



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

LUANN CASTRO PINHO DE ALMEIDA

**UTILIZAÇÃO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COM E SEM APLICAÇÃO DE CALCÁRIO
EM SUCESSÃO DE CULTIVO DE PLANTAS ANUAIS.**

**ARAGUATINS-TO
2020**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

LUANN CASTRO PINHO DE ALMEIDA

**UTILIZAÇÃO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COM E SEM APLICAÇÃO DE
CALCÁRIO EM SUCESSÃO DE CULTIVO DE PLANTAS ANUAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção
do Título de Bacharel em Agronomia do
Curso Superior de Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, *Campus Araguatins*.

Orientador: Dr. Idelfonso Colares de Freitas

**ARAGUATINS – TO
2020**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

A447u Almeida, Luann Castro Pinho de
UTILIZAÇÃO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COM E SEM
APLICAÇÃO DE CALCÁRIO EM SUCESSÃO DE CULTIVO DE
PLANTAS ANUAIS. / Luann Castro Pinho de Almeida. – Araguatins, TO,
2020.
32 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Araguatins, Araguatins, TO, 2020.

Orientador: Dr. Idelfonso Colares de Freitas

1. RESÍDUO. 2. MINERAIS. 3. ROCHAGEM. I. Freitas, Idelfonso
Colares de. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

LUANN CASTRO PINHO DE ALMEIDA

**UTILIZAÇÃO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COM E SEM APLICAÇÃO DE
CALCÁRIO EM SUCESSÃO DE CULTIVO DE PLANTAS ANUAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*. Como exigência à obtenção do grau Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: / /

BANCA AVALIADORA

Idelfonso Colares de Freitas (Orientador)
IFTO – Campus Araguatins

Msc. Márcio Rogério Pereira Leite
IFTO – Campus Araguatins

Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo
IFTO – Campus Araguatins



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

À minha filha Maria Júlia Castro de Almeida.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus, por tudo que tens feito em minha vida. Agradeço à minha Família, meu Pai Célio Martins, minha Mãe Concilda Castro, minha Avó Nair Maria meus Irmãos Ludmilla e Lucas pelas contribuições e colaborações por todos os anos que me dediquei em Araguatins para estudar.

À minha esposa, companheira, Caroline Stephane, que esteve sempre ao meu lado, pelo apoio, por ter aguentado momentos estressantes e que colaborou grandiosamente para que esse sonho pudesse ser realizado.

À todos os meus amigos, que colaboraram com este projeto: Danielly Pereira dos Santos, Fernando José Borges, Higor Valadares da Silva de Almeida, Jacó Alves de Sousa, Jessen dos Santos Ribeiro, Karla Ágda Botelho Mota, Karolayne Guimarães Maranhã Silva, Lucas Vinicius Lopes dos Santos, Railson de Sousa Rosal, Stiven Simm.

À Rodrigo Simm, que cedeu as sementes para o plantio do experimento.

Ao meu tio Silvio César, que durante anos me acolheu em Araguatins, foi um grande pai, que contribuiu muito com minha formação moral e profissional, com diversos ensinamentos e oportunidades.

Por fim, e não menos importante (longe disso) gostaria de reconhecer imensamente a ajuda de uma energia superior, que engloba também meus entes queridos falecidos, especialmente representados pela minha querida e eterna Vó Amaparo, Vô Odorico e João Alves.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

EPÍGRAFE

“Para criar inimigos não é necessário declarar guerra, basta dizer o que pensa”
Martin Luther King



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo. Para manter esse patamar, o agricultor precisa de manejos que elevem a fertilidade dos solos, embora essas práticas, na maioria das vezes, sejam conduzidas de forma errônea e sem embasamentos teóricos. A utilização do pó de rocha parece ser uma alternativa eficaz e ecológica, pois estaria dando destino a um rejeito de mineração, otimizando a produção agrícola. O basalto é uma rocha ígnea de teor básico, a qual se constitui um importante material de origem dos solos, com altas contribuições para a fertilidade. Seu uso poderá recompor os minerais primários inexistentes em solos exauridos pelo seu uso contínuo. Neste contexto, com este estudo objetivou-se avaliar o comportamento da soja submetidas a aplicações crescentes de pó de rocha na presença ou ausência de calcário. O experimento foi conduzido entre agosto de 2018 e julho de 2019, realizado a campo, na Chácara Dois Irmão Lote 12 Gleba São Martinho, situada na zona rural do município de Araguatins – TO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com dez tratamentos e três repetições. Os tratamentos (T1- 0,0 kg.ha⁻¹ + adubação; T2 - 500kg.ha⁻¹ + adubação, T3 - 1.500 kg.ha⁻¹ + adubação, T4 - 2.000 kg.ha⁻¹ + adubação, T5 - 2.500kg.ha⁻¹ + adubação, T6 - 5.000 kg.ha⁻¹ sem adubação, T7 - 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T2 + adubação, T8 - 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T3 + adubação, T9 - 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T4 + adubação, T10 - 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T5 + adubação). O pó de rocha pode ser utilizado de forma complementar com outras fontes de nutrientes ou mesmo com adição com o calcário nas condições edafoclimáticas avaliadas. Entre as combinações mais promissoras avaliadas neste estudo, destacam-se os tratamentos T2, T4, T7, T8, T9 e T10 de modo geral, considerando-se as variáveis altura e diâmetro das plantas de soja.

Palavras-chave: Resíduo, Minerais, Rochagem.



