

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

*Lima Deleon Martins*

Eng. Agr. Mestrando em Produção Vegetal – CCA/UFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, Cx.P. 16, CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: deleon\_lima@hotmail.com

*Henrique Otes Nicoline*

Eng. Agr. – CCA/UFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, Cx. P. 16, CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: oteshn@yahoo.com.br

*Wagner Nunes Rodrigues*

Eng. Agr., Mestre em Produção Vegetal – CCA/UFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, Cx. P. 16, CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: wagnernunes86@hotmail.com

*Marcelo Antonio Tomaz*

Eng. Agr. D. Sc. Professor do Departamento de Produção Vegetal – CCA/UFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, Cx.P. 16, CEP 29500-000, Alegre-ES. E-mail: tomaz@cca.ufes.br

*José Francisco Teixeira do Amaral*

Eng. Agr. D. Sc. Professor do Departamento de Engenharia Rural – CCA/UFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, Cx.P. 16, CEP 29500-000, Alegre-ES. E-mail: jfamara@cca.ufes.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 ácidos e de baixa fertilidade. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desenvolvimento inicial do pinhão manso sob diferentes fontes de adubação (mineral, orgânica com esterco bovino, cama aviária e palha de café) na presença e ausência do corretivo de acidez do solo escória de siderurgia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da UFES, em um delineamento experimental dm blocos casualizados, com quatro repetições. Os resultados demonstraram que a cultura do pinhão manso apresentou melhor crescimento quando utilizou-se 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*.

## **UTILIZACIÓN DE LA ESCORIA COMO CORRECTIVO DE LA ACIDEZ Y LAS DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZANTES EN EL DESARROLLO TEMPRANO DE JATROPHA**

**Resumen:** Dada la actual demanda de fuentes alternativas para la producción de bioenergía, el cultivo de jatrofa viene con un gran potencial. A pesar de que es adaptable a diferentes ambientes y considerado por muchos como una planta rústica, parece sensible a la baja fertilidad del suelo y ácido. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo inicial de la jatrofa en diferentes fuentes de nutrientes (fertilizantes minerales, estiércol de ganado orgánico, estiércol de aves de corral y la paja de café) en presencia y ausencia de corrección de la acidez del suelo de escoria. El experimento se llevó a cabo en un invernadero en el Centro de Ciencias Agrarias UFES en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en factorial 2 x 4 de distribución, con los factores: la presencia y la ausencia de escoria y cuatro tipos Fertilizante: minerales, orgánicos, estiércol, abono orgánico, las aves de corral y la paja de café orgánico, por un total de 32 unidades experimentales. Los resultados mostraron que el cultivo de jatrofa mostraron un mejor crecimiento cuando se usó como fuentes de nutrientes, el estiércol de aves de corral y los fertilizantes minerales. No hubo respuesta a esta cultura de la acidez en el suelo con la utilización de escoria para las condiciones evaluadas.

**Palabras clave:** bioenergía, materia orgánica, fertilidad del suelo, *Jatropha curcas*.

## **USE OF SLAG AS CORRECTIVE OF THE ACIDITY AND THE DIFFERENT SOURCES OF FERTILIZER IN THE EARLY DEVELOPMENT OF JATROPHA**

**Abstract:** Given the current demand for alternative sources for bioenergy production, the cultivation of jatropha comes with great potential. Although it is adaptable to different environment and Considered by many as a rustic plant, it appears sensitive to low soil fertility and acidic. The aim of this work was to evaluate the initial development of jatropha under different nutrient sources (mineral fertilizer, organic cattle manure, poultry manure and straw of coffee) in the presence and absence of corrective of soil acidity slag . The experiment was conducted in a greenhouse at the Centre for Agrarian Sciences UFES in a randomized block design with four replications in a factorial 2 x 4 distribution, with the factors: the presence and absence of slag and four types Fertilizer: mineral, organic, manure, organic, poultry manure and organic coffee straw, totaling 32 experimental units. The results showed that the cultivation of jatropha showed better growth when it was used as nutrient sources, the poultry manure and mineral fertilizers. There was no response to this culture acidity in the soil with the use of slag for the conditions evaluated.

