IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E AGRONÔMICA DO PÓ DO REJEITO DA PEDRA CARIRI

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y AGRONÓMICA DEL POLVO DE RESIDUOS DE PIEDRAS DE CARIRI

PHYSICAL, CHEMICAL AND AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF CARIRI STONE WASTE POWDER

Apresentação: Comunicação Oral

Sebastião Cavalcante de Sousa¹, Laédna Souto Neiva², José Valmir Feitosa³, Josefa Maria Francieli da Silva⁴, Sávio Roberto Martins⁵

Autor Principal¹; Coautor²; Coautor³; Coautor⁴; Coautor⁵

<https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0139>

Resumo

O resumo deve conter no mínimo 250 palavras e no máximo 400 palavras, Times New Roman 12, espaçamento simples. O Resumo deve conter o objetivo do artigo, as bases teóricas, a metodologia utilizada, os resultados encontrados e as conclusões.

O reuso de resíduos em sistemas produtivos, pode oferecer uma opção para o incremento econômico da empresa geradora do resíduo e minimizar um problema ambiental. A presente proposta tem como objetivo a caracterização química, física e agronômica de dois materiais oriundos do rejeito da mineração da pedra cariri e avaliar a resposta agronômica desses materiais aplicados em culturas anuais irrigadas. O experimento foi realizado na comunidade Sítio Salobra, Missão Velha (CE), em 2018. Os materiais (amarelo e cinza) foram obtidos em mineradora de Nova Olinda, moídos e analisados em laboratório da UFC. Os materiais foram aplicados em cobertura em feijão (*Vigna unguiculata* L. Walp), batata-doce (*Ipomoea batatas*), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e pinha (*Annona squamosa*, L.), em diferentes dosagens. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Os dois materiais atendem ao exigido pela Instrução Normativa n.º 35, de 04 de julho de 2006, do MAPA, no que se refere à PN, soma % CaO + % MgO e PRNT. Os calcários avaliados são classificados, quanto ao PRNT, na Classe D com PRNT superior a 90,1%. As dosagens que apresentaram melhor resposta foram: em feijão 200 g do pó amarelo; batata doce e mandioca 50 g do pó amarelo e pinha 330

¹ Doutor, Universidade Federal do Cariri, sebastiao.sousa@ufca.edu.br

² Doutora Universidade Federal do Cariri, laedna.neiva@ufca.edu.br

³ Doutor, Universidade Federal do Cariri, valmir.feitosa@ufca.edu.br

⁴ Mestre, Universidade Federal do Cariri, francielisilva39@yahoo.com.br

⁵ Graduação Universidade Federal do Cariri, savioroberto33@hotmail.com

g do pó cinza. Os materiais obtidos com a moagem da pedra cariri podem ser utilizados como corretivos agrícolas e apresentam resposta agronômica na sua aplicação em agricultura irrigada.

Palavras-Chave: Corretivo agrícola, pó de rocha, rochagem, adubação orgânica

Resumen

La reutilización de residuos en los sistemas de producción puede ofrecer una opción para el aumento económico de la empresa generadora de residuos y minimizar un problema ambiental. La presente propuesta tiene como objetivo la caracterización química, física y agronómica de dos materiales de los relaves de extracción de piedra de Cariri y evaluar la respuesta agronómica de estos materiales aplicados a cultivos anuales de regadío. El experimento se llevó a cabo en la comunidad Sítio Salobra, Missão Velha (CE), en 2018. Los materiales (amarillo y gris) se obtuvieron de la empresa minera Nova Olinda, se molieron y analizaron en el laboratorio de UFC. Los materiales se aplicaron para cubrir frijoles (*Vigna unguiculata* L. Walp), batata (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y piña (*Annona squamosa*, L.), en diferentes dosis. Los resultados se sometieron a análisis de regresión y las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba de Tukey al 5% de significación. Ambos materiales cumplen con los requisitos de la Instrucción Normativa MAPA No. 35 del 4 de julio de 2006, con respecto a PN, suma% CaO +% MgO y PRNT. Las calizas evaluadas se clasifican como PRNT en la Clase D con PRNT por encima del 90,1%. Las mejores tasas de respuesta fueron: en frijoles 200 g de polvo amarillo; batata y yuca 50 g de polvo amarillo y piña 330 g de polvo gris. Los materiales obtenidos con la molienda de la piedra de cariri se pueden usar como correctivos agrícolas y presentan una respuesta agronómica en su aplicación en la agricultura de regadío.

Palabras Clave: Corrector agrícola, polvo de roca, balanceo, fertilización orgánica.

