode adsorver mais de 1 mg g<sup>-1</sup> de P no solo (GONÇALVES et al., 1989).

Analisando o efeito da aplicação de fósforo na cultura do pinhão-mansão, Moura Neto et al. (2007) verificaram que as doses de P aplicadas no solo proporcionaram aumentos, de forma quadrática, na altura das plantas, no diâmetro do caule, no número de folhas, no peso das raízes, no peso do caule e das folhas. Os autores concluíram que o P é de extrema importância para o desenvolvimento inicial das plantas de pinhão-mansão. Avaliando a produção de grãos em pinhão-mansão, Silva et al. (2009) encontrou que a produção aumentou de forma quadrática com aplicação de P, atingindo máxima produção com a aplicação de 191 Kg de  $P_2O_5$  ha/ano, os autores ressaltaram que o teor de P no solo mesmo alto, foi responsivo as dosagens de P.

Valores crescentes de volume de raiz em soja, foram encontrados por Corrêa et al. (2004) função da aplicação de doses crescentes de fósforo. Estudando calcário junto ao superfosfato simples, Silva et al., (2005) afirmaram que o efeito da calagem sobre a produtividade na cultura do algodão foi sempre significativo e de natureza linear, e que, a ação do superfosfato simples, foi significativa e de natureza quadrática, promovendo um maior ganho em produção da cultura.

## CONCLUSÕES

A combinação calcário + óxido de magnésio foi semelhante a aplicação isolada de calcário para o desenvolvimento inicial da mamona e pinhão-mansão.

No geral não houve influência no desenvolvimento inicial, da mamona e pinhão-mansão, com aplicação de fósforo a níveis acima de 100%.

## AGRADECIMENTOS

A EMBRAPA Agroenergia pelo fornecimento das sementes de pinhão-mansão.

A UFES pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

ALCARDE J.C. & RODELLA A.A. O equivalente em carbonato de cálcio dos corretivos da acidez dos solos. *Scientia Agricola*. vol. 53 n. 2-3 Piracicaba - SP. 1996.

CARNEIRO, C. E. A.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. C. B. F.; CARNEIRO, G. E. de S. CALPOT, fosfato e sílicio co-aplicados ao solo para a cultura da soja.

**Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n.1, p. 5-12, jan./mar. 2006.

CORRÊA J.C.; MAUAD M.; ROSOLEM A.C. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, v.55, p.448-455, 2004.

DEFELIPO, B.V.; NOGUEIRA, A.V.; LOURES, E.G.; ALVAREZ, V.V.H. Eficiência agrônômica de um resíduo de indústria siderúrgica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.16, n.1, p.127-31, 1992.

FARDEAU, J.C. Dynamics of phosphate in soils: an isotopic outlook. **Fertility Research**, v.45, p.91-100, 1996.

FERREIRA, D. F. Sisvar 4.3. 2003. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>. Acesso em 20 novembro. 2008.

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. 2008.

MARTINS L.D.; NOGUEIRA N.O.; TOMAZ M.A.; ANDRADE F.V.; BRINATE S.V.B.; REIS E.F. Desenvolvimento inicial do café arábica em função de diferentes corretivos de acidez em um solo argiloso. In: VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2009, Vitória. **Anais...** Vitória, EMBRAPA, 2009. 1 CD-ROM.

MOURA NETO, A.; SILVA, J. T. A.; SILVA, I. P.; COSTA, E. L. Efeito da aplicação de diferentes doses de fósforo no Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007 (CD-ROM).

NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

PEREIRA, T.A. **Crescimento, anatomia e relações hídricas de café arábica adubados com diferentes combinações de silicato de cálcio e calcário**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 45 p. 2007.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G. & OLIVEIRA, J.A. de. Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo. **5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O.A. **Pinhão-manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

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.

SAVY FILHO, A. Mamona. In: FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P. de; PIZZINATTO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T. de; DEMARIA, I.C. & FURLANI, A.M.C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. p.309-310. (Instituto Agrônomo, Boletim Técnico, 200)

SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; VALE, L.S. & SANTOS, J.W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, p.753-762, 2004.

SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; FREIRE, W.S.A.; CASTRO, D.A.; CARDOSO, G.D. & BELTRÃO, N.E.M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.563-568, 2006.

SILVA J.T.A.; PEREIRA R.D.; SILVA I.P. Avaliação do estado nutricional do pinhão-manso (*jatropha curcas*, L.) Adubado com nitrogênio e fósforo. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, **Energia e Sustentabilidade**, 2009, Montes Claros, PB. CD-ROM, 2009.

SILVA N.M.; FERRAZ C.A.M.; FILHO F.O.R.; HIROCE R. Use of lime and of ordinary superphosphate for cotton cultivated on acid clay soil. **Bragantia**, Campinas – SP, v.39. n1 .2005

WHALEN, J.K.; CHANG, C. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for 25 years. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, p.1011-1026, 2002.

Recebido em 14/12/2009  
Aceito em 14/03/2010