

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE AGRONOMIA

ANDERSON PADILHA DA SILVA

**FERTILIDADE DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DE TRIGO E SOJA
EM RESPOSTA ADUBAÇÃO COM PÓ DE BASALTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2018

ANDERSON PADILHA DA SILVA

**FERTILIDADE DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DE TRIGO E SOJA
EM RESPOSTA ADUBAÇÃO COM PÓ DE BASALTO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Dois Vizinhos*, como requisito parcial para obtenção do Título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor

DOIS VIZINHOS

2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, irmãos e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que chegasse até esta etapa de minha vida.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Laércio Sartor, por gentilmente ter me ajudado e me guiado no decorrer deste trabalho, me dando todo o suporte necessário.

A banca examinadora por ter aceitado o convite e ter contribuído para a realização do trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*“Tenha sempre em mente que a sua resolução
de atingir o sucesso é mais importante
do que qualquer coisa”.*

(Abraham Lincoln)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA	10
3 OBJETIVO	11
3.1 OBJETIVO GERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4 REVISÃO DE LITERATURA	12
4.1 CULTURA DO TRIGO	12
4.2 CULTURA DA SOJA	14
4.3 FERTILIZANTES SOLÚVEIS	15
4.4 TÉCNICA DE ROCHAGEM	16
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	18
5.2 ÁREA DO EXPERIMENTO	18
5.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	19
5.4 MATERIAIS UTILIZADOS	19
5.5 PARÂMETROS A SEREM AVALIADOS	22
5.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
6.1 PARÂMETROS PRODUTIVOS NAS CULTURAS DO TRIGO E DA SOJA	24
6.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO	26
6.2.1 Concentração de alumínio - Al	26
6.2.2 Potencial Hidrogeniônico – pH	27
6.2.3 Soma de Bases – SB	28
6.2.4 Saturação por base – V%	29
6.2.5 Concentração de cálcio - Ca	30
6.2.6 concentração de fosforo – P	31
6.2.7 Concentração de potássio – K	32
7 CONCLUSÕES	34
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36



TERMO DE APROVAÇÃO

(FERTILIDADE DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DE TRIGO E SOJA EM
RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM PÓ DE BASALTO)

por

(ANDERSON PADILHA DA SILVA)

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ou esta Monografia ou esta Dissertação foi apresentado(a) em 06 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro(a) Agrônomo(a). O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado

(Laércio Ricardo Sartor)

Professor Orientador - UTFPR

(Vanderson Vieira Batista)

Mestrando Membro da banca-UTFPR

(Paulo Fernando Adami)

Professor Membro da banca-UTFPR

(Angélica Mendes)

Professora TCC-UTFPR

(Lucas Domingues)

Coordenador do Curso-UTFPR

RESUMO

SILVA, A. P. **Fertilidade do solo e desenvolvimento de trigo e soja em resposta adubação com pó de basalto**. 2018. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Tendo em vista a grande quantidade de resíduos basálticos provindos do processamento do basalto, estuda-se a possibilidade de o pó de basalto ser um complemento da adubação mineral, podendo ser uma opção sustentável e economicamente viável. Em vista disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade de o pó de basalto ser um complemento ao fertilizante mineral para o desenvolvimento do trigo e da soja, bem como incrementar a fertilidade do solo. O experimento foi realizado na Universidade Tecnológica federal do Paraná (UTFPR) Campus Dois Vizinhos, no período de junho de 2016 a maio de 2018. A área experimental está a uma altitude de 526 metros. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, sendo constituído por quatro tratamentos com três repetições, os quais são tratamentos com doses de pó de basalto (0, 3, 6, 12 t/ha⁻¹) consorciados com fertilizante solúvel nas doses 250 kg/ha⁻¹ na formulação 16-16-16 para o trigo e 450 kg/ha⁻¹ na formulação 04-28-08 para a soja. As parcelas serão de 8m x 4m totalizando 32 m². Em 2016 foi realizado a primeira aplicação do pó de basalto, em 2017 foi realizado a segunda aplicação mantendo as doses, sendo cultivado o trigo do qual se avaliou a produtividade e o peso hectolitro (pH), posteriormente foi cultivada a cultura da soja e avaliadas as variáveis de produtividade e massa de mil grãos (MMG). Para avaliar os atributos químicos do solo foram realizadas três amostragens de solo (2016, 2017, 2018) nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15 cm, avaliando os teores de Al, pH, SB, V%, Ca, P e K. Quanto os resultados foram encontrados significâncias somente na produtividade da soja e nos teores de K, para as demais variáveis não foram encontradas alterações.

Palavras-chave: *Triticum spp*, *Glycine max*, Fertilizante solúvel, Pó de Basalto.

ABSTRACT

SILVA, A. P. **Soil Fertilities' and development of wheat and soy in response fertilization with basalt powder.** 2018. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

In view of the large amount of basaltic residues coming from the processing of basalt, the possibility of basalt powder being a complement to mineral fertilization can be considered a sustainable and economically viable option. In view of this, the purpose of the present work was to evaluate the ability of basalt powder to be a supplement to the mineral fertilizer for the development of wheat and soybeans, as well as to increase soil fertility. The experiment was carried out at the federal Technological University of Paraná (UTFPR) Campus two neighbors, in the period from June 2016 to May 2018. The experimental area is at an altitude of 526 meters. The experimental design was of random blocks, consisting of four treatments with three repetitions, which are treatments with doses of basalt powder (0, 3, 6, 12 t/Ha⁻¹) Consortium with soluble fertilizer in doses 250 kg/ha⁻¹ In the formulation 16-16-16 for wheat and 450 kg/ha⁻¹ In the formulation 04-28-08 for soy. The Plots will be 8m x 4m Totaling 32 m². In 2016 the first application of the basalt powder was carried out, in 2017 the second application was carried out, with the doses being cultivated, the wheat of which the productivity was evaluated and the hectolitre weight (PH) was subsequently cultivated and the soy culture was evaluated and the Productivity variables and mass of a thousand grains (MMG). To evaluate the chemical attributes of the soil, three soil samplings were carried out (2016, 2017, 2018) at depths 0-5, 5-10, 10-15 cm, evaluating the contents of Al, PH, SB, V%, Ca, P and K. How much results were found only in the Productivity of soybeans and in the levels of K, for Variables No changes were found.

Key words: *Triticum Spp*, *Glycine Max*, Soluble Fertilizer, Basal powderTo

1 INTRODUÇÃO

A capacidade produtiva de uma cultura depende das limitações impostas pelo solo e ambiente na qual ela está inserida (GROHS *et al.*, 2009). O solo desempenha papel importante na nutrição de plantas. Segundo Guerra (2015), os vegetais necessitam de dezesseis elementos para completar seu ciclo de vida, sendo treze destes retirado exclusivamente do solo. Sendo assim, o estudo de novas tecnologias que visam melhorar a qualidade do solo vem se mostrando indispensável para alcançar novos tetos produtivos sem oneração dos tetos de produção. Para Ali *et al* (2016), o aumento da produtividade depende de fatores como desenvolvimento tecnológico que chegue até os produtores e incentivo à pesquisa.

A definição de solo fértil é caracterizada como aquele que tem capacidade de atender as demandas das plantas com nutrientes essenciais em quantidades adequadas para seu desenvolvimento (TONHOLI, 2017). Ao analisar quimicamente um solo, inúmeros elementos podem ser encontrados na amostra e de forma semelhante (MENDES, 2017). A fertilidade do solo não é algo constante, para Pereira (2017) as perdas de nutrientes do solo são provocadas por agentes naturais ou por práticas inapropriadas do homem com relação às necessidades da terra.

O uso pó de basalto pode ser uma boa alternativa para aumentar a fertilidade do solo, diminuir os custos de produção e minimizar as dependências de insumos industrializados (PLEWKA *et al.*, 2009). As rochas basálticas são um importante material de origem de solos, e podem contribuir para sua fertilidade, em função do predomínio de minerais facilmente intemperáveis e ricos em cátions (RESENDE *et al.*, 2002). Os principais macronutrientes presentes nesse material são fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre e entre os micronutrientes destaca-se o silício (MELLO *et al.*, 2009). A adubação com rochas moídas é técnica chamada rochagem, que para Meert *et al* (2009) possa parecer uma novidade, mas a mesma já vem sendo realizada há anos, como exemplos na agricultura, é possível citar a calagem e a fosfatagem.

A região sudoeste do Paraná se destaca na produção de grãos. Na safra 2016/2017 a soja teve uma área plantada que chegou aos 272 mil hectares com 979.200 toneladas de produção (DERAL, 2017). O trigo também é muito cultivado na região, sendo umas das principais culturas no inverno. Segundo dados do DERAL (2013) a área plantada na safra 2012/2013 chegou a 250 mil hectares com 1,96 milhões de toneladas de produção. Contudo, pouco estudo avaliando a resposta destas culturas ao pó de basalto na região são encontrados na literatura.

Tanto para o trigo como para a soja a produtividade é o reflexo dos níveis adequados de nutrientes disponíveis no solo para a planta. Para produzir 1 tonelada de grãos a soja demanda 51 kg de N, 10 kg de P_2O_5 e 20 kg K_2O , além de outros nutrientes (EMBRAPA, 2008). Para o trigo a quantidade de NPK para produzir 1 tonelada de grãos é de 27,95 kg de N, 3,85 kg de P, 19,9 kg de K, além de outros nutrientes (RAIJ *et al.*,1996).

Com o presente estudo surge a hipótese que ocorra um incremento direto nos atributos químicos do solo em um período de três anos, e que esse incremento seja quantificado através de análises laboratoriais do solo. Outra forma de quantificar os possíveis incrementos é de forma indireta, avaliando os parâmetros produtivos das culturas, em específico o trigo e a soja.

