

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

IVO TUPAN BORGES FILHO

Pó de rocha enriquecido e organismos eficientes na produção de matéria seca da
Avena strigosa

Maringá
2019

IVO TUPAN BORGES FILHO

Pó de rocha enriquecido e organismos eficientes na produção de matéria seca da
Avena strigosa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia, na área de concentração: Sistemas de produção agroecológicos.

Orientadora: Dra. Lucimar Pontara Peres.
Coorientador: Dr. José Ozinaldo Alves de Sena.

Maringá
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

B732p Borges Filho, Ivo Tupan
Pó de rocha enriquecido e organismos eficientes na produção de matéria seca da *Avena strigosa* / Ivo Tupan Borges Filho. -- Maringá, 2019.
23 f.: il. color., figs., tabs

Orientador: Profa. Dra. Lucimar Pontara Peres.
Coorientador: Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2019.

1. Pó de rocha foliar. 2. *Avena strigosa*. 3. Rochagem. 4. Química do solo. I. Peres, Lucimar Pontara, orient. II. Sena, José Ozinaldo Alves de, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. IV. Título.

CDD 23.ed.633.1

IVO TUPAN BORGES FILHO

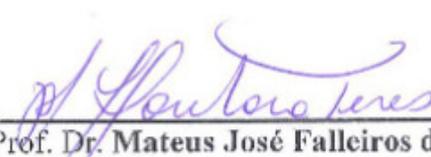
Pó de rocha enriquecido de microorganismos eficazes na produção de matéria seca da aveia seca (*Avena strigosa*)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

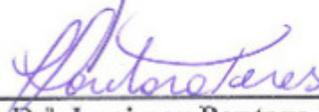
APROVADO em 27 de fevereiro de 2019.



Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena
(Coorientador)



Prof. Dr. Mateus José Falleiros da Silva



Prof. Dr. Lucimar Pontara Perez
(Orientadora)

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho a minha esposa e meus filhos que com paciência e amor, me acompanharam até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha esposa Renata, que com amor sempre me incentivou a continuar; à minha filha Ana Luiza, doce e companheira fiel; ao meu filho Pedro, sempre me motivando ao diálogo.

Agradeço ao meu pai, Ivo, homem de muita fibra, que me deu as incansáveis lições da persistência e do trabalho; minha mãe Maria do Carmo, muito zelosa, amorosa e atenta aos filhos; minhas irmãs Leticia e Carolina, meu cunhado João e meu sobrinho João Antônio, cujas presenças e apoio favoreceram as minhas transformações.

Agradeço ao meu avô Lázaro que me presenteou ao nascer com uma caixa de ferramentas; minha avó Judith por sua vitalidade e amor, sendo mulher tão forte que foi, depositando em mim sua confiança.

Agradecimento em especial à minha orientadora Lucimar Pontara Peres, amiga de longa data, que me auxiliou sempre com muita presteza e carinho nessa jornada, mostrando o rumo certo a seguir.

Ao meu coorientador, José Ozinaldo Alves de Sena, um amigo novo, um visionário que enxerga muito além dos casulos. Agradeço a oportunidade e apoio.

Também agradeço pelo importante auxílio a esse trabalho, Dr. Antônio Saraiva Muniz, Dr. Eder de Souza Martins, Dr. Jefferson José de Carvalho Marion, Dr. Higo Forlan Amaral, Dr. Marcos Weber do Canto, Sr. Lincoln Preis, Sr. Antônio Carlos da Silva.

Gratidão também a todos os professores e mestres que de forma primorosa me presentearam com suas sementes do conhecimento.

E aos alunos do mestrado, colegas e amigos novos, pessoas especiais que de mãos dadas me acompanharam nessa caminhada.

EPÍGRAFE

Aquele que conhece os outros é sábio.
Aquele que conhece a si mesmo é iluminado.
Aquele que vence os outros é forte.
Aquele que vence a si mesmo é invencível.
(Lao Tsé)

Pó de rocha enriquecido e organismos eficientes na produção de matéria seca da *Avena strigosa*

RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar, a partir da produção de matéria seca (MS) da *Avena strigosa*, a eficácia de aplicações de três produtos: *blend* de pó de rocha granulado, *blend* de pó de rocha foliar e inoculante de EM e as interações entre os mesmos. Avaliamos ainda as características do solo como CTC, pH e cátions livres na solução do solo. Observamos que o uso do pó de rocha ou rochagem tem se mostrado como uma importante opção sustentável e de baixo custo para produção agrícola. Fizemos a prática de inoculação de microrganismos eficientes (EM), uma prática implementada por alguns produtores rurais e empresas, a fim de reequilibrar a biota do solo, e obter um melhor controle de doenças e pragas e maior produção da lavoura. Realizamos o plantio de *Avena strigosa* em uma área de 10.000 m² de Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVeF), de textura muito argilosa no município de Maringá-PR, e conduzimos em um delineamento em blocos ao acaso, com esquema fatorial 8x5, ou seja, avaliamos a combinação de 8 tratamentos em 5 repetições. Fizemos após 90 dias o corte e a coleta da *Avena strigosa* por amostragem, para determinação de matéria seca. Submetemos os dados de MS à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Duncan (p<0,05). Segundo os resultados de MS, encontramos significância nos dados avaliados, ao uso individual do (F) *blend* de pó de rocha foliar (média=4.205 kg.ha⁻¹) e (M) EM (média=4.179 kg.ha⁻¹) e a mistura entre os mesmos (FM) (média=4.163 kg.ha⁻¹) em relação a (T) testemunha (média=3.365 kg.ha⁻¹). Ocorreu significância ao tratamento com interação de (GM) *blend* de pó de rocha granulado e o EM (média=3.086 kg.ha⁻¹), menor que a testemunha. Os dados de CTC, pH e cátions livres do solo não tiveram alterações significativas com o uso de pó de basalto em Nitossolo Vermelho Eutroférico com cultura de *Avena strigosa*.

Palavras-chave: Pó de rocha foliar. *Avena strigosa*. Rochagem. Química do solo.