Abstract

The reuse of waste in production systems can offer an option for the economic increase of the waste generating company and minimize an environmental problem. The present proposal aims to characterize the chemical, physical and agronomic characterization of two materials from the Cariri stone mining tailings and to evaluate the agronomic response of these materials applied to irrigated annual crops. The experiment was carried out in the Sítio Salobra community, Missão Velha (CE), in 2018. The materials (yellow and gray) were obtained from Nova Olinda mining company, ground and analyzed in a UFC laboratory. The materials were applied in bean cover (*Vigna unguiculata* L. Walp.), sweet potato (*Ipomoea potatoes*), cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and pine cone (*Annona squamosa*, L.), in different dosages. The results obtained were submitted to regression analysis and the means of treatments were compared by Tukey test at 5% significance. Two materials meet the requirements of Normative Instruction No. 35 of July 4, 2006, of MAPA, as regards PN, sum% CaO +% MgO and PRNT. As for PRNT, in Class D with PRNT above 90.1%, the best response rates were: beans 200 g yellow powder, sweet potato and cassava 50 g yellow powder and pine cone 330 g gray powder. The materials obtained by grinding the Cariri stones can be used as agricultural correctives and have agronomic response in their application in irrigated agriculture.

Keywords: Agricultural Concealer, Rock Powder, Rocking, Organic Fertilization

Introdução

O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido durante a Comissão de Brundtland no relatório “Nosso futuro comum”, como sendo: “Satisfazer as necessidades da atual geração sem comprometer a capacidade de gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987).

As indústrias de processamento e beneficiamento mineral são fontes poluidoras e geradoras de resíduos, provocando impactos ambientais com os diversos tipos de resíduos produzidos no beneficiamento de seus produtos (MENEZES et al., 2007; TIRUTA-BARNA et al., 2007). O calcário laminado, denominado pedra cariri, é extraído e beneficiado para a produção de revestimento de pisos gerando resíduos entre 60 a 90% do total extraído das jazidas (VIDAL e PADILHA, 2003).

A extração de calcário laminado no Cariri Cearense, para a produção da pedra cariri, gerou, em mais de 30 anos de exploração, aproximadamente, 2,5 milhões de toneladas de resíduos só na região de Nova Olinda (CE) e Santana do Cariri (CE) (VIDAL et al., 2017).

O reuso de resíduos em sistemas produtivos, além de oferecer uma opção para o incremento econômico da empresa geradora do resíduo, minimiza um problema ambiental devido a seu acúmulo na natureza e, ainda, disponibilizar um produto ambientalmente correto para a sociedade (ANDREOLA et al., 2002).

A produção de alimentos de forma convencional se dá com adubação química formulada como fonte de nutrientes minerais às plantas. Tais produtos além de serem importados, aumentam os custos de produção e podem apresentar impurezas contaminantes do meio ambiente. Já a aplicação de produtos naturais oriundos de resíduos que possam nutrir as plantas com menores custos econômicos, ausência de riscos ambientais e ainda corrigir impactos ambientais soa ser uma excelente alternativa para a produção agrícola (CAMARGO et al, 2012)

A agricultura orgânica tem sido incrementada nos últimos anos e necessita de insumos que realizem efeitos positivos na relação solo-água-planta de origem natural, seja orgânica ou inorgânica. No entanto, o uso de resíduos provenientes das atividades industriais na agricultura necessitam de estudos agronômicos para indicar o material seja como corretivo de solos seja como fonte de nutrientes para as plantas (SAINJU et al., 2001).

A aplicação de pó de rocha, conhecido como rochagem, tem evidenciado efeitos positivos na correção de acidez dos solos (FYFE et al., 2006; THEODORO e LEONARDOS, 2006), no aumento da qualidade química de solos degradados (Silva et al., 2008) e podem

proporcionar uma opção de baixo custo para agricultores de países em desenvolvimento (STRAATEN, 2006).

Os solos na região Cariri cearense oriundos do arenito apresentam-se, de uma maneira geral, com uma textura arenosa e de baixa fertilidade, baixo teor de matéria orgânica, pH ácido, necessitando de correção de solo e aplicação de nutrientes em forma de adubação para que se dê um bom desenvolvimento vegetal da maioria das culturas (FUNCEME, 2012)

A presente proposta tem como objetivo a caracterização química, física e agrônômica do rejeito da mineração da pedra cariri como insumo agrícola. Para atingir o objetivo geral foram propostos os seguintes objetivos específicos: realizar a caracterização química e física de dois materiais de colorações diferentes (amarelo e cinza) moídos da pedra cariri; avaliar a resposta agrônômica desses materiais aplicados em culturas anuais irrigadas e em sequeiro.

Fundamentação Teórica

A história geológica da Bacia do Araripe se iniciou há, aproximadamente, 150 milhões de anos, primeiramente como uma grande área de depressão na superfície terrestre, onde rios carregaram e acumularam grande quantidade de fragmentos de rochas, areia, lama, materiais vegetais e animais, oriundas das regiões montanhosas mais altas. As atividades tectônicas e mudanças climáticas proporcionaram, assim, as várias formações rochosas que formam a Bacia do Araripe (ASSINE, 2007).