**Keywords:** bioenergy, organic matter, soil fertility, *Jatropha curcas*.

### **INTRODUÇÃO**

A partir da grande crise do petróleo na década de 70, iniciou-se uma conscientização da sociedade mundial a respeito da poluição causada pelos combustíveis fósseis. Pressões globais somadas às desvantagens apresentadas pelos combustíveis fósseis contribuíram na elaboração de metas para redução da emissão de gases poluentes, aumentando, desde então, o interesse por fontes alternativas de energia, principalmente aquelas que contribuem para reduzir a emissão de gases de efeito estufa (NETO, 2007).

O conceito de substituição de energias não renováveis, poluidoras, por fontes energéticas que causem menores impactos ambientais, e que possuam um ciclo produtivo basicamente sustentável, ganhou atenção difundida no mundo nos últimos anos (FRANCIS et al., 2005). Dentre estas fontes de energias, destacam-se as plantas oleaginosas, com grandes perspectivas para a cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas*) (LAVIOLA et al., 2008).

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

Além de o Brasil reunir as melhores condições edafoclimáticas para liderar a agricultura de bioenergia, há a possibilidade de incorporação de áreas à agricultura de energia, sem gerar competição com a agricultura de alimentos (EMBRAPA, 2005). Outra justificativa é que esta cultura pode se desenvolver nas pequenas propriedades, com a mão de obra familiar disponível, sendo uma fonte alternativa de renda para os produtores (PURCINO & DRUMMOND, 1986).

Das tecnologias usadas para aumentar a produtividade do pinhão manso, a adubação e a correção do solo destacam-se como imprescindíveis. No entanto, informações sobre o manejo nutricional desta cultura 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). Por intermédio da elevação do aporte de matéria orgânica no solo, a adubação orgânica promove melhorias nas propriedades físicas e biológicas do solo, contribuindo para o aumento da infiltração e retenção de água, e também, aumentando às formas de disponibilização de nutrientes a planta.

Desta forma, a matéria orgânica constitui-se como componente fundamental na manutenção e aumento da capacidade produtiva do solo, assim a única forma de elevação dos níveis desta no sistema é a aplicação de compostos orgânicos, que pode ser feita pela adubação.

Poucas práticas agrícolas dão retornos tão elevados como a correção da acidez do solo, no que diz respeito ao aumento da produtividade e, conseqüentemente, da produção, das mais diferentes culturas. 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).

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

### **METODOLOGIA**

*Artigo Científico*

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre, ES, cuja latitude é de 20°45' S, longitude de 41°33' W e altitude de 277,41 m. O solo utilizado para a montagem do experimento foi retirado a uma profundidade de 8-20 cm. Foi excluído 8

cm da camada superior do solo para evitar a interferência de materiais orgânicos nos tratamentos. Após a coleta, o mesmo foi homogeneizado, seco ao ar e passado em peneira de 2 mm, para caracterização química e física (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização física e química do solo utilizado no experimento