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

ABSTRACT

Brazil is one of the largest food producers in the world. To maintain this level, the farmer needs management that increases soil fertility, although these practices, in most cases, are conducted incorrectly and without theoretical basis. The use of rock dust seems to be an effective and ecological alternative, as it can allow the destination of a mining waste, optimizing agricultural production. Basalt is a basic rock, which is considered an important material of soil origin, with high contributions to fertility. Its use can recommend primary minerals that do not exist in soils depleted by their continued use. In this context, this study aimed to evaluate the behavior of soybean subjected to increasing applications of rock dust in the presence or absence of lime. The experiment was conducted between August 2018 and July 2019, carried out in a field, in Chácara Dois Irmãos Lote 12 Gleba São Martinho, located in the rural area of the municipality of Araguatins - TO. The experimental design used was in randomized blocks, with ten treatments and three replications. The procedures (T1- 0.0 kg.ha⁻¹ + fertilization; T2 - 500 kg.ha⁻¹ + fertilization, T3 - 1,500 kg.ha⁻¹ + fertilization, T4 - 2,000 kg.ha⁻¹ + fertilization, T5 - 2,500kg.ha⁻¹ + fertilization, T6 - 5,000 kg.ha⁻¹ without fertilization, T7 - 1,800 kg.ha⁻¹ of limestone + T2 + fertilization, T8 - 1,800 kg.ha⁻¹ of limestone + T3 + fertilization, T9 - 1,800 kg.ha⁻¹ of limestone + T4 + fertilization, T10 - 1,800 kg.ha⁻¹ of limestone + T5 + fertilization). The rock powder can be used to complement shapes with other sources of nutrients or even add with lime in the evaluated edaphoclimatic conditions. Among the most promising combinations evaluated in this study, we highlight the T2, T4, T7, T8, T9 and T10 modes in general, considering the variations in height and diameter of soybean plants.

Keywords: Residue, Minerals, Rocking.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Cultura da Soja.....	14
2.2	Basalto	14
2.3	Uso da Rochagem	14
2.4	Calcário	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	Delineamento e Área Experimental	17
3.2	Determinação granulométrica do pó de Basalto	18
3.3	Preparo do Solo	19
3.4	Adubação e Semadura da Soja.....	22
3.5	Variáveis Analisadas	23
3.6	Comportamento do pó de rocha no solo.....	25
3.7	Análise dos Dados	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5	CONCLUSÃO	30
6	REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira destaca-se pela busca de novas tecnologias, visando, cada vez mais, o aumento na produtividade. Isso só é possível se o agricultor mantiver práticas adequadas para a fertilização, correção e adubação do solo. Essas práticas, por sua vez, elevam os custos de produção, o que pode desestimular o produtor a fazer investimentos com insumos para obterem ganhos de produtividade.

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos, biocombustíveis e fibras do mundo. Porém, ao mesmo tempo, é altamente dependente da importação de matérias-primas para a formulação de fertilizantes. Atualmente, o atendimento da demanda se dá por meio da importação de 74% desses insumos, o que acarreta inúmeras consequências, tais como custos de produção elevados e perda de competitividade, além de vulnerabilidade diante de outros países (BAMBERG et al., 2017).

A busca por fontes alternativas multielementares adquire grande importância para o futuro da produção agrícola brasileira. As alternativas mais aceitáveis é o uso dos subprodutos gerados pelas atividades de mineração, que estão presentes em praticamente todo o território brasileiro. Nesse aspecto, o uso de tais insumos têm sido relatado por apresentarem caracterização química, mineralógica e petrográfica, bem como estimativas de reservas e potencial para uso agrícola como remineralizadores de solo. (BAMBERG et al., 2017).

A Lei Nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013, que altera a Lei dos fertilizantes (Lei N 6.894, de 16 de dezembro de 1980) por meio da inserção dos remineralizadores e extratos de planta como categorias de insumos passíveis de uso na agricultura, no art. 3º define remineralizador como *“todo material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo”*. (BAMBERG et al., 2017).

Como visto na Lei, o remineralizador é uma alternativa mais ecológica (mais natural) para reposição de nutrientes ao solo. Em áreas agrícolas, o uso do pó de rocha, um produto adquirido do beneficiamento simples de matérias minerais, de solubilidade mais lenta, disponibiliza os nutrientes para as plantas por um período maior do que o de fertilizantes convencionais (THEODORO; LEONARDOS, 2006).

O resíduo ou pó de rocha mais aceitável para a rochagem são das rochas basálticas. O basalto é uma rocha ígnea de teor básico, a qual se constitui um importante material de origem dos solos, com altas contribuições para a fertilidade. Para a agricultura, o basalto é um minério de extrema importância, pois, com a decomposição da rocha matriz, gera uma argila de cor avermelhada que dá origem a solos de elevada reserva de nutrientes (THEODORO; LEONARDOS, 2006). Com o aceleração do processo de decomposição, em decorrência da moagem do mineral, gera um resíduo de pequena granulometria, um pó, que a partir deste, pode ser aplicado ao solo de acordo com a sua recomendação.