Posteriormente, ocorreu o soerguimento regional há, aproximadamente, 65 milhões de anos elevando algumas regiões a altitudes de até 1.000 m. Os processos erosivos dissecaram o relevo e resultou na atual geomorfologia da Chapada do Araripe. A pedra cariri é extraída dos calcários laminados da Formação Santana (ASSINE, 2007).

Dois tipos de resíduos gerados na serragem da pedra cariri, denominados pó amarelo e pó cinza, em virtude das cores apresentadas pelos materiais, provenientes de empresas do município de Nova Olinda (CE) e Santana do Cariri (CE), respectivamente, foram estudados por Menezes et al. (2010) para a produção de blocos cerâmicos.

Os resíduos foram secos a 100°C, desaglomerados em moinho de bolas e peneirados através de peneira com abertura de 300µm (ABNT N° 50). Foram realizadas as seguintes análises: composição química, determinada por fluorescência de raios X, difração de raios X, análises térmica diferencial (ATD); distribuição do tamanho de partícula e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Observaram que as distribuições granulométricas foram similares, a composição química do resíduo cinza possui calcita, dolomita e maior teor de ferro enquanto que o amarelo possui calcita (MENEZES et al., 2010).

Os materiais a serem usados como corretivos agrícolas devem obedecer à Instrução Normativa n.º 35, de 04 de julho de 2006, da Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA aprovou normas relativas ao decreto n.º 4.954/2004, entre elas especificações para os corretivos de acidez dos solos, conforme a Tabela 1.

Tabela1. Especificações para os corretivos de acidez dos solos

MATERIAL CORRETIVO DE ACIDEZ	PN (% E CaCO ₃) Mínimo	SOMA % CaO + % MgO Mínimo	PRNT Mínimo
Calcário agrícola	67	38	45
Calcário calcinado agrícola	80	43	54
Cal hidratada agrícola	94	50	90
Cal virgem agrícola	125	68	120
Parâmetros de referência para outros corretivos de acidez	67	38	45

Fonte: Instrução Normativa nº 35 – DAS - MAPA

O Poder Neutralizador (PN) indica a capacidade potencial do corretivo de neutralizar a acidez do solo. O que determina se um material é identificado como corretivo da acidez do solo são os teores mínimos de cálcio e de magnésio. A reatividade (RE) (Tabela 2) de um corretivo é a velocidade de sua reação no solo que depende das condições de clima e de solo, da natureza química do corretivo e também da sua granulometria. O Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) determina a ação do material como corretivo, calculado pela equação: $PRNT = PN \times RE (\%) / 100$. O PN, RE, teores de cálcio e magnésio e PRNT são determinados quimicamente em laboratório (Primavezi, 2004).

Tabela 2. Taxas de reatividade de partículas de diferentes tamanhos de calcários.

Fração granulométrica		Taxa de reatividade (RE) (%)
Peneira NO (ABNT)	Dimensão (mm)	
Maior do que 10	maior do que 2	0
10 – 20	2 a 0,84	20
20 – 50	0,84 a 0,3	60
Menor do que 50	Menor do que 0,3	100

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Fonte: (Alcarde, 1992).

A fração maior do que 2 mm (retida na peneira 10) não tem efeito na correção da acidez. A fração de 10 a 20 (passa na peneira 10, mas fica retida na peneira 20), apresenta 80% de material que continuará agindo no solo mais lentamente após o período de três meses, e a fração

de 20 a 50 (passa na peneira 20, mas fica retida na peneira 50), 40%. A fração menor do que 50 (passa na peneira 50) reage totalmente em três meses (Primavezi, 2004).

A Instrução Normativa n.º 35, em seu artigo 2º, estabelece, ainda, que a granulometria do material a ser utilizado como corretivo deve apresentar a seguinte distribuição: as partículas deverão passar 100% (cem por cento) em peneira de 2 (dois) milímetros (ABNT nº 10), no mínimo 70% (setenta por cento) em peneira de 0,84 (zero vírgula oitenta e quatro) milímetros (ABNT nº 20) e no mínimo 50% (cinquenta por cento) em peneira de 0,3 (zero vírgula três) milímetros (ABNT nº 50).

Os calcários são classificados em classes quanto ao PRNT: Classes A - PRNT entre 45% e 60%; Classe B PRNT entre 60,1% e 75 %; Classe C - PRNT entre 75,1% e 90%; Classe D - PRNT superior a 90,1%. Quanto mais o corretivo for misturado ao solo, tanto maior será o seu contato e tanto mais rápida será sua reação, e para isto é necessário que ele seja distribuído uniformemente e bem incorporado. A reatividade (RE) de um corretivo é a velocidade de sua reação no solo. Depende das condições de clima e de solo, da natureza química do corretivo e também da sua granulometria. Quanto maior a acidez, a temperatura e a umidade, tanto maior será a reatividade (Primavezi, 2004).

