

RESISTÊNCIA MECÂNICA DO ORGANOMINERAL PASTILHADO EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE COMPACTAÇÃO

Data de aceite: 03/07/2023

Dieini Melissa Teles Dos Santos

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia-Ciências do Solo (UFRRJ)

Juliana Itaborahy Da Costa

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

Milene Ramos

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

Andreia Laurindo De Almeida Gomes

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

Guilherme Oliveira Do Carmo

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

Everaldo Zonta

Professor do Departamento de Agronomia (UFRRJ)

minerais importados. O objetivo do estudo foi avaliar a dureza do organomineral produzido com diferentes proporções de cascalho de perfuração de poços de petróleo *onshore* e torta de mamona. O ensaio foi conduzido no departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica- RJ. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquemafatorial com 9 proporções de cascalho *onshore*:torta de mamona (1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 e 9:1) e 2 testemunhas (cloreto de potássio e superfosfato triplo) x 4 compactações (1, 2, 3 e 4 ton) x 4 repetições. A carga de 4 ton proporciona maior dureza cerca de 12, 18 e 77% em relação aos formulados produzidos aplicando 3, 2 e 1 ton, respectivamente. A proporção 1:9 apresentou dureza superior quando aplicado cargas de 4, 3 e 2 ton. O organomineral apresentou dureza inferior ao superfosfato triplo, indicando a necessidade de adição de aglutinante.

PALAVRAS-CHAVE: ciclagem de nutrientes, dureza, fertilizante combinado, cascalho *onshore*.

RESUMO: O uso de resíduos para a produção de organominerais é uma importante estratégia para fornecer nutrientes às plantas e reduzir a dependência do país por fertilizantes

MECHANICAL STRENGTH OF TABLET ORGANOMINERAL DUE TO THE COMPACTION LEVEL

ABSTRACT: The use of residues for the production of organominerals is an important strategy to supply nutrients to plants and reduce the country's dependence on imported mineral fertilizers. The aim of this work was to evaluate the hardness of the organomineral produced with different proportions of gravel from *onshore* oil wells and castor bean pie. The experiment was carried out in the Soils Department of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica-RJ. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme with 9 proportions of *onshore* gravel:castor bean pie (1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8 :2 and 9:1) and 2 controls (potassium chloride and triple superphosphate) x 4 compactions (1, 2, 3 and 4 ton) x 4 repetitions. The 4 ton load provided greater hardness about 12, 18 and 77% in relation to the formulated ones produced by applying 3, 2 and 1 ton, respectively. The 1:9 ratio showed superior hardness when applied loads of 4, 3 and 2 ton. The organomineral showed lower hardness than triple superphosphate, indicating the need for the addition of a binder.

KEYWORDS: combined fertilizer, hardness, nutrient cycling, *onshore* gravel.

INTRODUÇÃO

O agronegócio é um setor de grande importância econômica para o país, no ano anterior foi responsável por mais da metade das exportações de insumos e contribuiu com 27,4% para o Produto Interno Bruto (CEPEA, 2021). Esse cenário é resultado da implantação de tecnologias que potencializam a exploração das áreas produtivas.

Dentre os insumos requeridos pelo setor, os fertilizantes compõem um dos pilares de sustentação da agricultura, pois garantem o balanço nutricional das plantas, favorecendo o aumento da produtividade das culturas (NOVAIS et al., 2007). Os fertilizantes são classificados em minerais, orgânicos ou combinados (organominerais).

Os fertilizantes minerais são produtos de ordem mineral natural, advindos de rochas, ou sintético produzidos na indústria química e fornecem às plantas um ou mais nutrientes (BRASIL, 2004). O Brasil possui uma alta taxa de importação de fertilizantes desta natureza, no ano anterior foram importados cerca de 85% do fertilizante utilizado nas lavouras e pastagens (ANDA, 2021). Além da dependência pelo insumo a forma de obtenção e o uso indiscriminado podem promover a degradação do solo, poluição do ar e das fontes de água (SAVCI, 2012).

No que tange os fertilizantes orgânicos estes são derivados de diferentes materiais, no solo aumenta a CTC, disponibiliza nutrientes para as plantas, atua como agente ligante entre os componentes do solo, favorece a infiltração e a retenção de água (NOVAIS et al., 2007). Contudo, em virtude da menor concentração de nutrientes são requeridos maiores volumes para atender a necessidade das culturas.

