

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ
(UNOCHAPECO)
Curso de Graduação em Agronomia

Taize Aparecida Piaia

ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DE VARIEDADES DE ALFACE
SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE PÓ DE ROCHA EM CULTIVO ORGÂNICO

Chapecó – SC, 2020

TAIZE APARECIDA PIAIA

ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DE VARIEDADES DE ALFACE
SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE PÓ DE ROCHA EM CULTIVO ORGÂNICO

Monografia apresentada à Unochapecó, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Cristiano Reschke Lajús e Eng. Agron. Antônio Junior Dal Piva.

Chapecó – SC, dez. 2020

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ
ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E AMBIENTAIS
Curso de Graduação em Agronomia

ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DE VARIEDADES DE ALFACE
SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE PÓ DE ROCHA EM CULTIVO ORGÂNICO

Taize Aparecida Piaia

Prof. Dr. Cristiano Reschke Lajús
Professor Orientador

Eng. Agron. Antônio Junior Dal Piva
Orientador de Campo

Prof. Dr. Fábio José Busnello
Coordenador do Curso de Agronomia

Chapecó – SC, dez. 2020

TAIZE APARECIDA PIAIA

ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DE VARIEDADES DE ALFACE
SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE PÓ DE ROCHA EM CULTIVO ORGÂNICO

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA no Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó - UNOCHAPECÓ, com a seguinte Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Dr. Cristiano Reschke Lajús – Presidente

Eng. Agron. Antônio Junior Dal Piva – Membro

Eng. Agron. Wanderlei Enderle – Membro

Chapecó – SC, dez. 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus,
pela saúde, força e inteligência para enfrentar as dificuldades e concluir esse projeto.

Segundo a meus pais, Roque e Sandra, por todo amor,
incentivo e apoio durante todo o curso, pelo otimismo,
confiança e dedicação em mim, e principalmente por serem minha fortaleza.

A meu irmão Eng. Agrônomo Mauricio Euclides Piaia,
que sempre me deu força para que eu nunca desistisse de ir até o fim.

A meu namorado William pelo companheirismo,
e por estar sempre me tranquilizando nos momentos difíceis.

A minha amiga e colega Renata Mucelini Miotto,
por todo apoio e gesto de carinho durante a graduação.

A cada professor/professora que compartilhou,
o seu conhecimento comigo e me tornou uma pessoa melhor a partir disso.
A meu orientador Cristiano Reschke Lajús, por me aceitar como orientador,
e dar a oportunidade de desenvolver esse trabalho,

Ao Antônio Junior Dal Piva por aceitar ser meu orientador de campo,
e fazer parte da Banca examinadora.

Ao proprietário da empresa Ferticel Industria de Fertilizantes Ltda,
Wanderlei Enderle por disponibilizar a área experimental,
para que fosse possível a realização da pesquisa e fazer parte da banca examinadora.

Ao Eng. Agrônomo Junior Fausto,
por prestar todo o apoio durante a realização do experimento,

Agradeço a empresa Concrexap Serviços de Concretagem,
por ceder o pó de rocha basáltica utilizado no estudo.

A coordenação do Curso de Agronomia da Unochapecó, em especial o coordenador,
Prof. Fabio José Busnello, por toda assistência prestada durante a graduação.
E por fim, a todos que de forma direta ou indireta me ajudaram a chegar até aqui.

Meu Muito Obrigada!

EPÍGRAFE

“Cuide, cultive, queira o bem. O resto vem!”

Caio Fernando Abreu

RESUMO

Título. ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DE VARIEDADES DE ALFACE SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE PÓ DE ROCHA EM CULTIVO ORGÂNICO. Taize Aparecida Piaia.

Cristiano Reschke Lajús (ORIENTADOR); Antônio Junior Dal Piva (ORIENTADOR). (Universidade Comunitária da Região de Chapecó - (UNOCHAPECÓ).