| Caracterização    | Parâmetro             | Unidade                               | Valor |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------|
| Física            | Areia <sup>(1)</sup>  | (g kg <sup>-1</sup> )                 | 483   |
|                   | Silte <sup>(1)</sup>  | (g kg <sup>-1</sup> )                 | 277   |
|                   | Argila <sup>(1)</sup> | (g kg <sup>-1</sup> )                 | 240   |
|                   | DS <sup>(1)</sup>     | (kg dm <sup>-3</sup> )                | 1,25  |
|                   | DP <sup>(1)</sup>     | (kg dm <sup>-3</sup> )                | 2,51  |
|                   | PT <sup>(1)</sup>     | (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )     | 0,50  |
| Química           | pH <sup>(2)</sup>     |                                       | 6,3   |
|                   | P <sup>(3)</sup>      | (mg dm <sup>-3</sup> )                | 1,0   |
|                   | K <sup>(3)</sup>      | (mg dm <sup>-3</sup> )                | 140,0 |
|                   | Na <sup>(3)</sup>     | (mg dm <sup>-3</sup> )                | 4,0   |
|                   | Ca <sup>(4)</sup>     | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 3,6   |
|                   | Mg <sup>(4)</sup>     | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 1,2   |
|                   | Al <sup>(4)</sup>     | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 0,1   |
|                   | H+A <sup>(5)</sup>    | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 4,3   |
|                   | SB <sup>(6)</sup>     | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 5,21  |
|                   | CTC <sup>(7)</sup>    | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 9,54  |
|                   | t <sup>(8)</sup>      | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 1,4   |
|                   | V <sup>(9)</sup>      | (%)                                   | 54,6  |
| m <sup>(10)</sup> | (%)                   | 3,6                                   |       |

<sup>(1)</sup>obtido pelo método da proveta, onde DS: densidade do solo, P: densidade de partícula, PT: porosidade total; <sup>(2)</sup>relação solo-água 1:2,5; <sup>(3)</sup>extraído por Mehlich-1; <sup>(4)</sup>extraído por KCl; <sup>(5)</sup>extraído por Acetato de Cálcio; <sup>(6)</sup>soma de bases; <sup>(7)</sup> CTC a pH 7,0; <sup>(8)</sup>CTC efetiva; <sup>(9)</sup>porcentagem de saturação por bases; <sup>(10)</sup>porcentagem de saturação por alumínio (EMBRAPA, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos e quatro repetições, em distribuição fatorial 2 x 4, sendo os fatores: presença e ausência de escória de siderurgia e quatro tipos de adubação: mineral, orgânica com esterco bovino, orgânica com cama aviária e orgânica com palha de café, totalizando 32 unidades experimentais. Foram conduzidos dois experimentos separadamente, sendo um com mamona e o outro com pinhão manso, cada um dentro do esquema

fatorial proposto acima. Cada unidade experimental foi composta de 9 dm<sup>3</sup> de solo, acondicionado em sacolas de polietileno.

O solo foi incubado com o corretivo, escória de siderurgia, por 21 dias, cujas características constam da Tabela 2. 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 2. Caracterização do corretivo escória de siderurgia.

| Corretivo             | CaO   | MgO  | PN <sup>(1)</sup> | ER <sup>(2)</sup> | PRNT <sup>(3)</sup> |
|-----------------------|-------|------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Escória de siderurgia | 36,00 | 6,00 | 79,32             | 72,65             | 57,63               |

<sup>(1)</sup>Poder de neutralização:  $PN = \%CaO \times 1,79 + \%MgO \times 2,48$ ; <sup>(2)</sup>Eficiência relativa:  $ER = [(A \times 0,0) + (B \times 0,2) + (C \times 0,6) + (D \times 1,0)] / 100$ , sendo A, B, C = % de corretivo que fica retido, respectivamente, nas peneiras nº 10, 20 e 50, e D = % de corretivo que passa na peneira nº 50; <sup>(3)</sup>Poder reativo de neutralização total:  $PRNT = PN \times ER / 100$ .

Para a incubação dos adubos orgânicos utilizaram-se as seguintes fontes: esterco bovino, cama aviária e palha de café, sendo incorporadas 300 gramas de cada um por unidade experimental de acordo com o tratamento estabelecido, no período de 7 dias. Estes resíduos foram caracterizados quimicamente e os resultados constam na Tabela 3.

Como ainda não há recomendação específica para a cultura do pinhão manso para o Estado do Espírito Santo, a mesma foi realizada com base nas informações fornecidas pelo Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007) para a mamoneira, pertencente à mesma família do pinhão manso .