Neste contexto, o uso do fertilizante organomineral (FOM) configura-se como uma estratégia capaz de minimizar os impactos gerados pelo uso de uma única fonte de nutriente. Os organominerais possuem maior eficiência de uso pois minimizam as perdas dos

nutrientes seja por lixiviação ou volatilização (ZONTA et al., 2021). Estudos comprovaram a eficiência dos FOM em diversas culturas (CRUSCIOL et al., 2020; MUMBACH et al., 2020; SILVA et al., 2020). Outro benefício do uso do organomineral é a possibilidade de utilização de diversos resíduos como fonte de matéria prima mineral e orgânica.

Resíduos como o cascalho gerado durante a perfuração de poços de petróleo possui potencial para ser utilizado na produção do organomineral, em virtude da composição química e do volume gerado. Ensaios avaliando a eficiência agrônômica do uso do cascalho demonstram o aumento nos teores de bases no solo, incrementando cálcio, magnésio e potássio e micronutrientes ferro e manganês (FREITAS, 2013; GUEDES, 2014).

Para a produção do FOM alguns parâmetros físicos devem ser atendidos como a granulometria, densidade e dureza, pois influenciam na taxa de liberação de nutrientes, espaço de armazenamento e resistência ao transporte e aplicação.

O objetivo do trabalho foi avaliar a dureza do organomineral produzido com diferentes proporções de cascalho de perfuração de poços de petróleo terrestre (*onshore*) e torta de mamona.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, no município de Seropédica-RJ. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial com 9 proporções de cascalho *onshore*:torta de mamona (1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 e 9:1) e 2 testemunhas (cloreto de potássio-KCl e superfosfato triplo-SFT) x 4 compactações (1, 2, 3 e 4 ton) x 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela média de 15 pastilhas por repetição.

Para a produção do FOM foi utilizado uma prensa pastilhadora hidráulica com capacidade de até 15 ton com uma matriz de aço inoxidável para produção de pastilhas com 4 mm. O cascalho foi passado em peneira com malha de 0,5 mm. Já a torta de mamona foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante e moída em moinho do tipo Willey (facas), de aço inox, e posteriormente moída em moinho de bolas e peneirada em malha de 0,5 mm. Em seguida os resíduos foram pesados de acordo com cada proporção e homogeneizados em misturador tipo “V”. Para realizar a correção da umidade para 18%, foi determinada a umidade inicial dos resíduos (TEDESCO et al., 1995).

Após a formulação, os fertilizantes foram acondicionados em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65 °C até a massa constante.

A variável analisada foi a dureza do organomineral com o auxílio de um medidor de compressão digital portátil chamado de durômetro, modelo 298 DGP com escala de até 20 kgf. A Figura 1 representa um fluxograma da produção do fertilizante.

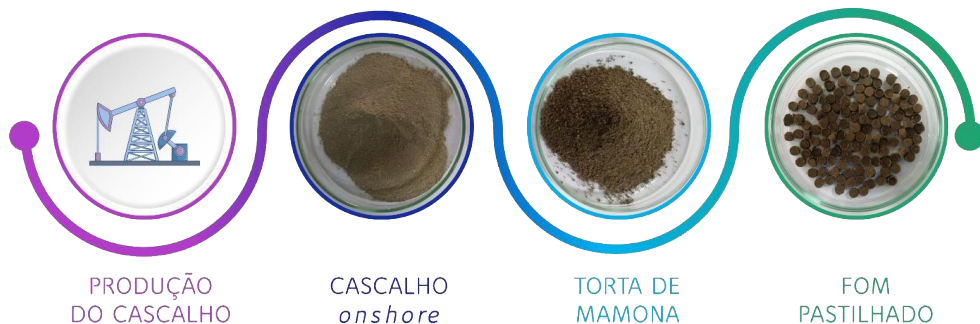


Figura 1 – Fluxograma da produção do organomineral pastilhado.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene ($p \geq 0,05$), respectivamente, com posterior análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa R (R CORE TEAM[®], 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de compactação influencia diretamente na dureza do fertilizante organomineral. A carga de 4 ton com 1,40 kgf proporcionou ao organomineral dureza superior em cerca de 12, 18 e 77% em relação aos formulados produzidos aplicando 3 ton com 1,25 kgf, 2 ton com 1,19 kgf e 1 ton com 0,79 kgf, respectivamente (Tabela 1). Fachini et al. (2021) observaram maior compactação nos pellets de organomineral e atribuíram à diminuição do volume de poros. O que pode estar relacionado com a maior dureza encontrada no organomineral quando aplicado carga de 4 ton. É importante destacar que cargas superiores a 4 ton ocorre o extravasamento do material da matriz, comprometendo a formação das pastilhas.

