

VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DO PINHÃO-MANSO E SUA CORRELAÇÃO COM ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

ADRIANA M. SANTOS¹, CRISTIANO M. A. SOUZA², ROBERTO C. ORLANDO²,
EDUARDO Z. LAGE³, LEIDY Z. L. RAFULL²

¹ M.Sc. em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS. dri_marques_22@hotmail.com

² Dr. em Engenharia Agrícola, UFGD/FCA, Dourados, MS. csoouza@ufgd.edu.br, robertoorlando@ufgd.edu.br, leidyrafull@ufgd.edu.br

³ Mestrando em Engenharia Agrícola, UFGD/FCA, Dourados, MS, (67)9866-9128, ezanettilage@yahoo.com.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O objetivo do trabalho foi estudar a correlação entre a produtividade e os atributos químicos de um solo cultivado com pinhão-manso. Definiu-se uma área cujo manejo foi feito de maneira uniforme, e sobre ela ajustou-se uma malha de 60 pontos georreferenciados. Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm e realizadas as determinações de rotina para pH H₂O, pH CaCl₂, Al, Ca, Mg, H+Al, K, P, SB, CTC, CTC efetiva, M%, V%, MO, Cu, Fe, Mn e Zn. Foram determinadas a produtividade e a porcentagem de óleo de pinhão-manso. Houve correlação positiva e significativa entre a produtividade dos grãos e os atributos químicos zinco, cálcio, cobre, manganês, soma de bases, capacidade efetiva de troca de cátions e matéria orgânica. A maior correlação positiva e significativa foi observada para o cobre, seguido pelo manganês, indicando que os micronutrientes são importantes para a fertilidade do solo visando elevar a produtividade da cultura. A porcentagem de óleo nos grãos apresentou correlação direta positiva e significativa com a acidez potencial, capacidade de troca cátions e o micronutriente ferro. A correlação negativa e significativa não foi observada podendo indicar que não há excesso de nenhum nutriente no solo, que esteja provocando redução da produtividade do pinhão-manso.

PALAVRAS-CHAVE: *Jatropha curcas*, agricultura de precisão, biodiesel

SPATIAL VARIABILITY OF JATROPHA CURCAS PRODUCTIVITY AND ITS CORRELATION WITH SOIL ATTRIBUTES

ABSTRACT: The objective was to study the correlation between productivity and chemical soil attributes cultivated with *Jatropha curcas*. It was defined an area whose management was done evenly, and set it on a mesh of 60 points georeferenced. Soil samples were collected at 0-20 and 20-40 cm and analyzed on routine pH H₂O, pH CaCl₂, Al, Ca, Mg, Al + H, K, P, SB, CTC, CTC, M%, V%, MO, Cu, Fe, Mn and Zn. There was a significant positive correlation between grain productivity and chemical attributes zinc, calcium, copper, manganese, base sum, effective capacity to exchange cations and organic matter. The most significant positive correlation was observed for copper, followed by manganese, indicating that micronutrients are important for soil fertility aiming to raise crop productivity. The percentage of oil in the grains presented directly positively correlation and significantly with the potential acidity, cation exchange capacity and the micronutrient iron. The significant negative correlation was not observed and may indicate that there is no excess nutrient in the soil, which is causing lower productivity.

KEYWORDS: *Jatropha curcas* L., precision agriculture, biodiesel.

INTRODUÇÃO: O pinhão-manso é uma oleaginosa com qualidades necessárias para ser utilizada na produção de biodiesel, fato importante devido aos inúmeros esforços que têm sido feitos com a

