

## USO DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA COMO CORRETIVO DE ACIDEZ E DE DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PINHÃO-MANSO

**Henrique Otes Nicoline<sup>1</sup>, Marcelo Antonio Tomaz<sup>1</sup>, Fabrício Moreira Sobreira<sup>1</sup>, Thiago Lopes Rosado<sup>1</sup>, Natiélia Oliveira Nogueira<sup>1</sup>, Maiquel Borcarte<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo/ Departamento de Produção Vegetal, Alto Universitário s/n, Bairro Guararema, CEP 29500-000, Alegre-ES, oteshn@yahoo.com.br

**Resumo-** Diante da atual demanda por fontes alternativas para a produção de bioenergia, a cultura do pinhão-manso surge com grande potencial. Embora seja adaptável a diferentes ambiente e considerada por muitos como uma planta rústica, apresenta-se sensível à solos de baixa fertilidade e ácidos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do pinhão-manso sob diferentes fontes de adubação (adubação mineral; adubação orgânica com esterco bovino, cama aviária e palha de café) na presença e ausência de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrária da UFES. Os resultados demonstraram que a cultura do pinhão-manso apresentou melhor desempenho no crescimento, quando foi utilizado como fontes de adubação, a cama aviária e a adubação mineral. Não houve resposta desta cultura à correção da acidez do solo com o uso de escória de siderurgia para as condições avaliadas.

**Palavras-chave:** bioenergia, matéria orgânica, fertilidade do solo, *Jatropha curcas*.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

O Brasil é um dos países que reúnem as melhores condições edafoclimáticas para liderar a agricultura de bioenergia. Além disso, há a possibilidade de incorporação de áreas à agricultura de energia, sem competição com a agricultura de alimentos (EMBRAPA, 2005). Dentre as espécies vegetais que podem ser utilizadas na produção de bioenergia, a cultura do pinhão-manso vem se lançando como uma ótima opção agrícola.

Para PURCINO & DRUMMOND (1986), o pinhão-manso (*Jatropha curcas*) é uma planta produtora de óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformado em óleo diesel. Além de perene e de fácil cultivo, apresenta boa conservação da semente colhida, podendo se tornar grande produtora de matéria-prima como fonte opcional de combustível. Para estes autores, esta é uma cultura que pode se desenvolver nas pequenas propriedades, com a mão-de-obra familiar disponível, sendo uma fonte alternativa de renda para os produtores.

Das tecnologias usadas para aumentar a produtividade do pinhão-manso, a adubação e a correção do solo destacam-se entre as principais. No entanto, informações sobre a resposta desta cultura aos tratamentos culturais ainda são escassas na literatura.

Dentre as formas de adubação do solo, destaca-se a adubação orgânica. Pois, além de fornecer nutrientes ao solo, promove o aumento

da matéria orgânica, do pH e da saturação por bases do solo, e também complexa e precipita alumínio e ferro trocáveis presentes na solução do solo (MELLO & VITTI, 2002). Além disso, promove a elevação dos teores de matéria orgânica, promovendo melhorias nas propriedades físicas e biológicas do solo, contribuindo para o aumento da infiltração e retenção de água. Desta forma, a matéria orgânica constitui-se como componente fundamental na manutenção e aumento da capacidade produtiva do solo.

Dentre os materiais utilizados para a correção da acidez do solo, a escória de siderurgia tem sido apontada como uma alternativa promissora (PRADO, 2000). Embora estejam disponíveis no mercado brasileiro, têm sido pouco comercializadas para esse fim (QUAGGIO, 2000).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial do pinhão-manso sob diferentes fontes de adubação (adubação mineral; orgânica com esterco bovino, cama aviária e palha de café) na presença e ausência de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo.

### Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre-ES. Amostras de solo foram retiradas na profundidade de 5 - 20 cm, excluindo a camada superficial, devido ao alto teor de matéria orgânica presente. Após a coleta, o solo foi

homogeneizado, seco ao ar e passado em peneira de 2 mm, para caracterização química (Tabela 1).

Tabela 01: Caracterização química do solo utilizado no experimento

pH <sup>(1)</sup>	P <sup>(2)</sup>	K <sup>(2)</sup>	Na <sup>(2)</sup>	Ca <sup>(3)</sup>	Mg <sup>(3)</sup>	
-----mg dm <sup>-3</sup> -----				cmolc dm <sup>-3</sup>		
6,3	1,0	140	4,0	3,6	1,2	
Al <sup>(3)</sup>	H+A <sup>(4)</sup>	SB <sup>(5)</sup>	CTC <sup>(6)</sup>	t <sup>(7)</sup>	V <sup>(8)</sup>	m <sup>(9)</sup>
----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----				----- % -----		
0,1	4,3	5,21	9,54	1,4	54,6	1,0

<sup>1/</sup> relação solo-água 1:2,5; <sup>2/</sup> extraído por Mehlich-1; <sup>3/</sup> extraído por KCl; <sup>4/</sup> extraído por Acetato de Cálcio; <sup>5/</sup> soma de bases; <sup>6/</sup> CTC a pH 7,0; <sup>7/</sup> CTC efetiva; <sup>8/</sup> porcentagem de saturação por bases; <sup>9/</sup> porcentagem de saturação por alumínio.