O objetivo desse trabalho foi avaliar os aspectos qualitativos e quantitativos de variedades de alface em função de concentrações de pó de rocha basáltica. Para a implantação do experimento da cultura da alface, relacionado com as concentrações de pó de rocha, a área foi delimitada em DBC (Delineamento de Blocos ao acaso) em esquema de PSD (Parcelas Subdivididas) (3 x 5), com quatro repetições, totalizando 60 parcelas, sendo que na PP (Parcela Principal) foram alocadas as mudas das três variedades de alface: alface crespa (A1), alface américa (A2), alface lisa (A3) e na SB (Subparcelas) as concentrações de pó de rocha: T1 – substrato incorporado com adubo orgânico; T2 – substrato incorporado com adubo orgânico + 500g de pó; T3 – substrato incorporado com adubo orgânico + 1000 g de pó; T4 – substrato incorporado com adubo orgânico + 1500 g de pó; T5 – substrato incorporado com adubo orgânico + 2000 g de pó. Foram avaliados aspectos qualitativos (Leitura *SPAD* e comprimento da maior raiz) e aspectos quantitativos (produção de massa verde). Nas condições em que a pesquisa foi conduzida, é possível concluir que a concentração de 500g de pó de rocha em cultivo orgânico é recomendada para as variedades de alface Crespa, Americana e Lisa.

(PALAVRAS-CHAVE) Leitura *SPAD*. Comprimento da maior raiz. Produção.

ABSTRACT

Title. QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ASPECTS OF LETTUCE VARIETIES SUBMITTED TO ROCK POWDER CONCENTRATIONS IN ORGANIC CULTIVATION. Taize Aparecida Piaia.

Cristiano Reschke Lajús (COACH); Antônio Junior Dal Piva (COACH). (Community University of the Region of Chapecó - (UNOCHAPECÓ).

The aim of this work was to evaluate the qualitative and quantitative aspects of lettuce varieties as a function of basaltic rock dust concentrations. For the implementation of the lettuce culture experiment, related to rock dust concentrations, the area was delineated in DBC (Randomized Block Design) in a PSD (Subdivided Plots) scheme (3 x 5), with four replications, totaling 60 plots, with the seedlings of the three lettuce varieties in the PP (Main Parcel): crisp lettuce (A1), america's lettuce (A2), smooth lettuce (A3) and in the SB (Subplots) the concentrations of rock: T1 - substrate incorporated with organic fertilizer; T2 - substrate incorporated with organic fertilizer + 500g of powder; T3 - substrate incorporated with organic fertilizer + 1000 g of powder; T4 - substrate incorporated with organic fertilizer + 1500 g of powder; T5 - substrate incorporated with organic fertilizer + 2000 g of powder. Qualitative aspects (*SPAD* reading and length of the largest root) and quantitative aspects (green mass production) were evaluated. Under the conditions in which the research was conducted, it is possible to conclude that the concentration of 500g of rock powder in organic cultivation is recommended for the varieties of lettuce Crespa, Americana and Lisa.

(KEY WORDS) *SPAD* reading. Length of the largest root. Production.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 13 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 25 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 34 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 42 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 43 |
| REFERÊNCIAS..... | 44 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Local de coleta e realização da pesquisa..... | 24 |
| Figura 2 – Diagrama da estratégia de pesquisa do experimento (Guatambu, SC – safra 2020)..... | 25 |
| Figura 3 – Croqui da área experimental..... | 28 |
| Figura 4 – Leitura SPAD do experimento..... | 31 |
| Figura 5 – Comprimento da maior raiz do experimento..... | 32 |
| Figura 6 – Produção do experimento..... | 32 |
| Figura 7 – Produção do experimento em relação ao fator concentrações de pó de rocha (Guatambu, SC – safra 2020)..... | 37 |
| Figura 8 – Adensamento das partículas do substrato ocasionado no experimento..... | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Porcentagem de óxidos encontrados no pó de rocha..... | 20 |
| Tabela 2 – Teores de macronutrientes disponíveis nas amostras de pó de rocha..... | 20 |
| Tabela 3 – Classificação da qualidade agrônômica para os teores de macronutrientes..... | 21 |
| Tabela 4 – Descrição dos Tratamentos (Substrato/adubo orgânico/pó de rocha)..... | 28 |
| Tabela 5 – Resultados dos nutrientes encontrados no pó de rocha | 30 |
| Tabela 6 – Leitura <i>SPAD</i> do experimento em relação a interação cultivares de alface x doses de pó de rocha (Guatambu, SC – safra 2020) | 34 |
| Tabela 7 – Comprimento da raiz do experimento em relação a interação cultivares de alface x doses de pó de rocha (Guatambu, SC – safra 2020) | 35 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma ocupação de destaque quanto ao consumo e importação de fertilizantes, sendo o quarto maior utilizador do mundo quando referido ao consumo de fertilizantes formulados a base de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) (EMBRAPA, 2014).