Enriched rock dust and efficient organisms in the dry matter production of *Avena strigosa*

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effectiveness of applications of three products: granular rock powder blend, leaf rock powder blend and MS inoculant, and the interactions between them. It also aimed to evaluate the soil characteristics such as CTC, pH and free cations in soil solution. The use of rock or rock dust has proved to be an important sustainable and low-cost option for agricultural production. The inoculation of efficient microorganisms (MS) is a practice implemented by some companies and rural producers in order to rebalance the soil biota aiming at better control of diseases and pests and greater crop production. *Avena strigosa* was planted in an area of 10,000 m² of very clayey Nitosol Eutroferric (NVeF) in the town of Maringá, Brazil, and conducted in a randomized block design, with an 8x5 factorial scheme, in other words, it was evaluated the combination of 8 treatments in 5 replicates. After 90 days the *Avena strigosa* was cut and collected by dry matter determination. The MS data was submitted to analysis of variance, and the measures were compared by the use of Duncan test ($p < 0.05$). According to the results of MS, there was significance in the data evaluated for the individual use of leaf (F) blend of leaves (average = 4,205 kg.ha⁻¹) and (M) MS (average = 4,179 kg.ha⁻¹) and the mixture between them (FM) (average = 4.163 kg.ha⁻¹) in relation to (T) control (average = 3.365 kg.ha⁻¹). Significance was observed in the treatment with interaction of (GM) blend of granulated rock powder and ME (average = 3,086 kg.ha⁻¹), lower than the control. The data of CTC, pH and free cations of the soil did not have significant alterations with the use of basalt powder in Eutroferric Red Nitosol with *Avena strigosa* culture.

Keywords: Leaf rock dust. *Avena strigosa*. Rock. Soil chemistry.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Tabela 1: Médias da matéria seca da <i>Avena strigosa</i> ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), produzida com uso de: <i>blend</i> de pó de rocha granulada, <i>blend</i> de pó de rocha foliar e inoculante de EM e as suas interações.....	14
Tabela 2.	Médias iniciais e finais das avaliações químicas de um Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVeF) no município de Maringá - PR sob o uso de três produtos: <i>blend</i> de pó de rocha granulada, <i>blend</i> de pó de rocha foliar e inoculante de EM e as suas interações.....	16

LISTA DE FIGURA

Figura 1.	Croqui dos cinco blocos e oito tratamentos realizados a campo na avaliação da MS da <i>Avena strigosa</i> no município de Maringá PR em Nitossolo Vermelho eutrófico	11
-----------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO LITERATURA.....	4
2.1	Rochagem.....	4
2.2	Microrganismos Eficientes (EM).....	8
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
5	CONCLUSÕES.....	18
6	REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com imenso potencial agrícola, devido a sua grande extensão territorial e diferentes climas, que favorecem a produção, tanto qualitativa quanto quantitativamente. Em 2017, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil produziu 240.604.745 toneladas de alimentos e o Produto Interno Bruto (PIB) do país cresceu 1,0% em relação a 2016. Esse resultado do valor adicionado refletiu no desempenho das três atividades que o compõem: Agropecuária (13,0%), Serviços (0,3%) e Indústria (0,0%). Mesmo o Brasil sendo um dos maiores produtores de alimentos e biocombustíveis do mundo, permanece dependente da importação de matérias-primas para a formulação de fertilizantes, tendo implicação direta nos custos de produção e na competitividade da agricultura.

A rochagem é uma técnica de fertilização baseada na adição de pó de determinados tipos de rocha ou minerais com a capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos, sem afetar o equilíbrio do ambiente. Esta técnica constitui-se como um processo alternativo ou complementar de fertilização, e tem sido indicada especialmente para as pequenas propriedades da agricultura familiar e a agricultura orgânica (LAPIDO-LOUREIRO; NASCIMENTO, 2009).

Sabemos que o principal desafio no uso de agro minerais como fertilizantes é fornecer os nutrientes nas quantidades e no tempo adequado a cada cultura (HARLEY; GILKES, 2000; STRAATEN, 2006; MARTINS *et al.*, 2008). Porém, há necessidade de se usar doses relativamente altas dos agros minerais e com granulometria bem fina, para compensar a baixa concentração e baixa solubilidade desses materiais, o que pode aumentar os custos da técnica (BOLLAND; BAKER, 2000).

A agricultura ecológica em pequenas propriedades e a agricultura familiar já tem feito uso da rochagem como fonte de remineralização e fertilização do solo. Esta é usada também como fonte nutricional das plantas e, para tanto, é necessário ampliar os horizontes da agricultura, para que a sustentabilidade alcance as proporções necessárias ao agricultor convencional. Deste modo o uso de rochas enriquecidas e granuladas ou aspergidas, se mostram opções viáveis como complemento e, ou substituição das fontes tradicionais de adubos. Utilizamos para o experimento o *blend* – mistura de pó de rocha basáltico, resíduo de mineração de P (fósforo), resíduos de gesso, resíduo de cinza de queima de madeira, misturados com EM (microrganismos), em forma granulada –, com a finalidade de simplificar e facilitar o uso.

Nossa opção pela escolha de produtos, tais como os citados no parágrafo anterior, atende a nossa busca por novas tecnologias, sendo que as mesmas têm a possibilidade de fornecer nutrientes que supram a demanda nutricional das culturas nos sistemas de produção agrícola. Esta prática, deste modo, pode se mostrar uma alternativa na promoção de benefícios, tais como: o condicionamento físico e a remineralização do solo. Para os pesquisadores da EMBRAPA (BAMBERG *et al.*, 2016), este processo deverá adquirir grande importância para o futuro da produção agrícola brasileira.

Além da rochagem, para melhor obtenção de produtividade, outra forma de manejo orgânico de preparo e adequação do solo é a utilização de inoculantes de microrganismos eficientes (EM), prática preconizada pela primeira vez por Teruo Higa no Japão, na década de 80. Esta proposta teve como objetivo aperfeiçoar o uso de matéria orgânica na agricultura natural com a finalidade de substituição de adubos sintéticos e agrotóxicos (BONFIM *et al.*, 2011).

A categoria denominada EM é uma preparação formada por fungos e bactérias isolados de matas, que coexistem sinergicamente em meio líquido fermentativo, enriquecido com fonte de açúcar (BONFIM *et al.*, 2011). A maioria dos bioinoculantes produzidos atualmente consiste em estirpes microbianas fermentados ou cultivados separadamente, gerando o produto final com inóculos puros (CALVO; NELSON; KLOPPER, 2014).

O uso do EM tem sido amplamente discutido. Alguns produtores têm optado por fabricá-lo em suas propriedades, a fim de inocular suas lavouras, buscando melhores resultados. A falta de padronização, porém, é um gargalo importante na aferição da sua real eficácia. Atenção e cuidado a esses modelos de fabricação são necessários, para que se comprovem tecnicamente viáveis, e não venham causar nenhum dano ao meio ambiente (MONNERAT *et al.*, 2018). Acreditamos que a proposta deste estudioso corrobora ao desenvolvimento técnico e salutar ao meio ambiente, visando atenção e qualidade, sendo que este é o caminho ideal para se alcançar bons resultados, diferente de uma inoculação aleatória.

Quando se opta por “apostar” em um manejo que beneficie a melhora do solo de forma ampla, pensamos em plantio direto na palha. Este manejo, que visa a cobertura vegetal para proteção do solo, tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores na região de clima temperado (DERPSCH; CALEGARI, 1992; CRUSCIOL *et al.*, 2005). Nestes experimentos eles utilizam plantas diversas a fim de avaliar diferentes respostas de produção de matéria seca e deposição de nutrientes no solo, dentre elas a *Avena strigosa*.