O aumento do PRNT dos corretivos pode ser conseguido com moagem mais fina do calcário o que confere aumento do PN, aumento de sua reatividade e consequente diminuição na dose a ser aplicada para correção do solo (Primavezi, 2004).

O cálculo da calagem pode ser feito pela seguinte expressão:

$$NC = \{ [CTC (V2 - V1)] / PRNT \} / 10 \times p$$

Onde: NC = necessidade de calagem dada em t/ha; CTC = capacidade de troca de cátions do solo, expressa em mmolc.dm⁻³; V1 = saturação por bases a um valor atual; V2 = saturação por bases a um valor maior desejado; PRNT = poder relativo de neutralização total; fator de profundidade de incorporação do calcário (1 para 0 – 20 cm ou 1,5 para 0 – 30 cm) (RONQUIM, 2010).

O efeito residual de um corretivo é o tempo de duração da correção efetuada e depende dos seguintes fatores: dosagem do corretivo, tipo de solo, intensidade de cultivo e reatividade do corretivo. A diferença 100 - RE é o percentual do corretivo que apresenta ação mais lenta e reagirá após os três meses (Primavezi, 2004).

Camargo et al., (2012) avaliaram o uso de esterco bovino em três dosagens, 0, 50 e 100 t ha⁻¹ e pó de basalto em quatro dosagens, 0, 2, 4 e 6 t ha⁻¹ na produtividade de morangueiro,

As variáveis avaliadas foram a produtividade, a produção comercial e a massa média de frutos. Os resultados obtidos indicaram que a massa média dos frutos não sofreu influência dos tratamentos de adubação enquanto que a produtividade e a produção comercial de frutos tiveram melhor resultado com as maiores doses de esterco bovino associado com doses intermediárias de pó de basalto.

Um substrato ideal deve apresentar os seguintes atributos: boa capacidade de troca catiônica, estabilidade física, esterilidade biológica, adequados pH, baixa condutividade elétrica, elevado teor de nutrientes, baixa relação C/N, porosidade total, capacidade de retenção de água, contribuir na estabilidade de agregados proporcionando, assim, condições para favorecer a atividade fisiológica das raízes (CARRIJO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2008).

O crescimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em resposta a adubação do substrato com superfosfato simples e pó de rocha, oriundo do granito, mármore e ardósia, foi avaliado por Prates et al. (2012), usando um esquema fatorial 2 x 5, no delineamento em blocos casualizados, com três repetições, sendo duas doses de pó de rocha (0 e 20 kg m⁻³ de substrato) e 5 doses de superfosfato simples (1,25; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 kg m⁻³ de substrato).

As avaliações foram realizadas 60 dias após a germinação utilizando os seguintes dados: altura da planta, diâmetro do caule, relação altura da planta/diâmetro do caule, número de folhas por planta, área foliar, matéria fresca e seca da raiz e da parte aérea, matéria fresca e seca total, relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz e índice de qualidade de Dickson – IQD (PRATES et al., 2012).

Os resultados obtidos indicaram que o tempo foi insuficiente para que o pó-de-rocha pudesse liberar nutrientes e influenciar as características morfológicas de mudas de pinhão manso. Os minerais félsicos oriundos do granito, mármore e ardósia, proporciona disponibilização de nutrientes somente a médio e longo prazo, mesmo em tamanho correspondente à fração silte (PRATES et al., 2012).

O pó de rocha disponibiliza nutrientes para as plantas a curto, médio e longo prazo, sendo que, a curto prazo, esse fenômeno ocorre quando há predominância de minerais máficos, mais facilmente intemperizáveis (MELO et al., 2009; RESENDE et al., 2007).

Resíduos de serragem de mármore foram testados por Raymundo et al. (2013) para a correção de acidez de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Os materiais utilizados foram: mármore serrado em tear com lâmina diamantada (LD) e mármore serrado em tear com lâmina e granalha de aço (LA). O poder de neutralização foi comparado com um calcário comercial (CC). A granulação do material testado foi mais fina que 0,3 mm (peneira ABNT

50). Concluíram que todas as dosagens dos resíduos elevaram os teores de Ca e Mg e o pH do solo, possuindo reatividade adequada para serem utilizados como corretivo de acidez de solos.

Metodologia

Caracterização da área

O município de Missão Velha situa-se na região do Cariri, porção sudeste do estado do Ceará, compreende uma área de 559 km², com clima apresentando temperaturas que variam, em média, de 19 °C a 34 °C e precipitação de chuvas oscilando em torno dos 800 mm anuais. O relevo na porção sul é tabular, compreendendo o cimo da chapada do Araripe, com altitudes superiores a 900 m. A vegetação é composta por: mata seca (floresta subcaducifólia tropical), mata úmida (floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular), caatinga arbórea (floresta caducifólia espinhosa) e carrasco Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), 1998).