A principal vantagem da utilização da fertilização a base de minerais, como o NPK, é a rápida disponibilidade de nutrientes necessários para as plantas, porém, por conta da alta solubilidade que estes apresentam, é indispensável que a aplicação seja realizada a cada safra do ciclo anual, em consequência disso muitos nutrientes não são assimilados pelas plantas, deslocando-se rapidamente pelo solo, causando um alto risco de contaminação das águas superficiais como também das subterrâneas. Por conta disso outros fertilizantes naturais vêm sendo testados e utilizados para minimizar os danos causados pelo constante uso de fertilizantes químicos.

Nos dias de hoje, a produção de alimentos vem sendo um dos grandes problemas para a sustentabilidade, pois com o uso intenso dos solos, os nutrientes ficam limitados, diminuindo a produtividade das culturas, e em consequência disso há um crescente aumento do uso de fertilizantes químicos, que possuem um elevado custo, implicando um aumento das despesas para os produtores rurais, pois são utilizadas altas doses de fertilizantes formulados, por conta das perdas por lixiviação e da exigências das plantas. Diante disso torna-se necessário explorar alternativas que sejam capazes de proporcionar um melhor aproveitamento do solo, e consequentemente um aumento na produção de alimentos.

Um dos produtos que vem sendo estudado é o pó de rocha, derivado da mineração, com o intuito de promover uma diminuição nos custos de produção agrícolas e realizar o aproveitamento dos resquícios da mineração, sendo que esse material muitas vezes é desperdiçado no meio ambiente.

O pó de rocha encontrado na região de Chapecó é um resíduo da britagem de rochas basálticas, que possui vários elementos nutritivos para as plantas e ao solo. Por ser um material de baixo custo presente em diversas regiões do Sul do Brasil, vem sendo indicado como uma possível fonte de nutrientes naturais, além de um corretivo

para solos muito intemperados. Mediante isso, vários mineralizadores de pó de rocha vêm sendo comercializados como uma alternativa mais viável para os produtores rurais, (ESCOSTEGUY; KLAMT, 1998).

A fertilização com remineralizadores de solo é também uma alternativa viável em termos econômicos e ecológicos, por que não necessita de qualquer processo químico na sua elaboração, tendo em vista que seu processo de produção envolve apenas a moagem das rochas, além do mais, devido à liberação gradual de nutrientes ocorre a diminuição de perdas por lixiviação, conseqüentemente favorecendo uma ação de longo prazo do insumo aplicado. No entanto, a liberação de nutrientes do pó de rocha depende do tipo de rocha e do tamanho da partícula, que quanto menor for a partícula, mais a rápida será a reação química, disponibilizando os nutrientes para o solo e para as plantas (WELTER *et al.*, 2011).

A utilização do pó de rocha vem se destacando por ser uma tecnologia que apresenta consideráveis vantagens econômicas, ambientais e produtivas para diversas culturas, como a de milho, arroz, mandioca, cana-de-açúcar, oleaginosas, hortaliças e frutíferas, quando relacionada à adubação com fontes de minerais altamente solúveis (NPK), que são os mais utilizados pelos produtores.

No entanto, poucos estudos têm avaliado o potencial deste elemento na produção da alface. A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta de ciclo anual, originária de clima temperado, pertencente à família das Asteracea, é uma das culturas mais produzidas e consumidas em todo o território brasileiro. Na prática todas as variedades de alface em clima ameno possuem em desenvolvimento satisfatório, sobretudo no período de crescimento vegetativo da planta (EMBRAPA, 2009).

Dessa forma, o cultivo de variedades da alface com a utilização de pó de rocha basáltica em cultivo orgânico apresentará aspectos qualitativos e quantitativos satisfatórios?