É importante ressaltar que a *Avena strigosa* é uma cultura de cobertura, que ajuda a proteger o solo contra erosões e, por consequência, também controla a infestação de

gramíneas anuais na cultura da soja (VIDAL; BAUMAN, 1996; VOLL; GAZZIERO; KARAM, 1996). A nossa opção pelo estudo da *Avena strigosa*, segue a visão da agricultura orgânica, pois auxilia na preservação do solo e na diminuição de custos, com a diminuição de uso de herbicidas.

O objetivo é avaliar a partir da produção de Matéria Seca (MS) da *Avena strigosa* a eficácia de aplicações de três produtos: *blend* de pó de rocha granulada, *blend* de pó de rocha foliar e inoculante de EM, e as interações entre os mesmos. Para tanto, foram aplicados os três insumos aqui referidos sobre a cultura da aveia, e obtivemos os resultados por meio de pesagem das amostras de planta. Fizemos, ainda, análises de componentes do solo como Capacidade de Troca Catiônica (CTC), pH e cátions livres na solução do solo. Avaliamos todos estes elementos em comparação à testemunha (área sem aplicação de qualquer produto). As nossas ponderações estão fundamentadas em experimentos e reflexões dos estudiosos acima citados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A partir dos pressupostos estabelecidos na introdução deste estudo, a agricultura convencional é baseada em insumos químicos e de alto custo. Ocorre, porém, que as alternativas que apresentamos não são novas. A própria natureza, em constante transformação, se encarrega de alterar o relevo da terra. As placas tectônicas se movimentam continuamente; os vulcões entram em erupção e adormecem. Estas manifestações da natureza promovem deposições de camadas de rochas nas encostas de montanhas, que, por sua vez, fertilizam as terras mais baixas (sopé de montanhas), áreas de baixa fertilidade, podendo com o tempo se tornar mais férteis.

Com efeito, os nutrientes guardados nessas estruturas cristalinas de rochas são disponibilizados ao ambiente de várias formas: os ventos, o sol, as chuvas são protagonistas físicos que fazem esse trabalho. Também, por sua vez, protagonistas biológicos, como bactérias, fungos, entre outros organismos, em conjunto, liberam elementos de equilíbrio à fertilidade do solo. Para embasar nossas asserções sobre o assunto, tomamos referenciais e considerações estabelecidos por estudos sobre Rochagem e Microrganismos.

2.1 Rochagem

Desde o início dos estudos de Geologia, temos como referência as ideias escritas em *“Theory of the Earth; or an investigation of the Laws Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe”* (HUTTON, 1788), assunto referente e de relevância sobre Rochagem. O autor, em suas viagens e observações trouxe à luz a visão de como a natureza demonstrava sua fertilidade sob os diferentes solos existentes. De acordo com nossas leituras, Hutton (1788) observou que o material descido de encostas montanhosas pela própria natureza, formavam depósitos carregados de nutrientes apropriados à fertilidade do solo.

Outro estudioso do assunto, Hensen (1898), inconformado com o uso em evolução de adubos químicos, já em sua época, fazia uso e experimentos com pós de rochas moídas. De acordo com nossas leituras essas experiências já surtiam efeitos positivos sobre culturas de plantio e solos de baixa fertilidade, observados em sua obra *Pães de Pedra* (1898).

Por um longo período esse assunto ficou quase esquecido devido ao avanço e promoção do modelo e de práticas ao uso de insumos químicos industrializados. Houve nesse

espaço de tempo uma visão voltada a mecanização da agricultura, resultando naquilo que hoje temos como agricultura convencional.

Podemos pensar que a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) foi um marco divisor em vários setores, quando a indústria foi impulsionada a produzir em larga escala e a gerar riquezas, o que trouxe impacto também na agricultura. A movimentação na produção agrícola levou autores como (COELHO, 2005; RESENDE *et al.*, 2006), a considerar que foi na década de 1950, o despertar de Guimarães, Ilchenko e Othon para o início dos estudos sobre rochagem no Brasil. Estes estudiosos são considerados os precursores desta linha de pesquisa. Eles fizeram experiências com variadas rochas com intuito de perceber o fornecimento de potássio e outros nutrientes às plantas. Os resultados dessas pesquisas proporcionaram possibilidades alternativas na obtenção de corretivos e fertilizantes. Mas o mercado caminhou com muito mais investimento e desenvolvimento ao uso de insumos químicos, resultando naquilo que nomeamos agricultura convencional.

Para o desenvolvimento e a implantação de um manejo sustentável nos solos agrícolas é necessária a utilização de técnicas variadas. As mesmas devem reduzir a dependência de fertilizantes minerais, com o incremento do uso de fontes naturais de nutrientes, tais como as rochas fosfatadas e potássicas, a fixação biológica de nitrogênio e a utilização de adubos orgânicos, combinados com resíduos reciclados, de acordo com (FAO, 1995; OLIVARES, 2009).

Essa nova forma de alcançar tecnologias voltadas a utilizar a fertilização da terra pela terra remete a importantes cenários com o uso da Rochagem. O último traz um jeito mais natural e equilibrado de tratar a natureza e a produção, lembrando sempre do homem como um importante ator desse contexto, sua inclusão e valorização junto a agricultura orgânica (THEODORO, 2000).

Testes com a finalidade de avaliar os efeitos da Rochagem foram realizados nos últimos anos, em diferentes frentes para avaliações químicas de solo. A primeira linha de pesquisa foi através da incubação de pós de basalto em solos sem a presença de culturas vegetais. Em seguida foram efetuadas avaliações de diferentes doses de pó de basalto, incubados em solos pobres, os quais mostram que são necessárias grandes doses do produto (100 ton.ha⁻¹) para que se observe variações em pH, e liberação de nutrientes no solo. Segundo (ESCOSTEGUY; KLAMT, 1998) não considera ser viável a total substituição do pó de basalto por adubos tradicionais.

As nossas ponderações referentes ao uso de pó de basalto sem culturas vegetais, e incubadas no solo, coadunam com as avaliações de (GILLMAN; BURKETT; COVENTRY,

2002), de que na ausência de plantas, o solo necessitaria de grandes quantidades de pó de rocha basáltico ($50 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) para expressar mudanças significativas na sua CTC. Desta maneira, teríamos efeitos no pH do solo parecidos com o uso do calcário, mas de forma mais lenta e duradoura.

Foram feitas avaliações na República Democrática do Congo por Kanyankogote *et al.* (2005), nas quais o pesquisador utilizou variadas granulometrias de rocha derivadas de lava basáltica e incubadas em diferentes solos tropicais úmidos. Entre estes, alguns muito ácidos. Ele utilizou doses crescentes (10 a $50 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) em diferentes intervalos de tempo, cujos resultados apresentaram ganho na CTC do solo e o completo isolamento do Al^{+3} trocável na maioria dos casos. O que se observou em tal processo foi o favorecimento à disponibilidade do P. Apontou, ainda, para a liberação de Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} no solo.