A composição do basalto pode-se incluir olivina, quartzo, feldspato potássico, piroxênios, anfibólios, micas, feldspatóides (leucita, nefelita, sodalita, zeolitos sódicos), hematita, ilmenita, magnetita, rutilo, dentre outros. Na composição química dos minerais das rochas ígneas vulcânicas, ocorre uma maior frequência de óxidos, sendo o de maior importância o óxido de silício (SiO_2), cuja porcentagem em peso pode variar de 35 a 75%. Em segundo lugar vem o óxido de alumínio (Al_2O_3), que varia entre 12 e 18%. Outros óxidos podem estar presentes, como: óxido de ferro, óxido de manganês, óxido de magnésio e outros de sódio, potássio e cálcio (TURNER; VERHOOGEN, 1960).

Segundo Melamed et al. (2007) apud Welter et. al. (2010), os benefícios advindos da utilização de pós de rocha são: o fornecimento lento de macro e micronutrientes; aumento da disponibilidade desses nutrientes nos solos cultivados; reequilíbrio do pH do solo e aumento da reserva nutricional do solo.

Os solos podem ser naturalmente ácidos pela pobreza de materiais de origem desprovidos de bases, pelas condições de pedogênese ou pela formação do solo que favoreçam a remoção de elementos químicos do solo. Além disso, os solos

cultivados podem ter sua acidez aumentada por erosão, extração de cátions básicos pelas culturas e, principalmente, por lixiviação (RAIJ, 1991). É evidente destacar a importância das espécies cultivadas na elevada absorção de nutrientes, apresentando respostas, que por via de regra, são proporcionais aos teores de nutrientes disponíveis no solo. Dentre estas espécies de alta extração de nutrientes, destacam-se a soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

Nesse contexto, como hipótese do trabalho, partiu-se da premissa de que o pó de rocha exerce influência positiva no rendimento das culturas a ele associado. Para tanto, como objetivo do trabalho, decidiu-se testar níveis de concentrações de pó de rocha com e sem calagem adicional no rendimento da soja, com o intuito de constatar tal influência e quantificar a dose mais adequada na cultura em questão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da Soja

A soja, (*Glycine Max* (L.) Merrill), é nativa da Ásia, sendo considerada uma das culturas mais antigas desse território. Ela pertence à família Fabaceae, que nesta inclui, aproximadamente, 650 gêneros e 18.000 espécies. A soja foi introduzida no Brasil por meio do estado da Bahia em 1882, passou por Campinas, São Paulo, em 1892 e chegou ao Rio Grande do Sul em 1900. O ano de 1936 teve como o marco o início da fase de expansão da cultura e, em 1941, apareceu pela primeira vez nas análises estatísticas oficiais (COSTA e MANICA, 1996).

2.2 Basalto

O basalto é considerado uma rocha vulcânica extrusiva, pois é resultante da solidificação rápida da lava na superfície. Este minério é de grande valor para a agricultura, pois se destaca desde a formação dos solos, a fertilização e fixação dos nutrientes que nele são disponíveis.

O basalto é uma rocha vulcânica básica extrusiva, quando resfriada na crosta terrestre forma sólidos vulcânicos densos e cristalinos, rica em composições minerais, essa rocha quando segmentada ou sofre pelo processo do intemperismo, se transforma em um mineral primário formador dos solos mais completos em termos de estruturação física e de alta fertilidade natural, as argilas, quando essa rocha é industrializada pelo processo de mineração, gera resíduos em forma de pós.

2.3 Uso da Rochagem

A rochagem consiste na utilização de pós de rocha como fertilizante natural para a agricultura, disponibilizando, de forma direta, os nutrientes presentes nos minerais para as plantas. O uso da rochagem apresenta importante efeito remanescente, sendo as reaplicações menos imperativas que no caso dos fertilizantes solúveis (SILVEIRA, 2016).

A agrogeologia onde está inserida a técnica da rochagem, é um dos instrumentos biofísicos que são utilizados para combater problemas dos solos em

longo prazo. A rochagem é baseada na utilização de rochas e/ou minerais constituintes das rochas como fornecedores dos nutrientes necessários para as plantas (LEONARDOS et al., 1976). Para esse tipo de fertilização é essencial combinar a mineralogia e geoquímica da rocha selecionada com as exigências do solo e das plantas.

AMPARO (2003) afirma que a utilização da farinha de rocha traz várias vantagens, sendo uma delas a diminuição da mão-de-obra, pois com a aplicação da farinha de rocha não há necessidade de se adubar frequentemente, devido ao seu efeito residual prolongado. Isso porque, não sendo a farinha de rocha prontamente solúvel em água, o produto não é lixiviado pela água da chuva ou irrigações intensas. Diversas outras vantagens são evidentes, como a correção do pH, a não salinização do solo, a não absorção em excesso de potássio, o que beneficia a absorção de cálcio e magnésio e a diminuição da fixação do fósforo solúvel pela presença da sílica.

Um grande fator econômico e ecológico é proporcionado pela aplicação do basalto como descrito por Guimarães (1955) citado por THEODORO (2000), esses autores ressaltam que a farinha de rocha pode ser aplicada no solo apenas a cada quatro anos, visto a liberação gradativa dos nutrientes. Já a reposição da adubação convencional precisa ocorrer anualmente e com dosagens crescentemente maiores, com isso os gastos são menores com a manutenção do solo e ecologicamente viável, por não agredir o meio ambiente com as aplicações de insumos químicos anualmente.