A justificativa para a execução deste estudo baseia-se na intensão de descobrir novas alternativas de adubação como também confirmar a possível eficiência desse resíduo no solo da região. Em estudo realizado por Knapik *et al.*, (2004) na região sudeste do Paraná o uso de 20 toneladas de pó de basalto por hectare possibilitou um incremento de 10% no peso de mil grãos de soja comparado com a testemunha e com fertilizante solúvel. Para Knapik e Angelo (2007) o uso do pó de basalto na agricultura traz muitos questionamentos acerca das características do solo após períodos de um a dois anos de aplicação deste resíduo. Desta maneira, objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de diferentes doses de pó de basalto aplicadas em cobertura associado com fertilização solúvel, a fim de avaliar o desempenho do trigo e da soja bem como analisar os níveis nutricionais adicionados ao solo com essa técnica.

2 JUSTIFICATIVA

A agricultura está em constante inovação na busca por novos patamares produtivos, podendo ser uma atividade rentável e de mercado infinito, portanto novas tecnologias estão surgindo e as áreas de cultivo crescem anualmente. Atualmente, as cultivares presentes no mercado possuem grande potencial genético, porém demandam grandes quantidades de nutrientes do solo, sendo que este fator pode diminuir a lucratividade, visto que uso unicamente de fertilizantes solúveis aumenta os custos de produção.

Desta forma é de grande importância buscar soluções alternativas para atender as demandas nutricionais das novas cultivares e melhorar a nutrição dos solos agrícolas. Uma possível solução para esses problemas é o uso do pó de basalto, que é um resíduo disponível em grande quantidade e de fácil extração, resultando em produtos de baixo custo. Além de apresentar consideráveis valores nutricionais em sua constituição, esse material libera os nutrientes gradativamente, portanto tem o poder de remineralizar solos degradados a longo prazo.

O uso do pó de basalto na agricultura ainda é pequeno, mesmo sabendo que essa técnica não traz prejuízos ao solo. Porém, os fertilizantes solúveis são de grande eficácia na agricultura, e seu uso em consórcio com pó de basalto pode proporcionar efeitos positivos na nutrição das culturas. Outro ponto positivo do seu uso na agricultura é a possibilidade de dar um destino útil a esses resíduos.

As hipóteses indicam que a utilização do pó de basalto irá contribuir positivamente nas condições químicas do solo levando em consideração o tempo para que ocorra a reação, e que sua utilização em doses crescentes associado com fertilizantes solúveis proporcione um incremento nos parâmetros produtivos nas culturas do trigo e da soja.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da aplicação de doses de pó de basalto sobre os atributos químicos do solo após duas aplicações anuais, e aferir seu efeito nas culturas do trigo e da soja.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a eficiência de doses de pó de basalto, associado ao fertilizante solúvel nas culturas do trigo e da soja.

Avaliar a contribuição das doses de pó de basalto nos atributos químicos do solo em diferentes épocas pós aplicação.

Verificar a possibilidade do adubação solúvel ser uma alternativa para complementar a adubação com pó de basalto.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum spp.*) como é conhecido hoje, é originário de gramíneas silvestres que se desenvolviam nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates (Ásia), por volta dos anos 10.000 a 15.000 a. C (EMBRAPA, 2014). Pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Poideae* e ao gênero *Triticum*, é classificado em diferentes espécies, conforme o número de cromossomos (SCHEUER *et al.*, 2011).

No seu desenvolvimento, o trigo passa por três estádios principais, onde primeiro ocorre a fase vegetativa, seguida da reprodutiva e por último a fase de enchimento de grão. A fase vegetativa vai da sementeira, envolvendo germinação e emergência de plantas, até o estágio de duplo-anel, e compreende etapa em que, no ponto de crescimento são diferenciadas somente estruturas foliares (EMBRAPA, 2002). Enquanto que a fase reprodutiva vai do início da floração em diante.

É uma cultura de grande importância econômica para o Brasil e o mundo, bem como uma grande fonte de alimento para as pessoas. Silva *et al.* (2004) apontam a cadeia produtiva do trigo como uma das mais importantes do setor alimentício, suprimindo grande percentual da necessidade de alimentos da população brasileira, como pães, massas, biscoitos, além de ser fonte geradora de empregos. De acordo com Garcia e Neves (2001), esse alimento se torna essencial fazendo com que qualquer governo reconheça e garanta a segurança alimentar.

Segundo dados da FAO (2009) atualmente o cereal é cultivado em 124 países e é considerado essencial na dieta pelo fato de concentrar elevado valor energético e rico em carboidratos e proteínas. Como as demais commodity, o preço do trigo alterna em relação a oferta e a demanda no mercado mundial. Na safra 2017/2018 foram produzidas cerca de 758,25 milhões de toneladas, o que representará um leve acréscimo comparado ao ano anterior de 757,01 milhões de toneladas (USDA, 2018).

No Brasil, o cenário da produção de trigo é semelhante com o cenário mundial, o preço e a produção estão em constantes oscilações, há momentos em que a produção atende as demandas internas, e outros necessita de importação do cereal. A produção brasileira de trigo em 2008 totalizou 6,03 milhões de toneladas, com uma área colhida de 2,42 milhões de hectares e rendimento de 2,49 toneladas por hectare (MAGGIAN *et al*, 2010).

No Paraná a safra 2009/2010 foram produzidos 3 milhões de toneladas de trigo em uma área de 1,15 milhões de hectares e produtividade média de 2,6 t ha⁻¹ (DERAL, 2010). Atualmente existem várias cultivares no mercado, sendo que cada uma tem características distintas. As diferenças estão altura das plantas, produtividade, conteúdo de endosperma, proporção de proteínas na farinha, qualidade da proteína, resistência a diversas doenças e requerimentos climatológicos e pela aparência física (ABITRIGO, 2008).

Estruturalmente, o grão de trigo é um cariópside, ou seja, possui semente única (HOSENEY, 1991). Com 6 a 8 milímetros de comprimento e 3 a 4 milímetros de largura, em que o germen e os tricomas se encontram em extremidades opostas (SCHEUER, 2011).

O produto do trigo é a farinha, que é obtida através da moagem do grão. É composta de amido (70 a 75%), água (12 a 14%), proteínas (8 a 16%), polissacarídeos não amiláceos (2 a 3%), lipídeos (2%) e cinzas (1%) (MORITA *et al.*, 2002). O teor de água do grão representa um índice comercial significativo, pois influencia seu peso específico, rendimento de moagem, conservação e características tecnológicas (SCHEUER, 2011).

As condições climáticas influenciam diretamente no peso e na qualidade dos grãos. As maiores regiões produtoras de trigo no mundo estão concentradas entre 30 e 35 graus de latitude em ambos os hemisférios, em clima moderadamente seco a moderadamente úmido, temperado (MOTA, 1980).

4.2 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine Max*) é de grande importância para a economia do Brasil, sendo a principal cultura. Pertencente da família Fabaceae e a subfamília Faboideae tem como seu centro de origem a região nordeste da China (EMBRAPA, 2000). Esta entre as principais oleaginosas utilizada para a alimentação, sua característica principal é o seu elevado teor proteico dos grãos (FREITAS, 2011).

É cultivada na maioria no território brasileiro, se adaptando em diferentes condições de clima, a produção brasileira na safra 2014/2015 foi de 97,2 milhões de toneladas com 32,1 milhões de hectares cultivados (USDA, 2016). O estado do Paraná mante-se como o segundo maior produtor nacional. Na safra 2017/2018 deve atingir 19,29 milhões de toneladas (DERAL, 2017).

Em 2018 a soja no Brasil completou 136 anos de exploração, o qual teve início no sul do país e hoje já se encontra nos mais diferentes ambientes tendo grande avanço na região do cerrado (FREITAS, 2011). Esse avanço foi possível através da implantação dos programas de melhoramento, que desenvolveram cultivares adaptados as condições de fotoperíodo para as regiões de latitudes baixa (FREITAS, 2011).

Dentre os fatores que afetam diretamente a produtividade destaca-se a água, responsável por desempenhar grandes funções na planta, atuando nos processos fisiológico e bioquímicos além de ser o maior componente nos tecidos da planta (FIORESE, 2013). No momento do cultivo pode se dizer que a maior demanda de água pela planta se dá em três momentos, germinação, floração e no enchimento de grão (FIORESE, 2013).

Outro fator de destaque é a época de semeadura, portanto deve-se atentar ao zoneamento agrícola para cada região, ou seja, o período mais indicado para a implantação da cultura. Neste período a planta tem as condições mais favoráveis para que possa crescer se desenvolver e expressar todo o seu potencial produtivo (GARCIA *et al.*, 2007).

O ciclo da cultura completa-se com aproximadamente 120 dias, a fase final é uma das mais importantes para o sucesso do cultivo que é a colheita. O momento certo de colheita é crucial, a umidade média dos grãos deve ficar em torno de 13% podendo ser maior, mas havendo gastos para secagem, e menor porem comprometendo o peso do produto (SANTOS, 2000).

De forma geral, analisando os principais fatores para o bom desenvolvimento da cultura pode se afirmar que a região de Dois Vizinhos esta apta para produzir soja, com capacidade de atingir maiores patamares de produtividade.

4.3 FERTILIZANTES SOLÚVEIS

Os fertilizantes solúveis surgiram com a finalidade de suprir as necessidades nutricionais das plantas de forma rápida. Os quais têm como características a alta solubilidade além de serem compostos essencialmente pelos nutrientes NPK, que contemplam diversas variações de formulação (RODRIGUES, 2009). Comercialmente, os fertilizantes são vendidos como produtos, tais como: 05-20-20, 07-11-09, 02-20-30, 04-30-10, 22-00-24, 04-14-08, 05-20-30, cujos números referem-se às concentrações percentuais de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente (BAZZOTTI, 2001).

No que diz respeito a eficiência de uso os fertilizantes solúveis é uma tecnologia insubstituível no que se diz respeito a nutrição de plantas, visto que as novas cultivares estão mais exigentes a esse fator. Entretanto, doses insuficientes, podem acarretar efeitos prejudiciais ao crescimento das culturas, reduzindo a produtividade das culturas (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Yamada (2004) relata que no campo, a detecção da deficiência dos nutrientes da cultura é feita rotineiramente também pelos sintomas, que são sempre específicos para cada nutriente, ou pela análise do tecido da planta.