finalidade de se obter substitutos para os combustíveis fósseis. Está comprovado que a poluição do biodiesel é mínima e a emissão de CO₂ pode ser reciclada nas grandes plantações de pinhão-mansão, sem aumentar seu conteúdo no ambiente (FREITAS et al., 2010). Avanços tecnológicos na agropecuária têm mostrado a importância de se medir a variação espacial e temporal de propriedades que afetam o rendimento das culturas, com o objetivo de otimizar o aproveitamento de recursos e diminuir custos (CARVALHO et al., 2002). O mapa de produtividade é uma informação importante quando se quer otimizar o sistema de produção agrícola em uma determinada área. A produtividade das culturas varia espacialmente e determinar as causas desta variabilidade é um dos desafios que os profissionais que atuam com agricultura de precisão enfrentam (FARIAS et al., 2002). O objetivo do trabalho foi estudar a correlação entre a produtividade dos frutos e os atributos químicos de um solo cultivado com pinhão-mansão.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da FCA/UFGD, em cooperação com a Embrapa Agropecuária Oeste. Os testes de campo foram realizados em área produtora de pinhão-mansão, pertencente a Fazenda Paraíso, que está localizada nas coordenadas UTM Leste 673519,59 m, Norte 7555554,69 m e altitude de 514 m, no distrito de Itahum, município de Dourados, em área de Latossolo Vermelho Distrófico. O pinhão-mansão foi implantado por meio de semeadura direta (11/2006), no espaçamento de 3 x 2 m. O pinhão-mansão recebeu adubação, na linha, em superfície, na terceira e quarta safra, de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20, parcelada em duas aplicações. O manejo das espécies de cobertura foi realizado utilizando-se roçadora costal. Definiu-se uma área e sobre ela distribuiu-se uma malha de 60 pontos georreferenciados, por meio de DGPS. A determinação dos pontos foi estabelecida pela contagem das plantas, sendo 15 plantas na linha com espaçamento de 2 m e 10 plantas entre as linhas com espaçamento de 3 m. Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm e realizadas as determinações de rotina para pH H₂O, pH CaCl₂, Al, Ca, Mg, H+Al, K, P, SB, CTC, CTC efetiva, M%, V%, M₂O, Cu, Fe, Mn e Zn. As análises foram feitas no Laboratório de Análise Química de Solos da Embrapa. Os frutos do pinhão-mansão foram colhidos manualmente nas 05 plantas próximas ao ponto amostral georreferenciado. As análises do teor de óleo nos grãos do pinhão-mansão foram realizadas no Laboratório de Agroenergia da Embrapa. Para o cálculo da produtividade, depois da sua retirada da estufa, as amostras dos frutos foram pesadas em uma balança, com resolução de 0,01 g, padronizando a umidade em 13%. Os dados foram analisados através de estatística descritiva, obtendo-se média, desvio padrão, valor mínimo, valor máximo, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose, buscando caracterizar a distribuição dos dados. Para a análise de correlação entre produtividade e atributos químicos foi utilizado o coeficiente de Pearson (r). Realizou-se o ajuste de modelo de semivariância utilizando-se o GS+, sendo que aquele a apresentou menor soma de quadrados de resíduos e maior coeficiente de determinação foi selecionado. Havendo dependência espacial, a técnica de krigagem foi utilizada na geração dos mapas, utilizando-se 08 vizinhos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Não foi observada correlação significativa entre as produtividades de frutos do pinhão-mansão das duas safras estudadas, como também não houve correlação significativa entre as produtividades de frutos e de óleo com os atributos químicos do solo (Tabela 1), na camada de 0-20 cm. Analisando a produtividade de grãos, pode-se observar correlação positiva e significativa com os atributos químicos Zn, Ca, Cu, Mn, SB, CTC, CTC efetiva e MO. A maior correlação positiva e significativa foi observada para o Cu, seguido pelo Mn, indicando que os micronutrientes são importantes para a fertilidade do solo visando elevar a produtividade da cultura. A correlação positiva da SB e a soma dos teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ são importantes, pois segundo BOTTEGA (2011) quanto maior a soma de bases maior a fertilidade do solo, conseqüentemente, maior a produtividade. A porcentagem de óleo nos grãos apresentou correlação direta positiva e significativa com a acidez potencial, capacidade de troca cátions e o micronutriente ferro. Apesar de o P ser o quarto e o quinto nutriente mais requerido (em frutos e folhas, respectivamente) pela cultura, esse elemento deve ser fornecido em maior quantidade do que o acumulado, devido à facilidade de sua adsorção no solo. De posse da estimativa de acúmulo de nutrientes nos frutos, infere-se que o pinhão-mansão extrai elevada quantidade de nutrientes na colheita e, se não adequadamente adubado, pode levar ao empobrecimento do solo ao longo dos anos de cultivo (LAVIOLA et al., 2008). O acúmulo de

nutrientes pelas folhas obedece à seguinte ordem: N > Ca > K > Mg > P > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu; e nos frutos a ordem é: N > K > Ca > P ≥ Mg > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu.

TABELA 1. Coeficiente de correlação de Pearson entre as produtividades (kg ha⁻¹) de frutos (PF), de sementes (PS) e de óleo (PRO), a porcentagem de óleo (PO) do pinhão-mansão da safra 2011/2012, a produtividade de frutos da safra 2010/2011 (Prodf11) e os atributos químicos do solo obtidos nas respectivas profundidades do solo.

