

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE SOJA E TRIGO COM APLICAÇÃO DE DOSES DE PÓ DE ROCHA EM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

Diego Fatecha Fois¹, Jimmy Rasche¹, Juan Macchi¹, Santiago Román¹, Renato Racchi¹
e Alfredo Alves Neto²

¹ Universidade Nacional de Asunción - UNA, Faculdade de Ciências Agrárias- FCA, Rua 2, Km 10, CP 2160. São Lorenzo, Paraguai. E-mail: fatechadiego@hotmail.com, jwrasche@yahoo.com.ar, juanmacchi7@hotmail.com, santiago_romans@hotmail.com, renatto_2010@hotmail.com

² Universidade Estadual do Oeste de Paraná- UNIOESTE, Rua Pernambuco 1380, CEP 91 CEP: 85960-000 - Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: alfredo.alves.neto@hotmail.com

RESUMO: O pó de rocha é um resíduo da mineração que possui em sua composição elementos químicos que são aproveitados pelas culturas. O objetivo deste estudo foi avaliar atributos químicos do solo submetidos à diferentes doses de pó de rocha e efeito na produtividade de soja e trigo em sistema de sucessão de cultivos. O experimento foi conduzido em Rhodic paleudult (Argissolo Vermelho Distrófico), sob sistema de plantio direto em São Lorenzo, Paraguai. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com seis doses de pó de rocha (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 kg ha⁻¹) e quatro repetições, aplicados em três cultivos, em dois ciclos de soja (2014 e 2015) e um de trigo (2014). As coletas de amostras de solo foram efetuadas após da colheita de cada cultura, na profundidade de 0-0,10 m com determinação de pH, Ca, Mg, P, K e Na do solo. Na cultura da soja foram medidos altura de plantas, número de vagens por planta, rendimento e massa de mil grãos. Na cultura do trigo foram medidos altura de plantas, diâmetro de espigas, rendimento e massa de mil grãos. Os atributos químicos do solo não foram alterados significativamente na profundidade amostrada com 3 aplicações no período de condução do experimento. As doses de pó de rocha não proporcionaram aumentos na produtividade das culturas de soja e do trigo.

PALAVRAS CHAVE: rocha mineral, fertilidade do solo, pousio.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF THE SOIL AND PRODUCTIVITY OF SOYBEANS AND WHEAT WITH APPLICATION OF DOSES OF ROCK POWDER IN DYSTROPHIC RED ARGISSOL

ABSTRACT: Rock dust is a residue of mining that has in its composition chemical elements that are harnessed by crops. The objective of this study was to evaluate soil chemical attributes submitted to different doses of rock dust and effect on soybean and wheat yield in a crop succession system. The experiment was conducted in Rhodic paleudult, under no-tillage system in São Lorenzo, Paraguay. A randomized block design with six doses of rock powder (0, 200, 400, 600, 800 and 1000 kg ha⁻¹) and four replications, applied in three cultivations, in two soybean cycles (2014 and 2015) and one of wheat (2014). Soil samples were collected after the harvest of each crop, at a depth of 0-0,10 m with determination of pH, Ca, Mg, P, K and Na of the soil. In the soybean crop, plant height, number of pods per plant, yield and mass of one thousand grains were measured. In the wheat crop were measured plant height, ear diameter, yield and mass of one thousand grains. The chemical attributes of the soil were not significantly altered at depth sampled with 3 applications in the conduction period of the experiment. The doses of rock dust did not provide increases in the productivity of soybean and wheat crops.

KEY WORDS: Mineral rock, soil fertility, fallow.

INTRODUÇÃO

A maioria dos solos paraguaios apresenta baixa ou muito baixa fertilidade do solo, com solos altamente interperizados, das ordens, Ultisol e Oxisol (López et al., 1995), equivalentes ao Argissolo e Latossolo (EMBRAPA, 2014).