A geologia apresenta rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, representado por gnaisses e migmatitos diversos, quartzitos e metacalcários, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica. Sobre esse substrato repousam seqüências sedimentares da bacia do Araripe constituída por arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos, calcários, margas e gipsita. Os solos encontrados são classificados, conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), (2018), em: Argissolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos.

Corretivo agrícola

Os resíduos da mineração das rochas amarela (Figura 1) e cinza (Figura 2) foram obtidos na Mineradora Pedra Cariri Dois Irmãos de Nova Olinda (CE). O pó de rocha foi moído no moinho de martelo do Laboratório de Materiais Cerâmicos do curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Cariri em Juazeiro do Norte Ceará e enviado para análises químicas e físicas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFC/Funceme em Fortaleza (CE).

Figura1. Rejeitos de pedra cariri amarela.

Figura 2. Rejeito de pedra cariri cinza

Fonte: Autor

Fonte: Autor

Uso agronômico

A pesquisa participativa foi realizada no Assentamento Sítio Salobra, Missão Velha (CE). As culturas agrícolas utilizadas para avaliar o uso agronômico dos dois materiais foram: feijão irrigado (*Vigna unguiculata* L. Walp), batata-doce irrigada (*Ipomoea batatas*), mandioca irrigada (*Manihot esculenta* Crantz) e pinha irrigada (*Annona squamosa*, L.). O solo dos experimentos são classificados (SiBCS, 2018) como sendo Argissolos Amarelos, foram retiradas amostras compostas de 0 a 20 cm, para compor uma amostra, e encaminhada para análises químicas e físicas para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFC/Funceme em Fortaleza (CE).

As parcelas de feijão (*Vigna unguiculata* L. Walp), foram constituídas por três linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 x 1,0 m, aplicados conforme delineamento experimental em blocos ao acaso, em quatro doses de cada pó na cova (0, 50, 100 e 200 g por cova), em cobertura, com seis repetições. As variáveis avaliadas foram: altura média da planta e peso total médio da planta.

O material de cor amarela foi aplicado na batata-doce (*Ipomoea batatas*) conforme o delineamento experimental em blocos ao acaso em cinco dosagens (0, 50, 100, 150 e 200 g por cova), em cobertura com seis repetições. As parcelas foram de três linhas de 7 m de comprimento, espaçadas de 1,0 x 1,0 m. A parcela útil foi composta pela linha central, eliminando-se 1,0 m de bordadura em cada extremidade, resultando em 5 plantas. Sendo avaliada a variável diâmetro médio das raízes.

As parcelas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) foram constituídas por três linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 x 1,0 m, aplicados conforme delineamento experimental em blocos ao acaso, em quatro doses de cada pó na cova (0, 50, 100 e 200 g por cova), em cobertura, com seis repetições. A variável avaliada foi a altura média da planta.

Os materiais foram aplicados em pinha irrigada (*Annona squamosa*, L.) conforme delineamento experimental em blocos ao acaso, em quatro doses de cada pó na cova (0, 225, 330 e 450 g por planta), em cobertura, com quatro repetições. As parcelas foram quatro plantas espaçadas em 2,5 x 2,0 m. A parcela útil foi composta por uma planta central. As variáveis avaliadas foram: número de frutos, diâmetro médio dos frutos e peso médio dos frutos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, utilizando o Sistema de Análise Estatística – SISVAR (FERREIRA, 2008). Os modelos para ajuste das equações foram escolhidos com base no coeficiente de determinação e da significância dos efeitos.

Resultados e Discussão

Corretivo agrícola

O resultado das análises químicas e físicas, para corretivo agrícola, dos dois materiais avaliados encontram-se resumidos nas tabelas 3 e 4. Observa-se que ambos os materiais atendem ao exigido pela Instrução Normativa n.º 35, de 04 de julho de 2006, no que se refere à PN, soma % CaO + % MgO e PRNT. A RE, observada em ambos os materiais, indicam que mais de 90% dos materiais reagem até três meses após a aplicação.

Tabela 3. Especificações químicas do pó de rocha da pedra cariri para corretivo agrícola.

Material corretivo de acidez	PN (% E CaCO ₃)	SOMA % CaO + % MgO	PRNT (%)	RE (%)	CaCO ₃ (%)	MgCO ₃ (%)
Pó amarelo	92,23	52,7	88,22	95,65	90,5	4,2
Pó cinza	93,13	51,9	87,69	94,15	89,5	3,8

A granulometria observada também atende à Instrução Normativa n.º 35, em seu artigo 2º, em que ambos os materiais apresentam mais de 83% das partículas passando em peneira de 0,3 milímetros (ABNT nº 50).

Tabela 4. Especificações granulométricas do pó de rocha da pedra cariri para corretivo agrícola.

Material corretivo de acidez	Granulometria			
	> 2 mm	2 – 0,84 mm	0,84 – 0,30 mm	< 0,30 mm
Pó amarelo	0,02	2,27	14,51	83,07
Pó cinza	0,01	1,87	13,03	84,94

Os calcários avaliados são classificados, quanto ao PRNT, na Classe D com PRNT superior a 90,1%. O efeito residual, de ambos materiais, encontrado pela diferença 100 - RE é, aproximadamente 5%, isso em decorrência da sua granulometria fina (Primavezi, 2004).