Tratando-se ainda de incubação de solo, sem a presença vegetal, um experimento realizado em Roraima, com o uso de pó de basalto em Latossolo Amarelo Distrófico, apresentou um pequeno aumento nos níveis de pH do solo, teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} , conforme afirma (MELO *et al.*, 2012). Esta mesma pesquisa mostrou que sendo aplicadas doses crescentes (0 a $40,80 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), os resultados apresentam eficiência na neutralização da acidez potencial e ainda incrementos de Zn, Fe e Cu no solo durante o período de incubação.

Na segunda linha de pesquisa, temos a aplicação do pó de basalto no solo, com a presença de plantas. Podemos afirmar que, quando utilizamos esses minerais, ocorrem efeitos positivos no solo, pois os minerais provenientes de rochas ígneas e metamórficas contêm a maior parte dos nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento de plantas superiores. Dentre os possíveis nutrientes fornecidos pelas rochas estão potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, além de vários micronutrientes, como silício e elementos-traço, sendo estes, benéficos às plantas, segundo as pesquisas efetuadas por (STRAATEN, 2006; THEODORO; LEONARDOS; ALMEIDA, 2010).

Nossa experiência, a qual fundamenta e ilustra este estudo, tem como princípio o uso de pó de rocha basáltico em solo cultivado, neste caso, a *Avena strigosa*. Como resultado, observamos que a disponibilização dos nutrientes contidos no material utilizado é mais favorável na presença de plantas. Percebemos ainda que para haver alterações significativas nos componentes de avaliação de solo, tais como CTC, pH, nutrientes disponíveis, entre outros, faz-se necessário um volume menor de pó de rocha sobre o solo que recebeu alguma cultura.

Tomamos, assim, como pressupostos as ponderações alcançadas nas pesquisas de Hinsinger *et al.* (2001), cujo experimento de 36 dias, mostrou o efeito do pó de rocha muito

fino em solução aquosa, em interação com culturas de banana e milho. Este processo apresentou liberações de Si, Fe, Ca, Mg e Na, em formas solúveis, sugerindo, deste modo, que as culturas vegetais têm um papel biogeoquímico na reação do produto com o meio.

Em outra pesquisa, na região de Urupema-SC, também efetuada sobre uma plantação, neste caso, de feijão (SILVA *et al.*, 2012), não se percebeu diferença na produtividade desta leguminosa, nem alterações químicas de solo e folhas em um Nitossolo Bruno, com diferentes doses de pó de basalto. Depreendemos, desta maneira que o experimento anterior difere deste, pelo fato de ter sido realizado em solução aquosa, e não no tipo específico de solo acima referido. As diferentes culturas exploradas também causam variações. Para confirmar tais asserções, Batista (2013), preconiza que observemos os efeitos do pó de basalto segundo o tipo de solo que é aplicado, clima e a cultura escolhida.

Diferente das experiências até aqui colocadas, Shafar *et al.* (2017) avaliaram o uso do basalto em terras de baixa fertilidade na Malásia, na presença da cultura da seringueira. O pesquisador constatou, após seis meses de sua aplicação, um importante acréscimo de fertilidade na área, expresso em aumento de pH, melhora na CTC do solo, aumento de bases trocáveis e disponibilidade do P. As observações foram feitas nas dosagens de (0 a 538 g/planta), sendo que, com o tempo, os resultados acima descritos progrediram até certo ponto.

Por outro lado, a viabilidade agronômica e econômica de fontes regionais de nutrientes, no caso a rochagem, pode reduzir a ocorrência da agricultura migratória. Esta afirmação corrobora a uma opção possível, para que os pequenos produtores se mantenham na mesma terra, desfrutando de um custo menor e da facilidade de obtenção do referido insumo (THEODORO *et al.*, 2006; THEODORO; LEONARDOS; ALMEIDA, 2010). Podemos exemplificar e utilizar essa prática devido a riqueza e diversidade mineral existentes em grande parte do território brasileiro. Existe ainda, junto as mineradoras, a disponibilidade desse material estocado, além da possibilidade de se produzir em larga escala, atendendo boa parte da agricultura do país.

Com efeito a consolidação da técnica (uso da rochagem) e a estruturação das cadeias produtivas (mineradoras e afins) e de consumo (agricultores), os agrominerais podem até se tornar uma alternativa econômica regional, reduzindo, em parte, os impactos da grande importação de fertilizantes minerais (LEONARDOS; THEODORO; ASSAD, 2000). De outro modo, sabemos que o produtor depende de insumos derivados do petróleo e de fontes minerais não renováveis, e que grande parte da renda obtida na agricultura fica retida nesta fonte. Na perspectiva de uso da rochagem, a renda passa a circular próxima a quem produz

alimentos, proporcionando uma melhor distribuição de riquezas, além de ser uma alternativa sustentável.

2.2 Microrganismos Eficazes (EM)

As alternativas propostas no tópico anterior, do uso de fontes de nutrientes de rochas, dependem em grande parte da ação dos muitos organismos do solo, tais como bactérias, fungos, actinomicetos, algas, minhocas, entre outros. A disponibilização destes nutrientes é proporcionada pela ação e interação de tais organismos com o ambiente.

A biota (conjunto de seres vivos de um ecossistema) do solo é muito rica e contém quantidades enormes de organismos, podendo ser estimado na ordem de bilhões por grama de solo. Também podemos encontrar de 10 a 50 mil espécies de seres vivos no mesmo um grama de solo, segundo estudos recentes (DANCE, 2008). Desses organismos, cerca de 1% apenas, são possíveis de serem cultivados em laboratório. Em torno de 11% de bactérias e 5% de fungos, são do nosso conhecimento, mas cerca de 75.000 fungos já são catalogados. Descobrimos anualmente em média 1.700 novas espécies, o que sugere mais 800 anos até desvendarmos esse grande potencial de metabólitos que o solo dispõe (BALOTA, 2017).

Essa enorme diversidade de microrganismos (bactérias, fungos, actinomicetos e algas) trabalham como reguladores dos processos bioquímicos do solo como: reciclagem e decomposição orgânica, produção de metabólitos (fitohormônios, sideróforos e ácidos orgânicos), degradação de agroquímicos e mudança nas propriedades físicas do solo (agregação e estabilidade de agregados), por meio da produção de agregantes e cimentantes, como polissacarídeos e glumalina (PAUL e CLARK, 1996; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Retomando o termo EM (Microrganismos Eficientes), culturas de bactérias, fungos, entre outros organismos isolados do solo de matas nativas e multiplicados em meio líquido e fermentado na presença de açúcares, podemos afirmar que se trata de uma técnica simples de obtenção de microrganismos do solo, geralmente produzidos pelo agricultor. Por outro lado, atualmente existem produtos industriais, que também são aplicados no solo ou inoculados em resíduos de matéria orgânica como o esterco bovino (SANTOS, 2016). Aqueles de origem industrial, de um modo geral, passam por um controle de qualidade mais rígido, o que nos leva a pressupor um produto melhor definido.