Em solos com estas características, há presença de sesquióxidos de ferro e alumínio, com níveis de fósforo (P) considerados baixos (Fontoura et al., 2010). Estes solos oferecem maior disponibilidade de nutrientes como potássio (K), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), respectivamente, contudo, na maioria dos casos, ainda há necessidade de aplicações regulares de P e K (Melgar et al., 2011).

A mesma situação ocorre no Brasil, onde Fontoura et al. (2010) descrevem que para fósforo (P), altas doses de P_2O_5 são utilizadas nas áreas de cultivo, devido a maioria dos solos brasileiros serem altamente intemperizados. A estimativa dos autores é de que 75% do P aplicado seja adsorvido nas partículas de solo e a eficiência agrônômica seja inferior a 20%.

O sistema de cultivos predominante no Paraguai é soja (verão) e milho segunda safra ou trigo (inverno), em área superior a três milhões de hectares (CAPECO, 2016).

Entretanto, houve considerável importação de fertilizantes para atender à demanda por alimentos, o que acarretou em aumento dos preços no mercado interno, aliados à baixa disponibilidade de expansão das áreas de cultivo no país (Melgar et al., 2011).

Esta situação, traz a necessidade do desenvolvimento de tecnologias para buscar aumento na produtividade das culturas, com utilização racional e equilibrada dos fertilizantes minerais, os quais, se apresentam em até 30% do custo total de produção (Cubilla, 2014).

Esse fato tem contribuído para o aumento no interesse da utilização de fontes alternativas de nutrientes, como o pó de rocha e outros subprodutos da agroindústria e mineração, os quais podem aproveitados pelas plantas, com enriquecimento mineral de solos, além de poder apresentar um menor custo econômico (Da Silva, 2007).

A rocha possui uma estrutura sólida, composição química extremamente variável e complexa, com elementos essenciais e não essenciais (Restrepo, 2007). Existem rochas ígneas, metamórficas e sedimentares que podem ser utilizadas como fertilizante ou corretivo natural de baixa granulometria, com muitos trabalhos de pesquisa com evidências comprovadas da eficiência destas rochas como fontes alternativas de nutrientes às culturas (Nascimento e Monte, 2008).

Nas regiões de clima temperado a taxa de dissolução das rochas, dos minerais e a reação entre superfícies minerais e a solução do solo, são intensificadas devido a maior

temperatura média e pH do solo mais alcalino, em comparação às aplicações das rochas em regiões de clima temperado (Van Straaten, 2006).

Apesar das respostas das plantas à adubações com rochas serem influenciadas pela natureza da rocha e da combinação do tipo de solo e do cultivos, algumas vantagens como menores taxas de lixiviação de nutrientes e menor fixação de P, são obtidas com o uso desta fonte mineral (Brandao, 2012).

A taxa de liberação de nutrientes no pó de rocha para solução do solo é considerada lenta, devido a baixa solubilidade de seus minerais constituintes, com menor lixiviação de nutrientes, em comparação aos fertilizantes tradicionais de alta solubilidade (Theodoro e Leonardos, 2006).

Contudo, faz-se necessário conhecer o potencial de liberação dos nutrientes, bem como as alterações no solo causadas por esses materiais, acentuado pela existência de escassas informações sobre recomendações de uso e calibração das doses a aplicar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de alguns atributos químicos de solo submetidos a diferentes doses de pó de rocha e seu efeito na produtividade de culturas de grãos em sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção (FCA-UNA), situada no município de São Lorenzo, Departamento Central, com coordenadas de 25° 21' de latitude sul, e 57° 21' longitude oeste, a 125 m de altitude. O solo classificado como Rhodic paleudult de textura arenosa na superfície, equivale ao Argissolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2009) com boa drenagem e areação, permeável.

O clima da região, de acordo com Köppen, é do tipo Cfa subtropical, com verão quente e tendência à concentração de chuvas, inverno de geadas pouco frequentes sem estação definida. A precipitação média anual fica em torno de 1.500 mm, com temperaturas médias no verão superiores a 20° C e no inverno temperaturas médias inferiores a 18° C (IAPAR, 2017).