Tabela 3. Caracterização química dos adubos orgânicos utilizados no experimento.

| Adubo orgânico | N                                | P    | K    | Ca    | Mg   | S    | Na   | Zn                              | Fe   | Cu | Mn  |
|----------------|----------------------------------|------|------|-------|------|------|------|---------------------------------|------|----|-----|
|                | ----- dag kg <sup>-1</sup> ----- |      |      |       |      |      |      | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |      |    |     |
| Esterco bovino | 1,10                             | 0,27 | 1,10 | 1,80  | 0,50 | 0,20 | 0,90 | 138                             | 1611 | 13 | 201 |
| Cama aviária   | 2,40                             | 9,46 | 2,30 | 14,00 | 0,50 | 0,40 | 5,00 | 204                             | 1374 | 40 | 175 |
| Palha de café  | 1,60                             | 0,10 | 1,14 | 0,90  | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 36                              | 1071 | 10 | 43  |

Ao término da incubação dos compostos orgânicos realizou-se o semeio das sementes de pinhão manso, oriundas do Estado de Minas Gerais, sendo semeadas três sementes por unidade experimental, e posteriormente realizou-se o desbaste, deixando apenas uma planta por recipiente.

A irrigação foi realizada mantendo-se a umidade do solo durante todo período do experimento a 60% do volume total de poros, e os tratamentos culturais foram realizados manualmente de acordo com a necessidade.

Após 84 dias de cultivo foram avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta (AP), diâmetro no colo da planta (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), volume das raízes (VR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA).

A medida da altura foi obtida através de uma régua graduada, a medida do diâmetro do caule foi realizada com um paquímetro digital na altura do colo da planta, o número de folhas foi obtido através de contagem manual. Para o cálculo da área foliar do pinhão manso 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. Após, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 60°C por 72 horas e pesadas em balança eletrônica, para a obtenção dos valores de matéria seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o Software SISVAR (FERREIRA, 2008), e quando as fontes de variação foram significantes foi utilizado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, no resumo da análise de variância, que não houve diferença estatística significativa para o fator corretivo, em todas as variáveis estudadas. Para o fator adubação, apenas a variável volume de raiz não apresentou significância (Tabela 4).

Tabela 4. Quadrados médios para as variáveis estudadas, altura da planta (AP) e diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca das raízes (MFR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e volume de raízes (VR), em plantas de pinhão manso.

| Parâmetro       | AP<br>(cm)          | DC<br>(mm)         | NF                  | AF<br>(cm <sup>2</sup> ) | MFPA<br>(g.planta <sup>-1</sup> ) | MFR<br>(g.planta <sup>-1</sup> ) | MSPA<br>(g.planta <sup>-1</sup> ) | VR<br>(cm <sup>3</sup> ) |
|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Adubações (Ad)  | 384,46*             | 60,34*             | 284,42*             | 1170295*                 | 16122**                           | 845,59*                          | 2573,2*                           | 621,78 <sup>ns</sup>     |
| Corretivo (Cor) | 1,09 <sup>ns</sup>  | 0,36 <sup>ns</sup> | 1,13 <sup>ns</sup>  | 1708,35 <sup>ns</sup>    | 26,26 <sup>ns</sup>               | 212,4 <sup>ns</sup>              | 151,64 <sup>ns</sup>              | 94,53 <sup>ns</sup>      |
| Ad X Cor        | 36,12 <sup>ns</sup> | 6,82 <sup>ns</sup> | 22,88 <sup>ns</sup> | 90360,82 <sup>ns</sup>   | 768,16 <sup>ns</sup>              | 103,2 <sup>ns</sup>              | 307 <sup>ns</sup>                 | 320,28 <sup>ns</sup>     |
| Média Geral     | 32,58               | 26,18              | 17,38               | 1290,98                  | 144,96                            | 38,63                            | 44,32                             | 45,97                    |
| CV(%)           | 13,40               | 6,72               | 26,12               | 18,26                    | 17,16                             | 17,98                            | 23,16                             | 24,42                    |