Variável	Profundidades							
	0-20 cm				20-40 cm			
	PF	PS	PO	PRO	PF	PS	PO	PRO
Prodf11 ⁽¹⁾	0,1465	-	-	-	-	-	-	-
pH H ₂ O ⁽²⁾	-0,1021	-0,0397	-0,1054	-0,0439	-0,0538	0,0493	-0,0350	-0,0088
pH CaCl ₂ ⁽³⁾	-0,1023	-0,0386	-0,1042	-0,0434	-0,0549	0,0492	-0,0336	-0,0090
Al	-0,0140	-0,0457	0,1488	-0,0772	-0,1562	-0,0498	0,2145***	-0,2222***
Ca	-0,0015	0,2958**	-0,0615	-0,0255	0,0777	0,4133**	0,0047	0,0776
Mg	-0,1291	0,0335	-0,1171	-0,1306	-0,0642	0,1453	-0,0645	-0,0583
H + Al ₃ ⁽⁴⁾	0,0335	0,1225	0,2012***	-0,0439	-0,0293	0,1465	0,2080***	-0,1347
K	-0,0175	0,0354	-0,0630	-0,0596	-0,0428	0,0508	0,0581	-0,0635
P	0,0161	0,0390	-0,1449	-0,0198	0,0130	-0,0581	0,0537	0,1007
SB ⁽⁵⁾	-0,0539	0,2098***	-0,0942	-0,0740	0,0175	0,3164**	-0,0129	0,0165
CTC ⁽⁶⁾	-0,0071	0,3847**	0,2027***	-0,1541	-0,0264	0,3450**	0,2559*	-0,1613
CTC Efe ⁽⁷⁾	-0,0739	0,2451*	-0,0583	-0,1276	-0,1011	0,1812***	0,1458	-0,1488
M% ⁽⁸⁾	0,0321	-0,0744	0,0987	-0,0317	-0,0498	-0,1446	0,1395	-0,1367
V% ⁽⁹⁾	-0,0975	0,0178	-0,1162	-0,0536	-0,0174	0,1101	-0,0499	0,0300
MO ⁽¹⁰⁾	-0,0213	0,3716**	0,1425	-0,1028	0,0831	0,5228**	0,1762	0,0047
Cu	0,0881	0,5825**	0,1594	-0,0137	0,0762	0,5917**	0,1119	-0,0488
Fe	-0,1461	-0,1104	0,2825*	-0,1327	-0,2240*	-0,3443**	0,0106	-0,1610
Mn	0,0004	0,4828**	0,1726	-0,0419	0,0094	0,4609**	0,0725	-0,0610
Zn	-0,0131	0,2746*	0,1791	-0,0066	-0,0873	0,1957***	0,1275	-0,0854

*, ** e *** Significativo a 5, 1 e 10%, pelo teste t. (1) Produtividade da safra 2010/2011; (2) Acidez Ativa em água; (3) Acidez Ativa em cloreto de cálcio; (4) acidez potencial; (5) Soma de Bases; (6) Capacidade de Troca Cátions; (7) Capacidade Efetiva de Troca de Cátions; (8) Saturação por Alumínio; (9) Saturação por Bases; (10) Matéria orgânica.

A correlação negativa e significativa não foi observada podendo indicar que não há excesso de nenhum nutriente no solo, que esteja provocando redução da produtividade do pinhão-mansão. BOTTEGA (2011) estudando a correlação entre a produtividade da soja e atributos químicos do solo observou correlação negativa e significativa para os micronutrientes, Fe, Mn e Cu, podendo indicar excesso destes elementos no solo, comuns em Latossolo sob cerrado. Esse mesmo autor ressalta que estes elementos quando em excesso podem atuar de forma negativa na produtividade, causando toxicidade a planta, influenciando seu desenvolvimento comprometendo assim sua produção (BORKERT et al., 1994). Analisando a produtividade de grãos, nas camadas de 20-40 cm, pode-se observar correlação positiva e significativa com os atributos químicos Ca, SB, CTC, CTC efetiva, MO, Cu, Fe, Mn e Zn (Tabela 1). A maior correlação positiva e significativa foi observada para o Cu, seguido pela MO. Esses dados indicam a importância dos micronutrientes para a fertilidade do solo visando elevar a produtividade da cultura. ROCHA et al. (2008), estudando a variabilidade do peso médio de sementes de pinhão manso, concluiu que o peso de sementes é uma característica de potencial para o desenvolvimento de novos materiais que associem a qualidade das sementes a uma boa produtividade. A porcentagem de óleo nos grãos apresentou correlação direta positiva e significativa com o Al, a acidez potencial e a CTC. MAIA et al. (2011) em seu estudo demonstraram que a deficiência nutricional observada no pinhão-mansão refere-se basicamente aos macronutrientes N, P, K e à calagem, concluindo que em solos ácidos o pinhão manso não se desenvolve, sendo necessário a correção pela calagem com base na análise química do solo. O modelo gaussiano foi o predominante entre os escolhidos. Pode-se verificar que a produtividade da cultura, em 2011, variou de 307 a 1.532 kg ha⁻¹, sendo que a maior parte da área apresentou produtividade abaixo de 613 kg ha⁻¹ (Figura 1). A produtividade se manteve baixa nas duas colheitas, sendo mais pronunciada na colheita 2010/2011. Para CARNIELLI (2003) o pinhão-mansão leva de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que se estende por 40 anos e produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare. O maior valor para produção de óleo, em porcentagem, foi o de 33,09%.