Após a aplicação ao solo, a rocha promove a liberação de nutrientes de forma gradual para o solo, possibilitando a manutenção da fertilidade e da produtividade por um período mais longo. (RIBEIRO et al., 2017)

Com o uso contínuo, os solos se tornam pobres e exauridos, no entanto o reflexo está no campo agrícola declinando a produtividade, com a redução da fertilidade do solo, implicando em manejos anuais de correção e adubação. A aplicação do basalto no solo, por ser uma rocha matriz de formação dos solos, tem a liberação lenta de seus nutrientes e, estes não lixiviam com as águas da chuva e de

irrigação, sendo assim, mantendo o solo em qualidades nutricionais por um período maior de tempo, disponibilizando nutrientes por vários ciclos de cultivo. (SILVEIRA, 2016).

2.4 Calcário

O calcário é um mineral que tem em geral a função de correção da acidez do solo. Este é obtido pela moagem de rocha calcária, que são do tipo sedimentar e contém minerais com quantidades acima de 30% de carbonatos de cálcio. O calcário é dividido entre dolomítico, calcítico e magnesiano, estes são classificados dessa maneira de acordo com o mineral predominante na mineralogia da rocha (SAMPAIO e ALMEIDA, 2005).

O calcário, além da correção de acidez do solo, estimula as atividades microbianas, atua na melhoria da fixação simbiótica de N pelas leguminosas e aumenta a disponibilidade da maioria dos nutrientes para a planta. A utilização correta do calcário destina uma maior preservação e uma possível elevação no teor de material orgânico do solo (ALVARES et. al., 1999).

Segundo ALVAREZ e RIBEIRO (1999), a calagem é uma prática que melhora progressivamente o ambiente radicular das plantas. Para SOUSA e LOBATO (2004), o crescimento das raízes das plantas é reduzido com a presença de excesso de Alumínio (Al), sendo afetado diretamente pela deficiência de cálcio. Um sistema radicular pouco desenvolvido limita a absorção de água e nutrientes, contudo a produtividade da cultura é diretamente afetada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre agosto de 2018 e julho de 2019, realizado a campo, na Chácara Dois Irmão Lote 12 Gleba São Martinho, situada na zona rural do município de Araguatins – TO, com as coordenadas geográficas 5° 39' 00" de latitude Sul, 48° 04' 25" de longitude Oeste e altitude de 126 m. O experimento foi instalado em região de ecótono, na transição entre o bioma Cerrado e Floresta Amazônica. Segundo Ferreira et al. (2008), o clima da região, de acordo com a

classificação de Köppen, é do tipo Aw (quente e úmido), possuindo em média, seis meses de chuva e seis meses de seca, com precipitação pluviométrica média anual de 1.500 mm.

Como histórico da área, foram feitos cultivos de milho (*Zea mays* L.), nos últimos 5 anos consecutivos com rotação apenas em um ciclo com a cultura do Abacaxi, no entanto, como o solo se apresentou de baixa fertilidade e com acidez ideal para correção (Tabela 1), demarcou-se esta área para implantação do experimento com milho sucedida por soja.

Tabela 1 – Relatório de Análise Química da Área Experimental

RELATÓRIO DE ANÁLISE QUÍMICA										
pH em H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O.
	mg/dm ³		cmolc/dm ³							%
5,5	6,16	54	1,2	0,4	0,8	1,82	1,74	3,55	48,92	0,72
Análise Física										
Areia	Argila	Silte								
%										
33,74	33,77	32,49								

Fonte: Próprio autor

3.1 Delineamento e Área Experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com dez tratamentos e três repetições, totalizando assim 30 parcelas experimentais. A dose de calcário aplicada foi baseada no resultado da análise química da terra da área experimental, tabela 1, e a recomendação de calagem foram por meio do método de saturação por base, resultando em uma necessidade de 1,8 ton.ha⁻¹ de calcário. Para o basalto foram utilizadas doses crescentes (0,0 kg.ha⁻¹ – testemunha absoluta, 500 kg.ha⁻¹, 1.500 kg.ha⁻¹, 2.000 kg.ha⁻¹, 2.500 kg.ha⁻¹ e 5.000 kg.ha⁻¹).

A área experimental totalizou 480 m², onde cada parcela constituiu 9 m² com dimensões de 3 m de comprimento e 3 m de largura, com área útil da parcela de 1 m² (1 m x 1 m), pois a avaliação foi somente nesta, as bordaduras foram desprezadas em 1 m em todas as parcelas.

O espaçamento adotado entre blocos de 1,5 m e entre parcelas de 1 m, além da bordadura para área experimental de 1 m, para ambos os lados. A demarcação das parcelas foi feita com barbantes de algodão e estacas de madeira de 0,8 m de altura. A identificação das parcelas, dos blocos e tratamentos, foi por meio de placas feitas de cano PVC 100 mm e nomeadas cada uma destas e também a partir da utilização do croqui da área experimental e área experimental (FIGURA 1).

Figura 1 – Croqui da área Experimental.

			TRATAMENTOS:									
B1	B2	B3										
3m	1m	1m										
T6	T6	T5	T1 - 0,0 kg de Calcário/ 0,0 kg Basalto + Adubação Recomendada									
T10	T9	T7	T2 - 500 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									
T3	T4	T10	T3 - 1.500 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									
T2	T3	T1	T4 - 2.000 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									
T7	T10	T9	T5 - 2.500 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									
T4	T5	T3	T6 - 5.000 kg Basalto . Ha ¹ (Dobro da dose máxima testada)									
T8	T8	T6	T7 - Necessidade de Calagem + 500 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									
T5	T7	T2	T8 - Necessidade de Calagem + 1.500 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									
T1	T1	T8	T9 - Necessidade de Calagem + 2.000 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									
T9	T2	T4	T10 - Necessidade de Calagem + 2.500 kg Basalto . ha ¹ + Adubação Recomendada									

Fonte: Próprio Autor.