Todos os nutrientes são importantes para as plantas, dentre os fertilizantes minerais se destaca os fertilizantes minerais nitrogenados, pois estes favorecem a

fotossíntese, já que mantem as plantas mais verdes. Quando os adubos nitrogenados ou os orgânicos são aplicados ao solo, eles passam da forma mineral para a aniônica, forma absorvida pelas plantas, sendo transformada em compostos como aminoácidos e proteínas (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Como para qualquer outro nutriente, as doses devem ser adequadas, pois se a falta causa problemas o excesso também é prejudicial. Se doses excessivas desses adubos forem aplicadas, as plantas não são capazes de absorver todo o nitrato, que pode ser levado às águas subterrâneas (CANTARELLA, 2007). Mesmo sendo aplicado em doses recomendadas, nem todo o fertilizante aplica é absorvido pelas plantas. Kawa (2015) considerou que as proporções médias de nutrientes do fertilizante absorvidas pelas culturas durante a estação de crescimento são: nitrogênio de 50 a 70%; fósforo: 15%; potássio: de 50 a 60%.

Tendo em vista a dificuldade de atender todas as demandas da cultura para que a mesma expresse todo o seu potencial produtivo, é de grande importância o surgimento de novas formas de adubação que complementem a adubação mineral.

4.4 TÉCNICA DE ROCHAGEM

Rochagem é a denominação dada à tecnologia que parte do pressuposto que determinados tipos de rocha podem fornecer de forma adequada certas quantidades de nutrientes aos solos, e na sequência para as plantas (THEODORO, 2011).

Os exemplos de rochas moídas que mais são utilizadas na agricultura são as calcárias como corretivos de acidez e os fosfatos naturais (CARVALHO, 2012). Esta técnica possibilita que os nutrientes presentes nos fragmentos de rochas sejam incorporados aos solos que se encontram empobrecidos pelo intemperismo/lixiviação ou pelo uso inadequado e intensivo pela agricultura (NUNES, 2012).

A aplicação da prática de rochagem, com a utilização de rejeitos da mineração é uma técnica alternativa capaz de auxiliar na recuperação e na

conservação dos solos (NUNES, 2012). Press *et al.* (2006) revela que as rochas máficas, como o basalto, são geralmente mais ricas em cálcio, magnésio e ferro e deficientes em potássio, sódio e sílica.

A técnica chegou ao Brasil na década de 50 pelos pesquisadores Josué Guimarães e Vlademir Ilchenko, no estado de Minas Gerais (COLA *et al.*, 2012). O pó de rocha pode ser facilmente encontrado ou obtido em certas regiões do país, por exemplo, no estado de Santa Catarina existem várias reservas de minerais que contêm nutrientes necessários às plantas (COLA *et al.*, 2012). Para Loureiro e Melamed (2009) pesquisas com esses materiais deveriam ser realizadas em todo o país, afim de comprovar a sua viabilidade.

Uma característica dos nutrientes presentes nas rochas é sua liberação lenta. Como a solubilidade é baixa ocorre a necessidade de se aplicar grandes quantidades ou em longos períodos para começar a aparecer resultados positivos (BOLLAND *et al* 2000). Porém para Melamed e Gaspar (2005), a liberação lenta possibilita que ocorra o fornecimento de nutrientes para as plantas cultivadas durante longos períodos, além de promover o aumento da capacidade de troca de cátions.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Dois Vizinhos (figura 1) no período entre junho de 2016 e maio de 2018. A área experimental localiza-se nas coordenadas geográficas 25°41'32" S e 53°05'42" O em uma altitude de 526 metros. O clima da região é classificado segundo Köppen como Cfa: Clima subtropical (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho distrófico (BHERING, 2008). A precipitação anual situa-se entre 1800 a 2200 mm/ano (IAPAR, 2015).

5.2 ÁREA DO EXPERIMENTO



Figura 1: Imagem da área experimental. Fonte: SMANIOTTO, 2017.

5.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi aplicado quatro doses do pó de basalto (tabela 1) nas culturas do trigo e da soja, sendo três doses em consórcio com fertilizante solúvel.

Tabela -1 Tratamentos utilizados com parcelas únicas para o cultivo da soja

Tratamentos	Descrição do Experimento
0	Fertilizante solúvel
3	3000 kg de pó de basalto ha ⁻¹ + fertilizante solúvel
6	6000 kg de pó de basalto ha ⁻¹ + fertilizante solúvel
12	12000 kg de pó de basalto ha ⁻¹ + fertilizante solúvel

Fonte: Autor, 2018.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos seguiram doses crescentes de pó de basalto (0, 3, 6, 12 t ha⁻¹). A definição das doses teve como parâmetro o trabalho realizado por KÖLLN *et. al.* (2007) onde 4 t ha⁻¹ do produto teve os mesmos resultados no feijão que fertilizantes solúveis. Analisando o resultado dessa dose, buscou-se avaliar doses inferiores e superiores a esta. Na cultura do trigo, foi aplicado em cobertura em maio de 2017 250 kg ha⁻¹ do fertilizante solúvel 16-16-16, tendo como parâmetro a dosagem média utilizada na região. Na soja foram utilizadas as mesmas dosagens de pó de basalto, sendo aplicado em cobertura 450 kg ha⁻¹ de fertilizante solúvel 04-28-08.

Ao todo o experimento contará com 12 parcelas de 8 x 4 metros, totalizando 32 m², sendo que a área total utilizada para o experimento será de 384 m².

5.4 MATERIAIS UTILIZADOS

O pó de rocha utilizado foi obtido da indústria EKOSOLO situada no município de Paulo Freitas-SC, a empresa desenvolve pesquisas envolvendo pó de basalto e

se colocou à disposição para avaliar seu produto na região Sudoeste do Paraná. A composição do pó é como mostra a tabela 2.

Tabela 2: Química total do pó de basalto – EKOSOLO

NUTRIENTES		
SiO ₂	(%)	51,13
Al ₂ O ₃	(%)	13,99
TiO ₂	(%)	1,21
Fe ₂ O ₃	(%)	13,48
CaO	(%)	10,79
MgO	(%)	6,7
K ₂ O	(%)	0,51
Na ₂ O	(%)	2,1
MnO	(%)	0,19
P ₂ O ₅	(%)	0,12
S	(ppm)	206
Zr	(ppm)	103
Nb	(ppm)	9
Rb	(ppm)	13
Ba	(ppm)	48
Cu	(ppm)	181
Zn	(ppm)	92
Cr	(ppm)	180
Ni	(ppm)	89

Fonte: Adaptado de Ekosolos indústria remineralizadora de solos Ltda.

A escolha da área onde foi implantado o experimento seguiu alguns requisitos, como topografia e homogeneidade estrutural do solo. Depois da escolha e demarcação da área, foi coletado amostras de solo seguindo três profundidades amostrais, 0 cm - 5 cm, 5 cm – 10 cm, 10 cm – 20 cm, afim de conhecer a situação inicial do solo. Posterior a coleta foi realizada a primeira aplicação de pó de basalto nas parcelas do experimento, tal fato ocorreu no dia 25 de maio de 2016.

O primeiro trabalho realizado na área com objetivo de avaliar o pó de basalto foi posterior a primeira aplicação do produto. Este trabalho teve duração de 1 ano e foram cultivadas as culturas do milho e soja safrinha, porém somente a soja foi

avaliada e o produto não se mostrou eficaz nos parâmetros produtivos dessa cultura comparado com fertilizantes solúveis. Acredita-se que o curto prazo de apenas 1 ano não foi suficiente para que ocorresse a liberação dos nutrientes presentes no produto.

Um ano após a primeira coleta foi realizado novamente análise de solo nas mesmas profundidades a fim de saber se houve variações nos seus atributos químicos. Foi efetuada uma segunda aplicação do pó em 20 de maio de 2017 seguindo as mesmas dosagens.

Após a segunda aplicação do pó foi cultivado o trigo. Para o cultivo foi semeado a cultivar TBIO SINUELO cultivar de ciclo médio a tardio com bom histórico produtivo na região. O trigo foi semeado com auxílio de uma semeadora adubadora SEMEATO SHM 15/17 ROTO com população de plantas finais de 300 plantas/m² e espaçamento entre linhas de 17 cm. A aplicação do fertilizante solúvel foi a lanço em pós-plantio. Na fase de perfilhamento da cultura (15 a 20 dias após a semeadura) foi realizada a aplicação do herbicida seletivo e sistêmico ALLY a base de METSULFUROM METILICO na dosagem de 4,0 g ha⁻¹ com finalidade de controlar o picão preto (*Bidens pilosa*) o nabo (*raphanus raphanistrum*) e a soja voluntária. Para o controle de pragas foram feitas duas aplicações, a primeira foi no estágio de perfilhamento onde foi aplicado o inseticida sistêmico ENGEO PLENO inseticida a base de TIAMETOXAM muito eficiente no controle de percevejo barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) praga presente em grandes quantidades no início da cultura, a dosagem utilizada foi de 150 ml ha⁻¹. A segunda aplicação para o controle de pragas se deu no estágio de alongação do colmo, foi aplicado o inseticida acaricida DIMETOATO 500, um organofosforado muito eficiente para o controle do pulgão (*Metopolophium dirhodum*) na dosagem de 500 ml ha⁻¹.

Para o controle de doenças foi realizado uma única aplicação no estágio de alongação do colmo, para o processo foi utilizado o fungicida sistêmico OPERA SE com ação protetora e curativa, o objetivo da aplicação foi controlar e evitar doenças como helmintosporioses (*Bipolaris sorokiniana*) e Ferrugem-da-folha (*Puccinia triticina*), a dosagem utilizada foi 1,0 L ha⁻¹.