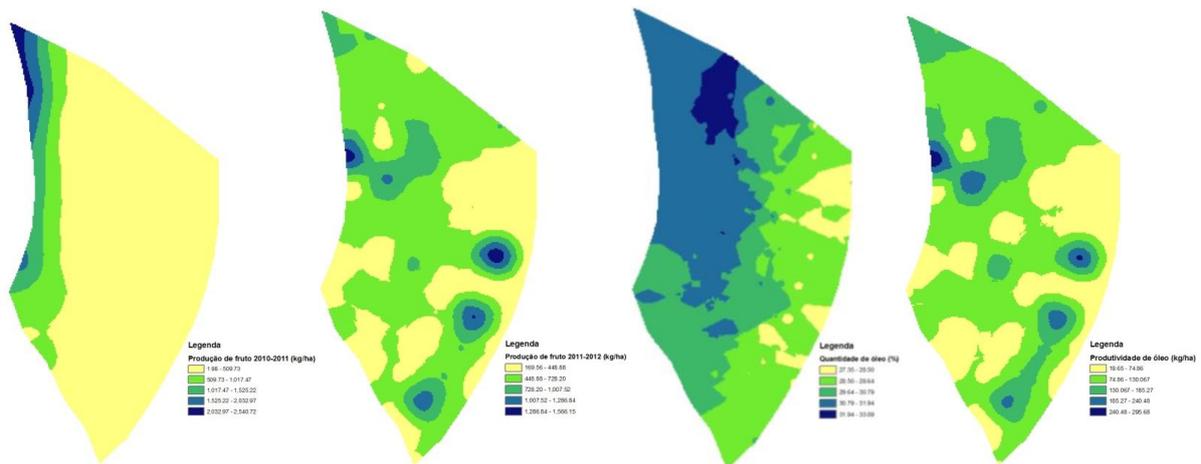


FIGURA 1. Mapas da variabilidade espacial da produtividade de frutos nas 2010/2011 e 2011/2012, quantidade de óleo (%) e produtividade de óleo (kg/ha).

CONCLUSÕES: A maior correlação positiva e significativa foi observada para o cobre, seguido pelo manganês, indicando que os micronutrientes são importantes para a fertilidade do solo visando elevar a produtividade da cultura. A porcentagem de óleo nos grãos apresentou correlação direta positiva e significativa com a acidez potencial, capacidade de troca cátions e o micronutriente ferro.

REFERÊNCIAS:

- BORKERT, C.M.; YORINORI, J.T.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; SFREDO, G.J. Seja o Doutor da sua Soja. Piracicaba: Potafós. Informações Agronômicas, n.66, 1994. 16 p.
- BOTTEGA, E.L. Variabilidade espacial da produtividade de soja e dos atributos do solo em sistema de plantio direto sob rotação de culturas. 2011. 128p. Dissertação (Mestrado) - UFV, Viçosa.
- CARNIELLI, F. O combustível do futuro. Boletim Informativo, Belo Horizonte, v.29, n.1413, 2003. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/boletim/bol1413/quarta.shtml>>. Acesso em: 05/10/12.
- CARVALHO, J.R.P.; SILVEIRA, P.M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. Pesq. agropec. bras., v. 37, n. 8, p. 1151-1159, 2002.
- FARIAS, P.R.S.; BARBOSA, J.C.; VIEIRA, S.R.; SÁNCHEZ-VILA, X.; FERRAZ, L.C.C.B. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. Russian Journal of Nematology. Moscow, v.10, p.1-9, 2002.
- FREITAS, R.F.S.; CASTRO, C.A.; MODENESSI FILHO, G.D.; SILVA, J.C.; MARQUES, J.A.; TEIXEIRA, K.R.; TOLEDO, L.G.; PRADOS, L.M.Z. Contribuição ao estudo da extração do óleo do pinhão-mansão. Congresso Brasileiro de mamona, Simpósio internacional de oleaginosas energéticas. João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1859-1865.
- LAVIOLA, B.G.; DIAS, L.A.S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. R. Bras. Ci. Solo, v.32, p.1969-1975, 2008.
- 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 de pinhão-manso. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 174-179, 2011.
- ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; MARCOLAN, A.L.; HOLANDA FILHO, Z.F.; SPNELLI, V.M.; SILVA, F.C.G.; MILITÃO, J.S.L.T. Avaliação da variabilidade do peso médio de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas*). Embrapa Rondônia. Porto Velho. C. Técnica, 104. 4p. 2008.