Inicialmente foi realizada a amostragem de solo antes da implantação do experimento na profundidade de 0 – 0,10 m, para verificar a disponibilidade dos nutrientes no solo para o desenvolvimento das culturas de grãos, de acordo a metodologia de Lana et al. (2010) que encontrou os seguintes resultados: pH (H₂O)= 5,98; M.O. = 50 g kg⁻¹; P = 12 mg kg⁻¹; Ca⁺²= 1,59 cmolc kg⁻¹; Mg⁺²= 0,86 cmolc kg⁻¹; K⁺= 0,06 cmolc kg⁻¹; Al⁺³+H⁺= 0,00 cmolc kg⁻¹; teor de argila= 100 g kg⁻¹.

O sistema de manejo do solo adotado foi o plantio direto em sucessão de culturas de grãos. As práticas culturais de controle de doenças, pragas e plantas daninhas foram realizadas o aparecimento das mesmas, através do controle químico.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, com total de 24 parcelas experimentais. Cada unidade experimental teve dimensões de 2,0 m de largura e 5,0 m de comprimento (10 m²), com superfície total de 240 m². Os tratamentos consistiram nas doses de pó de rocha (0, 200, 400, 600, 800 e 1.000 kg ha⁻¹), aplicados ao início de cada safra de culturas de grãos de soja e trigo, no total de três aplicações com as mesmas doses.

Durante o período de realização do experimento, efetuaram-se, duas safras de cultivo de soja, cultivar transgênica “Vmax”, implantados em dezembro de 2013 (Ano 1) e novembro 2014 (Ano 2) respectivamente, nos espaçamentos de 0,45 m e densidade de 15 sementes por metro linear. O cultivo de trigo, cultivar “Canindé 1”, foi realizado após a colheita de soja de primeiro ano, implantado em maio de 2014, com espaçamento de 0,17 m e densidade de 68 sementes por metro linear.

Nas semeaduras de soja e trigo as cultivares escolhidas foram as mais empregadas na região.

As coletas de amostras de solo foram efetuadas em abril de 2013 e 2014, após da colheita da soja e em outubro de 2014, após a colheita do trigo.

Em cada parcela foram retiradas amostras nas linhas e entrelinhas das culturas um total de doze amostras simples, para compor uma amostra composta, na profundidade de 0-0,10 m para avaliar os teores de pH, Ca, Mg, P, K e Na o solo, de acordo com Lana et al. (2010). As amostras foram acondicionadas e posteriormente levadas para análise no Laboratório de Solos e Ordenamento Territorial da FCA-UNA.

Para a cultura da soja, a altura de plantas (cm) foi determinada no estágio R6 (100 % enchimento de grãos) a partir da medição do comprimento entre o solo e o ápice das plantas, em dez plantas ao acaso em cada parcela.

Para determinar o número de vagens, foram coletadas 10 plantas por parcela, das quais as vagens foram destacadas. A colheita foi realizada de forma manual, com colheita de quatro linhas centrais nas parcelas (5,4 m²).

A massa de grãos da área útil foi determinada com pesagem em balança de precisão, com correção para umidade de 130 g kg⁻¹ para o cálculo do rendimento de grãos, com a contagem e pesagem de oito repetições de 100 grãos em cada parcela.

No trigo a altura de plantas, foi realizada aos 90 dias após semeadura, determinada a partir da medição do comprimento entre o solo e o ápice em dez plantas ao acaso em cada parcela. Das mesmas plantas foram determinadas o comprimento da espiga.