Logo após o cultivo do trigo deu-se início o cultivo da soja. Para a etapa foi semeado a cultivar NIDERA 5909 cultivar precoce com potencial de alta

produtividade. A semeadura foi realizada com auxílio de uma semeadora-adubadora de arrasto marca Semeato modelo SHM 11/13, constituída de 5 linhas com espaçamento entre linhas de 45 cm, acoplada a um trator John Deere 5600. A população de plantas foi de 300 mil plantas/ha⁻¹ conforme a recomendação da cultivar. Em todas as parcelas foi realizada a semeadura na modalidade só sementes, a aplicação do fertilizante solúvel foi em cobertura.

No estágio vegetativo V3 da cultura foi realizado o controle de plantas daninhas e do trigo voluntario utilizando herbicida a base GLIFOSATO na dose de 2L ha⁻¹. Para o controle de pragas foi realizado duas aplicações a primeira ocorreu no estágio vegetativo V3, esta aplicação tinha como objetivo controlar populações de vaquinha-verde-amarela (*diabrotica speciosa*) e foi utilizado inseticida a base de CLORANTRANELIPROLE 0,5 L ha⁻¹. A segunda aplicação foi realizada no estágio reprodutivo R1, as pragas de maior importância nesse estágio da cultura são as lagartas e os percevejos, porém percevejos irão causar danos nos estágios posteriores, mas o objetivo era evitar um surto da praga. O inseticida utilizado foi a base de ACEFATO 1kg ha⁻¹.

Para o controle de doenças foi realizado uma única aplicação no estágio reprodutivo R1, foi utilizado fungicida a base de TRIFLOXISTROBINA e PROTIOCONAZOL na dose de 0,4 L ha⁻¹. Para todas as aplicações foi utilizado pulverizador autopropelido com volume de calda de 100 L ha⁻¹.

5.5 PARÂMETROS AVALIADOS

Para avaliar os dados de produtividade e ph do trigo foram coletadas duas amostras de 1 m² cada parcela desprezando as bordaduras, as duas amostras de cada parcela foram misturadas e trilhadas manualmente afim de evitar perdas de grãos. Depois de trilhadas estas foram acondicionadas em sacos e identificadas conforme o bloco e o tratamento a qual pertenciam. Com a finalidade de fazer com que a umidade presente nos grãos não interferisse nos dados, as amostras seguiram para a estufa de secagem há 55° C por quatro dias. Para uma umidade uniforme seguiu-se um padrão de 13%. As amostras foram pesadas representando

a área de coleta e sendo extrapoladas em kg ha^{-1} . O pH foi aferido através da retirada de sub-amostras utilizando medidor tabelado.

Para avaliar a produtividade e massa de mil grãos na soja foram coletadas 3 fileiras de 2 metros lineares em cada parcela desprezando a bordadura, essas amostras foram trilhadas tendo a umidade corrigida também para 13% e em seguida foram pesadas para se obter a produtividade em kg ha^{-1} , de cada amostra principal foi retirado três sub-amostras contendo 100 grãos, as três sub-amostras foram pesadas e obtiveram uma media em gramas, essa média foi extrapolada pra 1000 grãos onde se obteve a massa de mil grãos.

Para avaliar os incrementos nos atributos químicos do solo (Al, pH, SB, V%, Ca, P e K) foram realizadas três análises nas profundidades de 00 cm - 05 cm, 05 cm – 10 cm, 10 cm – 20 cm. As análises foram realizadas no decorrer de três anos do experimento, sendo uma análise para cada ano (2016, 2017, 2018). A coleta se deu de forma tradicional com auxílio de uma pá de corte, fita métrica e sacos para identificação e encaminhamento ao laboratório.

5.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a um nível de 5% de probabilidade e, posteriormente, quando apresentarem significância, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para o processo foi utilizado o software STATIGRAPHICS CENTURION.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 PARÂMETROS PRODUTIVOS NAS CULTURAS DO TRIGO E DA SOJA

De acordo com a tabela 3, não houve significância para as variáveis produtividade do trigo, peso hectolítro (pH) e massa de mil grãos na soja. Já para a produtividade da soja houve incremento significativo quando utilizado o tratamento 6 t/ha⁻¹, tal fato pode ser explicado pelo tempo de reação do pó de basalto no solo, já que a soja foi cultivada em um tempo de reação maior após dois anos da primeira aplicação.

Os dados relacionados ao trigo corroboram com os observados por Korchagin *et al.* (2014) onde quatro doses de pó de basalto aplicados no trigo não tiveram diferenças estatísticas nos componentes rendimento de grãos, peso de mil sementes (PMS) e peso hectolítro (PH).

Em relação a massa de mil grão (MMG) na soja, dados semelhantes foram encontrados por Hanisch *et al.* (2011) onde doses de pó de basalto não apresentaram efeitos significativos nos componentes diâmetro de caule, número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de mil grãos.

Tabela 3: Parâmetros produtivos avaliados nas culturas do trigo e da soja em função das doses de pó de basalto

Tratamentos (tha ⁻¹)	Prod. Trigo (kg/ha ⁻¹)	pH Trigo	Prod. Soja (kg/ha ⁻¹)	Massa mil grãos (g)
0	1.291	71.9	2.174	164
3	1.158	72.2	2.520	148
6	1.070	71.8	3.498	166
12	900	72.3	2.581	156
Média	1.104	72.5	2.693	158
CV%	1,4	0,08	21,5	0,6

Fonte: Autor, 2018.

Em relação a variável produtividade da soja o tratamento com 6 t ha⁻¹ se diferenciou dos demais (figura 2), ao nível de 5% de probabilidade de erro com produtividade média de 3.498 kg ha⁻¹ proporcionou um incremento de aproximadamente 38% em relação ao tratamento sem utilização do pó de basalto. Este fato pode ser justificado devido ao maior tempo do produto no solo, com dois anos da primeira aplicação e um ano da segunda e pelo acréscimo de potássio proporcionado pela dose 6 t ha.

Resultados significativos com doses menores de pó de basalto em um tempo superior a três anos já foram encontrados. Em pesquisa realizada por Kölln *et al.* (2009) o tratamento com 250 kg ha⁻¹ de fertilizante solúvel associado a 2 t ha⁻¹ de pó de basalto proporcionou um incremento a produtividade da soja comparado com os tratamentos 1 t ha⁻¹, 5 t ha⁻¹ e 7 t ha⁻¹. Em pesquisas realizadas por Nichele (2000) a associação de 10 t ha⁻¹ de pó de basalto com 2369 kg ha⁻¹ de esterco bovino possibilitou um incremento na produtividade do feijão comparado com o tratamento sem a aplicação do pó de basalto.

Estudos similares foram realizados por Plewka *et al.* (2009) onde 4000 kg ha⁻¹ de pó de basalto foi associado a cama de aviário na cultura do feijão, obtendo assim resultados superiores de produtividade.

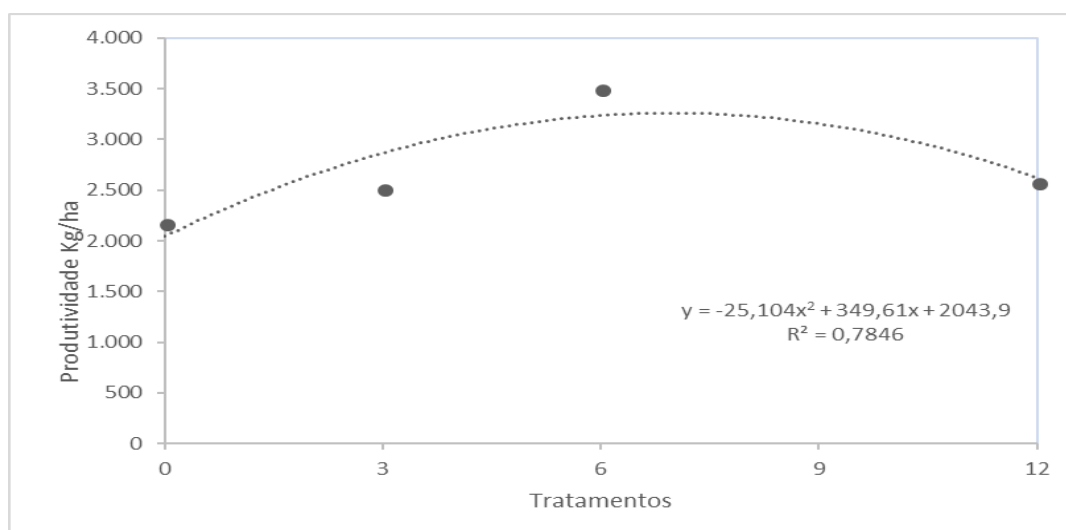


Figura 2: Análise de regressão produtividade da soja em função de crescentes doses de pó de basalto (0, 3, 6 e 12 t/ha). Nota-se incremento na produtividade no tratamento 6. Dois vizinhos, PR – 2018. Fonte: Autor, 2018.

6.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

6.2.1 Concentração de alumínio - Al

Em relação aos teores do elemento alumínio (Al) os resultados não foram significativos (figura 3) entre as doses de pó de basalto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, para ambos os anos de análise (2017/2018) comparados com a análise inicial (2016). Do ponto de vista agrônômico o resultado foi positivo pois comprova que em todas as doses não houve acréscimo deste elemento tóxico. Teor elevado de alumínio no solo reduz o crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas diminuindo a absorção de nutrientes (BALBINO *et al.* 2010).

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva *et al.* (2012), onde doses de 2,5, 5, 10 e 20 t ha⁻¹ de pó de basalto não causaram incremento nos teores de alumínio e matéria orgânica no solo após um ano e instalação do experimento. Knapik e Angelo (2007) relatam em estudos realizados com pó de basalto em solos florestais que na testemunha e no tratamento com o pó os teores de alumínio não se elevaram, se diferenciando dos demais tratamentos.

