INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA

CAMPUS PLANALTINA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE ROCHAS SILICÁTICAS COMO FONTE DE POTÁSSIO

KATIELE FRANCISCA DE JESUS

RB 19908
TCC
AGR
Ex.1
052488

Planaltina – DF

2015

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA

CAMPUS PLANALTINA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

KATIELE FRANCISCA DE JESUS

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE ROCHAS SILICÁTICAS COMO FONTE DE POTÁSSIO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília - IFB, como parte das exigências para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia.

ORIENTADORA: Prof.ª Dr.ª MARIA INÊS LOPES DE OLIVEIRA

CO-ORIENTADORA: Prof.ª Dr.ª NAYRA N. BOMFIM FERNANDES

34f.

Planaltina – DF

2015

DEDICÁTORIA

Dedico em especial ao meu digníssimo pai Valdivino Alves de Jesus e a minha magnífica mãe Aderli Francisca de Jesus.

As minhas amadas irmãs Catiene Francisca de Jesus e Natiele Katiuscia Francisca de Jesus.

Aos meus primos Adilson Francisco Pereira de Castro, Tauane Ketely Vieira de Castro e Ruann Mendes de Castro os quais considero como irmãos e tenho um amor imenso.

À minha amada tia/dinda Adeni Francisca de Castro Silva.

À minha avó Clarinda Ordones de Castro da qual tenho orgulho e me serve como inspiração.

À memória do meu eterno e amado tio Adilson Francisco de Castro e da minha avó paterna Anastácia Alves de Jesus que partiram, porém continuam sendo exemplos que tenho para seguir.

E por fim a todos os membros das famílias Francisco(a) de Castro e a Alves de Jesus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dá diariamente forças para lutar pelos meus objetivos, pelo dom da vida e por abençoar mais um de meus sonhos.

Aos meus pais que me acompanharam durante todo esse trajeto, me incentivando e me dando forças, estiveram ao meu lado em todos os momentos, acordando todos os dias comigo às 04:00 da manhã para que esse sonho fosse alcançado, me ensinando que as dificuldades existem pra nos mostrar o quanto podemos ser fortes e assim lutar por nossos sonhos, e nunca desistir, me educaram e me ensinaram a ser o que sou hoje, tudo que tenho e que sou é devido a tanto amor e dedicação.

As minhas queridas amigas Tatiane de Sousa Matias e Sandy Flora Barbosa de Oliveira que me acompanharam durante todo o curso e que se tornaram parte da família.

À minha orientadora Maria Inês Lopes de Oliveira e minha co-orientadora Nayra N. Bomfim Fernandes pelo apoio e por todas as orientações que foi de grande importância para a construção deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, ciência e Tecnologia de Brasília - *Campus* Planaltina.

À empresa Terrativa Mineradora S/A, por fornecer material para ser estudado.

À Embrapa Cerrados, por disponibilizar espaço para o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas da Embrapa, do Centro de Estudos em Pedologia – CPAC, em especial o Josiel Pereira de Almeida, que ajudaram na montagem e avaliações do experimento.

A todos os professores do curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

Obrigada.

Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.

Steve Jobs.

RESUMO

A rochagem é uma técnica que utiliza rochas moídas, sendo fonte alternativa de potássio (K), o qual está relacionado a quase todas as funções fisiológicas das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial agronômico de rochas silicáticas como fonte de K, em casa de vegetação. Foram utilizadas as dosagens de 0, 40, 80, 120 e 240 kg de K_2O ha^{-1}, em Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), com três repetições. O milho (Zea mays), variedade Sol da manhã BRS 4157 foi utilizado como planta teste. Após 45 dias do plantio foi mensurada a altura, coletada a parte aérea e a raiz para quantificação da massa seca. A avaliação da eficiência agronômica foi em função da produtividade de massa seca de tecido vegetal do milho, em um sistema sem equilíbrio de nutrientes (mineral-solução-solo-planta). Com isso obteve-se que das rochas testadas, a TA 15-Sienito Ceraíma-BA teve uma melhor eficiência nestas condições que a TA 18-Ugandito Acreúna-GO, quando comparadas com a Biotita Xisto (BX). As rochas obtiveram valor superior a rocha utilizada como referência, na dose agronômica de 240 kg de K_2O ha^{-1}, apresentaram uma curva de eficiência agronômica linear, indicando que a eficiência agronômica máxima nesse experimento foi de 240 kg de K_2O ha^{-1}. Esses resultados demonstram a necessidade de outros trabalhos, aumentando a dosagem até obter a curva agronômica e assim permitir uma melhor avaliação da eficiência agronômica máxima destas rochas.

PALAVRAS-CHAVE: rochagem; fontes naturais de potássio; pó-de-rocha.

ABSTRACT

The stonemeal is a technique that uses crushed rocks, and alternative source of potassium (K), which is related to almost all the physiological functions of plants. The objective of this study was to evaluate the agronomic potential of silicate rocks as a source of K in the greenhouse. The dosages used were 0, 40, 80, 120 and 240 kg K_2O ha^{-1}, Oxisol (LVA) with three replications. Corn (Zea mays), variety Sol breakfast BRS 4157 was used as test plant. After 45 days after planting was measured height, collected the shoot and root which were dried in an oven. The evaluation of agronomic efficiency was due to the production of dry mass of corn vegetable tissue, in a system without balance of nutrients (mineral-solution-soil-plant). Thus it was obtained that the tested rocks, the TA-15 Syenite Ceraima-BA had better efficiency in these conditions that the TA-18 Ugandito Acreúna-GO, compared with biotite schist (BX). Rocks obtained higher than the rock used as reference in agronomic dose of 240 kg ha-^{1} of K_2O, showed a linear agronomic efficiency curve, indicating that the maximum yield in this experiment was 240 kg K_2O ha-^{1}. These results demonstrate the need for further work by increasing the dosage until the agronomic curve and thus allow a better assessment of the maximum agronomic efficiency of these rocks.

KEY-WORDS: stonemeal; natural sources of potassium; powder-rock.

ABSTRACT

The stonemeal is a technique that uses crushed rocks, and alternative source of potassium (K), which is related to almost all the physiological functions of plants. The objective of this study was to evaluate the agronomic potential of silicate rocks as a source of K in the greenhouse. The dosages used were 0, 40, 80, 120 and 240 kg K_2O ha^{-1}, Oxisol (LVA) with three replications. Corn (Zea mays), variety Sol breakfast BRS 4157 was used as test plant. After 45 days after planting was measured height, collected the shoot and root which were dried in an oven. The evaluation of agronomic efficiency was due to the production of dry mass of corn vegetable tissue, in a system without balance of nutrients (mineral-solution-soil-plant). Thus it was obtained that the tested rocks, the TA-15 Syenite Ceraima-BA had better efficiency in these conditions that the TA-18 Ugandito Acreúna-GO, compared with biotite schist (BX). Rocks obtained higher than the rock used as reference in agronomic dose of 240 kg ha-^{1} of K_2O, showed a linear agronomic efficiency curve, indicating that the maximum yield in this experiment was 240 kg K_2O ha-^{1}. These results demonstrate the need for further work by increasing the dosage until the agronomic curve and thus allow a better assessment of the maximum agronomic efficiency of these rocks.

KEY-WORDS: stonemeal; natural sources of potassium; powder-rock.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema do experimento de avaliação de eficiência agronômica das rochas estudadas da Terrativa, sem a aplicação de outras fontes de nutrientes ou condicionadores de solo.

Figura 2. Planta do milho, A - parte aérea, B - raiz.

Figura 3. Comparação das médias de produção de massa seca do milho da parte aérea e da raiz pela aplicação de rochas silicáticas na dose 240 kg de K_2O ha^{-1}.

Figura 4. Comparação das médias de altura da planta de milho aos 45 dias cultivado pela aplicação de rochas silicáticas na dose 240 kg de K_2O ha^{-1}.

Figura 5. Experimento de eficiência agronômica da Sienito Ceraíma-BA e Ugandito Acreúna-GO. Curvas de produção de massa seca do milho da parte aérea e da raiz pela aplicação de rochas silicáticas nas doses 0, 40, 80, 120, 240 kg de K_2O ha^{-1}.