Para o rendimento de grãos, foram coletados de forma manual da área útil de cada parcela (3 m²), com umidade padrão estabelecida (130 g kg⁻¹). Para determinar a massa de mil grãos, foram contadas e pesadas oito repetições de 100 grãos em cada parcela e subparcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância no software estatístico INFOSTAT. Para as variáveis analisadas, ao comprovar-se diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância e ajustadas equações de regressão a 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medias de valores de pH e teores de Ca, Mg, K, Na e P, determinados no final de cada cultivo, após três aplicações de diferentes doses de pó de rocha de acordo com cada tratamento estabelecido, não proporcionaram alterações nestes atributos químicos do solo avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Media de valores de pH e teores de Ca, Mg, K, Na e P no solo em função a três aplicações de diferentes doses de pó de rocha. São Lorenzo, Paraguai. 2013-2015

| Pó de rocha kg ha ⁻¹ | pH | Ca | Mg | K | Na | P |
|------------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | ----- mg dm ⁻³ ----- | |
| 0 | 6,36 ^{ns} | 0,92 ^{ns} | 0,62 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 0,02 ^{ns} | 11,7 ^{ns} |
| 200 | 6,19 | 0,92 | 0,70 | 0,07 | 0,03 | 11,9 |
| 400 | 6,25 | 1,12 | 0,73 | 0,08 | 0,02 | 11,8 |
| 600 | 6,18 | 1,14 | 0,77 | 0,06 | 0,04 | 12,2 |
| 800 | 6,29 | 1,12 | 0,70 | 0,07 | 0,04 | 12,7 |
| 1000 | 6,18 | 1,22 | 0,81 | 0,06 | 0,03 | 11,5 |
| CV (%) | 4,08 | 16,6 | 12,3 | 24,7 | 10,1 | 22,1 |

* ns= não significativo (p > 0,05)

Para produtividade nos dois cultivos de soja (ano 1 e 2) e cultivo de trigo não se observaram acréscimos comparados a testemunha.

Estes resultados coincidem com Friederichs et al. (2013) que testou doses acima de 80 mg kg⁻¹ de K a partir de pó de rocha, onde os teores de P e K em dois solos incubados, não foram modificados. Da Silva (2007) observam que a taxa de liberação de nutrientes em rochas é bastante lenta, com composição química bastante variada, com liberação dos nutrientes em velocidades distintas.

Nutrientes contidos em produtos que derivam de rochas basálticas ou moídas requerem de períodos longos de tempo para ser disponibilizados no solo.

Michalovicz et al. (2009) evidenciaram indícios de liberação de P, somente após quatro anos de cultivos e adubações com pó de rocha, e, após este período, houveram maiores disponibilidades de P, em comparação aos tratamentos convencionais baseados em NPK.

Opostamente ao ocorrido no presente experimento, Dos Santos et al. (2014) observaram acréscimos nos valores de pH e no teor de P com aplicação de 1.000 kg ha⁻¹ de pó de rocha em apenas um ciclo de batata doce. Da mesma forma, em outro experimento realizado em solo arenoso, onde se forneceu pó de rocha de origem vulcânico, verificou-se aumentos significativos no pH do solo e nos teores de Ca, Mg, P e K no primeiro ano de avaliação, com a permanência acima dos níveis de suficiência, inclusive após de cinco anos (Theodoro e Leonardos 2006).

Prates et al (2010) ressaltam que a eficiência do pó de rocha aumenta ao serem aplicados conjuntamente com adubos orgânicos, com favorecimento da decomposição da rocha por atividade microbiana. Lopes Assad et al. (2010) e Beneduzzi (2011) recomendam aplicações pó de rocha com fungo *Aspergillus niger*, com o propósito de aumentar os teores de K, P, Ca e Mg e valores de pH com doses de 2.500 e 5.000 kg ha⁻¹.

Os efeitos da aplicação de pó de rocha em conjunto com esterco bovino, foram determinadas por Ferreira et al. (2009) em comparação adubação convencional (NPK) e calcário, num experimento com feijão, com a obtenção de acréscimos no pH do solo de 4,7 (teor inicial) a 5,0; 5,1 e 5,4 respectivamente, com conclusão de que os efeitos na fertilização com pó de rocha, são maximizados em solo de maior qualidade.

No presente experimento, o período de pousio entre a colheita da cultura da soja e semeadura do trigo, pode ter sido o responsável pela baixa eficiência das doses pó de rocha.