O cálculo da necessidade de calagem (RONQUIM, 2010) do solo (Tabela 7), usando os dois tipos de pó de rocha da pedra cariri, estão resumidos na Tabela 9.

Tabela 5. Especificações químicas do pó de rocha da pedra cariri para corretivo agrícola.

Material corretivo de acidez	PRNT (%)	CTC $\text{mmol}_c\text{.kg}^{-1}$	V1 (%)	V2 (%)	NC t.ha^{-1}
Pó amarelo	88,22	37	64	70	0,25
Pó cinza	87,69	37	64	70	0,25

Observa-se que o solo possui baixa CTC, 37 $\text{mmol}_c\text{.kg}^{-1}$, mas a saturação de bases é alta, 64 %, demandando pouca dosagem de corretivo. Para um melhor efeito na disponibilização dos nutrientes dos pós de rocha e disponibilização para as plantas, necessita-se aumentar a CTC do solo com a aplicação de material orgânico e consequente aumento do carbono orgânico no solo.

Uso agrônomo

As características químicas dos dois materiais em estudo constam na Tabela 5. Observa-se que os dois materiais são calcíticos com elevado teor de cálcio, confirmando (MENEZES et al., 2010). O material amarelo apresenta maior teor de enxofre, nitrogênio, fósforo e boro, que serão liberados conforme se dá a reação no solo como afirma Melo et al (2009) e Resende et al (2007).

A granulometria de ambos materiais são semelhantes, com granulometria areia fina, conforme classificação do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), porém, o pH e a condutividade elétrica do material amarelo é superior ao cinza, assim como, o enxofre, o nitrogênio e o boro são superiores no pó cinza.

TABELA 6 – Características químicas e textural do pó de rocha utilizado.

Pó	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	S	N	P	B	pH	CE
				g kg^{-1}				mg kg^{-1}	H_2O	dSm^{-1}
Amarelo	36,2	1,2	0,40	0,02	7,75	0,56	0,07	1,40	8,2	4,21
Cinza	35,80	1,08	0,40	0,02	2,24	0,28	0,02	1,10	7,8	1,75

As características químicas e físicas do solo onde foram implantados os experimentos constam nas Tabelas 7, 8 e 9. Observa-se que o solo é muito arenoso, com mais de 80% de areia, baixa CTC, baixo teor de matéria orgânica, elevada macroporosidade, excessiva infiltração, baixa retenção de água, com pH próximo à neutralidade e teor de micronutrientes indicando uso atual de adubos no manejo da produção.

TABELA 7 – Macronutrientes encontrados no solo do experimento.

	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	H+Al	Al^{3+}	SB	T	V	m	PST
					cmolc kg^{-1}					%	
Amostra	1,20	0,80	0,07	0,31	1,32	0,05	2,4	3,7	64	2	2

TABELA 8 – Micronutrientes e matéria orgânica encontrados no solo do experimento.

	C	N	M.O.	C/N	P	Fe	Cu	Zn	Mn
		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
Amostra	3,90	0,40	6,72	10	4	19,5	1,4	4,6	18,5

TABELA 9 – Características físicas e físico-químicas encontrados no solo do experimento.

	AG	AF	Silte	Argila	Argila natural	Grau de flocculação	Densidade		pH	CE
							Global	Part	(H ₂ O)	
			g kg ⁻¹			%	(g/cm ³)			dSm ⁻¹
Amostra	549	253	115	83	34	58	1,29	2,70	6,0	0,24

Os resultados obtidos com o uso de pó de rocha da pedra cariri em feijão irrigado (*Vigna unguiculata* L. Walp) encontram-se resumidos nas Tabela 10. Observa-se que não houve diferença significativa entre os diferentes pó de rocha em nenhum dos parâmetros avaliados, mesmo resultado obtidos por Camargo et al (2012) e Prates et al (2012).

. Entre as dosagens houve diferença significativa na altura média da planta, entre a dosagem de 200 g (2,85m) e a de 50 g (2,13 m). O resultado obtido indica que, apesar do pó de rocha apresentar nutrientes disponíveis para as plantas, o solo, com elevado teor de areia, com baixa CTC e baixa matéria orgânica, não consegue fixar os nutrientes, confirmando (Primavezi, 2004).

Tabela 10: Altura média da planta e peso total da planta de feijão irrigado em função de doses de pó da pedra cariri e diferentes cores.