Figura 6. Experimento de eficiência agronômica BX (Biotita Xisto). Curvas de produção de massa seca do milho da parte aérea e da raiz pela aplicação de rochas silicáticas nas doses 0, 40, 80, 120, 240 kg de K_2O ha^{-1}.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento.

Tabela 2. Estimativas da composição mineralógica da amostra de biotita-xisto (BX).

Tabela 3. Elementos maiores presentes no biotita-xisto (BX). Análises realizadas pelo Laboratório ACME.

Tabela 4. Composição química das rochas TA 15–Sienito Ceraíma-BA e TA 18– Ugandito Acreúna-GO.

Tabela 5. Coeficientes dos modelos polinomiais para a variável massa seca da parte aérea de milho (variedade Sol da Manhã, BRS 4157) para as fontes de K_2O individualizadas.

Tabela 6. Quadro da análise da variação da produção de massa seca da parte aérea de plantas de milho (variedade Sol Manhã, BRS 4157) submetidas a fontes e doses de K_2O – TA 15.

Tabela 7. Médias da massa seca da parte aérea (g/vaso) de plantas se milho em função do fator fontes de K_2O – TA 15.

Tabela 8. Quadro da análise da variação da produção de massa seca da parte aérea de plantas de milho submetidas a fontes e doses de K_2O – TA 18.

Tabela 9. Médias da massa seca da parte aérea (g/vaso) de plantas se milho em função do fator fontes de K_2O – TA 18.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12
2. REVISÃO DE LITERATURA 13
2.1. Potássio 13
2.2. Rochagem 14
2.3. Milho 17
3. OBJETIVOS 18
3.1. Objetivo geral: 18
3.2. Objetivo específico: 18
4. MATERIAL E MÉTODOS 19
4.1. Descrição do experimento 19
4.2. Descrição das rochas: 20
4.3. Métodos para avaliações 21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
6. CONCLUSÕES 28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 29

1. INTRODUÇÃO

O potássio (K) é indispensável à boa produção, resistência e sanidade vegetal, tendo altos níveis de exportação em vegetais, principalmente fruteiras. Por isso a adubação potássica é essencial para obtenção de altas produtividades. Dentre os modos de adubação potássica, a rochagem é uma técnica que possui capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos sem afetar o equilíbrio do ambiente, pois utiliza pó-de-rocha silicáticas como fonte de potássio (LAPIDO-LOUREIRO & NASCIMENTO, 2009 Apud PÁDUA, 2012, p.18).

A utilização da rochagem na agricultura orgânica, é bastante promissora devido aos solos de produção neste sistema, apresentarem menores teores de potássio que a encontrada na maioria dos solos em sistemas convencionais (COELHO & VERLENGIA, 1973, p.35).

Segundo Oliveira (2014, p.2), em virtude da pequena produção, comparada à grande demanda interna pelo produto, o Brasil situa-se no contexto mundial como grande importador do fertilizante potássio, tendo importado em 2013 US$ 3,32 bilhões, correspondente a 4,9 Mt (Milhões de toneladas) de K_2O. Os principais fornecedores em 2013 foram o Canadá (31,59%), a Alemanha (16,46%), a Rússia (15,63%), a Bielorrússia (14,86%) e Israel (9,43%), os quais, juntos, forneceram cerca de 4,3 Mt de K_2O equivalente, correspondendo a um valor de importação da ordem US$ 2,91 bilhões.

Diante do exposto, nota-se uma dependência da importação de grande parte dos fertilizantes consumidos no país, isso constitui um ponto fraco na agricultura, diminuindo a produtividade e competitividade nacional (BARBOZA, 2011, P. 356). Assim uso de rochas na produção de alimentos, em solos tropicais pode contribuir com a soberania alimentar no Brasil, além de assegurar a produção de alimentos sadios sem o uso de fertilizantes químicos (THEODORO et al, 2013, p.22).

Desta forma é de grande importância demonstrar a viabilidade da utilização de rochas silicáticas como fonte alternativa e ecológica de potássio. Estas rochas proporcionam ao solo o fornecimento lento de nutrientes para a nutrição mineral das plantas cultivadas, melhorando as condições químicas dos solos, e consequentemente o aumento da produção.

Portanto, este trabalho avaliou a eficiência agronômica de rochas silicáticas como fonte de potássio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Potássio

O potássio (K) é ativador de meia centena de enzimas implicadas na fotossíntese, respiração, síntese de proteínas (MALVOLTA & ROMERO, 1975, p.76). Está relacionado a quase todas as funções fisiológicas que ocorrem dentro da planta (COELHO & VERLENGIA, 1973, p.42). É tido como um dos elementos que mais aumentam a resistência das plantas contra doenças, por aumentar a respiração e, com isso, a absorção de outros nutrientes, além de contribuir para o aumento da viscosidade do plasma celular (PRIMAVESI, 2002, p.321).

A maior parte do K no solo (98%) encontra-se na estrutura dos minerais primários e secundários (K estrutural), e só uma pequena fração encontra-se em formas mais prontamente disponível as plantas, seja ligado ás cargas elétricas negativas (K trocável) seja na solução do solo (K solução) (SPARKS, 2000 Apud NOVAIS et al, p.553, 2007).

Segundo Novais et al, (p. 553-556, 2007), os tipos de potássio no solo são potássio total (somatório de todas as formas de K), potássio estrutural (forma onde se encontra a maior quantidade do K), potássio trocável (forma trocável envolve a fração do K que se encontra ligada às cargas negativas nas superfícies das frações orgânicas e inorgânicas) , potássio não-trocável (o teor extraído do solo por uma solução de ácido nítrico fervente, subtraída daquela extraída pelo acetato de amônio que é o K-trocável), potássio fixado (aquele que se encontra neutralizando as cargas negativas no interior das entre camadas de alguns minerais do tipo 2:1), potássio precipitado (compostos sólidos resultante da combinação de duas ou mais entidades químicas), potássio na matéria orgânica (teor é extremamente pequeno, pois se restringe ao K na fração orgânica viva) e potássio na solução do solo (constituído pela água mais elementos minerais e compostos orgânicos nela dissolvidos).

O K desempenha muitas funções importantes na nutrição de animais e plantas, por isso é indispensável para ambos. As plantas o absorvem rapidamente na forma de íon K^+ e este move-se prontamente dos tecidos mais velhos para os mais novos, razão pelo qual os sintomas de sua deficiência aparecem primeiro nas folhas mais velhas (NOGUEIRA et al, 2001, p.5).

Ao contrário do nitrogênio (N), fósforo (P) e outros nutrientes essenciais, o K não participa da estrutura molecular da planta, porém é um elemento que está presente na fase dissociável da fração protética da enzima, e é necessário à atividade da mesma, assim é

essencial para o desenvolvimento da planta (NOGUEIRA et al, 2001, p.5). Sendo um elemento essencial, o K não pode ser substituído por outro nutriente, à falta do mesmo impede o desenvolvimento completo do ciclo vegetativo (FERNANDES, 2006, p.2).

A grande extração de K pela maioria das culturas, associado ao alto potencial de perdas por lixiviação desse nutriente, faz com que o manejo da adubação potássica seja de grande importância para os solos do Cerrado, uma vez que a reserva de potássio nesses solos, de modo geral, não é suficiente para suprir as quantidades extraídas (SANTOS et al 2008, p.1).

Associado a este fato, os solos do território brasileiro são, na sua maior parte, ácidos e pobres em nutrientes, inclusive de potássio, por isso para superar a carência de potássio e torná-los produtivos, são utilizadas quantidades elevadas de fertilizantes, o que englobam cerca de 40% dos custos variáveis de produção (MARTINS et al, 2008).

Os teores insuficientes de K disponível na maioria dos solos brasileiros contrastam com as elevadas exigências desse nutriente pelas plantas, o que tem proporcionado grande aumento do consumo de adubos potássicos para atender ao crescimento da agricultura brasileira nesses últimos anos (NACHTIGALL &RAIJ, 2005 apud RIBEIRO, 2007, p.10).

Nas condições tropicais, as grandes perdas de K no solo são atribuídas à lixiviação e ao escoamento superficial das águas. Os Latossolos e Argissolos são dois grupos de solos predominantes nos trópicos, os quais têm baixa Capacidade de Troca de Cátions (CTC), havendo, assim, pouca chance de retenção de K^+ para o processo CTC (NOGUEIRA et al, 2001, p.14).