Diante do exposto, objetivou-se por meio desse trabalho avaliar os aspectos qualitativos e quantitativos de variedades de alface em função de concentrações de pó de rocha basáltica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEGISLAÇÃO PARA USO DE REMINERALIZADORES

O uso de remineralizadores de solo como insumo agrícola foi regularizado pela lei nº 12.890 de 11 de dezembro de 2013, definindo remineralizador, como um material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físico-químicas ou da atividade biológica do solo (BRASIL, 2013). Em 14 de março de 2016, realizou-se a publicação da nova Instrução Normativa do MAPA, a IN 05/2016 determinando as regras sobre as definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda do uso de remineralizadores de solos e substratos para plantas, destinados à agricultura (ABISOLO, 2016).

Conforme a Instrução normativa nº 5, de 10 de março de 2016 (BRASIL, 2016), a ministra de estado da agricultura, pecuária e abastecimento, no uso das suas atribuições confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, tendo em vista o disposto no art. 3º do Anexo do Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, e o que consta do Processo nº 21000.003626/2015-32, resolve: Art. 1º Ficam estabelecidas as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura (BRASIL, 2016).

De acordo com o Art. 4º da IN 05/2016 (BRASIL, 2016), os remineralizadores deverão apresentar as seguintes especificações e garantias mínimas:

I - em relação à especificação de natureza física, nos termos do Anexo I da Instrução Normativa;

II - em relação à soma de bases (CaO, MgO, K₂O), deve ser igual ou superior a 9% (nove por cento) em peso/peso;

III - em relação ao teor de óxido de potássio (K₂O), deve ser igual ou superior a 1% (um por cento) em peso/peso;

IV - em relação ao potencial Hidrogeniônico (pH) de abrasão, valor conforme declarado pelo registrante.

§ 1º Quando os remineralizadores contiverem naturalmente o macronutriente fósforo e micronutrientes, os seus teores podem ser declarados somente se forem iguais ou superiores aos valores expressos no Anexo II da Instrução Normativa.

Segundo o Art. 9º da IN 05/216 (BRASIL, 2016), para o registro de remineralizadores, considera-se:

I - para os materiais de origem mineral que já foram submetidos a testes agronômicos e tiveram seu uso na agricultura aprovados pela pesquisa brasileira oficial ou credenciada em data anterior a publicação desta Instrução Normativa, uma vez atendido o disposto no Art. 4º desta Instrução Normativa e, em se tratando de produto de mesmo material e mesma região geográfica dos materiais de origem mineral testados, o registro será concedido mediante a apresentação dos referidos trabalhos científicos pelo requerente, os quais devem ser conclusivos quanto à eficiência agronômica;

II - para os produtos que não foram testados pela pesquisa brasileira, sem prejuízo do disposto no Art. 4º desta Instrução Normativa, o registro somente será concedido após a realização de ensaios agronômicos por instituições oficial ou credenciada de pesquisa, conduzidos com plantas e obrigatoriamente em casa de vegetação ou a campo, podendo esses ensaios ser complementados com testes de incubação ou em colunas de lixiviação, que demonstrem de forma conclusiva que o produto se presta ao fim a que se destina.

§ 1º Quando o produto contiver naturalmente o macronutriente fósforo e micronutrientes, em teores totais mínimos iguais ou superiores aos valores estabelecidos no § 1º do Art. 4º desta Instrução Normativa, esses podem ser declarados no rótulo, na nota fiscal ou no Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica - DANFE.

§ 2º O estabelecimento produtor ou importador deve declarar, também no rótulo, quando se tratar de produto embalado, ou na nota fiscal ou no DANFE, quando se tratar de produto a granel, os teores de cada óxido que compõe a soma de bases e o valor do pH de abrasão do produto.

§ 3º Deve acompanhar o pedido de registro de remineralizador:

I - os certificados de análises de geoquímica e de qualidade do produto, contendo, no mínimo, os teores dos itens de garantias, os teores de metais pesados tóxicos e o teor de SiO₂; e

II - os trabalhos científicos conclusivos realizados por instituições de pesquisa brasileira, oficial ou credenciada pelo MAPA, que demonstrem, de forma inequívoca, a eficiência agrônômica do produto objeto do pedido de registro.