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

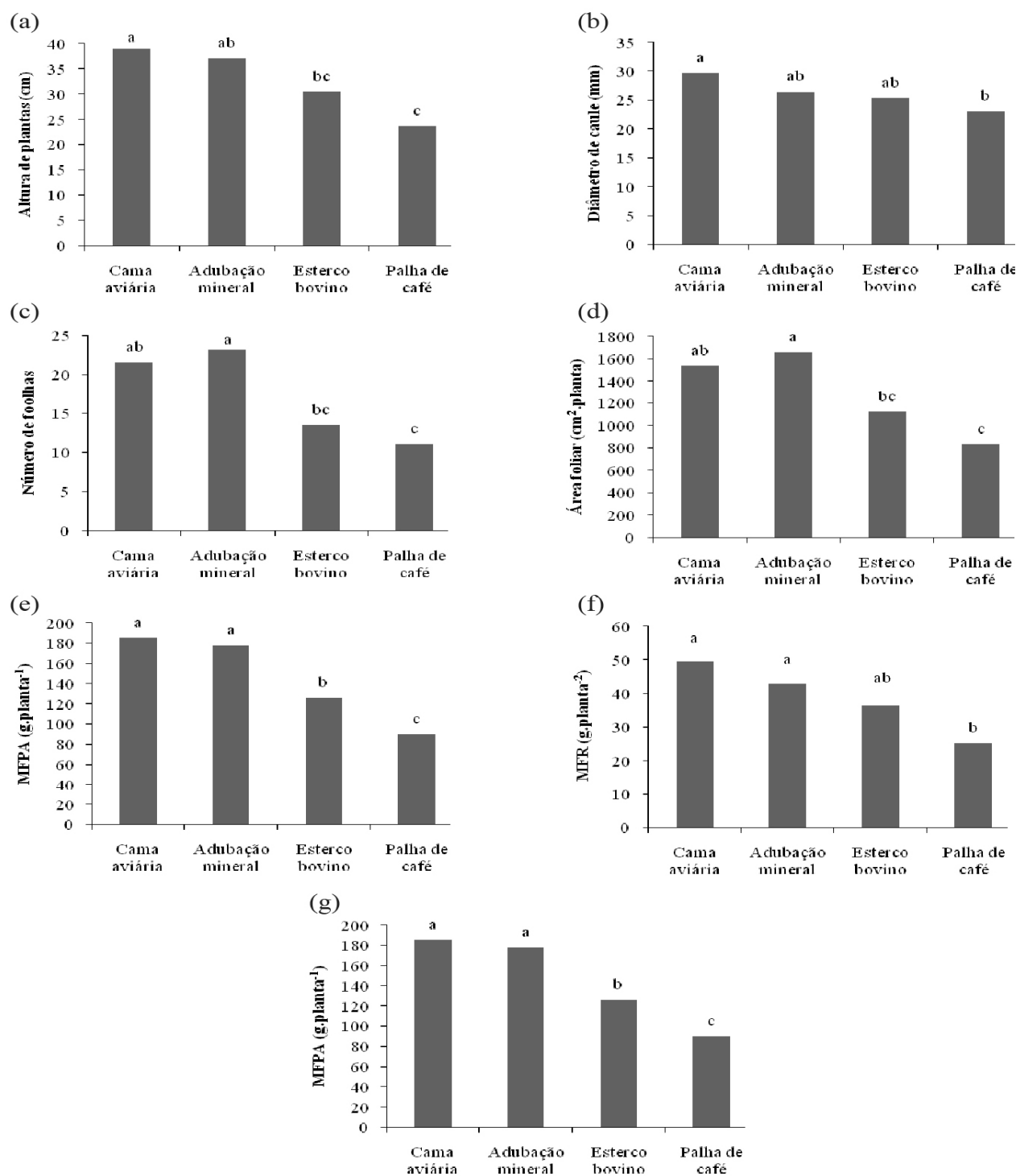
Uma provável explicação da não significância estatística na utilização da escória de siderurgia, como corretivo de acidez do solo, deve-se ao fato do pH do solo utilizado estar numa faixa ideal para o desenvolvimento da cultura, não havendo assim contribuição da escória de siderurgia no desenvolvimento do pinhão manso.