Aliada a necessidade de reposição de K para os sistemas agrícolas, cresce a demanda por fontes alternativas de potássio e que também possam ser utilizadas no sistema orgânico de produção e que forneçam teores adequados de potássio aos cultivos (RAMALHO & PIRES, p.1, 2010). Uma das alternativas é a utilização de pó-de-rocha rica em potássio, que é uma técnica conhecida como rochagem.

2.2. Rochagem

As rochas silicáticas normalmente contêm nutrientes para plantas em quantidades e disponibilidades que pode ser influenciado pelas características químicas, físicas,

mineralógicas e da granulometria desse material (SILVA et al., 2012, p.74). Por essa razão, essas rochas têm sido objeto de estudos visando avaliar seus potenciais como fontes alternativas para o suprimento nutricional às plantas (RIBEIRO et al, 2010, p.892).

A tecnologia da rochagem foi primeiramente sugerida no Brasil na década de 1950 por Josué Guimarães e Vlademir Ilchenko no estado de Minas Gerais, posteriormente, o professor Othon Leonardos, da Universidade de Brasília, fez diversas pesquisas relacionadas ao tema e, é considerado como o grande precursor da tecnologia no Brasil. Na década de 1990, outros grupos iniciaram novas pesquisas com enfoques específicos (MARTINS & THEODORO, 2010).

As rochas moídas têm sido utilizadas na agricultura, principalmente os calcários e os fosfatos naturais. O estudo do pó-de-rocha como fontes de K é relativamente recente e busca a redução da dependência externa pelos fertilizantes potássicos, onde a exportação desse nutriente é alta, cerca de 90%, e no sistema orgânico, o manejo desse nutriente é ainda mais limitante (BORGES et al 2009).

Em solos pobres em nutrientes, deve-se pensar na produção a longo prazo de biomassa, com a aplicação de adubos organominerais e/ou pó-de-rocha, à cultura comercial e/ou aos adubos verdes na própria lavoura para elevar o teor de matéria orgânica no solo (MIYASAKA et al, 2008, p.90).

A rochagem vem sendo postulada como uma forma eficiente de fornecer nutrientes para as plantas, além de corrigir deficiências por meio de remineralização do solo (GRECCO et al, 2013, p.10; MESSIAS et al, 2013 p. 12). Segundo Silva (2012, p.23) e Lapido-loureiro & Figueiredo Neto (2008, p.161) a rochagem pode contribuir para a redução no consumo de fertilizantes industriais.

O uso de pó de rocha na agricultura se configura como uma possibilidade viável em termos econômicos e ecológicos. Seus custos são minimizados, pois o único beneficiamento da rocha para se utilizar nesse tipo de prática é sua moagem a uma granulometria fina (MELAMED et al., 2009 apud ALMEIDA, 2014, p.10).

Outra vantagem da utilização do pó-de-rocha é o fato da rocha ser menos solúvel, levando um período maior para liberar seus nutrientes, resultando em menores perdas e melhor uso para a cultura subsequente. Por consequência desse processo, promove a melhoria da fertilidade do solo, pois há uma menor perda de nutrientes pelo processo de lixiviação, (MELAMED et al., 2009 apud ALMEIDA, 2014, p.10). Pressupõe-se, ainda, que a dissolução

mais lenta dos nutrientes assegura níveis de produtividade e de fertilidade dos solos por períodos mais longos (ASSIS et al, 2013, p.45).

Também é um processo alternativo ou complementar de fertilização, mais indicado para as pequenas propriedades, especialmente na agricultura familiar, que consiste na adição de pó-de-rocha ('petrofertilizante') para aumentar a fertilidade dos solos, sem afetar o equilíbrio do meio ambiente (SILVA, 2012, p.152). Assim, pode ser considerada como uma prática importante para uma agricultura sustentável.

A integração de forma sistêmica e proativa das instituições de pesquisa, desenvolvimento, universidades, órgãos governamentais e privados, envolvendo pesquisadores, professores e técnicos, podem contribuir, para uma nova fundamentação técnica que viabilize a regulamentação da rochagem em prol da agricultura brasileira (ANDRÉA, 2003 apud SILVA, 2012, p.23).

A Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e a Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999, foram os primeiros regulamentos brasileiros relativos à agricultura orgânica e relacionam entre os insumos permitidos o pó-de-rocha (LAPIDO-LOUREIRO & FIGUEIREDO NETO, 2008, p.161).

A Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2015).

O decreto nº 8.384, de 29 de dezembro de 2014 Altera o Anexo ao Decreto no 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2015).

Entretanto, a técnica da rochagem ainda não é empregada devido a fatores como: a falta de políticas públicas de incentivo à utilização de formas alternativas na adubação, desinformação dos agricultores, pesquisa científica ainda incipiente, falta de crédito para aquisição e transporte e, principalmente, regulamentação para o comércio de rochas silicáticas para a agricultura (ASSIS et al, 2013, p.45). O critério de eficiência das avaliações em diferentes sistemas experimentais pode ser validado por rochas que apresentam estudos agronômicos comprovadamente eficientes. Este é o caso do Biotita Xisto (BX), da Pedreira Araguaia.

2.3. Milho

O milho é um vegetal que pertence ao gênero Zea e à espécie *Zea mays* L, é uma das principais culturas de cereais do mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor, atualmente, a área semeada com milho no mundo está estimada em mais de 175 milhões de hectares (SEAB, 2013, p.2). O milho é uma cultura de grande importância econômica para o País, a maior parte do milho é destinada ao uso animal, porém, o cereal também é utilizado para produção do combustível etanol. A maior parte é utilizada para a alimentação animal cerca de 70 a 90 % (CRUZ et al., 2011, p.1).

Na cultura do milho, o potássio é o segundo nutriente mais absorvido e o nitrogênio se destaca sendo o primeiro. A absorção do potássio pela planta ocorre de forma rápida logo no início do seu desenvolvimento nos 30 a 40 dias atinge sua máxima absorção (COELHO et al., 2010). O sistema radicular do milho apresenta dois tipos de raízes: primárias e adventícias. O caule é cilíndrico, tipo colmo com nós e entrenós mais curtos na base. As folhas são do tipo lanceolado, possuem limbo e bainha e são alternadas (CENTEC, 2004, p.10).

A variedade Sol da manhã BRS 4157, foi selecionada, visando uma alternativa importante para a agricultura familiar, por atender à política global de desenvolvimento sustentável, suas características são de ciclo de 130 dias, altura de planta 2,20 metros, altura de inserção de espiga 1,20 metros (EMBRAPA, 1999, p.1).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral:

- ✓ Avaliar o potencial de rochas silicáticas, como fontes alternativas de potássio, em doses crescentes no desenvolvimento inicial da cultura do milho (*Zea mays)*, variedade Sol da Manhã BRS 4157.

3.2. Objetivo específico:

- ✓ Avaliar o desenvolvimento inicial da planta de milho (altura, massa seca da parte aérea e das raízes);
- ✓ Obter o ponto máximo de eficiência das rochas.