§ 4º Pode ser registrado remineralizador obtido a partir da mistura de duas ou mais rochas, desde que o produto final atenda aos parâmetros e requisitos exigidos pela Instrução Normativa 05/2016.

Já a IN 06/2016 do MAPA estabelece todos os princípios para o produtor de remineralizador, determinando como deve ser realizado a armazenagem, rotulagem e amostragens do produto. Além disso estabelece que cada produto de remineralizador seja pesquisado para que sua eficiência agrônômica seja comprovada, com base em experimentos a campo ou em casas de vegetação. Esses experimentos devem ser realizados em várias regiões representativas dos cultivos que serão recomendados em território nacional, em dois locais, em condições edafoclimáticas distintas e em duas safras, ou em quatro locais, em condições edafoclimáticas distintas e em uma safra (BRASIL, 2016).

2.2 MERCADO DE FERTILIZANTES NO BRASIL

A legislação brasileira (BRASIL,1982) determina os fertilizantes como substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas. Sendo classificado em cinco categorias:

- Fertilizante Simples - fertilizante formado de um composto químico, contendo um ou mais nutrientes das plantas;
- Fertilizante Misto - fertilizante resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes simples; Fertilizante Orgânico - fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas;
- Fertilizante Organomineral - fertilizante procedente da mistura ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos;
- Fertilizante Composto - fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal;
- Fertilizante Complexo - fertilizante contendo dois ou mais nutrientes, resultante de processo tecnológico em que se formem dois ou mais compostos químicos;

A era dos fertilizantes químicos surgiu com o cientista alemão Justus Von Liebig (1803-1873) com a comprovação de que o crescimento das plantas é definido pelos elementos que estão presentes no solo em quantidades adequadas. Segundo Liebig em um solo carente de nutrientes, bastaria adicionar a famosa fórmula química de NPK para que as plantas crescessem mais (ECOAGRI, 2005).

Dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas podemos destacar dezesseis elementos que podem ser encontrados no ar, na água e no solo, eles apresentam um papel específico, portando não podem ser substituídos. São eles: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, cloro e molibdênio. Além disso os nutrientes podem ainda ser divididos em duas classes: macronutrientes e micronutrientes (COSTA; SILVA, 2012).

Os macronutrientes são aqueles utilizados em larga escala como: carbono, hidrogênio, oxigênio, cálcio, magnésio e enxofre, sendo os principais nitrogênio, fósforo e potássio. Já os micronutrientes são adicionados em quantidades muito pequenas, quando não forem oferecidos pelo solo sendo: o boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, sódio, silício e cobalto (FERRI, 2010).

Para Dias e Fernandes (2006) a aplicação de fertilizantes aumenta o rendimento das culturas, quando aplicado corretamente e na quantidade exigida para cada cultura, além disso é necessário acompanhar a aplicação para que seja eficaz. Porém como por natureza os solos brasileiros são ácidos, impossibilita a absorção dos nutrientes, elevando ainda mais os custos, portanto se faz necessário a aplicação de neutralizadores de solo, para garantir maior eficiência da adubação.

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo e os principais fatores que valorizaram esse grande consumo foram o crescimento econômico e o conseqüente aumento no consumo de alimentos em países em desenvolvimento (CELLA; ROSSI, 2010). Para Ferri (2010) no Brasil a aplicação de fertilizantes está direcionada para algumas culturas, principalmente soja e milho que correspondem, mais da metade da produção agrícola nacional.

A Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) divulgou números relativos ao ano de 2019, onde informa que a importação de fertilizantes intermediários alcançou 29,5 milhões de toneladas, com um aumento de 7,3% sobre o ano anterior. Além da importação, o Brasil produziu 6.830 milhões de toneladas, mostrando uma diminuição de 16,4 % comparando a produção do ano de 2018. O total de fertilizantes consumidos no País, segundo a ANDA, passou mais de 35 milhões de toneladas, o que remete a um aumento de 2,1% aos patamares de 2018.