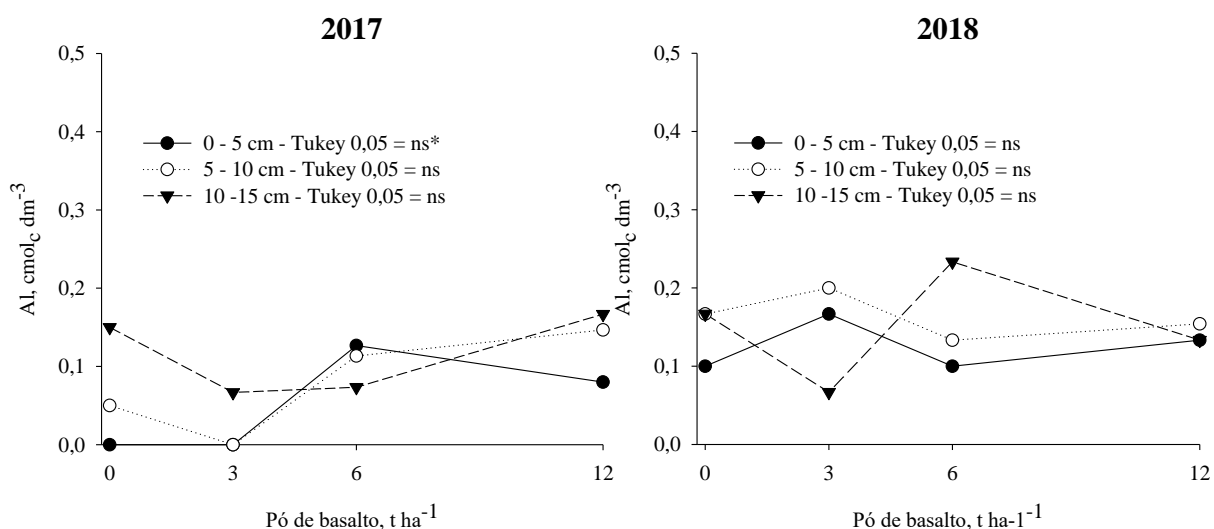


Figura 3. Teores de Al³⁺ no solo após aplicação anual de doses de pó de basalto (0, 3, 6 e 12 t ha⁻¹) em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em duas amostragens de solo 2017 e 2018. Al³⁺ em 2016 nas três profundidades de 0,0 cmolc dm⁻³. *ns = não significativo entre doses de pó de basalto pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Dois Vizinhos - 2018. Fonte: Autor, 2018.

6.2.2 Potencial Hidrogeniônico – pH

Pela figura 4 os valores de pH em CaCl_2 ano de 2017 e em H_2O ano de 2018 foram considerados não significativos comparados com a análise inicial (2016). Em todos os tratamentos e profundidades se teve um valor próximo a 6,0. Lopes (1989), explica que o pH do solo é influenciado pelo seu material de origem, onde solos provindo de rochas basálticas geralmente apresentam valores de pH mais altos comparado com solos originados de rochas ácidas.

Métodos diferentes de determinação do pH podem acarretar algumas pequenas diferenças nos resultados finais. Braga (2012) relata que o pH em água indica a acidez ativa, portanto alguns ácidos fracos contidos no solo não apareciam nos resultados, e esse problema foi resolvido com a invenção do método de determinação por CaCl_2 . Portanto a diferença que há entre esses dois métodos é que a determinação por CaCl_2 pode apresentar valores menores que aqueles medidos em água. Escosteguy e Klamt (1998) mostram que as variações de pH causadas pelo pó de basalto podem ter relação como tipo de solo, uma vez que 50 t ha^{-1} apresentaram elevação no pH em um Latossolo Vermelho Escuro e não para um Podzólico Vermelho-Amarelo.

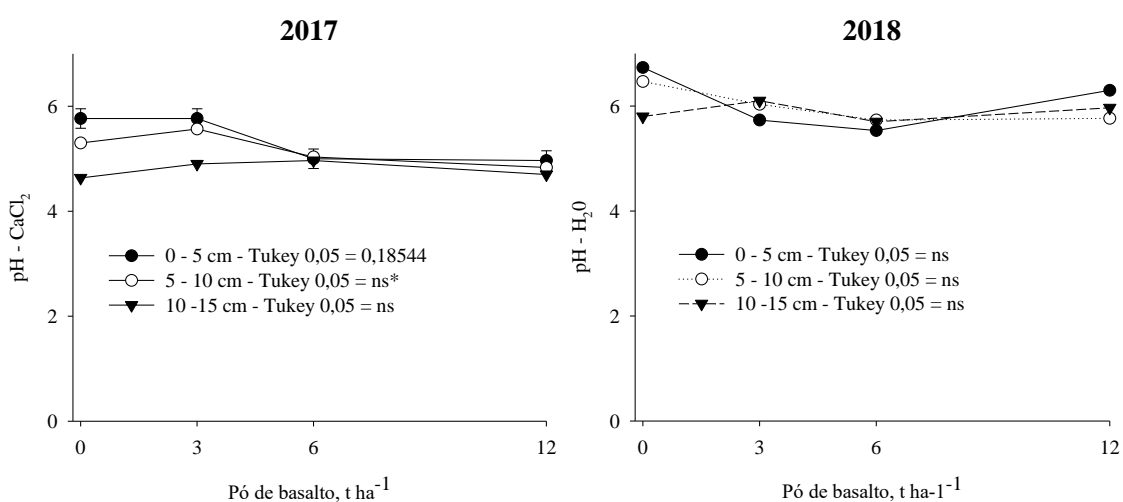


Figura 4. Valores de pH em CaCl_2 ano de 2017 e em H_2O ano de 2018 no solo após aplicação anual de doses de pó de basalto ($0, 3, 6$ e 12 t ha^{-1}) em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em duas amostragens de solo 2017 e 2018. *ns = não significativo entre doses de pó de basalto pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. pH- CaCl_2 em 2016: 0-5 cm = 5,4; 5-10 cm = 5 e 10-15 cm = 5. Dois Vizinhos, 2018. Fonte: Autor, 2018.

6.2.3 Soma de Bases – SB

Em relação a soma de bases (SB) os dados apresentados (figura 5) foram não significativos entre as doses de pó de basalto. Este resultado pode estar relacionado a não liberação do Ca presente no pó, não contribuindo para a soma final das bases. A soma de bases (SB) representa o número de cargas negativas dos colóides do solo que está ocupado pelos cátions básicos trocáveis (K, Ca, Mg e Na), sendo assim solos pobres apresentam baixas SB (BRAGA, 2013).

Welter, *et al.* (2011) encontrou resultados positivos, onde o pó de basalto na granulometria de 0,10 mm possibilitou um aumento na soma de bases (SB), acredita-se que a granulometria fina facilitou a liberação dos nutrientes do pó. Alovisi, *et al.* (2017) mostra em estudos recentes que 8 t há⁻¹ de pó de basalto possibilitou um incremento na soma de bases (SB), mas somente na profundidade de 0 – 10 cm, para profundidades maiores não houve significância. Deus, *et al* (2007) avaliou a eficácia do pó de basalto misturado ao solo acondicionado em sacos plásticos por 180 dias (incubação) e obtiveram resultados positivos para a soma de bases. Acredita-se que o pó incorporado ao solo propicie a liberação dos nutrientes

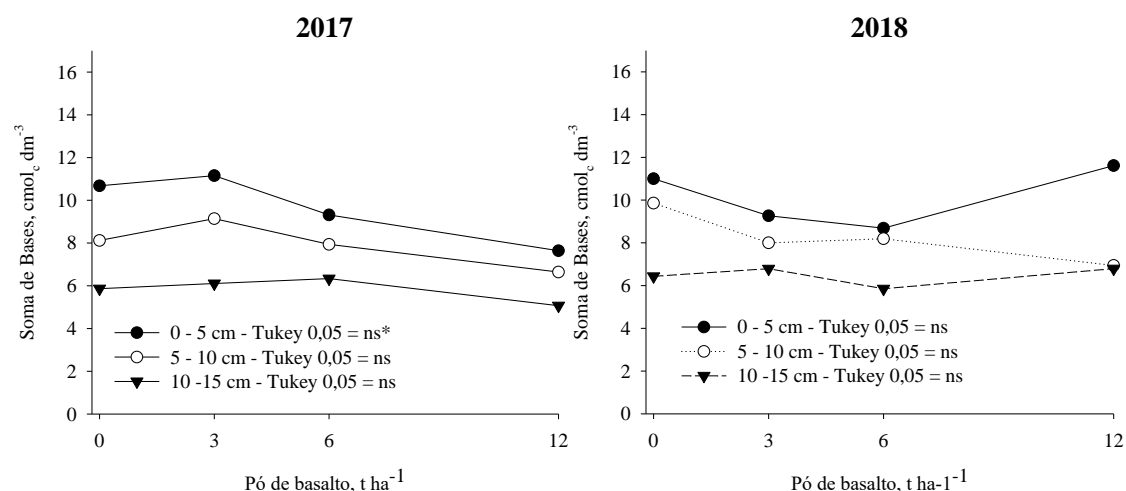


Figura 5. Soma de bases ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo após aplicação anual de doses de pó de basalto (0, 3, 6 e 12 t ha^{-1}) em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em duas amostragens de solo 2017 e 2018. *ns = não significativo entre doses de pó de basalto pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Soma de bases em 2016: 0-5 cm = 8,03; 5-10 cm = 6,88 e 10-15 cm = 5,08 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Dois Vizinhos, 2018. Fonte: Autor, 2018.

6.2.4 Saturação por base – V%

Para a saturação por base (V%) nota-se que em todas as profundidades o solo possui bons valores de V%, porém o pó de basalto não contribuiu estatisticamente para que ocorressem variações significativas comparadas ao ano inicial. O resultado já era esperado uma vez que o pó já não surtiu efeito sobre a soma de bases (SB).