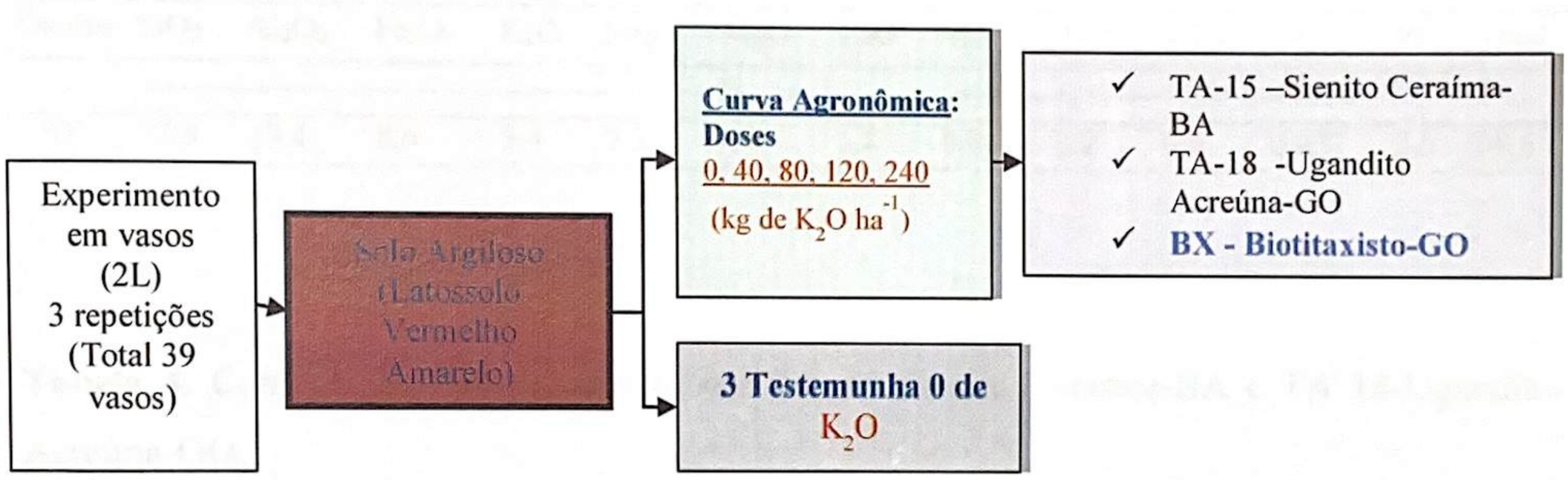
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição do experimento

O estudo foi conduzido em casa de vegetação nas imediações da Embrapa Cerrados, em Planaltina - DF. As rochas selecionadas para o experimento foram: Sienito Ceraíma (TA-15) e Ugandito Acreúna (TA -18), provenientes da Empresa Terrativa Mineradora. Para comparação, utilizou-se como referência a rocha Biotita Xisto (BX). Os tratamentos incluíram as dosagens de 0, 40, 80, 120 e 240 kg de K_2O ha^{-1}, em Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), com três repetições (**Figura 1**).

O experimento foi em um sistema sem adição de nutrientes para manter o equilíbrio nutricional (mineral-solução-solo-planta), sendo a rocha moída a única fonte de nutriente.

A planta teste foi a cultura do milho (*Zea mays)*, variedade Sol da manhã BRS 4157.



Total = 4 Doses X 3 Tratamentos X 3 Repetições + 3 testemunhas = 39 Vasos

Figura 1. Esquema do experimento de avaliação de eficiência agronômica das rochas estudadas da TERRATIVA, sem a aplicação de outras fontes de nutrientes ou condicionadores de solo.

Foram montados em casa de vegetação vasos contento solo, caracterizado na **Tabela 1**, mais o pó-de-rocha. As composições das rochas testadas estão apresentadas nas **Tabelas 2, 3,** e **4**. Foi feita uma mistura individual e homogênea para cada tratamento (vaso). A irrigação foi feita duas vezes por semana durante todo o período de cultivo. Os vasos foram umedecidos manualmente um a um, até atingirem umidade próxima a capacidade de campo, evitando assim a lixiviação de água em cada vaso.

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento.

Amostra	pHKCl	pH água	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	Mn	Cu	Zn	Fe	MO
			cmol/dm³				mg dm³						%
Solo	5,0	5,7	0.22	3.76	0.91	0.37	16,7	0,86	0,59	0,04	0,06	5,30	2,47

Tabela 2. Estimativas da composição mineralógica da amostra de biotita-xisto (BX).

Minerais	Albita	Biotita	Muscovita	Clorita	Quartzo	Granada	Ilmenita	Total
			%					
BX	27,0	20,5	9,9	15,5	20,0	5,7	1,1	99,7

Tabela 3. Elementos maiores presentes no biotita-xisto (BX). Análises realizadas pelo Laboratório ACME.

Óxidos	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	MgO	CaO	MnO	P_2O_5	TiO_2	Cr_2O_3	PF	Total
						%							
BX	57,9	17,4	8,6	3,4	2,3	4,6	1,8	0,08	0,2	0,9	0,022	2,5	99,6

Tabela 4. Composição química das rochas TA 15-Sienito Ceraíma-BA e TA 18-Ugandito Acreúna-GO.

SIGLA	Rocha	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	TiO2	P2O5	Na2O	K2O	MnO	BaO	LiO	S
		%												
TA 15	SienitoCeraima-BA	53,5	17,5	6,55	3,06	1,93	0,82	0,67	0,65	13,6	0,08	0,54	0,79	0,12
TA 18	UganditoAcreuna-GO	45,8	10,5	10,7	11,9	7,87	3,09	0,72	0,75	4,73	0,18	0,23	3,79	<0,01

SIGLA	Rocha	Ag	Co	Cu	Mo	Ni	Zn	As	Ba	Cd	Cr	Pb	Th	U
		PPM												
TA 15	SienitoCeraima-BA	0,68	11,2	8,1	0,64	2,1	68	<1	4402	0,06	8	13,3	7,7	1
TA 18	UganditoAcreuna-GO	12,2	50,3	135,7	0,71	115,6	96	2	20,08	0,06	17,5	6,4	10,3	2,1

4.2. Descrição das rochas:

Os sienito, amostra (TA- 15), é cinza escura, isotrópica, fina, poucos pórfiros de clinopiroxênio. É classificada como biotita-clinopiroxênio-álcali-feldspato-sienito, é representativa dos elevados teores de K2O (12,5%) e baixos de SiO2 (54%), característicos dessa ocorrência. Além de teores bem interessantes de Fe2O3 (7%), CaO (3,39%)e MgO (1,89%).

Os Uganditos, amostra (TA-18), a qual é cinza-clara, isotrópica, com matriz fina (54% modal), baixa densidade, com fácil desagregação e amígdalas milimétricas a centimétricas (15% modal), preenchidas por zeólitas potássicas (philipsita, 14% modal) e, subordinadamente, carbonatos. Quimicamente, é classificada como rocha ultramáfica, subsaturada em sílica (43,8%), com teores n apreciáveis de K_2O (4,84%), MgO (6,56%) e CaO (10,7). Além disso, tem teores de elementos deletérios (Pb, Cr, Ni e Co), bem abaixo dos níveis aceitáveis.

4.3. Métodos para avaliações

As avaliações das plantas foram feitas 45 dias após emergência (DAE). Ao final do experimento foram coletadas as plantas, separando parte aérea e raiz (**Figura 2**). Foram avaliados os parâmetros: altura da planta, peso de raízes e peso da parte aérea. As raízes foram lavadas, em seguida, foram secas em estufa a 60 ºC, até obter o peso constante da massa seca, por aproximadamente 72 horas. O mesmo procedimento foi adotado para a secagem da parte aérea.