O estudo dos efeitos de adubação verde sobre a agregação, para indicar qualidade do solo em Latossolo Vermelho Distrófico, foi determinada por Cunha et al. (2011) nos anos de 2003 a 2007, com a comparação de *Crotalaria juncea*, guandu, mucuna-preta, sorgo-vassoura e em área de pousio. O tratamento pousio apresentou o menor índice de agregação (47,3%) na camada de 0-0,10 m, enquanto sorgo obteve o maior valor (64,2%) na agregação de partículas.

Diehl et al. (2008) relatam, em estudo de compostos orgânicos hidrossolúveis de: nabo forrageiro, aveia preta, palha de trigo, milho e soja, em Latossolo Vermelho Distroférrico, com contribuição de ligantes orgânicos hidrossolúveis das culturas de soja (0,60 mmol L⁻¹), milho (0,76 mmol L⁻¹) e trigo (1,30 mmol L⁻¹) consideradas baixas, e, nestas áreas, a calagem

obteve efeito de correção da acidez, apenas camada de 0 – 0,05 m. Em contraste, além de maiores teores de ligantes orgânicos hidrossolúveis, para aveia preta (1,76 mmol L⁻¹) e nabo forrageiro (2,23 mmol L⁻¹), houve aumento de pH em camadas mais profundas, até 0,20 m com aveia e 0,30 m com nabo forrageiro.

Da Silva et al. (2012) encontraram modificações de pH com apenas 0 e 100 kg ha⁻¹ de pó de rocha, com maiores teores de matéria orgânica em comparação a matéria orgânica do solo do presentes experimento.

Melamed et al. (2009) num experimento similar de sucessão de cultivos em aplicação de pó de rochas de duas fontes distintas (carbonatito e dolomítico) tiveram a mesma eficiência na elevação do pH num Latossolo e Gleissolo.

Inicialmente submeteram-se os dados à análise de variância em cada safra da cultura da soja em separado e avaliou-se a razão entre os valores dos quadrados médios dos resíduos dos locais. Como em nenhum dos casos a razão foi superior a 7, de acordo com a recomendação de Pimentel Gomes (2002), optou-se pela análise conjunta dos experimentos.

As medias do primeiro (2013/2014) e segundo ano (2014/2015) de altura de planta, número de vagens por planta, massa de mil grãos e rendimento de grãos da soja não apresentaram diferenças estatísticas significativas (Tabela 2).

Tabela 2 - Media de altura de planta (ALT), número de vagens por planta (NVP), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) de soja (Ano 1 e 2) em função a diferentes doses de pó de rocha (PR). São Lorenzo, Central. Anos 2013/14 e 2014/15.

| Pó de rocha kg ha ⁻¹ | ALT (m) | NVP | MMG (g) | RG (kg ha ⁻¹) |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| 0 | 0,75 ^{ns} | 54,9 ^{ns} | 157,3 ^{ns} | 2326 ^{ns} |
| 200 | 0,77 | 54,1 | 159,1 | 2146 |
| 400 | 0,80 | 57,1 | 158,2 | 2401 |
| 600 | 0,78 | 50,3 | 156,4 | 2277 |
| 800 | 0,80 | 47,8 | 158,7 | 2322 |
| 1000 | 0,79 | 57,5 | 161,8 | 2233 |
| CV (%) | 9,1 | 18,4 | 6,0 | 28,3 |

ns não significativo (p > 0,05)

Os resultados corroboram com os encontrados por Rodriguez (2009), com fornecimento de doses de até 900 kg ha⁻¹ de pó de rocha, não promoveram aumento de produção de matéria seca na aveia preta.

Para Kolln et al. (2009) aplicações de 4000 kg ha⁻¹ de pó de rocha, proporcionaram decréscimo no rendimento da soja, em comparação aos tratamentos onde foram aplicados ¼ e ½ da dose de pó de rocha testada, mais adubação química convencional (N-P-K). Tal efeito

pode-se dever ao elevado teor de matéria orgânica (350 g kg⁻¹) e tipo de solo (Latossolo Bruno) de textura argilosa que favoreceria a aumentar reações entre superfícies minerais da rocha e a solução do solo, intensificadas em função a temperatura, umidade e população microbiana.