Doses (g)	Altura média da planta (m)			Peso total (planta e raiz) (kg)		
	Amarelo	Cinza	Média	Amarelo	Cinza	Média
0	2,42	2,38	2,40ab	2,36	2,40	2,30
50	2,40	1,87	2,13b	2,42	2,52	2,47
100	2,53	2,82	2,68ab	2,55	2,65	2,60
200	2,96	2,73	2,85a	2,60	2,75	2,68
Média	2,58	2,45	-	2,48	2,58	-
CV%	23,86			28,59		

Independentemente da cor do pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha, seguidas de mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

Independentemente da proporção de pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha cinza ou amarela, não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

Os Gráficos 1 e 2 apresentam o comportamento das plantas em relação às dosagens aplicadas, onde se observa que a dose 200 g do pó amarelo apresentou a melhor resposta agrônômica.

Gráfico 1. Efeito da aplicação de pó de rocha de diferentes cores na altura das plantas de feijão irrigado.

Gráfico 2. Efeito da aplicação de pó de rocha de diferentes cores no peso total das plantas.

Os resultados obtidos com o uso de pó de rocha da pedra cariri em batata-doce irrigada (*Ipomoea batatas*) encontram-se resumidos nas Tabela 11. Observa-se que não houve diferença significativa entre os diferentes pó de rocha em nenhum dos parâmetros avaliados, mesmo resultado obtido por Camargo et al (2012) e Prates et al (2012).

O resultado obtido indica que, apesar do pó de rocha apresentar nutrientes disponíveis para as plantas, o solo, com elevado teor de areia, com baixa CTC e baixa matéria orgânica, não consegue fixar os nutrientes, confirmando (Primavezi, 2004).

Tabela 11: Diâmetro médio da batata doce irrigada em função de doses de pó de rocha amarelo da pedra cariri.

Doses (g)	Diâmetro médio da batata (cm)
	Amarelo
0	3,84
50	4,50
100	4,18
150	4,28
200	3,82
Média	4,12

CV%	7,08
-----	------

Independentemente da cor do pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha, não diferem a 5% pelo teste de Tukey.
Independentemente da proporção de pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha cinza ou amarela, não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

Os Gráficos 3 apresenta o comportamento das plantas em relação às dosagens aplicadas, onde se observa que a dosagem de 50 g do pó amarelo apresenta a melhor resposta no diâmetro médio da raiz.

Gráfico 3. Efeito da aplicação de pó de rocha amarelo no diâmetro médio da raiz.

Os resultados obtidos com o uso de pó de rocha da pedra cariri em mandioca irrigada (*Manihot esculenta* Crantz) encontram-se resumidos nas Tabela 12. Observa-se que não houve diferença significativa entre os diferentes pó de rocha, mesmo resultado obtido por Camargo et al (2012) e Prates et al (2012).

O resultado obtido indica que, apesar do pó de rocha apresentar nutrientes disponíveis para as plantas, o solo, com elevado teor de areia, com baixa CTC e baixa matéria orgânica, não consegue fixar os nutrientes, confirmando (Primavezi, 2004).

Tabela 12: Altura média da planta de mandioca irrigada em função de doses de pó de rocha amarelo da pedra cariri.

Doses (g)	Altura média da planta (m)		
	Amarelo	Cinza	Média
0	1,30	1,25	1,28

50	1,40	1,45	1,43
100	1,41	1,31	1,36
200	1,37	1,28	1,32
Média	1,37	1,32	-
CV%	10,33		

Independentemente da cor do pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha, não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

Independentemente da proporção de pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha cinza ou amarela, não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

O Gráficos 4 apresenta o comportamento das plantas em relação às dosagens aplicadas onde observa-se que a dosagem 50 g dos dois pó de rocha obtiveram o melhor resultado na altura média da planta.

Gráfico 4. Efeito da aplicação de pó de rocha de diferentes cores na altura das plantas de mandioca irrigada.

Os resultados obtidos com o uso de pó de rocha da pedra cariri em e pinha irrigada (*Annona squamosa*, L.), encontram-se resumidos nas Tabela 13. Observa-se que houve diferença

significativa entre os diferentes pó de rocha, nas dosagens 330 g e 450 g, com o pó cinza apresentando considerável aumento na produção. Entretanto, entre as dosagens, não houveram diferença significativa, mesmo resultado obtido por Camargo et al (2012) e Prates et al (2012).

O resultado obtido indica que, apesar do pó de rocha apresentar nutrientes disponíveis para as plantas, o solo, com elevado teor de areia, com baixa CTC e baixa matéria orgânica, não consegue fixar os nutrientes, confirmando (Primavezi, 2004).

Tabela 13: Peso total dos frutos de Pinha irrigada em função de doses de pó de rocha amarelo da pedra cariri.

Doses (g)	Peso total (g)		
	Amarelo	Cinza	Média
0	192,75	353,00	272,88
225	199,00	106,75	152,88
330	77,25b	1875,75a	976,50
450	330,00b	1264,50a	797,25
Média	199,75b	900,00a	-

Independentemente da cor do pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha, não diferem a 5% pelo teste de Tukey. Independentemente da proporção de pó de rocha, médias da proporção de pó de rocha, seguidas de mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

O Gráficos 5 apresenta o comportamento dos frutos em relação às dosagens aplicadas, onde se observa-se que o pó cinza apresentou melhor resposta no peso total dos frutos na dosagem 330, com 1875,75 g.