3.2 Determinação granulométrica do pó de Basalto

A aquisição do pó de basalto foi feita na empresa mineradora Forte Brita Araguaia situada no Município de Araguatins – TO e feita uma amostragem desse pó e encaminhado ao Laboratório de Solos do IFTO-Campus Araguatins para que assim, pudesse avaliar os minerais que compõem esse resíduo de mineração (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultado da Análise Química do pó de Basalto.

RELATÓRIO DE ANÁLISE QUÍMICA BASALTO										
pH em	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O.
H ₂ O	mg/dm ³		cmol _c /dm ³							%
9,3	39,60	116	36,3	7,5	0,0	0,0	44,00	44,00	100,00	0,26

Fonte: Próprio Autor.

O basalto foi peneirado em peneira vibratória ABNT Nº 50, visando obter uma fração granulométrica < 0,30 mm. A granulometria é determinada como filler, sendo utilizado somente o material fino que passar por essa malha. Para o calcário é representado por 100% de reatividade o material em que estiver nessa proporção granulométrica. (ALVAREZ et al., 1999). O termo Filler é a matéria prima obtida através da moagem fina de calcário, basalto entre outros materiais carbonáticos.

3.3 Preparo do Solo

Como procedimentos prévios, foram feitos levantamentos históricos da área, como cultivos e tipos de manejos que eram realizados no local, e posteriormente a caracterização física e química.

Foi realizada uma aração que teve como objetivo descompactar o solo e eliminar as plantas daninhas presentes na área e uma gradagem, utilizando uma grade de 16 discos. Esse método tem como fundamento destorroar e nivelar o solo, após este procedimento foi feita a demarcação da área experimental.

Após a demarcação da área experimental, realizou-se uma amostragem do solo, feita a partir da escolha de um ponto aleatório dentro da área útil de cada parcela. Em cada ponto, coletou-se uma amostra simples na camada de 0 a 20 cm de profundidade por parcela, utilizando um trado do tipo holandês. As sub-amostras foram homogeneizadas com as outras sub-amostras dos tratamentos semelhantes dos três blocos (ex.: B1T1, B2T1, B3T1), sendo assim, uma amostra composta por tratamento constituída para análise.

A rochagem foi feita após a primeira amostragem de solo e 15 dias antes do plantio da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em que distribuiu-se as quantidades de cada tratamento por parcela: T1- 0,0kg.ha⁻¹ de Basalto + adubação de fundação; T2 – 500kg.ha⁻¹ de Basalto + adubação de fundação, T3 – 1.500 kg.ha⁻¹ de Basalto +

adubação de fundação, T4- 2000kg.ha⁻¹ de Basalto + adubação de fundação, T5 – 2.500kg.ha⁻¹ de Basalto + adubação de fundação, T6 – 5000 kg.ha⁻¹ de Basalto sem adubação de fundação, T7 – 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T2, T8 - 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T3, T9 - 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T4, T10 - 1.800 kg.ha⁻¹ de calcário + T5.

Tanto o basalto quanto o calcário foram armazenados em sacos plásticos pesados em balança semi-analítica de acordo com sua proporção por hectare e convertidos para o tamanho das parcelas, aplicados a lanço de forma que os mesmos ficassem uniformemente distribuídos sobre a superfície do solo (Figura 2-A, B e C).

Figura 2. Materiais utilizados para rochagem, distribuição e incorporação.



A



B



C

Fonte: Próprio Autor.

Como todo preparo de solo convencional, é necessária uma segunda gradagem, a incorporação dos resíduos de minério foi feita com o auxílio de um moto cultivador com enxadas rotativas, assim, trazendo a incorporação o mais próximo da realidade do campo e mais homogênea (Figura 3 – A e B).

Figura 3. Incorporação dos Remineralizadores ao Solo.



A



B

Fonte: Próprio Autor.

3.4 Adubação e Semadura da Soja

A cultivar de soja utilizada foi a Monsoy 8644 IPRO, a semeadura ocorreu no mês de Janeiro de 2019, período em que se iniciam as chuvas na região de Araguatins-TO, sendo assim, tendo o uso das chuvas e aproveitando o cultivo de verão e o regime de safrinha para a condução do experimento. A semeadura foi realizada em sulcos com 3 cm de profundidade, cada parcela apresentou 7 sulcos espaçados entre si com 0,45 m entre linhas, com 16 sementes por metro de sulco, após a germinação foi feito o desbaste e deixadas de 8 a 12 plantas por metro linear. As sementes da soja já estavam inoculadas com bactéria do gênero *Rhizobium*. O adubo utilizado na fundação, para o plantio foi o formulado 03 30 10, na dose de 400 kg.ha⁻¹ aplicando-se 20 g por metro linear de cada parcela (RIBEIRO et al., 2005)

O início do controle de plantas invasoras foi feito de acordo com o nível de infestação e, este foi feito com o uso do herbicida à base de Glifosato com dose de 3L.ha⁻¹, acordo com o fabricante e recomendação do Eng. Agrônomo da propriedade, sendo a primeira aplicação do herbicida aos 15 dias após o plantio (DAP), (Figura 4-A) e a segunda aos 35 DAP (Figura 4-B).

Figura 4. Pulverização de Glifosato aos 15 e 35 DAE.