Plewka et al. (2009) e Koseira et al. (2009) determinaram efeitos de pó de rocha na cultura do feijão, em dose máxima de 4000 kg ha⁻¹, e relatam maiores produtividades alcançadas, na utilização de pó de rocha em conjunto com cama de frango e calcário, em comparação com os tratamentos onde foram utilizadas somente pó de rocha.

Souza et al. (2009), num experimento com *Eucalyptus urograndis* não observaram efeito em parâmetros biométricos como diâmetro de caule e altura de plantas.

Añazco (2014) ao determinar os efeitos de pó de rocha, dejetos de aves, esterco bovino e adubo mineral, na cultura do milho, constatou que o rendimento de grãos no tratamento com material basáltico foi similar à testemunha. Da mesma forma, Hanisch et al. (2013) avaliaram o efeito residual de pó de rocha, quando aplicado doses entre 0 a 12.000 kg ha⁻¹ com 12 meses de antecedência, e de Nalón et al. (2009) com quantidades crescentes até 4.000 kg ha⁻¹ de rocha e não observaram aumento na produtividade da cultura do milho.

Na cultura de trigo cultivada no inverno de 2014 apresentou o mesmo comportamento da soja, sem resposta a aplicação do pó de rocha em nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Altura de planta (ALT), longitude de espigas (DE), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) de trigo em função a diferentes doses de pó de rocha (PR). São Lorenzo, Central. Ano 2014/15.

| Pó de rocha kg ha ⁻¹ | ALT (m) | LE (cm) | MMG (g) | RG (kg ha ⁻¹) |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|
| 0 | 0,72 ^{ns} | 8,8 ^{ns} | 48,3 ^{ns} | 2703 ^{ns} |
| 200 | 0,73 | 8,9 | 47,5 | 2449 |
| 400 | 0,73 | 9,2 | 49,3 | 2435 |
| 600 | 0,72 | 9,1 | 50,0 | 2575 |
| 800 | 0,74 | 8,9 | 49,2 | 2412 |
| 1000 | 0,73 | 9,4 | 50,0 | 2779 |
| CV (%) | 2,6 | 5,4 | 2,4 | 9,85 |

ns= não significativo (p >0,05)

Os resultados encontrados neste experimento justificam o mencionado por Da Silva (2007), o qual questiona a utilização do pó de rocha como fertilizante, devido a sua baixa solubilidade e lenta liberação, cuja alteração é um processo bastante complexo. O autor salienta, que o pó de rocha é dependente da composição química e mineralógica,

granulometria, pH do solo, possuindo ainda um fator principal para o sucesso na utilização deste resíduo, que é a atividade microbiana, dificultando-se seu uso como fonte principal de nutrientes em sistemas de produção de cultivos anuais ou de ciclo curto, em períodos de pousio, mostrando-se incapaz de manter os níveis de produtividade alcançados com fertilização convencional.

Neste contexto, Barbosa et al. (2012) não encontraram resposta na cultura de pinhão manso aplicando diferentes doses de pó de rocha nem associando com adubo fosfatado. Os autores salientam que as ausências da resposta foram ao tempo insuficiente para liberação de nutrientes, em relação à marcha de nutrientes necessária à cultura.

CONCLUSÕES

Não houve efeito nos valores de pH e teores de cálcio, magnésio, potássio, sódio e fósforo no solo, ao longo de três aplicações consecutivas em cada safra na aplicação de doses de pó de rocha.

As aplicações de diferentes doses de pó de rocha em cada uma das duas safras avaliadas de soja não influenciaram na altura de planta, número de vagens, massa de mil grãos e rendimento de grãos.