O efeito da escória de siderurgia na correção da acidez do solo está na presença do constituinte neutralizante (SiO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) e de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> trocáveis no material (ALCARDE, 1992). Desta forma, quando o Al e o H+Al, possuem valores baixos, ou até nulos, a permuta iônica tem sua atividade reduzida, seja pela ausência de pontos

de troca, e também, pela resistência imposta, em alguns solos, pelo poder tampão.

Prado & Natale (2005) acompanhando a evolução dos efeitos da aplicação da escória de siderurgia no solo, verificaram aumento do valor pH, diminuição da concentração de H+Al, aumento do Ca, do valor da soma de bases e da saturação por bases, entretanto, não houve alteração significativa para a concentração de Mg do solo. Fato também evidenciado por Carvalho-Pupatto et al. (2003), que verificaram que o aumento das doses de escória proporcionou aumentos significativos nos valores de pH, Ca, Mg e Si e redução na acidez potencial (H+Al).

Na Figura 1 pode se verificar o comportamento dos parâmetros avaliados, em relação às diferentes fontes de adubação.



\*Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Figura 1** - Comparação das médias das diferentes adubações para as variáveis de crescimento e desenvolvimento de plantas de pinhão manso.

Nota-se na que as adubações orgânicas, para maioria adubação mineral (Figura 1). Para matéria seca total, vê-se das variáveis estudadas, mostraram-se alternativas à que a cama aviária mostrou influência semelhante à

*Artigo Científico*

adubação mineral (Figura 1 a), fato também evidenciado para altura de plantas (Figura 1 a), diâmetro de caule (Figura 1b), MFPA (Figura 1 e) e MFR (Figura 1 f).

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, de forma solúvel e prontamente.

Todavia, em condições de campo, não deve-se apenas levar em consideração os quantitativos nutricionais dos adubos orgânicos, pois o conhecimento de quando estes serão disponibilizados e absorvidos pela planta é de suma importância. Principalmente para planejar e recomendar a adubação, não sendo, o teor inicial, a principal variável a se basear para os cálculos de adubação como nos adubos solúveis, pois ao contrário destes, que estão prontamente disponíveis, a incorporação de adubos orgânicos podem levar à imobilização temporária de N (SILVA & MENDONÇA, 2007) e disponibilização dos demais nutrientes em proporções diferentes das requeridas pelas plantas (HOLANDA, 1990).

Dentre as adubações orgânicas utilizadas, a palha de café apresentou os piores resultados para os parâmetros avaliados. Isso pode ser explicado pelo fato da mesma 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 crescimento e desenvolvimento do pinhão manso.

## CONCLUSÕES

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

ALCARDE, J.C. Corretivo de acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992.26p. **Boletim Técnico**, 6.

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

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.

DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S. & DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG, 2007. v.1. 40p.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

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

HOLANDA, J.S. **Esterco de curral: Composição, preservação e adubação**. Natal, EMPARN, 1990. 69p

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

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.

NETO, M. Histórico biodiesel, 2007. Disponível em: <<http://arquivobrasilbio.blogspot.com>>. Acesso: 15 maio de 2010.

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.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Efeito da aplicação de silicato de cálcio no crescimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.185-190, 2005

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 Agronômico, 111p., 2000.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.26, n 229, p. 44-78, 2005.

SEVERINO, L.S.; 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, I.R & MENDONÇA, E. S., **Matéria Orgânica do Solo**, In: NOVIAS, R. F., ALVAREZ V., V. H., NAROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, B. R. E NEVES, J. C. L., Fertilidade do Solo, Soc. Bra. de Cienc. do Solo, p. 275-374, 2007.

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

Recebido em 02/02/2010

Aceito em 22/09/2010