A



B

Fonte: Próprio autor.

3.5 Variáveis Analisadas

Fez-se as coletas somente nas plantas das linhas centrais de cada parcela, descartando 1,0 m de cada lateral, obtendo a partir daí somente a área útil, a bordadura não foi mecanismo para avaliação. As variáveis analisadas foram:

- **Altura do dossel da planta (ADP):** foi avaliada aos 30 e 60 dias após o plantio. Com o auxílio de uma trena, medindo a distância entre o colo da planta (rente ao solo) e o ápice da planta. Foram mensuradas 30 plantas por parcela, em seguida foi feitas as médias de cada avaliação em função do número de plantas amostradas por tratamento (Figura 5 – A);
- **Diâmetro de caule (DC):** foi avaliada aos 30 e 60 dias após o plantio, assim como na altura do dossel da planta. Os dados foram obtidos com auxílio de paquímetro digital, medindo-se o diâmetro na altura da cicatriz do cotilédono de cada planta, sendo o resultado expresso em milímetros (Figura 5 – B);

- **Matéria fresca da parte aérea (MFPA):** para a avaliação da matéria fresca da parte aérea, coletou-se as plantas no estágio fenológico R8, no final do enchimento dos grãos, as plantas foram seccionadas na altura da superfície do solo e, em seguida pesadas em balança semi-analítica (Figura 5 – C);
- **Matéria seca da parte aérea (MSPA):** após a pesagem da matéria fresca, o material foi acondicionado em saco de papel perfurado, devidamente identificado e submetido à secagem em estufa com circulação de ar à 65°C em um período de 72 horas, depois aferimos o peso das amostras em balança analítica de precisão de 0,001 g (Figura 5 – D);

Figura 5. Variáveis Analisadas à Campo.



A



B



C



D

Fonte: Próprio autor.

3.6 Comportamento do pó de rocha no solo

Como parte do material e métodos, a avaliação do comportamento dos minérios aplicados no solo foi por meio de análises de solo no início e no final de cada cultivo. Esta variável serviria para quantificar o efeito residual dos minérios no solo e fazer uma busca por uma eventual disponibilização de nutrientes que não havia naquele solo antes da rochagem, aguardando resultado do laboratório.

3.7 Análise dos Dados

Os dados obtidos no experimento foram submetidos a testes de médias Scott Knott com significância de 5% de probabilidade. Na execução das análises utilizamos o programa estatístico SISVAR® versão 5.7.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise química do pó de basalto, Tabela 2, pode-se comprovar essa afirmativa quando se trata de composição mineral que contribua para a fertilidade dos solos.

Sendo assim, quando essa rocha passa pelo processo de moagem e transformada em um pó, esta, poderá contribuir de forma significativa com a elevação dos teores de alguns elementos presentes na solução do solo, visto que,

os teores fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) representados na Tabela 2 são altos.

As primeiras variáveis que foram analisadas, altura e diâmetro de plantas as 30 DAP. Verificou-se conforme as médias apresentadas na Tabela 3, que a aplicação do pó de rocha basáltica aplicado ao solo promoveu incrementos significativos em resposta ao crescimento em diâmetro das plantas de soja, aos 30 DAP. Destacam-se em relação ao diâmetro do caule da soja, os tratamentos T2, T4, T7, T8, T9 e T10, sendo significativos em relação aos demais tratamentos.

Tabela 3 - Altura e diâmetro das plantas de soja aos 30 dias após o plantio cultivadas com diferentes fontes de nutrientes no município de Araguatins-TO.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
T1 (testemunha + adubação)	22,02 a	2,90 b
T2 (500 kg.ha ⁻¹ + adubação)	25,63 a	3,45 a
T3 (1.500 kg.ha ⁻¹ + adubação)	23,95 a	3,00 b
T4 (2.000 kg.ha ⁻¹ + adubação)	26,29 a	3,62 a
T5 (2.500kg.ha ⁻¹ + adubação)	23,75 a	3,16 b
T6 (5.000 kg.ha ⁻¹ sem adubação)	17,94 a	2,53 b
T7 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T2 + adubação)	26,98 a	3,71 a
T8 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T3 + adubação)	28,94 a	4,05 a
T9 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T4 + adubação)	28,33 a	3,90 a
T10 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T5 + adubação).	25,80 a	3,40 a
C.V. (%)	13,20	11,35

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Entretanto, não houve diferenças significativas em relação à altura das plantas neste mesmo período. Acredita-se que, por esta avaliação ter ocorrido aos 30 DAP, estas plantas ainda estariam recebendo complementação nutricional por meio do cotilédone da semente, pois nesse período estavam em pleno processo metabólico, com isso interferindo no resultado desta avaliação.

Para Borges, et al. 2016, o uso de pó de basalto teve um resultado significativo em relação ao desenvolvimento em leguminosas como também a soja e o feijoeiro e, disponibilização de cálcio no solo.

Observa-se que, no tratamento T6 mesmo não diferindo estatisticamente dos demais, apenas com o uso do basalto obteve menores médias em relação à altura. Assim sendo, os resultados sugerem que a disponibilidade de nutrientes é paulatina no pó de rocha, isto é, ocorre de forma gradual, podendo assim o basalto

ser utilizado de maneira complementar com adubação mineral e/ou calcário no primeiro cultivo.