Os resultados corroboram com os encontrados por Bertalot (2012) onde 5 t ha⁻¹ proporcionaram uma diminuição na saturação por base no cultivo do milho, ou seja, o pó de basalto não contribuiu com V%, e o milho absorveu os nutrientes que já estavam no solo. Resultados diferentes foram encontrados por Batista *et al.* (2017) onde as maiores doses de pó de basalto aplicados em Latossolo Vermelho – amarelo cultivado com soja, mostraram-se reativas ao ponto de aumentar os níveis de saturação por base.

Toscani e Campos (2017) avaliaram o desempenho do pó de basalto em um solo distrófico com V de 27% e obtiveram boas variações de saturação por bases, as variações foram de 5,9 a 7 %.

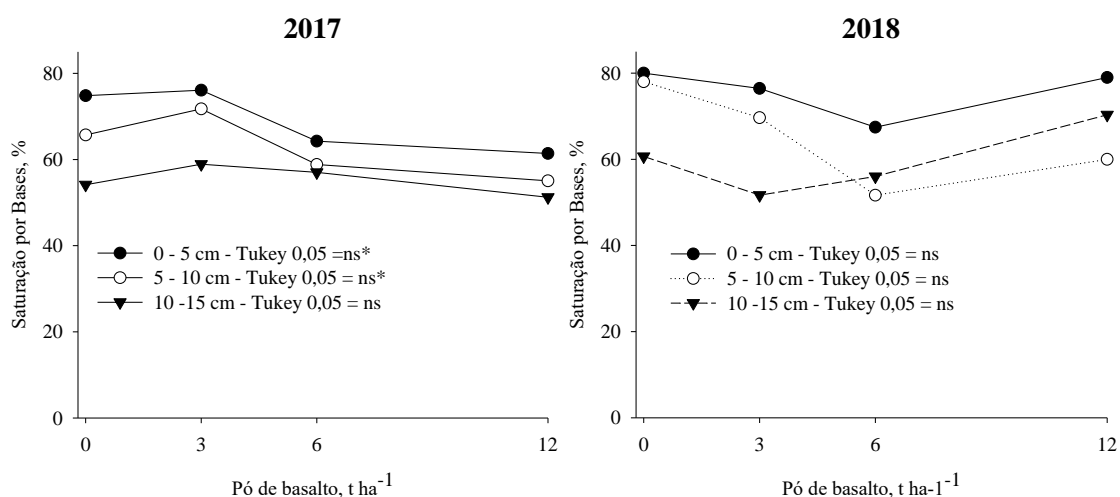


Figura 5. Saturação por bases (%) no solo após aplicação anual de doses de pó de basalto (0, 3, 6 e 12 t ha⁻¹) em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em duas amostragens de solo 2017 e 2018. *ns = não significativo entre doses de pó de basalto pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Saturação por bases 2016: 0-5 cm = 68%; 5-10 cm = 62% e 10-15 cm = 54%. Dois Vizinhos, 2018. Fonte: Autor, 2018.

6.2.5 Concentração de cálcio – Ca

Comparando os resultados para o elemento cálcio (Ca) conclui-se que não houve variações significativas nos dois últimos anos comparando com a análise inicial. Na análise 2017 a dose de 3 t ha⁻¹ teve uma leve tendência a um aumento, porém dobrando as doses os teores caíram, exceto para a análise 2018 onde para todas as profundidades a dose 12 t ha⁻¹ apresentou uma boa tendência ao aumentos dos teores de cálcio, tal fato pode estar relacionado com doses maiores em períodos maiores. Porém necessitaria um novo experimento para comprovar essa tendência.

Em dois anos de experimento com pó de basalto Alovizi *et al.* (2017) não encontraram acréscimos significativos em relação aos teores de cálcio com o produto associado ou não com bioativos. Feiden, (1991) no início dos estudos com pó de basalto encontrou resultados significativos em análise aos atributos químicos do solo, extrapolando os resultados obtido em kg ha⁻¹ o produto possibilitou um incremento de 18 kg de cálcio. Camargo, *et al.* (2012) relata que o pó de basalto mesmo liberando poucos teores de nutrientes para o solo, proporciona a adição de colóides negativos devido à presença da sílica. Esses possibilitam a adsorção de cátions como Ca⁺, Mg⁺, K⁺, impedindo a lixiviação.

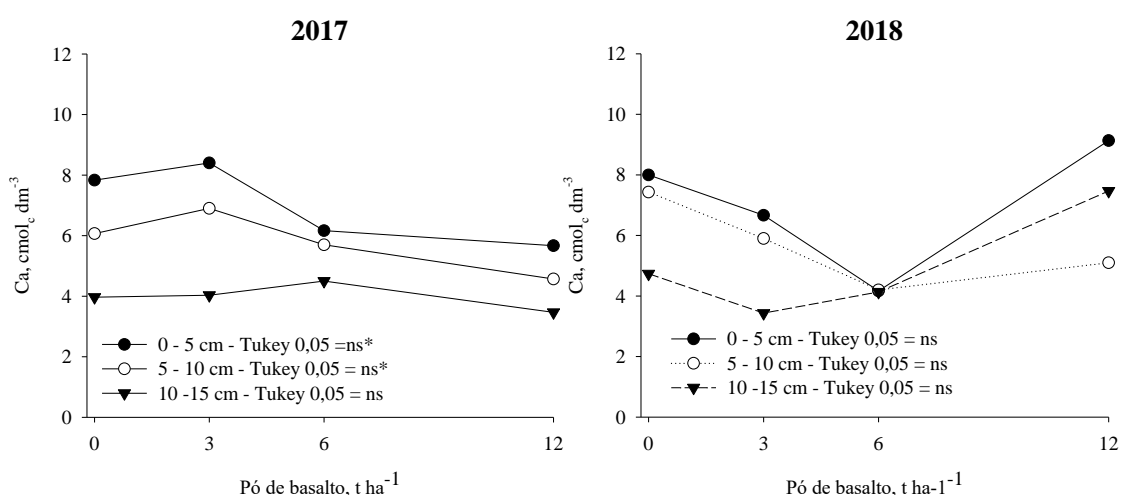


Figura 6. Teores de Cálcio (cmol_c dm⁻³) no solo após aplicação anual de doses de pó de basalto (0, 3, 6 e 12 t ha⁻¹) em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em duas amostragens de solo 2017 e 2018. *ns = não significativo entre doses de pó de basalto pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Cálcio em 2016: 0-5 cm = 5,7; 5-10 cm = 4,6 e 10-15 cm = 3,7 cmol_c dm⁻³. Dois Vizinhos, 2018. Fonte: autor, 2018.

6.2.6 Concentração de fósforo – P

Em relação aos teores de fósforo (P) também não se obteve resultados significativos a 5% de probabilidade de erro comparado com a análise inicial. Analisando o gráfico referente ao ano 2017 nota-se uma leve tendência de aumento para a dose 6 t ha⁻¹ para todas as profundidades amostrais. Para o gráfico referente ao ano 2018 a dose 6 t ha⁻¹ também apresentou uma leve tendência de aumento, porém somente para a profundidade de 0-5 cm. Vale ressaltar que se tratando de um elemento pouco móvel no solo, seria interessante a aplicação do pó incorporado ao solo, para um maior incremento de P nas camadas mais profundas, caso os resultados fossem positivos.

Os resultados corroboram com os encontrados por Muller *et al.* (2015) onde 8 t há⁻¹ de pó de basalto apresentou uma pequena tendência de aumento nos teores de P no solo. Já para Sékula (2011) o tratamento com 4 t ha⁻¹ pó de basalto apresentou resultados significativos na camada 0-10 cm, chegando a conclusão que a disponibilidade de P é um efeito constante ao decorrer do tempo (disponibilização lenta).

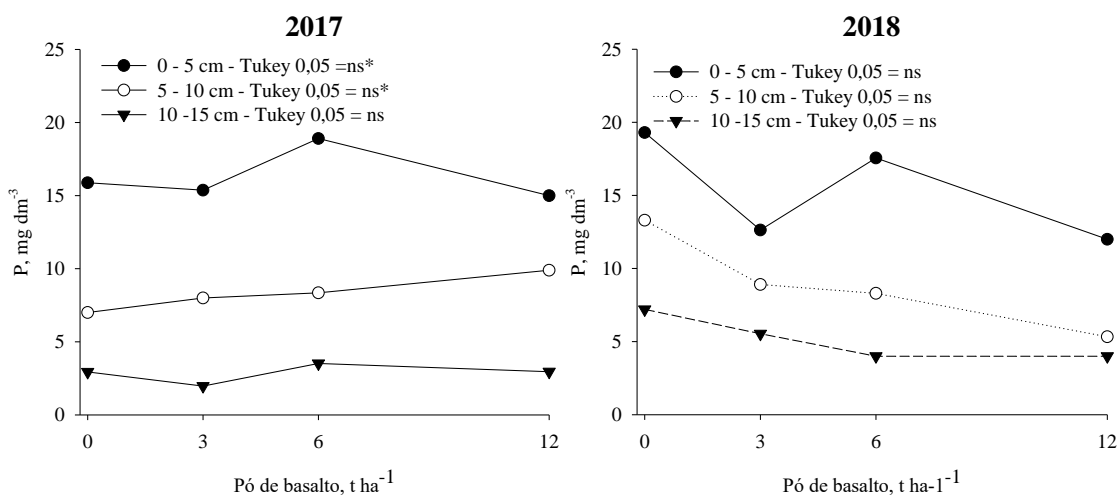


Figura 7. Teores de Fósforo (mg dm⁻³) no solo após aplicação anual de doses de pó de basalto (0, 3, 6 e 12 t ha⁻¹) em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em duas amostragens de solo 2017 e 2018. *ns = não significativo entre doses de pó de basalto pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fósforo em 2016: 0-5 cm = 16,5; 5-10 cm = 14,1 e 10-15 cm = 4,6 mg dm⁻³. Dois Vizinhos, 2018. Fonte: Autor. 2018.