Para os tratamentos com aplicação de silicato, o solo foi incubado com a escória de siderurgia cujas características constam na Tabela 2. Cada unidade experimental foi composta de 9 dm<sup>3</sup> de solo, acondicionado em sacos de polietileno. A quantidade de escória utilizada foi calculada de acordo com a fórmula de saturação por bases, utilizada para o cálculo de corretivos para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007).

Tabela 02: Caracterização da escória de siderurgia

CaO	MgO	PN	ER	PRNT
-----%-----				
36,00	6,00	79,32	72,65	57,63

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído por 8 tratamentos e quatro repetições, em distribuição fatorial 2 x 4, sendo os fatores: presença e ausência de escória de siderurgia como corretivo de acidez; e quatro tipos de adubação: adubação mineral, orgânica com esterco bovino, orgânica com cama aviária, e orgânica com palha de café, totalizando 32 unidades experimentais.

Para adubação orgânica foi incorporado 300 gramas de cada adubo orgânico em cada unidade experimental, de acordo com os tratamentos estabelecidos. Estes resíduos foram caracterizados quimicamente e os resultados constam na Tabela 3.

Duas semanas após a incubação do solo com os tratamentos determinados, realizou o semeio do pinhão-mansão. Foram semeadas três sementes por unidade experimental, sendo posteriormente

realizado o desbaste, de forma a permanecer apenas uma planta por unidade experimental.

Para o tratamento que recebeu a adubação mineral, como não há informações da exigência de fertilizantes do pinhão-mansão, os cálculos foram realizados com base na cultura da mamoneira, (já que estas espécies pertencem à mesma família) de acordo com o Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007).

Tabela 03: Caracterização química dos adubos orgânicos utilizados no experimento

Nutrientes	Esterco Bovino	Cama Aviária	Palha de café
dag/kg			
N	1,1	2,4	1,6
P	0,27	9,46	0,1
K	1,1	2,3	1,14
Ca	1,8	1,4	0,9
Mg	0,5	0,5	0,2
S	0,2	0,4	0,1
Na	0,9	5,0	0,1
g/kg			
Zn	138	204	36
Fe	1611	1374	1071
Cu	13	40	10
Mn	201	175	43

O pinhão-mansão foi cultivado durante 12 semanas, quando foi avaliada a altura da planta (AP), diâmetro no colo da planta (DC), área foliar (AF), número de folhas (NF), volume das raízes (VR), produção de matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria fresca da raiz (MFR).

A medida da altura foi obtida através de uma régua graduada, enquanto para determinar o volume das raízes foi utilizada uma proveta graduada. Para a obtenção dos valores da fitomassa, foi utilizada uma balança de precisão. Os valores de matéria seca foram obtidos após o material ser seco em estufa com ventilação forçada a 70°C por 72 horas. Para o cálculo da área foliar do pinhão-mansão 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.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo

Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico GENES.

## Resultados

A Tabela 4 demonstra que não houve diferença estatística, entre os tratamentos que receberam ou não a aplicação da escória de siderurgia como corretivo de acidez. Uma provável explicação para esse resultado pode se devido ao fato do pH do solo estar numa faixa ideal para o desenvolvimento da cultura, não havendo assim contribuição da escória de siderurgia no desenvolvimento do pinhão-manso.

Tabela 04: Resumo da análise de variância para as variáveis: Altura da Planta (AP) e Diâmetro do Colo da Planta (DC) em cm; Número de Folhas (NF); Área foliar (AF) em cm<sup>2</sup>; Matéria Fresca da Parte Aérea (MFPA), Matéria Fresca das Raízes (MFR) e Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) em gramas; Volume das Raízes (VR) em ml, que não apresentaram interação entre os fatores.

Parâmetro	AP	DC	NF	AF
<b>QM Adubações</b>	384,46*	60,34*	284,42*	1170295*
<b>QM Corretivo</b>	1,09 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	1708,35 <sup>ns</sup>
<b>QM AD X C</b>	36,12 <sup>ns</sup>	6,82 <sup>ns</sup>	22,88 <sup>ns</sup>	90360,82 <sup>ns</sup>
<b>Média Geral</b>	32,58	26,18	17,38	1290,98
<b>CV(%)</b>	13,40	6,72	26,12	18,26

  

Parâmetro	MFPA	MFR	MSPA	VR
<b>QM Adubações</b>	16122**	845,59*	2573,2*	621,78 <sup>ns</sup>
<b>QM Corretivo</b>	26,26 <sup>ns</sup>	212,4 <sup>ns</sup>	151,64 <sup>ns</sup>	94,53 <sup>ns</sup>
<b>QM AD X C</b>	768,16 <sup>ns</sup>	103,2 <sup>ns</sup>	307 <sup>ns</sup>	320,28 <sup>ns</sup>
<b>Média Geral</b>	144,96	38,63	44,32	45,97
<b>CV(%)</b>	17,16	17,98	23,16	24,42

\*\* e \*, significativo a 1% e 5%, respectivamente. <sup>ns</sup> não significativo a 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Através da Tabela 5 pode se verificar o comportamento dos parâmetros avaliados, em relação às diferentes fontes de adubação. Houve um melhor desempenho do pinhão-manso quando se empregou a cama aviária e a adubação

mineral, que não diferiram estatisticamente entre si, para as variáveis avaliadas.