Em áreas onde os solos foram manejados com aplicação de pós de rochas basálticas, a um ano da incorporação desse minério, os valores de V% continuaram significantes com médias altas em relação à V% quando iniciado o trabalho. Desse modo, pôde-se observar que a curto, médio e longo prazo os nutrientes são disponibilizados de forma gradativa e eficaz para as plantas (SILVEIRA, 2016).

Aos 60 DAP da soja, verificam-se diferenças significativas entre os tratamentos tanto para altura quanto para o crescimento em diâmetro (Tabela 4). Em relação ao desenvolvimento da altura de plantas, pôde-se notar que as plantas eram independentes no campo, não tinham mais os cotilédones como fonte de nutrição mas, dependiam inteiramente das raízes, com isso mostrando os benefícios da rochagem no solo. Desta forma, destacam-se de forma significativa para altura os tratamentos T8, T9, T7, T10 e T4 em relação aos demais tratamentos respectivamente.

Tabela 4 - Altura e diâmetro das plantas de soja aos 60 DAP cultivadas com diferentes fontes de nutrientes no município de Araguatins-TO

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
T1 (testemunha + adubação)	40,04 b	3,67 b
T2 (500 kg.ha ⁻¹ + adubação)	49,41 b	4,73 a
T3 (1.500 kg.ha ⁻¹ + adubação)	44,53 b	3,90 b
T4 (2.000 kg.ha ⁻¹ + adubação)	51,08 a	4,73 a
T5 (2.500kg.ha ⁻¹ + adubação)	45,48 b	3,75 b
T6 (5.000 kg.ha ⁻¹ sem adubação)	35,19 b	3,41 b
T7 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T2 + adubação)	55,38 a	4,96 a
T8 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T3 + adubação)	58,48 a	5,40 a
T9 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T4 + adubação)	56,38 a	5,06 a
T10 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T5 + adubação).	52,13 a	4,80 a
C.V. (%)	13,67	13,32

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Chesworth et al. (1983) afirmam que os pós de rocha podem ser disponibilizados de forma rápida, assim, os macronutrientes que são requeridos pelas plantas são disponibilizados a medida que as partículas de rocha basáltica são

adsorvidas na solução do solo. Nesse sentido, é notável que a medida que as plantas foram se desenvolvendo, necessitando de nutrientes para sua manutenção, estes foram disponibilizados de forma gradativa.

Já no que tange ao diâmetro destacaram-se os tratamentos T8, T9, T7, T10, T4 e T2, evidenciando que em fases mais avançadas, a planta respondeu em crescimento e em diâmetro, o que pode, provavelmente ter coincidido com a maior disponibilidade de nutrientes por contribuição do basalto, pois a adição de basalto no solo mais adubação, ou mesmo somando-se basalto mais calcário e adubação mineral promoveram ganhos expressivos nas plantas de soja.

Nos tratamentos sem adição de basalto como a testemunha, limitou o desenvolvimento das plantas tanto para a variável altura e também em diâmetro. Observa-se em T2, mesmo com a menor dose de basalto houve um incremento no desenvolvimento do caule comparada à testemunha. Em T4, obteve melhores resultados comparado aos tratamentos somente com adição de basalto e adubação, podendo-se dizer que essa dose teve melhor desempenho quando se utilizou o pó da rocha juntamente com adubação, e sendo estatisticamente igual aos demais tratamentos T7, T8, T9 e T10, estes, estão associados, principalmente à calagem. Isso indica que o pó de rocha deve ser utilizado em adições ao calcário e adubações. É importante mais tempo para se observar o comportamento em longo prazo.

De acordo com os dados obtidos no cultivo da soja, e apesar de se verificar tendências no incremento de matéria fresca e seca, os valores não diferem estatisticamente entre si (tabela 5). Desta forma, os dados apontam não ter ocorrido ganhos significativos em detrimento da aplicação individualizada ou de forma conjunta com o calcário ou fontes minerais solúveis.

Tabela 5 - Matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de soja cultivadas com diferentes fontes de nutrientes, no município de Araguatins-TO.

Tratamentos	MFPA (g)	MSPA (g)
T1 (testemunha + adubação)	241,75 a	79,32 a
T2 (500 kg.ha ⁻¹ + adubação)	426,78 a	134,53 a
T3 (1.500 kg.ha ⁻¹ + adubação)	267,40 a	86,65 a
T4 (2.000 kg.ha ⁻¹ + adubação)	510,70 a	166,37 a
T5 (2.500kg.ha ⁻¹ + adubação)	338,41 a	107,32 a
T6 (5.000 kg.ha ⁻¹ sem adubação)	201,86 a	66,65 a
T7 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T2 + adubação)	529,60 a	167,14 a
T8 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T3 + adubação)	591,70 a	184,18 a
T9 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T4 + adubação)	593,54 a	200,47 a
T10 (1.800 kg.ha ⁻¹ de calcário + T5 + adubação).	416,75 a	133,62 a
C.V. (%)	48,58	48,93

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Já Beneduzzi et al. (2011) verificaram que o peso de massa fresca em leguminosas nos tratamentos que tinham dosagens de 5.000 kg.ha⁻¹ de basalto + solo e 2.500 kg.ha⁻¹ de basalto + solo produziram maior massa verde com relação aos tratamentos somente com solo, para matéria seca, obteve melhores resultados nos tratamentos em doses com 5.000 kg.ha⁻¹ de basalto + solo.