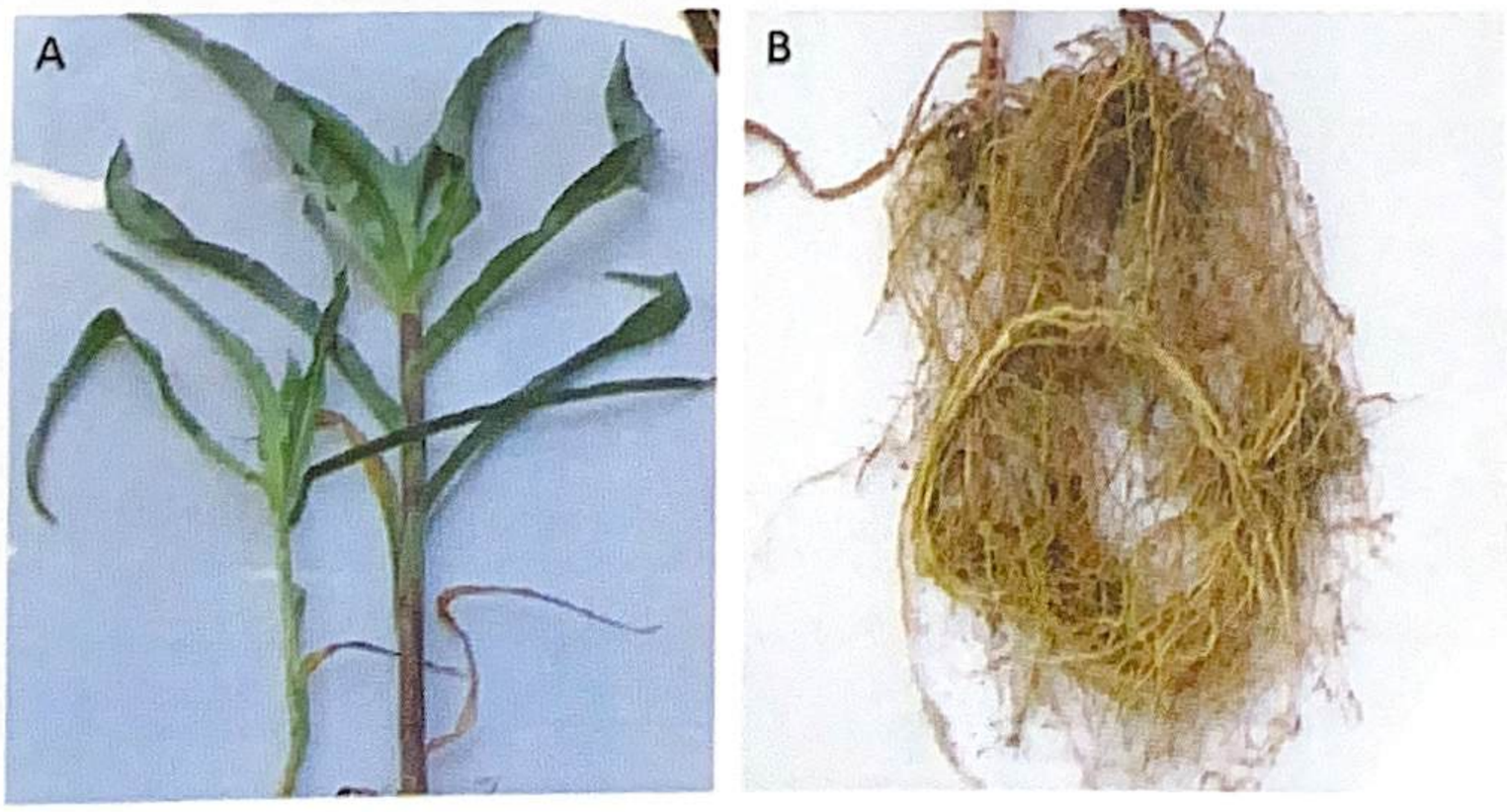


Figura 2. Planta do milho, A - parte aérea, B - raiz. Fonte: Arquivo Pessoal

Nesta primeira fase do experimento foram testadas em casa de vegetação, rochas com potencial como fertilizante potássico e como remineralizadores/condicionadores multinutrientes de solo, e posteriormente serão testadas a campo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias usando o software SAS 9.1.3 (2006) $P < 0,05$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da eficiência agronômica foi em função da produtividade de massa seca de tecido vegetal do milho, em um sistema sem equilíbrio de nutrientes (mineral-solução-solo-planta), pois a rocha era a única fonte de nutriente. Das rochas testadas, a TA-15 apresentou uma melhor eficiência nestas condições que a TA-18, quando comparadas com a BX. As rochas TA-18 e TA- 15, têm potencial como multinutrientes de solo in natura, pois além de disponibilizar K, tem uma elevada disponibilidade de Ca e Mg.

As médias obtidas para a massa seca da parte aérea foram satisfatórias, pois as rochas estudadas obtiveram valor superior a rocha utilizada como referência, na dose agronômica de 240 kg ha^{-1} de K_2O (**Figura 3**). Observa-se que todas as rochas se mostram superiores ao tratamento controle (Test). Sendo a BX a rocha utilizada como referência, os resultados apresentados pela TA – 15 para massa seca da parte áerea e da raiz, são mais semelhantes do que os dados apresentados da TA – 18.

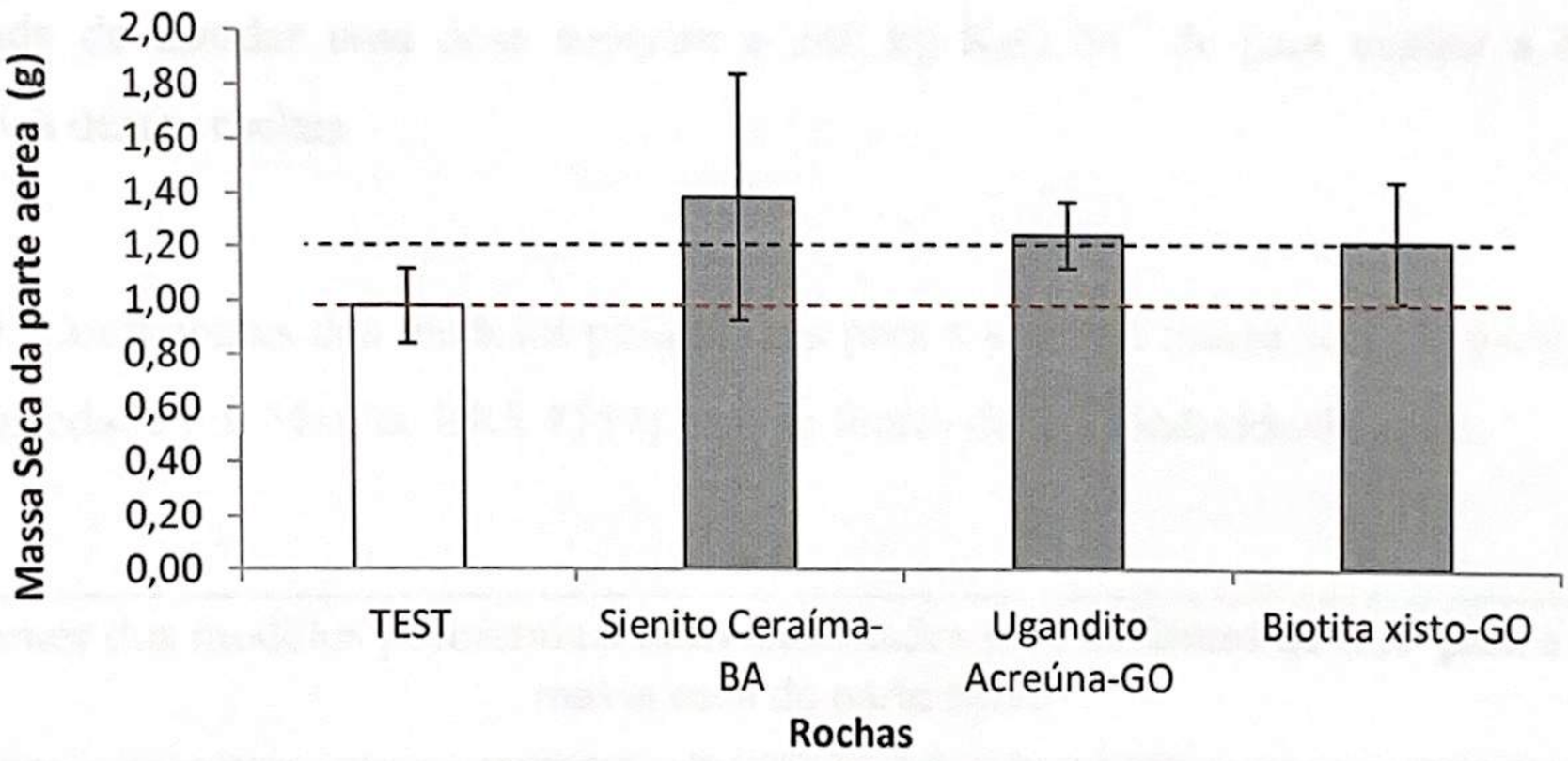


Figura 3. Comparação das médias de produção de massa seca do milho da parte aérea e da raiz pela aplicação de rochas silicáticas na dose 240 kg de K_2O ha^{-1}.

Quanto à avaliação da altura das plantas, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Barboza et al, (2011, p.357), também realizaram experimento, utilizando o cloreto de potássio (KCl) como fornecedor do K, e observaram que mesmo sendo mais solúvel não encontraram diferenças significativas para a altura da planta.

A dose 240 kg de K_2O ha^{-1} considerada dose ideal ou dose agronômica foi observado um incremento da altura quando comparado com o controle (test) (**Figura 4**).