6.2.7 Concentração de potássio – K

Para os teores de potássio (K) se obteve resultados estatisticamente significativos com a dose 6 t ha⁻¹ na profundidade de 0-5 cm em ambos os anos de análise (2017, 2018). A profundidade amostral 0-5 cm na análise inicial apresentou teor de potássio de 0,38 cmol_c dm⁻³, no ano 2017 na mesma profundidade a dose 0 ficou próximo a 0,4 cmol_c dm⁻³, com 3 t ha⁻¹ a contribuição do pó elevou o teor para 0,6 cmol_c dm⁻³, a dose 6 t ha⁻¹ teve destaque com maior contribuição elevando o teor para aproximadamente 0,7 cmol_c dm⁻³, a dose 12 t ha⁻¹ também foi participativa elevando o teor para acima de 0,6 cmol_c dm⁻³.

Para as demais profundidades não se obteve êxito, acredita-se que o K liberado se concentrou na camada superficial sendo prontamente absorvido pela cultura do trigo e em uma maior parte pela soja já que as mesmas 6 t/ha possibilitaram um incremento na produtividade dessa cultura. Para a análise 2018 somente a dose 6 t ha⁻¹ elevou o teor de K para próximo a 0,6 cmol_c dm⁻³ na profundidade 0-5 cm. Analisando os dois gráficos pode-se inferir onde após 2 anos de aplicação de pó de basalto o teor de K pode-se elevar, porém cada ano agrícola (duas safras) poderia ser realizado uma nova aplicação do produto.

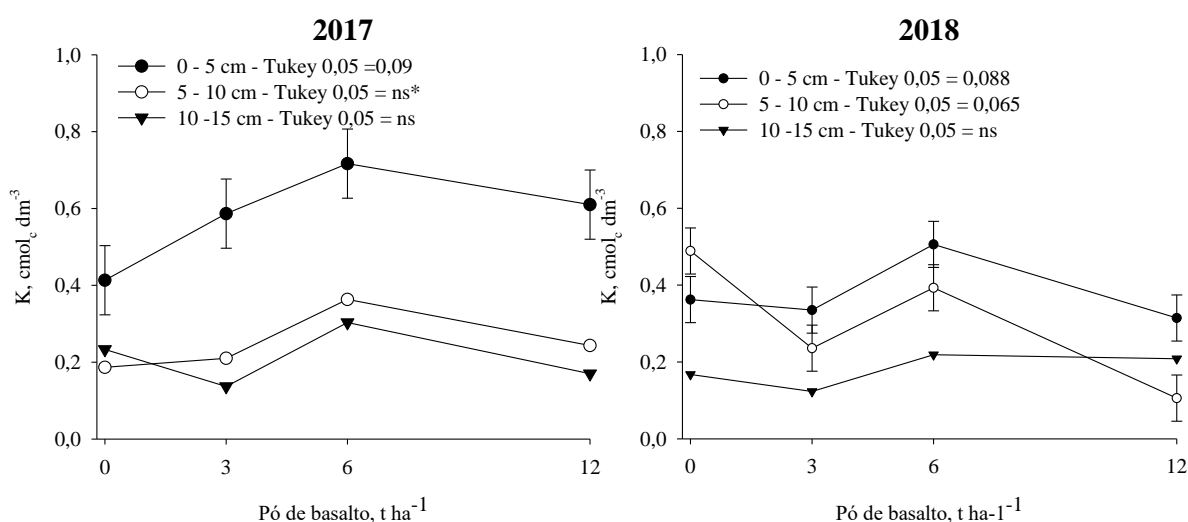


Figura 8. Teores de Potássio (cmol_c dm⁻³) no solo após aplicação anual de doses de pó de basalto (0, 3, 6 e 12 t ha⁻¹) em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em duas amostragens de solo 2017 e 2018. *ns = não significativo entre doses de pó de basalto pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Potássio em 2016: 0-5 cm = 0,38; 5-10 cm = 0,33 e 10-15 cm = 0,18 cmol_c dm⁻³. Dois Vizinhos, 2018. Fonte: autor, 2018.

Feiden, (1991) obteve resultados satisfatórios nos teores de K após 5 anos de aplicação do produto na profundidade de até 10 cm. Silva (2017) em seu estudo relata que aplicando pó de basalto os teores de K_2O (óxido de potássio) se elevaram 1,3 %. Neste caso observa-se que o tempo de reação do produto no solo pode ser considerado fator principal para os resultados. Earth (2009) em seus estudos laboratoriais mostram que os nutrientes presentes nas rochas são liberados de forma muito lenta, e depende da atividade biológica.

Silva (2007) também obteve resultados positivos na produtividade do feijão, porém em seu estudo utilizou-se o consórcio de pó de basalto e esterco bovino onde os teores de K no solo se elevaram em torno de 10%.

Resultados divergentes foram encontrados por Inocêncio *et al.* (2009) onde a aplicação de pó de basalto em diferentes tipos de solo não proporcionou incremento nos teores de K, com valores inferiores a $0,38 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, relacionando os resultados com o tempo de aplicação e não com o tipo de solo.

7 CONCLUSÕES

A aplicação de diferentes níveis/quantidades de pó de basalto anualmente, não apresentou efeito sobre a produtividade e ph de trigo.

As doses de pó de basalto avaliadas não surtiram efeito sobre a massa de mil grãos da soja, porém a utilização de 6 t ha⁻¹ possibilitou incremento de produtividade.

Para os atributos químicos do solo as doses não tiveram efeitos significativos no incremento dos teores de Al, pH, SB, V%, Ca e P. Já para os teores de K os resultados foram satisfatórios com incremento de 0,09 cmol_c dm⁻³ para os anos 2017 e 2018.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as variáveis onde as doses do pó de basalto não tiveram interferências, somente estudos mais longos podem demonstrar a eficiência do mesmo, visto que é um produto pouco solúvel e a liberação dos nutrientes tende a ser lenta. Outro fator que contribui para a não observação de resultados positivos é a alta fertilidade atual do solo que pode ter interferido nos componentes avaliados.

Para resultados com maior confiabilidade necessita novas repetições nas mesmas doses para comprovar a eficiência do produto, eliminando possíveis erros amostrais.

REFERÊNCIAS

ABITRIGO. **História do trigo. O papel do trigo na evolução da humanidade. A triticultura brasileira.** 18 Jan. 2008. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev132/Art13211.pdf>> acesso em: 20 dez 2017.

ALI, A.B.*et al.* **Densidade de semeadura e características agronômicas de três cultivares de soja em Dourados – MS.** Monografia (graduação em agronomia) – Universidade Federal da grande Dourados – Dourados, Mato Grosso do Sul. 2016

ALOVISI, A. M. T *et al.* **Atributos de fertilidade do solo e produtividade de milho e soja influenciados pela rochagem.** Edição Especial: II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura Acta Iguazu, v. 6, n. 5, p. 57-68, 2017

ALOVISI, A. M. T *et al.* **Atributos de fertilidade do solo e produtividade de milho e soja influenciados pela rochagem.** Edição Especial: II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura Acta Iguazu, v. 6, n. 5, p. 57-68, 2017.

ALVARES, C. A. et al. **Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil . Meteorologische Zeitschrift,** v. 22, p. 711-728, 2013.

BALBINO, Paulo. *et, al.* Efeito toxico do alumínio no crescimento das plantas: mecanismo de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controle genéticos. **CES Revista,** v. 24. Juiz de Fora – 2010

BATISTA, N, T, F, *et, al.* **Atributos químicos de um latossolo vermelho amarelo sob cultivo de soja e sorgo submetido ao uso de basalto moído.** 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164500/1/3CBR-241-247.pdf>> acesso em: 20 mai. 2018.

BAZZOTTI, A. **Decisões Estratégicas de produção como suporte a uma estratégia de negócios:** um estudo de caso na indústria de fertilizantes. 1997. 67f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

BERTALOT, M, J, A. **Efeito de basalto e preparados biodinâmicos na produtividade de aveia preta e milho em cultivo biodinâmico.** 2012. Disponível

em: < http://www.biodinamica.org.br/pdf/relatrio_projeto_basalto.pdf> acesso em: 17 de mai. 2018.

BOLLAND, M.D.A, BACKER, M.J. 2000. **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.

BRAGA, G, M, N. **Cálculo e Interpretação da Soma de Bases e CTC's na Fertilidade do Solo.** 2013. Disponível em < <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2013/06/calculo-e-interpretacao-da-soma-de.html> > acesso em 20 mai. 2018.

BRAGA, G.M.N. **Leitura do pH do Solo em Água e Cloreto de Cálcio.** 2012. Disponível em: < <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/09/leitura-do-ph-do-solo-em-agua-e-cloreto.html>> Acesso em 20 mai. 2018.

CAMARGO, C.K. *et al.* **Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2985-2994, 2012

CANTARELLA, H. **A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente.** Pesquisa & Tecnologia, vol. 9, n. 2, Jul-Dez 2012

CARVALHO, A.M.X. **Rochagem e suas interações no ambiente solo: contribuições para a aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico.** 2012. Dissertação (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Minas Gerais.

COLA, G.P.A *et al.* **Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v. 7, n. 4, p. 15-27, out-dez, 2012.

COLA, G.P.A *et al.* **Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v. 7, n. 4, p. 15-27, out-dez, 2012.

DEUS, A. C. F. *et al.* **influência da rochagem nos atributos químicos e atividade microbiana de um latossolo.** 2007. Disponível em <<http://www.feis.unesp.br/Home/Eventos/encivi/iencivi-2007/9-angelica-c.f.d..pdf>> acesso em: 21. Mai. 2018.

DERAL. **Produção de soja no Paraná.** 2017. Disponível em: <http://www.projetosojabrasil.com.br/producao-de-soja-no-parana-deve-diminuir-3-na-safra-20172018/>> Acesso em 30 mar. 2018.