Em relação a dureza das diferentes formulações do FOM, a proporção 1:9, com maior relação de material orgânico, apresentou diferença significativa quando empregado 4, 3 e 2 ton (Tabela 1). Respostas semelhantes foram encontradas por Allaire e Parent (2004) que ao avaliar as propriedades físicas do organomineral observaram maior resistência à tração com o aumento do conteúdo orgânico. Os autores indicam que a matéria orgânica confere ligações entre as partículas tão fortes quanto alguns aglutinantes utilizados na produção do FOM.

Quando aplicado 4 ton, a proporção 1:9 (1,89 kgf) apresentou dureza superior em 14 e 73% em relação às proporções 2:8 (1,66 kgf) e 4:6 (1,09 kgf), respectivamente. Para as demais proporções não houve diferença significativa. Ao analisar os FOMs com 3 ton, a maior dureza foi observada para a proporção 1:9 (1,68 kgf) cerca de 15 e 75% quando

comparado com as proporções 7:3 (1,46 kgf) e 4:6 (0,96 kgf), respectivamente. Já as demais proporções não foram significativas.

Tabela 1 – Dureza das pastilhas do fertilizante organomineral em função de diferentes proporções (casalho *onshore*:torta de mamona) e diferentes compactações (ton).

Proporção	Compactação			
	4 ton	3 ton	2 ton	1 ton
	----- kgf -----			
1:9	1,89Aa	1,68Ba	1,62Ca	0,45Dd
2:8	1,66Ab	1,35Bbc	1,29Cb	0,59Dcd
3:7	1,49Abc	1,26Bcd	1,29Cb	0,86Dab
7:3	1,49Abc	1,46Bb	1,23Cbc	0,98Da
8:2	1,31Acd	1,13Bdef	1,03Cd	0,90Dab
9:1	1,27Ade	1,11Bdef	1,04Cd	0,83Dab
5:5	1,24Ade	1,24Bcde	1,11Cbcd	0,94Da
6:4	1,17Ade	1,05Bef	1,06Ccd	0,84Dab
4:6	1,09Ae	0,96Bf	1,06Ccd	0,73Dbc
CV (%)	7,2			

Letras maiúsculas nas linhas representam a média da dureza em relação a compactação e letras minúsculas nas colunas representam a média da dureza entre as proporções. Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para os FOMs com 2 ton, a proporção 1:9 com 1,62 kgf apresentou dureza superior em cerca de 26, 56 e 57% em comparação com as proporções 2:8 e 3:7 ambas com 1,29 kgf, 9:1 com 1,04 kgf e 8:2 com 1,03 kgf, respectivamente (Tabela 1). Não houve diferença significativa para as demais proporções. Já quando observado a dureza dos FOMs com 1 ton, nota-se que as proporções 7:3 com 0,98 kgf e a 5:5 com 0,94 kgf foram semelhantes entre si e superior cerca 2 vezes, em relação a proporção 1:9 com 0,45 kgf. As demais proporções não foram significativas. A dureza é uma propriedade física importante na manutenção da integridade do FOM durante o armazenamento, transporte e distribuição no campo. Maior resistência ao esmagamento e à abrasão são necessárias para evitar a segregação granulométrica que resulta em distribuição desuniforme de nutrientes no campo (ANTILLE et al., 2013).

Ao comparar a dureza dos FOMs, compactados com 4 ton, em relação aos fertilizantes minerais, observa-se que os organominerais apresentaram maior resistência ao esmagamento em relação aos grânulos do KCl (Figura 2A). A proporção 1:9 apresentou dureza cerca de 3 vezes superior ao KCl (0,60 kgf).