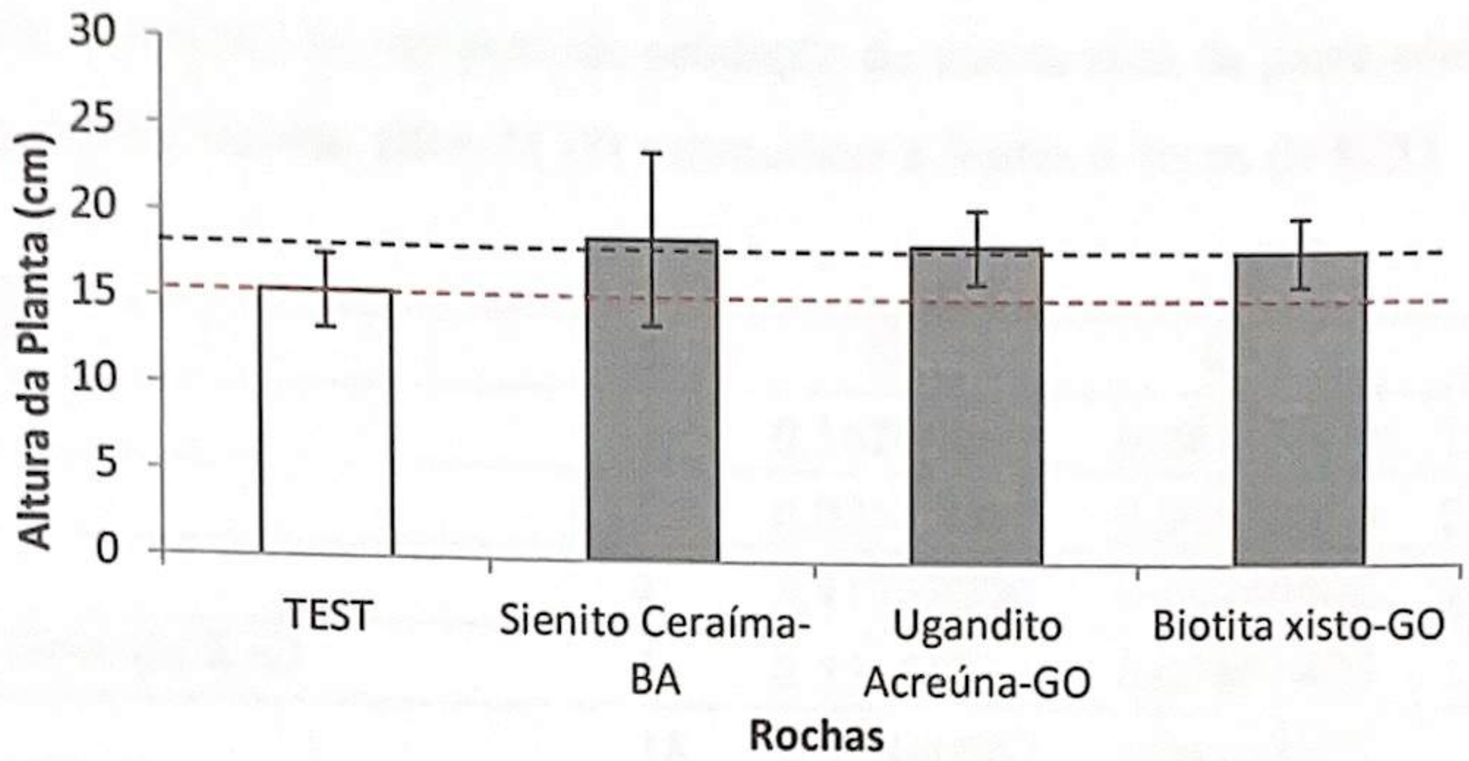


Figura 4. Comparação das médias de altura da planta de milho aos 45 dias cultivado pela aplicação de rochas silicáticas na dose 240 kg de K_2O ha^{-1}.

Na comparação de produção de massa seca, foi constatado que o ponto de máxima eficiência (PMET) das rochas é de 240 kg de K_2O ha^{-1}, para todos os tratamentos, incluindo o tratamento referência (BX), (**Tabela 5, Figuras 5, e 6**). Estes resultados também indicam a necessidade de estudar uma dose superior a 240 kg K_2O ha^{-1} de para avaliar a eficiência agronômica destas rochas.

Tabela 5. Coeficientes dos modelos polinomiais para a variável massa seca da parte aérea de milho (variedade Sol Manhã, BRS 4157) para as fontes de K_2O individualizadas.

Coeficientes dos modelos polinomiais individualizados para as fontes de K_2O para a variável massa seca da parte aérea	
TA 15	YTA 15 = 0,0018x + 0,9134 R^2 = 0,7982 PMET = 240 kg ha-1 K2O
TA 18	YTA 18 = 0,0012x + 0,8733 R^2 = 0,452 PMET = 240 kg ha-1 K2O

PMET= Ponto de Máxima Eficiência Técnica

Observa-se que as doses e as fontes não tiveram diferenças significativas, e nem interação entre fonte e dose. Isto demonstra que as duas fontes apresentam eficiência agronômica superior ao tratamento testemunha. Quando se considera o fator fonte, a TA-15 foi superior a BX (**Figuras 5 e 6, Tabelas 6 e 7**).

Tabela 6. Quadro da análise da variação da produção de massa seca da parte aérea de plantas de milho (variedade Sol Manhã, BRS 4157) submetidas a fontes e doses de K2O – TA 15.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	P
Bloco	2	0.16206000	0.08103000	1.93	0.1736
Fonte de K_2O	1	0.02523000	0.02523000	0.60	0.4480
Dose de K_2O	4	0.41762000	0.10440500	2.49	0.0799
Fonte de K_2O x Dose de K_2O	4	0.23555333	0.05888833	1.40	0.2724
Resíduo	18	0.75460667	0.04192259		
Total	29	1.59507000			
Média geral (g/vaso)	1.11				
CV (%)	18.42				
DP (g)	0.204				
DMS (g)	2.97				

Tabela 7. Médias da massa seca da parte aérea (g/vaso) de plantas se milho em função do fator fontes de K_2O - TA 15

Fontes de K_2O	Média geral (g/vaso)
BX	1,14a
TA 15	1,082a

Legenda: Letras iguais em uma mesma coluna significam que não houve diferença estatística. Teste t ($p<0,05$)

Pode-se observar na **Tabela 8** a análise estatística da produção da massa seca da parte aérea do milho. Houve diferenças significativas, com interações entre as fontes e doses. As duas fontes apresentam eficiência agronômica superior ao tratamento testemunha. Quando se considera o fator fonte, o TA-18 foi inferior ao BX (**Tabela 8 e 9, Figuras 3 e 4**).

Tabela 8. Quadro da análise da variação da produção de massa seca da parte aérea de plantas de milho submetidas a fontes e doses de K2O TA-18.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	P
Bloco	2	0.04648667	0.02324333	1.18	0.3302
Fonte de K_2O	1	0.18096333	0.18096333	9.18	0.0072

Dose de K_2O	4	0.29218667	0.07304667	3.71	0.0227
Fonte de K_2O x Dose de K_2O	4	0.27125333	0.06781333	3.44	0.0296
Resíduo	18	0.35484667	0.01971370		
Total	29	1.14573667			
Média geral (g/vaso)	1,06				
CV (%)	13.21				
DP (g)	0.14				
DMS (g)	2.97115				

Tabela 9. Médias da massa seca da parte aérea (g/vaso) de plantas se milho em função do fator fontes de K_2O- TA 18

Fontes de K_2O	Média geral g/vaso
BX	1,14a
TA 18	0,98b

Legenda: Letras iguais em uma mesma coluna significam que não houve diferença estatística. Teste t ($p<0,05$).

A TA-15 e TA-18, apresentam comportamento similar ao BX (**Figuras 5 e 6**), houve incremento de produção de massa seca em função das doses das rochas. Observa-se que apenas para a dose de 240 kg de K_2O ha^{-1} apresenta maior contraste em relação ao tratamento controle. A BX apresenta uma produtividade maior na dose 120 kg de K_2Oha^{-1} em relação ao controle. Além disso, segundo, Karlen et al., (1987); Overman et al., (1995) apud Andreotti et al. (2000, p.2439),o acúmulo de K tem correlação positiva e significativa com a produção de matéria seca de folhas e colmos.