Tabela 05: Comparação das médias das diferentes adubações para os parâmetros avaliados: Altura da Planta (AP) e Diâmetro do Colo da Planta (DC) em cm; Número de Folhas (NF); Área foliar (AF) em cm<sup>2</sup>; Matéria Fresca da Parte Aérea (MFPA), Matéria Fresca das Raízes (MFR) e Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) em gramas; Volume das Raízes (VR) em ml

Parâmetro Avaliado	Adubações Utilizadas			
	CA	AM	EB	PC
<b>AP</b>	38,98 A	37,15AB	30,43 BC	23,76 C
<b>DC</b>	29,74 AB	26,45 AB	25,38 B	23,14 B
<b>AF</b>	1541 AB	1665,1 A	1123 BC	834,7 C
<b>NF</b>	21,63 AB	23,25 A	13,5 BC	11,13C
<b>MFPA</b>	185,19A	177,98A	126,44B	90,2 B
<b>MSPA</b>	57,92 A	61,22 A	32,92 B	25,23B
<b>VR</b>	50,86 A	53,50 A	45,86 A	33,63A
<b>MFR</b>	49,58 A	42,98 A	36,51 A	25,44B

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, onde CA – cama aviária; AM - adubação mineral; EB – esterco bovino e PC – palha de café.

Para o parâmetro volume de raízes não houve diferença em relação as diferentes adubações utilizadas. Já para a variável matéria fresca das raízes a palha de café apresentou resultado inferior às demais.

Observou-se que o EB apresentou resultados inferiores à CA e a AM, porém estes foram superiores à palha de café (PC) para a matéria fresca das raízes.

## Discussão

Embora não foram encontrados resultados significativos para o uso da escória de siderurgia neste ensaio, CARVALHO-PUPATTO et al. (2004) afirmam que aplicação de escória proporciona a elevação dos teores de Ca e Mg e Si no solo, melhorando desenvolvimento da planta quando estas são cultivadas em solos ácidos.

Os resultados aqui apresentados diferem dos obtidos por NICOLINE et al. (2008) em que encontrou efeito positivo da aplicação de escória de siderurgia no solo para a maioria dos parâmetros avaliados na cultura da mamoneira.

A cama aviária apresenta vantagens dentre as adubações orgânicas utilizadas, por fornecer ao

solo maiores teores de nutrientes, dentre eles N, P, K, S, Zn e Cu, (Tabela 3), além de apresentar baixa relação C/N e maior velocidade de decomposição. A adubação mineral também apresentou bons resultados devido ao fornecimento dos principais nutrientes exigidos pela cultura do pinhão-manso.

Dentre as adubações orgânicas utilizadas, a PC apresentou os piores resultados para os parâmetros avaliados. Isso pode ser explicado pelo fato da PC ser um material lignificado, com alta relação C/N e pobre em nutrientes quando comparado à cama aviária e ao esterco bovino (SOUZA, 2007), refletindo num menor desenvolvimento do pinhão-manso.

### Conclusão

Não houve resposta do pinhão-manso em relação à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez, nas condições avaliadas.

O pinhão-manso mostrou-se responsivo à adubação orgânica, em especial a adubação com cama aviária.

### Referências

- CARVALHO-PUPATTO, J.G.; BÜLL, L.T. & CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesq. agropec. bras.**, vol.39, p.1213-1218, 2004.

- EMBRAPA, **Plano Nacional de Agroenergia**. Brasília, 118p. 2005.

- MELLO, S.C. & VITTI, G.C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas propriedades químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p.452-458, 2002.

- NICOLINE, H.O.; ROSADO, T.L.; TOMAZ, M.A.; ANDRADE, F.V.; NOGUEIRA, N.O. Produção de biomassa da mamoneira submetida à diferentes adubações e à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez. IN: **5º Congresso brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel** (CD-ROOM), Lavras, 2008.

- PRADO, R.M. & FERNANDES, F.M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agricola**, v.57, p.739-744, 2000.

- 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, 305p. 2007.

- PURCINO, A.A.C. & DRUMMOND, O.A. **Pinhão-manso**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, 7p., 1986. (Documento).

- QUAGGIO, J.A. **A acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 111p., 2000.

- 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.

- SOUZA, F.S. Atributos físicos do solo cultivado com cafeeiro submetido aos manejos orgânico e convencional. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 43p. 2007. (Tese de Mestrado).