O EM, produzido tanto na indústria, quanto na propriedade rural, pode aumentar a produção de culturas e pastagens e diminuir a necessidade de adubos químicos, pela aceleração, decomposição e disposição de substratos orgânicos. Pode também promover a produção de enzimas e hormônios benéficos e auxiliar no controle de patógenos da lavoura.

Há, porém, a preocupação de efeitos negativos como competição com a biota nativa, o que pode trazer danos ao meio ambiente, visto que as pesquisas sobre o assunto são ainda superficiais e requerem muitas respostas. Pensamos que a trajetória a ser percorrida, enquanto pesquisa, é árdua, mas acreditamos que o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para esse fim deve passar pela avaliação e padronização do EM.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Conforme exposto no capítulo anterior, apresentamos a literatura sobre Rochagem e microrganismos eficientes EM, que temos ao nosso alcance até hoje como material de pesquisa. A partir dos estudos deste assunto, encontramos fundamentos para tratar da pesquisa que efetuamos. Optamos por realizar o referido experimento com a aplicação de pó de rocha basáltico e EM, em solo de boa fertilidade, em interação com a cultura de *Avena strigosa*.

O estudo foi realizado entre maio e setembro de 2018, na região sul do município de Maringá – Paraná, Brasil, zona rural. A área está localizada nas coordenadas geográficas centrais: latitude 23°28'52.23"S e longitude 51°56'30.98"O, e altitude média de 423m. O solo da área escolhida foi caracterizado como Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVeF), de textura muito argilosa, segundo classificação da EMBRAPA (SANTOS *et al.*, 2018). A área tem sido cultivada desde outubro de 2017 e passou por transição agroecológica, para se tornar área de experimentação totalmente orgânica, tendo continuidade até hoje.

Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Climatológica da Universidade Estadual de Maringá, sendo que mostrou, no período do experimento, a média de temperatura de 21°C, média de umidade relativa do ar de 63% e chuvas acumuladas de 296,6 mm.

Utilizamos três produtos para o cultivo da *Avena strigosa*, sendo eles: *blend* de pó de rocha granulada, *blend* de pó de rocha foliar e inoculante de EM.

Na fabricação do *blend* foi aplicado pó de rocha basáltico, resíduo de mineração de P, resíduos de gesso, resíduo de cinza de queima de madeira, misturados com EM. Todos os materiais foram peneirados com granulometria abaixo de 2mm para granulação. O *blend* de pó de rocha foliar é o mesmo material peneirado com granulometria abaixo de 200mm. Na fabricação de EM nos baseamos no *Caderno dos microrganismos eficiente* (EM) (BONFIM *et al.*, 2011).

Amostras do *blend* foram enviadas para análise, e os resultados obtidos na avaliação da química de óxidos são: SiO₃ – 48,14%; TiO₃ – 1,91%; Al₂O₃ – 12,05%; Fe₂O₃ – 13,14%; MnO – 0,19%; MgO – 4,88%; CaO – 10,64%; Na₂O – 2,07%; K₂O – 1,04%; P₂O₅ – 1,23%; Perda ao fogo – 3,95%.

Nos tratamentos (áreas pré-determinadas para a experiência), conforme ilustração, Figura 1, foram aplicados: (F) *blend* do pó de rocha foliar; (M) inoculante de EM; (FM) *blend* do pó de rocha foliar e o inoculante de EM; (GF) *blend* do pó de rocha granulada e o *blend* do

pó de rocha foliar; (GFM) *blend* do pó de rocha granulada, *blend* do pó de rocha foliar e o inoculante de EM; (G) *blend* do pó de rocha granulada; (T) testemunha; (GM) *blend* do pó de rocha granulada e o inoculante de EM.

Dentro dos cinco blocos (repetições dos tratamentos), os tratamentos foram sorteados.

Com um dado de oito lados, foram sendo sorteadas as posições dos tratamentos em cada bloco, sendo que os números já escolhidos são desprezados. O dado foi lançado novamente, até que todos os blocos foram completados, e a confecção do croqui (Figura 1), acabada. Todos os materiais sólidos foram pesados em balança de precisão, com duas casas decimais e acondicionados em sacos plásticos para posterior aplicação.

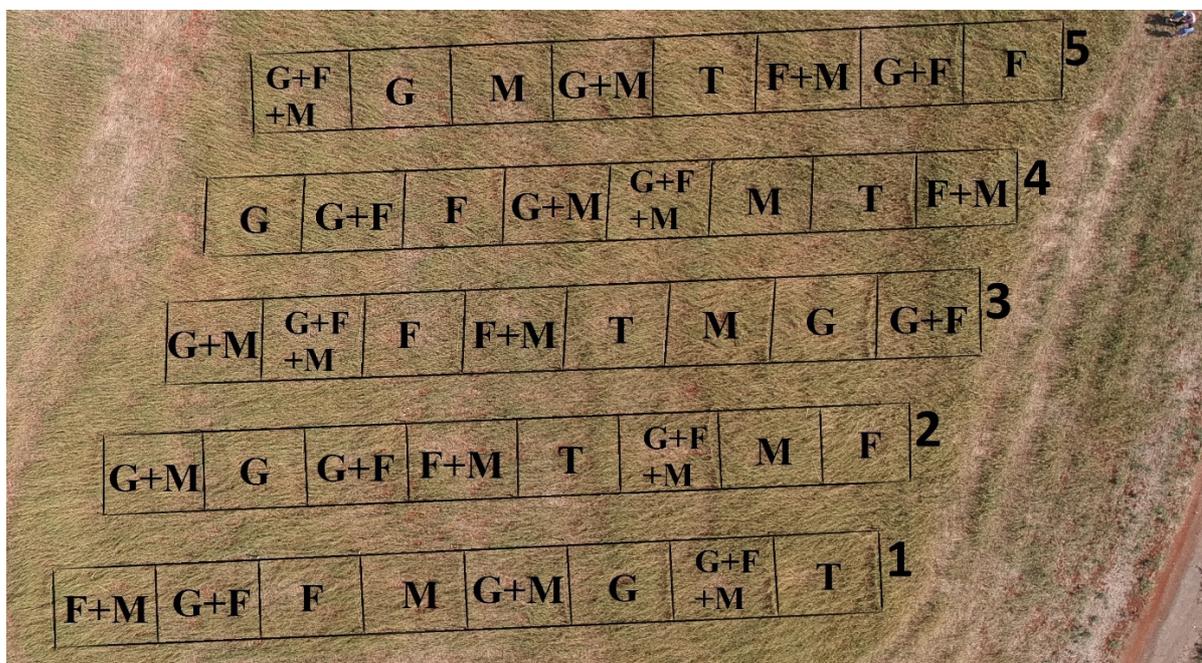


Figura 1. Croqui dos cinco blocos e oito tratamentos realizados a campo na avaliação da matéria seca da *Avena strigosa* no município de Maringá PR em Nitossolo Vermelho Eutrófico.