Não se observou significância na altura de planta, diâmetro de espiga, massa de mil grãos e rendimento de grãos na cultura de trigo em função as aplicações de pó de rocha.

REFERÊNCIAS

AÑAZCO, E. **Aplicación de diferentes fuentes de nutrientes y su efecto en la producción de maíz zafrita (*zea mays l.*)**. 2014. 60p. Tese de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay. 2014.

BARBOSA, F.S.P.de; DOS SANTOS, C.G.L.; ARRUDA SAMPAIO R.; DA SILVA Jr. B. J.; FERNANDES, L. A.; ZUBA, G.R. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista 212 Ciência Agrônômica**, Ceará v. 43, n. 2, p. 207-213, 2012.

BENEDUZZI, EB. Rochagem: **Agregação das Rochas Como Alternativa Sustentável para a Fertilização e Adubação de Solos**. 2011. 90 p. Tese de Grado. Curso de Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. 2011

BRANDÃO J. **Pó de rocha como fonte de nutrientes no contexto da Agroecologia**. 2012. 90p. Disertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Agrárias. 2012.

CÁMARA PARAGUAYA DE EXPORTADORES Y COMERCIALIZADORES DE CEREALES Y OLEAGINOSAS (CAPECO). **Área de siembra, producción y rendimiento de maíz**. 2016. Disponível em: <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento>. Acesso em: 28 fev. 2017.

CUBILLA, M.M.; WENDLING, A; ELTZ, F.L.; AMADO, T.J.C.; MILELNICZUK, J.; 2012. **Recomendaciones de Fertilización para Soja, Trigo, Maíz y Girasol Bajo el Sistema de Siembra Directa en el Paraguay**. CAPECO, 2012. Asunción, Paraguay. 88p.

CUBILLA, M.M. **Siembra Directa: principal aliado para la conservación de suelos**. ABC color – Suplemento Rural. 2014. Disponível em: <http://abc.com.py/suplementos/rural>. Acesso em: 18 març. 2017.

CUNHA, E.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; FERREIRA, E.P.; DIDONET, A.D.; LEANDRO, W.M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: I - atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 589-602, 2011.

DIEHL, R.C., MIYAZAWA, M., TAKAHASHI, H.W. Compostos orgânicos hidrossolúveis de resíduos vegetais e seus efeitos nos atributos químicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 2653-2659, 2008.

DA SILVA, A. **Efeito da aplicação de pó de basalto nas propriedades químicas do solo, na nutrição e produtividade do feijoeiro e na absorção de nutrientes por Eucalyptos benthamii**. 2007. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade do Estado de Santa Catarina. 2007.

DOS SANTOS, J; DA SILVA, E; BESERRA, A. Produção agroecológica de batata em relação à doses de pó de rocha. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.1, p.29-35, 2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2014. 353p.

FERREIRA, E. R. N. C.; ALMEIDA, J. A.; MAFRA, A. L. 2009. Pó de basalto, desenvolvimento e nutrição do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.8, n.2,p. 111-121, 2009.

FRIEDERICHS, A.; MAFRA, A.L.; ALMEIDA, J.A. Suprimento de potássio para uso agrícola a partir de pós de rochas em cultivo de trigo e ervilhaca em dois Argissolos de Santa Catarina. **Cadernos de Agroecologia**. Recife, v.8, n.2, 2013.

FONTOURA, S.M.V.; VIEIRA, R.C.B.; BAYER, C.; ERNANI, P.R. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p. 1907-1914, 2010.

HANISCH, A. L.; FONSECA, J. A. da; VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SPAGNOLLO, E. Desempenho da cultura do milho em diferentes doses de pó de basalto, com e sem fertilização. 2011 In: Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 8., 2011, Chapecó. **Anais**. Chapecó: Epagri, 4 p.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. Cartas climáticas do Paraná. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acessado em: 2 abr. 2017.