Gráfico 5. Efeito da aplicação de pó de rocha de diferentes cores no peso total de frutos.

Conclusões

Os materiais obtidos com a moagem da pedra cariri podem ser utilizados como corretivos agrícolas e apresentam resposta agrônômica na sua aplicação em agricultura irrigada.

Referências

Referências

- ALCARDE, J. C. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA, 1992. 26p.(ANDA, Boletim Técnico, 6).
- ANDREOLA, F; BARBIERI, L; CORRADI, A; LANCELLOTTI, I; MANFREDINI, T. Utilisation of municipal incinerator grate slag for manufacturing porcelainized stoneware tiles manufacturing. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 22, p. 1457-1462, 2002.
- ASSINE, M.L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobras**, 15(2):371-389, 2007.
- BRUNDTLAND, G. H. (Org.) Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: FGV, 1987.
- CAMARGO, C. K.; RESENDE, J. T. V.; CAMARGO, L. K. P.; FIGUEIREDO, A. S. T.; ZANIN, D. S. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2985-2994, 2012.
- CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, V.B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 01, p. 05-09, 2004.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Ceará: Diagnóstico do município de Missão Velha**. VASCONCELOS et al. (ORG.) Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial, Residência de Fortaleza, Fortaleza, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SANTOS, Humberto Gonçalves et al. (eds). 3. ed. ver. ampl. EMBRAPA-SPI, Brasília, 2013. 353 p. ISBN 85-85864-04-4

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

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará. Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em 13 maio. 2017.

FYFE, W.; LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. C. H. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.4, p.715-720, 2006.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 39-44, 2008.

MELO, V. F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva mineral do solo. *In*: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). Química e mineralogia do solo: parte I – conceitos básicos. Viçosa: SBCS, p. 251-332, 2009.

MENEZES, R. M.; MELO, L. R. L.; FONSECA, F. A. S.; SOUTO, P. M.; NEVES, G. A.; SANTANA, L. N. L. Reciclagem do resíduo da serragem de calcário laminado para produção de blocos cerâmicos. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, 63(4): 667-672, out. dez. 2010.

MENEZES, R. R.; ALMEIDA, R. R.; SANTANA, L. N. L.; NEVES, G. A.; LIRA, H. L.; FERREIRA, H. C. Análise da co-utilização do resíduo do beneficiamento do caulim e serragem de granito para produção de blocos e telhas cerâmicos. **Cerâmica**, v.53, p.192-199, 2007.

PRATES, F. B. S.; LUCAS, C. S. G.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; FERNANDES, L. A.; ZUBA JUNIOR, G. R. Crescimento de mudas de pinhão-mansão em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, n. 2, p. 207-213, abr-jun, 2012

PRIMAVESI, A. C.. **Características de corretivos agrícolas**. / Ana Cândida Primavesi, Odo Primavesi. -- São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. 28p.

RAYMUNDO, V.; NEVES, M. A.; CARDOSO, M. S. N.; BREGONCI, I. S.; LIMA, J. S. S.; FONSECA, A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.1, p.47-53, 2013.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. Pedologia: base para distinção de ambientes. 5. ed. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais** / Carlos Cesar Ronquim. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p.

SAINJU, U. M.; RAHMAN, S.; SINGH, B. P. Evaluating hairy vetch residue as nitrogen fertilizer for tomato in soilless medium. **HortScience**, v. 36, n. 01, p. 90-93, 2001.

SILVA, E. A.; CASSIOLATO, A. M. R.; MALTONI, K. L.; SCABORA, M. H. Efeitos da rochagem e de resíduos orgânicos sobre aspectos químicos e microbiológicos de um subsolo exposto e sobre o crescimento de *Astronium fraxinifolium* Schott. **Revista Árvore**, v.32, p.323-333, 2008.

STRAATEN, P. V. Farming with rocks and minerals: Challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.78, p.731-747, 2006.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.78, p.721-730, 2006.

TIRUTA-BARNA, L.; BENETTO, E., PERRODIN, Y. Environmental impact and risk assessment of mineral wastes reuse strategies: review and critical analysis of approaches and applications. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 50, n. 4, p. 351-379, 2007.

VIDAL, F. W. H., PADILHA M. W. M. A indústria extrativa da pedra cariri no estado do Ceará. In: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 4, 2003, Fortaleza. **Anais...** Ceará, 2003. p. 199-210.

VIDAL, F. W. H.; PADILHA, M. W. M.; OLIVEIRA, R. R. Aspectos do aproveitamento dos rejeitos da Pedra Cariri. Centro de tecnologia Mineral. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-013-00.pdf>. Acesso em 12 mai. 2017.