Semeamos como planta de cobertura 102 (kg.ha⁻¹) da *Avena strigosa* (Aveia Preta) cultivar EMBRAPA 139 (Neblina), a lanço, com máquina marca Triton, modelo Rotax TR 904 no dia 09 de maio de 2018, no período matutino. Cinco dias após a semeadura, uma grade fixada em um trator foi passada superficialmente, para incorporação das sementes ao solo. Após dezenove dias, o terreno foi demarcado com estacas de 1,50 m de altura. O experimento foi instalado em blocos ao acaso, visando reduzir o efeito de declividade da área, em esquema fatorial 8x5, avaliando-se a combinação de oito tratamentos em cinco repetições. Na área de

10.000 m² foram distribuídos os blocos de maneira uniforme. Cada parcela foi demarcada com de 5x4 m, ou seja, 20 m². Entre as parcelas foi estabelecida área de trânsito entre blocos com 1,80 m de largura, seguindo toda a extensão dos blocos. Área real do experimento 1.501,20 m².

Após 2 dias do estaqueamento, realizamos a coleta de amostras do solo, utilizando furadeira portátil modelo GSB18V-LI Bosh, com broca de 3 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento total. Em cada bloco foram realizadas 30 coletas de sub-amostras do solo em *zig zag*. As sub-amostras foram obtidas entre 0 e 20 cm de profundidade no solo e foram acondicionadas em recipiente cilíndrico de PVC. Ao todo, foram feitas 150 coletas, gerando cinco amostras de solo, uma por bloco, e enviadas para a empresa Agrisolum – Maringá para análise física e química completas.

Após vinte e três dias da semeadura realizamos a aplicação do tratamento (G) *blend* do pó de rocha granulado, conforme croqui em todos os blocos assinalados com G (Figura 1). Aos quarenta e oito dias após a semeadura, fizemos a aplicação dos demais tratamentos. No tratamento (G), *blend* do pó de rocha granulado aplicamos à lanço manual nas áreas de maneira uniforme, na proporção de 70 g/m², equivalente a 700 kg.ha⁻¹. No Tratamento (F), *blend* do pó de rocha foliar homogeneizamos em balde com 10 L de água e aplicamos na proporção de 1g/m², equivalente a 10 kg.ha⁻¹, bombeando com pulverizador costal sobre as plantas de maneira uniforme. Quanto ao (M), inoculante de EM, diluímos em água de poço artesiano (água sem cloro), na proporção de 200mL para 10 L de água e aplicamos com pulverizador costal, de maneira uniforme. Para melhor padronização, colocamos varas de madeira com 50 cm comprimento nas hastes dos bicos aplicadores, a fim de nivelar a altura de aplicação. Nas parcelas (T) testemunha e (G) *blend* do pó de rocha granulado, também aplicamos os mesmos 10 L de água, no mesmo período.

Aproximadamente aos noventa dias do florescimento pleno, fizemos o corte da parte aérea das plantas a 5 cm do solo, com tesoura de poda de jardinagem, para avaliação de matéria seca da aveia. Com um quadro metálico de 0,5m x 0,75 m, para delimitar e padronizar a coleta. Posicionamos de forma aleatória por no mínimo 50 cm de distância da margem do bloco, produzindo uma amostra por parcela. Após o corte, determinamos a massa verde e o material acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados e congelados a -20°C, pelo período necessário para pesagem.

No procedimento seguinte, removemos a massa verde do freezer e levamos à estufa de circulação forçada, a 55°C, até que permanecesse em peso constante, por aproximadamente 72h. Em seguida, pesamos em balança de precisão para a determinação da matéria seca.

Quanto aos dados da matéria seca da *Avena strigosa*, submetemos a teste de resíduos e pressupostos de ANOVA (análise de variância), seguindo o delineamento DBC (delineamento de blocos casualizados) em esquema fatorial 8x5, e aplicando teste de médias Duncan através do software SASM-AGRI (CANTERI *et al.*, 2001) a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metodologia que aplicamos na busca de nosso objetivo, de avaliar a partir da produção de Matéria Seca (MS) da *Avena strigosa* a eficácia da aplicação de *blend* de pó de rocha granulada, *blend* de pó de rocha foliar e inoculante de EM, e as interações entre os mesmos, em um Nitossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa, alcançou resultados significantes conforme podemos observar na Tabela 1.

Fizemos, ainda, análises de componentes do solo como capacidade de troca catiônica (CTC), pH e cátions livres na solução do solo. Avaliamos todos estes elementos em comparação à testemunha (área sem aplicação de qualquer produto), conforme demonstrado na Tabela 2. A avaliação das quantidades de MS da *Avena strigosa* em sistemas de plantio direto, são realizadas dado o interesse na cobertura do solo e sua permanência. Esse experimento sugere-nos a possibilidade da substituição de adubos convencionais na produção desse material superficial. Ele é promotor de uma agricultura que protege o solo e melhora a biota. Após fazermos as pesagens de MS e apurar as médias, tivemos os resultados conforme a tabela abaixo:

Tabela 1. Médias da matéria seca da *Avena strigosa* (kg.ha⁻¹), produzida com uso de: *blend* de pó de rocha granulada, *blend* de pó de rocha foliar e inoculante de EM e as suas interações

Tratamento	Média	
F	4.205	A
M	4.179	A
FM	4.163	A
GF	3.819	B
GFM	3.677	B
G	3.579	B
T	3.365	B
GM	3.086	C
C.V.	16,93	%

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de significância de 5%.

Tratamentos: (F) *blend* do pó de rocha foliar; (M) inoculante de EM; (FM) *blend* do pó de rocha foliar e o inoculante de EM; (GF) *blend* do pó de rocha granulada e o *blend* do pó de rocha foliar; (GFM) *blend* do pó de rocha granulada, *blend* do pó de rocha foliar e do inoculante de EM; (G) *blend* do pó de rocha granulada; (T) testemunha; (GM) *blend* do pó de rocha granulada e o inoculante de EM.

Fonte: elaborada pelo autor (BORGES, 2019).