KOSERA NETO, C.; SPADOTO, D.; SCHLUCUBIER, L. BORTOLINI P. C.; MARQUES, A.C. C. OLIVEIRA, C.D. Produção de Feijão Adzuki sob Diferentes Doses de Pó de Basalto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos, v. 4, n. 2, 2009.

KOLLN, O.T.; ORTOLAN, C. MICHALOVICZ, L. MEERT, L. MULLER, M.M. Pó de basalto e biofertilizantes na cultura da soja em sucessão a aveia + azevém. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Dois Vizinhos, v.4 n.2. 2009.

LOPES-ASSAD, M.; AVANSINI, S.H.; ROSA, M.M.; CARVALHO, J.R.P; ANTONINI, S.R.C. The solubilization of potassium-bearing rock powder by *Aspergillus niger* in small-scale batch fermentations. **Canadian Journal of Microbiology**, Canadian, v.56 p.598-605. 2010.

LANA, M.C.; FEY, R.; FRADOLOSO, J.F.; RICHART, A. e FONTANIVA, S. **Análise química de solo e tecido vegetal: práticas de laboratório**. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, 2010. 129p.

LÓPEZ, O.L.; ERICO, E.G.; LLAMAS, P.A.; MOLINAS, A.S.; FRANCO, E.S.; GARCIA, S.; RIOS, E.O. **Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay**. 1995. 246 p. Disponível em: <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-pdf> Acesso em: 3 març. 2017.

MELAMED R., GASPAR, J.C. MIEKELEY, N. **Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. In: LAPIDO- LODEIRO, F.E.V., MELAMED, R. NETO J.F. (Ed). Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro RJ. CETEM. 2009 p. 385-395.

MELGAR, R; VITTI, G; MELO, V. 2011. Fertilizando para altos rendimientos. **Soja en Latinoamérica**. Disponível em <http://www.ipipotash.org>. Acesso em: 25 fev. 2017.

MICHALOVICZ, L.; KOLLN, O. T.; MEERT, L.; NASCIMENTO, R.; MULLER, M. M. L. Características químicas de um latossolo bruno após quatro anos de adição de pó de basalto e biofertilizante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2009, Curitiba. **Anais**. Curitiba: ABA, SOCLA, p. 6.

NALON, Joel Marcelo; OLIVEIRA, João Ronaldo Freitas de. Avaliação do Uso de Pó de Basalto e Hiperfosfato de Gafsa na Cultura de Milho em Sucessão a Coquetel de Adubos Verdes no Município de Bituruna-PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos, v. 4, n. 2, 2009.

NASCIMENTO, M.; MONTE, M.B.M. LAPIDO LOUREIRO, F.E. **Agrominerais Potássio**. In: Luz, A.B. LINS, F.A.F (Ed) Rochas e minerais industriais, 2 ed, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008, 175 p.

RESTREPO, J. 2007. **El A, B, C de la agricultura orgánica y harinas de rocas**. Disponível em: <http://www.simas.org>. Acesso em: 20 març. 2017.

RODRIGUEZ V, M.J. **Fuentes de fertilización fosfatada y su efecto sobre la producción de avena (*Avena sativa*)**. 2000. 53p. Tese de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay. 2000.

PIMENTEL GOMES, F. **Estadística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, v. 11 2002. 309 p.

PLEWKA, Roberto Guilherme et al. Avaliação do Uso do Pó de Basalto na Produção de Feijão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos. v. 4, n. 2, 2009.

SILVA, A.;ALMEIDA J.A. DE, SCHMITT C., CILEIDE; COELHO M.M. Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 69 - 76, 2012.

SOUZA, F.V.P; LEITE, P.C; OLIVEIRA, J.R; GUIMARÃES e SILVA, U.T. Comportamento de *Eucalyptus urograndis* em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico submetido a diferentes doses de saprolito de basalto em condições de campo. In: **Anais de Semana de Ciência e Tecnologia**. 2009.

THEODORO, S.H & LEONARDOS, O.H. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. v. 78 n.4, p. 721-730. 2006.

VAN STRAATEN P. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 78, n.4, p.731-747. 2006