Os dados obtidos permitiram afirmar que a rochagem resulta em um significativo aumento das substâncias físico-químicas responsáveis pela fertilidade dos solos, com base nas literaturas, além do basalto apresentar um importante efeito residual (SILVEIRA, 2016).

Para o pleno desenvolvimento das plantas, além do uso dos pós de basalto, é necessário fazer o uso da calagem para que possa potencializar seus efeitos benéficos para assim elevar fertilidade da área a ser preparada para plantio.

O uso de calcário é bastante importante para o controle do pH, sendo que o uso único da rochagem, mesmo que esta tenha poder de correção do solo, é necessário altas doses, (SILVEIRA et al., 2016). Quando se utilizou rochagem com calagem do primeiro ao quarto trimestre de avaliação obteve resultados satisfatórios quando se trata do pH, que no início seu valor representativo era de 5% e no quarto trimestre após a incorporação este foi elevado para 6,5%, diferente dos tratamentos que se utilizou só a rochagem e só calcário, SILVEIRA et al. (2016).

5 CONCLUSÃO

O pó de rocha pode ser utilizado de forma complementar com outras fontes de nutrientes ou mesmo com adição de calcário nas condições edafoclimáticas avaliadas. Verificam-se incrementos ou ganhos nas plantas de soja quando se aplicou o pó de rocha, seja de forma isolada ou combinada com outras fontes de nutrientes.

É importante destacar que, na nutrição mineral de plantas, não pode ser levada em consideração apenas por quantidades de nutrientes no solo de forma isolada, e sim o equilíbrio e as relações balanceadas entre os nutrientes disponíveis a planta. Portanto, entre as combinações mais promissoras avaliadas neste estudo, destacam-se os tratamentos T2, T4, T7, T8, T9 e T10 de modo geral, considerando-se as variáveis altura e diâmetro das plantas de soja.

Recomenda-se a continuação deste trabalho por pelo menos mais um ano, para analisar o efeito residual que estes minerais que foram lançados deixaram no solo. Observar a disponibilidade dos nutrientes e analisar doses crescentes nas mesmas parcelas onde foram incorporados os minerais na forma de rochagem basáltica. Avaliar sua contribuição ao longo do tempo no solo, promovendo efeito residual dos nutrientes.

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, B. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, C. B. M. et al. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, Santa Maria v.45, n.5, p.884-891, 2015.
- AMPARO, A. Farinha de rocha e biomassa. **Revista Agroecologia Hoje**, Botucatu, n. 20, p. 10-12, 2003.
- BAMBERG A. L., et. al. **Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Grafica e Editora, p458, 2017.
- BARROS, J. F. C., CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora – Évora, Portugal. V1, p.1-52, 2014.
- CHESWORTH W. V. S., SEMOKA, J.M.R. 1989. **Agrogeology in East Africa: the Tanzania–Canada project**. Journal of African Earth Sciences, 9:357-362.
- COSTA, J. A., MANICA, I. **Cultura da soja**. Porto Alegre, RS. UFRGS, p. 233, 1996.
- ERNANI, P.R., STECKLING, C., BAYER C.. Características químicas de solo e rendimento de massa seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 25:939-946. 2001
- GOMES, R. P. **A soja**. São Paulo, SP. Nobel, 149p. 1991.
- LEONARDOS, O.H., FYFE, W.S., KRONBERG, B.I. 1976. Rochagem: O método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: **Anais 29 Congresso Brasileiro de Geologia**. Belo Horizonte, p. 137-145.
- MELAMED, R.; GASPAR, J. C.; MIEKELEY, N. **Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. (Série estudos em documentos, 72). Disponível em:

<http://www.cetem.gov.br/series_sed.htm>. Acesso em: 10 de Maio. 2018.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres, Potafos, v.1, p.1-139, 1991.

RIBEIRO, A. C, GUIMARÃES, P. T.G., ALVAREZ, V. H., **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação –Viçosa**, MG, 359 p. 1999.

RIBEIRO, G. M., ALMEIDA, J. A. DE, LEMOS, L. S., SCHMITT, C., PEREIRA, G. E. **Solubilização de fonolito, basalto e olivina Melilitito em ácido cítrico e ácido acético**. Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. pp 39 – 44. 2017

ROLIM, R. R., PINTO, A. A., CAMARA, F. T. da, MOTA, A. M. D, SILVA, C. S. da. Produtividade e rentabilidade do milho em função do manejo da adubação na região do Cariri-CE. **Revista Científica Rural**, Bagé, RS, p. 204 – 221, 2018.

SANTOS H. G. DOS ; ZARONI, M. J. **Saturação por base**. Acessado em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_21_2212200611544.html> Embrapa, data de acesso: 12 de Dez. 2019.

SILVEIRA, C. A. P., FERREIRA, L. H. G., PILLON, C. N. GIACOMINI, S. J. E SANTOS, L. C. Efeito da combinacao de calcario de xisto e calcario dolomitico sobre a produtividade de graos de dois sistemas de rotacao de culturas. **Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem. Brasilia**. Embrapa. Brasilia/ DF. pp 215 – 219. 2010

SILVEIRA, R. T. G. **Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizante natural de solos tropicais lixiviados**. Tese de Doutorado em Geociência, UnB. Brasília – DF. 98 p. 2016.

SOUSA, D. M. G. de, LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v. 2, p. 416, 2004.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. **The use of rocks to improve familyagriculture in Brazil.** *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 721-730, 2006.

THEODORO, S. de C. H. **A fertilização de terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural.** Brasília, 2000.