Segundo os resultados, houve diferença significativa na produção de MS entre os tratamentos, ao uso individual do (F) *blend* de pó de rocha foliar (média=4.205 kg.ha⁻¹) e (M) EM (média=4.179 kg.ha⁻¹) e a interação entre os mesmos (FM) (média=4.163 kg.ha⁻¹) acima

da (T) testemunha (média=3.365 kg.ha⁻¹). Também notamos significância quanto ao tratamento com interação de (GM) *blend* de pó de rocha granulado e EM (média=3.086 kg.ha⁻¹) que se apresentou abaixo da (T) testemunha (média=3.365 kg.ha⁻¹).

Durante este experimento houve um extenso período de seca e, as chuvas que caíram se concentraram no início do plantio e pouco antes da colheita. Mesmo assim, observamos similaridade de resultados quando comparamos a produção de MS do experimento de Giacomini *et al.* (2000), realizado em três anos na UFSM-RS, entre as culturas isoladas de aveia, que resultaram em médias de produção de MS (4.120 a 4.600 kg.ha⁻¹), com corte no florescimento pleno e uso de adubação convencional NPK.

Esses valores, contudo, são divergentes se atentarmos à avaliação de rendimento médio no período de 1990 a 1992, no Centro Oeste e Norte do Paraná, com 6.746 k.ha⁻¹ de MS no corte aos 100 dias da *Avena strigosa*, EMBRAPA, 139 Neblina (EMBRAPA 1998), provavelmente devido a mudança de regime de chuvas na região nas últimas 3 décadas.

Segundo Karlinski *et al.* (2017), durante o ensaio nacional de aveias para cobertura de solo em Passo Fundo-RS, considerou que, quando ocorre o corte em pleno florescimento, a média geral de resultados de matéria seca do experimento é de 6.095 kg.ha⁻¹. Diferente resultado obtivemos em nosso experimento, com uma média inferior, de acordo com dados acima apresentados. É preciso lembrar que no Rio Grande do Sul os regimes de chuvas são diferentes aos do Paraná, com médias bastante superiores.

Em uma segunda avaliação, com o intuito de comparar a composição do solo antes (Media Inicial) e depois (Media Final) do uso dos produtos propostos para a pesquisa, fizemos uma análise química simples de solo. A avaliação química do solo é parâmetro importante para termos ideia da sua composição e fertilidade, além de nos mostrar que pode haver uma resposta eutrófica de determinada cultura a esse meio. Os resultados mostraram, por comparação simples, que não houve mudanças nos itens avaliados conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2. Médias iniciais e finais das avaliações químicas de um Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVeF) no município de Maringá-PR sob o uso de três produtos: *blend* de pó de rocha granulado, *blend* de pó de rocha foliar e inoculante de EM e as suas interações

Determinações	Unidade	Média Inicial	Média Final
pH CaCl ₂	cmol.dm ⁻³	5,4	5,7
pH SMP	cmol.dm ⁻³	5,9	5,8
H ⁺ + Al ⁺³	cmol.dm ⁻³	5,34	5,68
Ca ⁺²	cmol.dm ⁻³	8,8	9,1
Mg ⁺²	cmol.dm ⁻³	2,9	2,8
K ⁺	cmol.dm ⁻³	1,29	1,39
CTC pH 7,0	cmol.dm ⁻³	18,30	18,94
CTC Efetiva	cmol.dm ⁻³	12,96	13,25
P Mehlich	mg.dm ⁻³	15,28	14,01
Cu ²⁺	mg.dm ⁻³	21,64	25,05
Fe ²⁺	mg.dm ⁻³	106,63	105,7

Fonte: laudos agrônômicos de avaliação química do solo na empresa Agrisolium Maringá-PR.

Para fundamentar os parâmetros em nossas afirmações e nos resultados que a Tabela 2 apresenta, tomamos ponderações de teorias e experimentos obtidos por alguns estudiosos como (MÜLLER *et al.*, 2009). Ele comparou uso do pó de basalto com NPK, em Pato Branco-PR em uma cultura de milho. Com a aplicação de NPK o desempenho de produção se apresentou superior ao uso de pó de basalto, porém, o pó de basalto apresentou um incremento de produtividade nesta cultura em relação à testemunha.

Outra experiência com cultura de milho, realizada em Bituruna-PR, em um solo classificado como Associação Cambissolo + Terra Bruna Estruturada Álica, Nalon (2009) aplicou pó de basalto e fosfato de gafsa. Esta prática não encontrou diferença significativa de uso em relação a testemunha.

Em outro tipo de solo, na região de Cauamé-RR, classificado como Latossolo Amarelo distrófico de textura média (WELTER *et al.*, 2011) utilizou mudas frutíferas de camu-camu e obteve resultados significativos segundo as diferentes doses de pó de basalto e diferentes granulometrias variadas.

Uma experiência diferenciada verificamos, em Canoinhas SC, realizada por Hanish *et al.* (2013), em Latossolo Vermelho distrófico. O pesquisador concretizou o experimento em culturas anuais durante quatro safras consecutivas: o pó de basalto não apresentou influência na produtividade de grãos de soja e milho, combinado ou não com fertilização química; houve pouca alteração na composição química do solo em questão. Ele observou pequenas alterações de pH após os 42 meses da aplicação, além de mudanças em Cu, Fe, Mg e P com o aumento das doses de basalto após 14 meses. Diferente ocorreu com a aplicação de Ca e Mg que reduziram após 21 meses.

Podemos depreender que as comparações percebidas nas duas avaliações do tópico Resultados e Discussões deste estudo mostraram que os três produtos escolhidos para nossa pesquisa, uma vez aplicados sobre a cultura da *Avena strigosa*, em um Nitossolo Vermelho eutoférico, surtem efeitos diferenciados.

5. CONCLUSÕES

De acordo com o texto acima desenvolvido foi possível expor um experimento voltado para uma área da agricultura em franco desenvolvimento, a aplicação da rochagem e de microrganismos do solo. Estes dois insumos nos permitiram constatar que: o pó de rocha basáltico, fonte de nutrientes não disponibilizou rapidamente efeitos positivos sobre a cultura da *Avena strigosa*, enquanto que os microrganismos manifestaram resultado superior na mesma cultura, conforme os seguintes dados:

Em solo de boa fertilidade (Nitossolo Vermelho eutrófico) Maringá-PR, houve ganhos de MS da *Avena strigosa* com o uso dos produtos (F) *blend* de pó de rocha foliar (média=4.205 kg.ha⁻¹), (M) EM (média=4.179 kg.ha⁻¹) e FM (média=4.163 kg.ha⁻¹). Ocorreu redução da produção de MS quando usado o produto GM (média=3.085,6 kg.ha⁻¹).

Não houve variações comparativas em CTC, pH e cátions livres para a cultura da *Avena strigosa* na presença dos produtos aplicados.

6. REFERÊNCIAS

BALOTA, E.L. **Manejo e qualidade biológica do solo**. Londrina: Editora Mecenas, 2017.

BAMBERG, A.; SILVERIA, C.A.P.; MARTINS, É.S.; BERGMANN, M.; MARTINAZZO, R.; THEODORO, S.H. **Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem, 8 a 11 de novembro de 2016**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016. 455p.