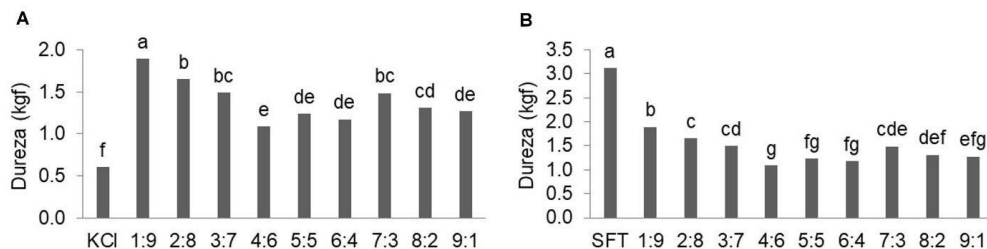


Figura 2 – Dureza das pastilhas de organominerais comprimidos com 4 ton. A) Organomineral e KCl (cloreto de potássio); B) Organomineral e SFT (superfosfato triplo). Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV de 6%.

Entretanto, a mesma tendência não foi observada ao comparar a dureza dos organominerais com o SFT (Figura 2B). A maior dureza foi observada no fertilizante fosfatado com 3,12 kgf, superior cerca de 1,7, 1,9 e 2,9 vezes quando comparado às proporções 1:9, 2:8 e 4:6, respectivamente. Esses resultados indicam a necessidade de adição de produto aglutinante na formulação do organomineral.

Os aglutinantes são agentes ligantes que conferem maior dureza ao fertilizante. Segundo Nascimento et al. (2020) o aumento da dureza está intimamente relacionado com o aditivo e sua concentração. Ao avaliar cinco materiais ligantes com diferentes doses, os autores observaram que 3% de óxido de magnésio promoveu maior dureza do organomineral em até 4 vezes em relação ao controle sem prejudicar a taxa de liberação dos nutrientes.

CONCLUSÕES

A carga de 4 ton proporciona maior dureza ao organomineral.

A proporção 1:9 apresentou dureza superior quando aplicado 4, 3 e 2 ton.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALLAIRE, S.E.; PARENT, L.-E. Physical Properties of Granular Organic-based Fertilisers, Part 1: **Static Properties**, v. 87(1), p. 79–87, 2004.

ANDA. Macro Indicadores. Disponível em: <http://anda.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em: 04 out. 2022.

ANTILLE, D.L. et al. Characterisation of Organomineral Fertilisers Derived from Nutrient-Enriched Biosolids Granules. **Applied and Environmental Soil Science**, p. 1-11, 2013.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO — MAPA. Decreto n° 4.954, de 14 de Janeiro de 2004.

CEPEA. PIB- Agro/CEPEA: PIB do agro cresce 8,36% em 2021; participação no PIB brasileiro chega a 27,4%. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agro-cresce-8-36-em-2021-participacao-no-pib-brasileiro-chega-a-27-4.aspx>>. Acesso em: 04 out. 2022.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Organomineral Fertilizer as Source of P and K for Sugarcane. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 5398, 2020.

FACHINI, J. et al. Novel K-enriched organomineral fertilizer from sewage sludge- biochar: Chemical, physical and mineralogical characterization. **Waste Management**, v.135, p. 98–108, 2021.

FREITAS, F.C. **Caracterização química de cascalhos de perfuração de poços de petróleo e seus efeitos em plantas e nas bases trocáveis do solo**. 2013. 135p. Tese (Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2013.

GUEDES, J.N. **Estratégias de manejo do cascalho oriundo da perfuração de poços de petróleo**. 2014. 146p. Tese (Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2014.

MUMBACH, G.L. et al. Agronomic efficiency of organomineral fertilizer in sequential grain crops in southern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 4, p. 3037–3049, 2020.

NASCIMENTO, C.O. et al. The effect of different ceramic materials to improve hardness of organomineral fertilizer granules. **Int J Appl Ceram Technol**, v.17, p.153– 161, 2020.

NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do Solo** – SBCS. Viçosa, 1017p, 2007.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.r-project.org/>.

SAVCI, S. Investigation of Effect of Chemical Fertilizers on Environment. **APCBEE Procedia**, Hong Kong, v.1, p.287-292, 2012.

SILVA, R.C.D. et al. Phosphate Organomineral Fertilizer Usage Compared to Mineral Phosphate in Corn Cultivation. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, n. 7, p. 92, 2020.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. *Boletim técnico*. 5, 2ª edição, Departamento de Solos, UFRGS, Porto Alegre, 174p, 1995.

ZONTA, E.; STAFANATO, J.B.; PEREIRA, M.G. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. In: ZONTA, E.; STAFANATO, J.B.; PEREIRA, M.G. BORGES, A.L. (Ed. Técn.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília: 2. ed., Embrapa, 2021, p. 265-303.