Também, Coelho & França, (p.2), observaram que com um baixo teor de potássio houve a redução da acumulação de matéria seca das folhas e colmos durante a fase vegetativa do milho e aumentou consideravelmente o quebramento do colmo.

O comportamento da curva-resposta foi linear para a produção de massa seca da parte aérea, considerando o fator dose (**Figuras 5 e 6**). A massa seca das raízes, assim como da parte aérea,aumentou conforme a elevação das dosagens das rochas (**Figura 5 e 6**).

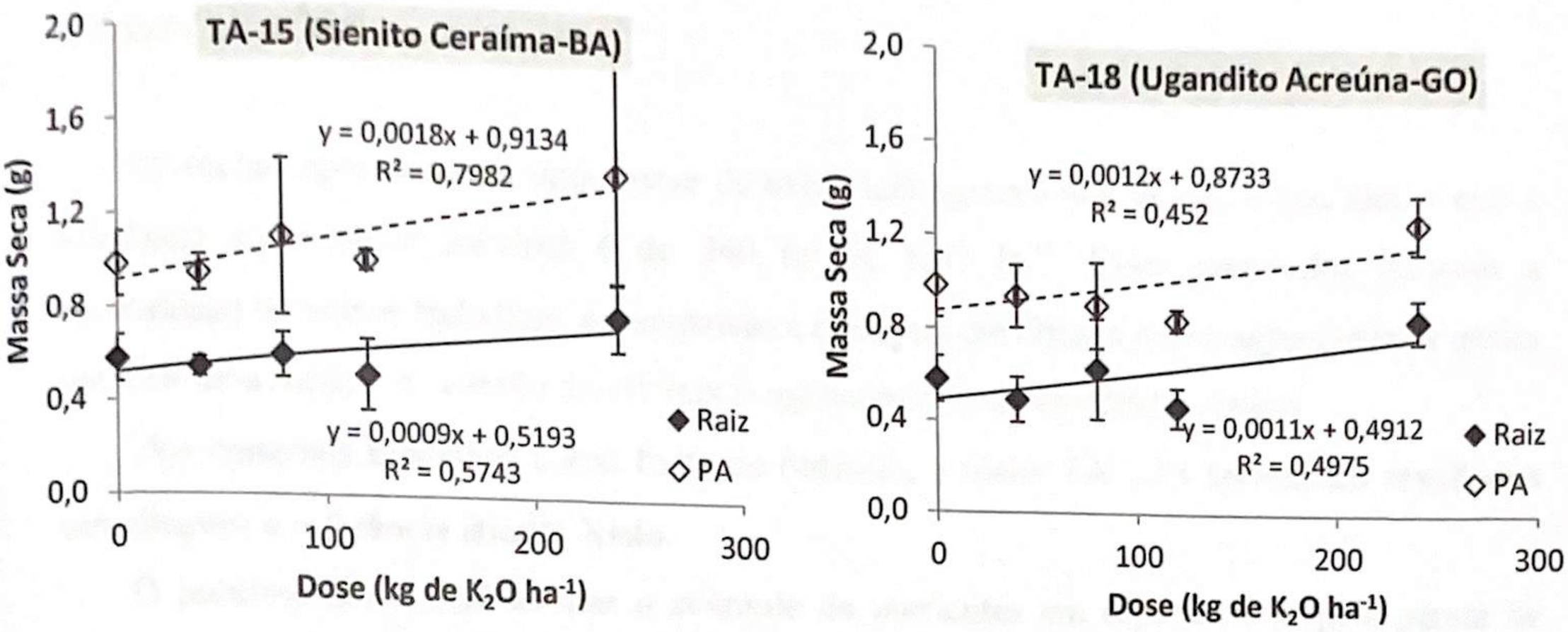


Figura 5. Experimento de eficiência agronômica da Sienito Ceraíma-BA e Ugandito Acreúna-GO. Curvas de produção de massa seca do milho da parte aérea e da raiz pela aplicação de rochas silicáticas nas doses 0, 40, 80, 120, 240 kg de K_2O ha^{-1}.

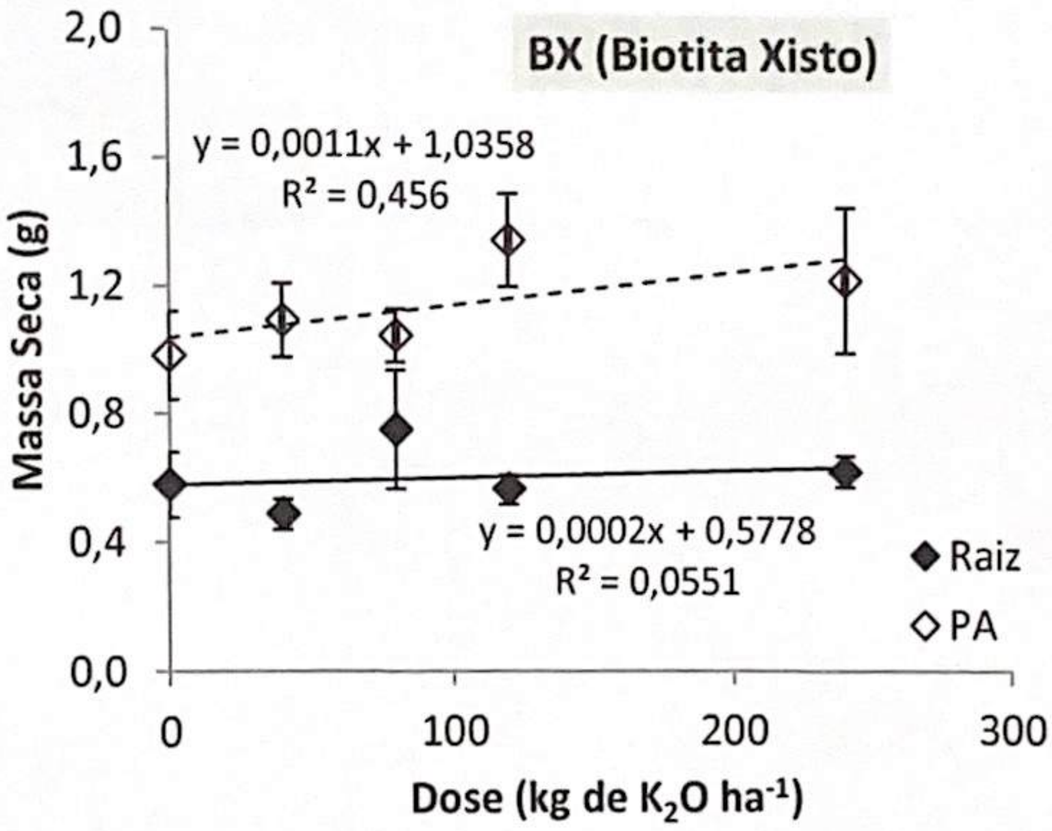


Figura 6. Experimento de eficiência agronômica BX (Biotita Xisto). Curvas de produção de massa seca do milho da parte aérea e da raiz pela aplicação de rochas silicáticas nas doses 0, 40, 80, 120, 240 kg de K_2O ha^{-1}.

Apesar de existir diferenças de comportamento da massa seca de raiz do milho, o volume de 2 L pode ter sido um limitante para o seu desenvolvimento da planta e consequentemente um melhor desempenho da rocha.

6. CONCLUSÕES

As rochas apresentaram uma curva de eficiência agronômica linear, o que indica que a eficiência agronômica máxima é de 240 kg de K_2O ha^{-1}. Esses resultados indicam a necessidade de outros trabalhos, aumentando a dosagem até obter a curva agronômica e assim permitir uma melhor avaliação da eficiência agronômica máxima destas rochas.

Dos materiais avaliados como fonte de potássio, a rocha TA - 15 apresentou resultados semelhantes à referência Biotita Xisto.

O próximo passo será avaliar o acúmulo de nutrientes em especial o K pela planta de milho, e assim poder classificar estas rochas como fonte nutriente e/ou condicionadores multinutrientes de solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D.; BÜLL, L. T. **Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica.** V.35, n.12. Pesquisa agropecuária brasileira: Brasília, 2000, p.2437-2446. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n12/a15v3512.pdf>. Acesso em: 19/Set/2015.