BATISTA, N.T.F. **Atributos químicos do solo e componentes agronômicos na cultura da soja pelo uso da rochagem**. 2013. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2013.

BOLLAND, M.D.A.; BAKER, M.J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 59-68, 2000.

BONFIM, F.P.G.; HONÓRIO, I.C.G.; REIS, I.L.; PEREIRA, A.J.; SOUZA, D.B. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 32p.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, p. 3-41, 2014.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM – Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

COELHO, A.M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.). **Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fósforo, 2005. p. 613-658.

CRUSCIOL, C.A.C. *et al.* Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

DANCE, A. Soil ecology: what lies beneath. **Nature**, v. 455, p. 7424-725, 2008.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Aveia preta para cobertura vegetal do solo**. Emprapa 139 (Neblina). 1998.

ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutriente. **Rev. Bras. Ciênc.Solo**, Viçosa, v. 22, n. 1. p. 11-20, 1998.

FAO. **World agriculture: towards**. New York, USA: John Wiley & Sons, 1995.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I.C.; HÜBNER, A.P.; ANDRADA, M.C.; NICOLOSO, R.S.; FRIES, M.R. Consorciação de plantas de cobertura: II. Decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa. In: FERTBIO, F. 25., Santa Maria, 2000. Anais. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2000. CD-ROM.

GILLMAN, G.P.; BURKETT, D.C.; COVENTRY, R.J. Amending highly weathered soils with finely ground basalt rock. **Tropical Plant Sciences**, School of Tropical Biology, James Cook University, Queensland, Australia, 2002. p. 987-1001.

HANISH, A.L.; FONSECA, J.A.; BALBINOT JR, A.A.; SPAGNOLO, E. Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro safras, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 100-107, dez. 2013.

HARLEY, A.D.; GILKES, R.J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: A geochemical overview. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.**, v. 56, p. 11-36, 2000.

HENSEN, J. **Pães de Pedra**. Alemanha: Leipzig, 1898.

HINSINGER, P.; BARROS, O.N.F.; BENEDETTI, M.F.; NOACK, Y.; CALLOT, G. Plant-induced weathering of a basaltic rock: Experimental evidence. **INRA Science du Sol**, 2 Place Viala, F-34060 Montpellier 1, France. 2001.

HUTTON, J. **Theory of the Earth**: or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the globe. Transaction os Royal Society of Edinburgh, 1788.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**: Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 78p.

KANYANKOGOTE, P.; VAN RANST, E.; VERDOODT, A.; BAERT, G. **Effet de la lave trachybasaltique broyée sur les propriétés chimiques de sols de climat tropical humide**. République Démocratique du Congo: Laboratoire de Pédologie, Université de Kinshasa, 2005.

KARLINSKI, J.; GONÇALVES F.; SAURIN L.; PELLIZZON J.; SANTOS N. dos; LÂNGARO, N. C. Ensaio de aveias forrageiras em Passo Fundo 2017. In: COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 38.,2017. Unijuí. **Anais...** Unijui. FAMV/UPF, 2017.

LAPIDO-LOUREIRO, F.E.V.; NASCIMENTO, M. Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável e competitiva. In: LAPIDO-LOUREIRO, F.E.V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Eds.). **Fertilizantes**: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Cetem/Petrobrás, 2009. p. 81-132.

LEONARDOS O.H.; THEODORO, S.C.H.; ASSAD, M.L. Remineralization for sustentable agriculture: a tropical perspective from Brazilian viewpoint. **Nutrient cycling in agroecosystems – Formely Fertilizer Research**, n. 56, p. 56, 2000.

MARTINS, E.S.; OLIVEIRA, C.G. de; RESENDE, A.V.; MATOS, M.S.F. de. Agrominerais: rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura. In: FERNANDES, F.R.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. **Agrominerais para o Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 205-221.

MELO, V.F.; UCHÔA, S.C.P.; DIAS, F.O.; BARBOSA, G. F. Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 42, n. 4, p. 471-476, 2012.

MONNERAT, R.G.; PRAÇA, L.B.; SILVA, E.Y.Y.; MONTALVÃO, S.; MARTINS, E.; SOARES, C.M.; QUEIROZ, P.R. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* para uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2018. 34p.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 729p.

MÜLLER, M.M.L.; MEERT, L.; MICHALOVICZ, L.; KÖLLN, O.T.; BOTELHO, R.V. Estado nutricional de milho cultivado com fontes alternativas de nutrientes. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 1-3, 2009.

NALON, J.M.; OLIVEIRA, J.R.F. **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.** União da Vitória: UNIGUAÇU, 2009.

OLIVARES, F. Bactérias promotoras de crescimento vegetal. **Boletim Informativo da SBCS**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 33-35, jan./abr. 2009.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry.** San Diego: Academic Press, 1996. 340p.

RESENDE, A.V.; FURINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D.I.; SANTOS, J.Z.L.; CARNEIRO, L.F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 30, p. 453-466, 2006.

SANTOS, M.R.G. **Produção de substratos e fertilizantes orgânicos a partir da compostagem de cama de cavalo.** 2016. 48f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília DF. Embrapa 2018.

SHAFAR, J.M.; NOORDIN, W.D.; ZULKEFLY, S.; SHAMSHUDDIN, J.; HANAFI, M.M. **Improving soil chemical properties and growth performance of Hevea brasiliensis through basalt application.** Serdang, Selangor, Malaysia: Institute of Plantation Studies, Universiti Putra Malaysia, 2017.

SILVA, A.; ALMEIDA, J.A.; SCHMITT, C.; AMARANTE, C.V.T. Fertilidade do solo e desenvolvimento de feijão comum em resposta adubação com pó de basalto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 4, p. 548-554, 2012.

STRAATEN, P.V. **Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities.** Canada: Department of Land Resource Science, University of Guelph, 2006.

THEODORO, S.H. **A fertilização da terra pela terra: uma alternativa de sustentabilidade para o pequeno produtor rural.** 2000. 231f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. **Anais da Acad. Bras. de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 715-720, 2006.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H.; ALMEIDA, E. de. Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos. In: MARTINS, E.; THEODORO, S. H. CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010. Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2010. p. 173-181.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H.; ROCHA, E. L.; REGO, K. G. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. **Rev. Espaço & Geografia**, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 263-292, 2006.

VIDAL, R.A.; BAUMAN, T. Efeito de níveis de palha de trigo no micro-clima do solo sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 1996, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, CME, 1996. p. 118-120.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.R; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plardaginea* (Link) Hitch. sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 27-35, 1996.

WELTER, M.K.; MELO, V.F.; BRUCKNER, C.H.; GÓESH, T.P.; CHAGAS, E.A.; UCHOA, S.C.P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 922-931, set. 2011.