DERAL. **Aumento de 15% estimativa para área plantada com trigo no Paraná.** Setembro, 2013. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/3255936/deral-eleva-em-15-estimativa-para-area-plantada-com-trigo-no-parana>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

DERAL. **Produção de soja no Paraná.** 2017. Disponível em: <http://www.projetosojabrasil.com.br/producao-de-soja-no-parana-deve-diminuir-3-na-safra-20172018/>> Acesso em 30 mar. 2018.

DERAL. **Prognostico paranaense.** Março, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/trigo_2015.pdf> acesso em: 27 mar. 2017.

EMBRAPA. **Resumo nutricional.** 2008. Disponível em: <<http://www.yarabrasil.com.br/nutricao-plantas/culturas/soja/fatores-chave/resumo-nutricional/>>. Acesso em: 27 marc. 2018.

EMBRAPA. **Botânica morfologia e descrição fenotípica.** 2015. Passo fundo: 2014.

EMBRAPA TRIGO. **Boletim de pesquisas e desenvolvimento.** Passo Fundo. 2002.

EMBRAPA SOJA. **A Cultura da Soja no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2000. (CD-ROM).

ESCOSTEGUY, P. A.V. & KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Passo Fundo. 22, nov. 1998.

FAO. **Cultivo do trigo**. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#home>>
Acesso em: março de 2017.

FEIDEN, A. **efeito de doses crescentes de pó de rocha basáltica sobre a absorção de macro e micronutrientes pela cultura do trigo**. Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação – UFPR, Curitiba – PR. 1991.

FEIDEN, A. **efeito de doses crescentes de pó de rocha basáltica sobre a absorção de macro e micronutrientes pela cultura do trigo**. Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação – UFPR, Curitiba – PR. 1991.

FIORESE, K. **avaliação das características agrônômicas e produtividade de cultivares de soja em diferentes sistemas de semeadura**. Brasília, 2013.

FIORESE, K. **avaliação das características agrônômicas e produtividade de cultivares de soja em diferentes sistemas de semeadura**. Brasília, 2013.

FREITAS, M. C. M. **A cultura da Soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 07, n. 12, p.01-12, maio 2011.

FREITAS, M. C. M. **A cultura da Soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 07, n. 12, p.01-12, maio 2011.

FREITAS, M. C. M. **A cultura da Soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 07, n. 12, p.01-12, maio 2011.

GARCIA, L.A.F.; NEVES, E.M. **Medidas de concentração industrial da moagem de trigo no Brasil**. III Conferência Internacional sobre Cadeia Agroalimentar , 2001, Ribeirão Preto. 2001. p. 90-90.

GARCIA, A. et al. Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas. Londrina: **EMBRAPA Soja**, 2007. 12 p. (Circular Técnica, 51).

GROHS, D. S. *et al.* **modelo para estimativa do potencial produtivo em trigo e cevada por meio do sensor greenseeker**. 2009. Dissertação (mestrado agronomia) – Instituto Riograndense de Arroz, Cachoeirinha, Rio Grande do Sul. 2009.

GUERRA, W.E.X. **fertilidade do solo**, 2015. Disponível em:<<http://sites.unoeste.br/gpagro/wp-content/uploads/2015/07/Comunicado-T%C3%A9cnico-01-GPAGRO-UNOESTE.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

HANISCH, A. L. *et al.* Efeitos de doses de pó de basalto nos componentes de rendimento da soja. **Reunião paranaense de ciência do solo**. Epagri – Estação Experimental de Canoinhas. v.2, maio, 2011.

HOSENEY, R. C. **Princípios de ciência e tecnologia de lós cereales**. Zaragoza: Acribia, 1991. 321p.

INOCENCIO, M. F.*et al.* **Efeito da aplicação de basalto triturado nas características químicas de amostras de solo do estado de mato grosso do sul**. Revista Caatinga, Mossoró, v.22, n.4, p.145-151, out.-dez. 2009.

KNAPIK, B. *et al.*,. **utilização de pó basalto como substituto a adubação química no plantio de soja**. Faculdade de Ciências, Filosofia e Letras de União da Vitória. Jun. 2004.

KNAPIK; ANGELO. **Utilização de pó de basalto na agricultura**. Pesquisa & Tecnologia, vol. 8, n. 2, Jul-Dez 2011.

KNAPIK, Juliane; ANGELO, Alessandro. Crescimento de mudas de prunus sellowii koehne em resposta a adubações com npk e pó de basalto. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago. 2007.

KAWA, L. **O uso de fertilizantes e a perda de nutrientes**. 2015. Disponível em: <<http://professoralucianekawa.blogspot.com.br/2015/08/o-uso-de-fertilizante-minerais-e-perda.html>> acesso em: 2333 mai. 2018.

KÖLLN, O. T. *et al.* **Pó de basalto e biofertilizantes na cultura da soja em sucessão a aveia + azevém**. **Rev. Bras. De Agroecologia/nov. 2009 Vol. 4 No. 2**.

KORCHAGIN, Jackson *et al.* **Atributos químicos de solos agrícolas submetidos à aplicação de pó-de-basalto hidrotermalizado e efeitos na produção vegetal**. 2014. Dissertação de pós-graduação- Universidade Passo Fundo, Passo Fundo – RS, 2014.

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

MAGGIAN, R. C. *et al.* **Análise da rentabilidade da cultura de trigo na região de Guarapuava**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2009.

MALAVOLTA, E. *et al.* **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2a ed. Piracicaba: Potafós, 1997. p.231-305.

MALAVOLTA, E. *et al.* **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2a ed. Piracicaba: Potafós, 1997. p.231-305.

MELAMED, R. **Implicações das interações físico-químicas no manejo de fertilizantes para sistemas de produção agrícola em solos tropicais**. In: LOUREIRO, F. E. V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.). **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. p. 139-14

MELAMED, R.; GASPAR, J.C. **Eficiência de pó de rocha na bio-disponibilidade de potássio em sistemas de produção agrícola sustentáveis**. XXI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa – CETEM/COAM, 2005

MELLO, V. F. *et al.* **Química e mineralogia do solo: conceitos básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. v. 1, p. 251-332.

MENDES, A. **Introdução a fertilidade do solo.** Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>> acesso em 17 de mai. 2018.

MEERT, L. et al. Produtividade e rentabilidade da soja cultivada com fontes alternativas de nutrientes em Guarapuava, PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 3371-3374, 2009.

MORITA, N. *et al.* **Massa e propriedades de cozimento de farinhas de trigo higromilose e cera.** v.79, p.491-495, 2002.

MOTA, F.S. **Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil.** Pelotas: UFPEL, 1980. 32p.

MULLER, R. *et al.* **Produtividade de trigo em função de doses de pó-de-basalto hidrotermalizado.** Disponível em <<http://semanadoconhecimento.upf.br/download/anais-2015/ciencias-agrarias/rafael-muller-produtividade-de-trigo.pdf>> acesso em: 22. Mai. 2018.

NICHELE, É. **utilização de minerais no desenvolvimento de plantas e na mitigação de odores em criações animais confinadas.** 2006. 97 p. dissertação de mestrado - Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Lages (SC) – 2006

NUNES, J.M.G. **caracterização de resíduos e produtos da britagem de rochas basálticas e avaliação da aplicação na rochagem.** 2012. Dissertação (mestrado) Centro Universitário La Salle. Canoas – Rio Grande do Sul.

NUNES, J.M.G. **caracterização de resíduos e produtos da britagem de rochas basálticas e avaliação da aplicação na rochagem.** 2012. Dissertação (mestrado) Centro Universitário La Salle. Canoas – Rio Grande do Sul.

PEREIRA, J. **Porque o solo perde fertilidade.** Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>> acesso em 17 de mai. 2018.

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

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

PRESS, F. *et al.* **Para entender a Terra**. 4a ed. Tradução de MENEGAT, R. et al. Porto Alegre: Bookman, 656p. 2006.

SANTOS, C. *et al.*, **efeito do retardamento da colheita na qualidade das sementes de soja dessecadas com paraquat**. Revista Brasileira de Herbicidas v.I, n.I, 2000.

SCHEUER, P. M. *et, al.* trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SCHEUER, P. M. *et, al.* trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SCHEUER, P. M. *et, al.* trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SILVA, J.R.; FERREIRA, C.R.R.PT.; JUNIOR, S.N. **Padrão sazonal de preços trigo: São Paulo, Paraná, Estados Unidos e Argentina**. Informações Econômicas, São Paulo, v.34, n.3, mar.2004.

SILVA, A. *et, al.* 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.

SILVA, A. **Efeito da aplicação de pó de basalto nas propriedades químicas do solo, na nutrição e produtividade do feijoeiro e na absorção de nutrientes por Eucalyptus**. Dissertação. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2007.

RAIJ *et, al.* **Tabela de Extração e Exportação dos nutrientes na Cultura do TRIGO**. 2015. Disponível em: < <http://www.nutricaoodesafras.com.br/tabela-de-extracao-e-exportacao-dos-nutrientes-na-cultura-do-trigo>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

RESENDE, M. *et al.* **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 338 p.

RODRIGUES, A. F. S. Agronegócio e mineral negócio: relações de dependência e sustentabilidade. In: Informe mineral: desenvolvimento e economia mineral. Brasília: DNPM, 2009. p. 28-47

THEODORO, S. H. *et al.* **Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília. Anais... Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. p. 173-181.

TOSCANI, R.G.S e CAMPOS, J. E. G. **uso de pó de basalto e rocha fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados.** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 36, n. 2, p. 259 – 274, 2017

TONHOLI, F. **O que é fertilidade do solo.** Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>> acesso em 17 de mai. 2018.

USDA. **Produção Agrícola Mundial 2016.** Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em 25 mai. 2017.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production 2016.** Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em 25 mai. 2016.

WELTER, M. K. *et al.* **efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*myrciaria dubia*).** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 922-931, setembro, 2011.

YAMADA, T. **Deficiência de micronutrientes, ocorrência, detecção e correção:** o sucesso da experiência brasileira. Piracicaba, SP – Encarte Técnico – Informações Agronômicas Nº 105 – março, 2004.