ASSIS, L. B.; BATISTA, N. T. F.; RAGAGNIN, V. A.; GORGEN, C. A.; MARTINS, É. S.; BIZÃO, A. A.; MORAIS, L. F.; HACK, E.; MARQUES, A. L. G.; CARVALHO, R. S.; ARRUDA, E. C. **Desafios em soberania e segurança alimentar: A utilização da rochagem como fonte alternativa e sustentável.** II Congresso Brasileiro Rochagem: Poços de Caldas-MG, 2013, p.76.

BARBOZA, E.; MOLINE, E. F. V.; BLIND, A. D.; FARIAS, E. A. P.; SCHLINDWEIN, J. A. **Desenvolvimento de plantas de milho em função de doses de potássio em um latossolo de Rondônia.** Enciclopédia Biosfera, v.7, n.13, Centro Científico Conhecer: Goiânia, 2011, p.355-361. Disponível em:<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/desenvolvimento%20de%20plantas.pdf>. Acesso: 09/Set/205.

BORGES, A. L.; SANTOS, A. M.; SOUZA, L. S.; NASCIMENTO, C. A. C.; SOUZA, L. F. S. **Rocha silicática como fonte de potássio no cultivo orgânico da bananeira – primeiro ciclo de produção.** Embrapa Mandioca e Fruticultura: Cruz das Almas-BA, 2009. Disponível em:<http://www.cnpmf.embrapa.br/newsletter/ler_materia.php?codnoticia=189&codedicao=36>. Acesso em 01/Jun/2015.

CETEC. PRODUTOR DE MILHO. Instituto centro de ensino tecnológico: 2ª ed. Edições Demócrito Rocha: Fortaleza-CE, 2004, p.54.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho.** Embrapa Milho e Sorgo: 2006.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2ª edição. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola: Campinas-SP, 1973, p. 384.

COELHO, A. M.; FRANCA, G. E.; PITTA,G. E.; ALVES, V. C.; HERNANI, L. C.; **Fertilidade de solos**. Embrapa Milho e Sorgo: 2010. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27338/1/Fertilidade-de-solos-Nutricao.pdf >. Acessado em: 07/Set/2015.

EMBRAPA. Produtos, Processos e Serviços Milho - BRS 4157 - BRS Sol da manhã. Sete Lagoas- MG: 1999. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-geral/-/busca/Sol-da-manh%C3%A3?buscaPortal=Sol-da-manh%C3%A3>. Acessado em: 20/Set/2015.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; PIMENTEL, M. A. G.; COELHO, A. M.; KARAM, D.; CRUZ, I.; GARCIA, J. C.; MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, M. F.; NETO, M. M. G.; ALBURQUERQUE, P. E. P.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V.; ALVARENGA, R. C.; MANTRANGOLO, W. J. R. **Produção de milho na agricultura familiar**. Embrapa: Sete Lagoas-MG, 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/905143/1/circ159>. Acessado em: 03/Set/2015.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Sociedade Brasileira de ciência do solo: Viçosa-MG, 2006. p.432.

GRECCO, M. F.; BAMBERG, A. L.; POTES, M. L.; LOUZADA, R.; SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M. **Efeito de rochas moídas sobre a acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de milho (*ZeaMays*) e de aveia-preta (*Avena Strigosa*).** II Congresso Brasileiro Rochagem: Poços de Caldas- MG, 2013, p. 76.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E; FIGUEIREDO NETO, R, M, J.**Fertilizantes: agroindústria & sustentabilidade.** Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT): Brasília, 2008. p.880.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P. **Manual de adubação 2ª edição**. Associação Nacional para Difusão de Adubos: São Paulo, 1975.

MARTINS, É. S.; OLIVEIRA, C. G.; RESENDE, Á. V.; MATOS, M. S. F**. Agrominerais – Rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura**. CETEM: 2008, 2ª Edição, p. 19. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/09-agrominerais-rochas-silicaticas.pdf>. Acesso em: 11/Mai/2015.

MARTINS, É. S.; THEODORO, S. H. **Anais I Congresso brasileiro de rochagem 21 a 24 de setembro de 2009**. Embrapa Cerrados: Planaltina-DF, 2010, p. 321.

MESSIAS, R. S.; POTES, M. da L.; ÁVILA, L. O.; SILVEIRA, C. A. P.; SILVA, S. D. A. **Qualidade de grãos de sete genótipos de milho submetidos à diferentes tipos de adubação.**Congresso brasileiro de rochagem, 2ª, 2013: Poços de Caldas-MG Petrobras: Embrapa, 2013.

MIYASAKA, S.; NAGAI, K.; SAKITA, M. N.; MIYASAKA, N. S.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F.; MENDES, L. C.; SELBACH. **Manejo da biomassa e do solo visando à sustentabilidade da agricultura brasileira.** Navegar editora: São Paulo, 2008. P.192.

NOGUEIRA, F. D.; SILVA, E. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Adubação potássica do cafeeiro**. Suphate of potash information board: Lavras-MG, 2001. p.81.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** 1ª edição. Sociedade brasileira de ciência do solo: Viçosa-MG, 2007, p.1017.

OLIVEIRA, L. A. M. **Potássio.** Departamento Nacional de Produção Mineral: Brasília, 2014, p. 03. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/>. Acesso em 12/Set/2015.

PÁDUA, E. J. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas.** Universidade de Lavras: Lavras-MG, 2012, p. 92. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76755/1/Alvaro-Dissertacao-Eduane.pdf>. Acesso em 08/Jun/2015.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico: a agricultura em regiões tropicais**. Nobel: São Paulo, 2002, p. 549.

RAMALHO, A. M.; PIRES, A. M. M. **Fontes alternativas de potássio em agricultura orgânica.** Universidade São Francisco: Campinas-SP, p. 04. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2010/Artigos/RE10401.pdf>

< http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2010/HTML/artigos_cientificos.html>. Acessado em 02/Jun/2015.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013.** Casa Civil: Brasília: 2015.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto nº 8.384, de 29 de dezembro de 2014.** Casa Civil: Brasília: 2015.

RIBEIRO, L. S. **Potencial de rochas silicáticas no fornecimento de nutrientes para o solo e na nutrição mineral da soja**. Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia: Cruz das Almas – BA, 2007.

RIBEIRO, L. S.; SANTOS, A. R.; SOUZA, F. S.; SOUZA, J. S. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas solo. **Revista Brasileira de ciência do solo.** v.34, n.3, 2010, p.897-897.

SEAB- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, DERAL - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Milho Paranaense - Safra 2013/14**. 2013, p.22. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2013_14.pdf>. Acessado em: 03/Set/2015.

SANTOS, D. B. M.; SOUSA, D. M. G.; GOEDERT, J. W. **Balanço do potássio em solo do cerrado no sistema plantio direto.** Parla Mundi: Brasília-DF, 2008, p. 08. Disponível em: <www.cpac.embrapa.br/download/499/t>. Acesso em 11/Mai/2015.

SILVA, D. R. G. **Caracterização e avaliação agronômica de rochas silicáticas com potencial de uso como fontes alternativas de nutrientes e corretivos da acidez do solo.** Universidade de Brasília- UnB: Brasília, 2012, p. 173.

SILVA, A.; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C.; COELHO, C. M. M. **Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii*.** Floresta: Curitiba-PR, v. 42, n. 1, p. 69-76, 2012. Disponível em:<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/26300/17501>. Acesso em: 09/Set/2015.

SOUZA, E. C. A.; SANTIAGO, G.; OLIVEIRA, L. C. L.; COUTINHO, E. L. M.; LIM, L. A. **Respostas do milho à adubação com fósforo e zinco.** Científica, São Paulo, v.l3, p.39-49, 1985.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; REGO, K. G.; MEDEIROS, F. P.; TALINI, N. L.; SANTOS, F.; OLIVEIRA, N. **Efeito do uso da técnica de rochagem e adubação**

orgânica em solos tropicais: Experimentos de campo em Planaltina/DF. II Congresso Brasileiro Rochagem: Poços de Caldas- MG, 2013, p. 72.