Segundo Taveres e Haberli Jr (2011), futuramente a agricultura enfrentará vários desafios que estão relacionados com o fato de que a população que vive e trabalha no meio rural tende a diminuir na maioria das regiões, além disso, haverá a necessidade de criação de novas tecnologias com o intuito de extrair mais de uma porção menor de área, tendo diminuição da mão de obra, em conseqüência disso as propriedades estão cada vez mais tecnológicas, produtivas e sustentáveis, sempre buscando alternativas de custo/benefício, e uma opção é a utilização de remineralizadores de solo.

2.3 SUSTENTABILIDADE DO USO DE REMINERALIZADOR

A procura por fontes alternativas de nutrientes para as culturas vem sendo essencial, com intuito de redução dos impactos ambientais, econômicos e sociais gerados pelas fontes minerais solúveis utilizadas atualmente. Por conta dessas circunstâncias, um ramo de pesquisa, que vem avançando é o da utilização de remineralizadores, como alternativa ou complementação ao uso de fertilizantes minerais solúveis e orgânicos (GOTZ, 2017).

De acordo com Almeida (2018) estudos sobre remineralizadores são de máxima importância por meio de respeitar os três pilares da sustentabilidade:

- i) ambiental, pela origem da rocha naturalmente encontrada na região, apenas britada e moída, sem necessidade de ser submetida a processos industriais;
- ii) econômico, importante para a diminuição dos custos de fertilização das lavouras;
- iii) social, agregando emprego e renda localmente na produção e distribuição do seu entorno. Esse autor ainda cita que o uso da remineralização deve atender rigorosamente aos pilares e princípios indicadores da sustentabilidade, assim como as demais práticas na agricultura.

Os remineralizadores são produtos provenientes de rochas que sofreram redução e classificação de tamanho por processamento mecânico. Segundo Medeiros (2017), essa tecnologia tem como principal alternativa a utilização de rochas, ricas em macro e micronutrientes, tendo a função de remineralizar e rejuvenescer os solos, aumentando a fertilidade dos solos. Porém é relevante destacar que a disponibilização desses nutrientes é mais lenta, quando comparada a dos fertilizantes químicos solúveis, no entanto essa desvantagem é compensada por conta da disponibilidade de nutrientes por um maior período, assegurando níveis de produtividade e de fertilidade dos solos por períodos mais longos. Pode-se dizer que utilização do pó de rocha é uma prática que induz a fertilização da terra pela própria terra, viabilizando o equilíbrio de todo o agroecossistema (SOARES, 2018).

Theodoro (2000) considerou a utilização de remineralizadores de solo como uma técnica de fertilização sustentável ao longo do tempo, com a principal vantagem de devolver aos solos parte dos constituintes perdidos no decorrer dos cultivos, mantendo um equilíbrio químico natural. Essa autora destaca, que para que os nutrientes sejam acessíveis para as plantas, eles precisam ser liberados da estrutura cristalina dos minerais, através da ação de ácidos orgânicos produzidos pela microbiota do solo e pelas raízes das plantas. Por conta disso é necessário estimular o desenvolvimento da microbiota por meio de manejo que reponham a matéria orgânica no sistema, favorecendo as condições bioquímicas apropriadas para a liberação dos nutrientes disponíveis no pó de rocha.

2.4 COMPOSIÇÃO DO PÓ DE BASALTO

Os basaltos são rochas vulcânicas abundantes no planeta e constituem extensos derrames de lava em diversas regiões. Integram à classe das rochas ígneas, que são formadas pelo resfriamento e solidificação do magma, sendo constituído basicamente por óxidos de silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, sódio e potássio. O basalto é composto principalmente por minerais de silício, alumínio e ferro, na forma de piroxênios (augita), plagioclásios (labradorita) e magnetita. A composição química adequada do basalto é de 43 a 47% de SiO_2 , 11 a 13% de Al_2O_3 , 10 a 12% de CaO e 8 a 10% de MgO , além de outros óxidos que estão presentes em percentagens inferiores a 5% (SCHIAVON, REDONDO, YOSHIDA, 2007).

Pesquisa realizada por Theodoro, Leonardos e Almeida (2010), obteve dados similares da composição química média dos basaltos e riolitos da Bacia do Paraná demonstrados por Roisemberg e Vieiro (2002), os valores totais de óxidos de nutrientes na rocha foram de 0,33 a 0,58% de P_2O_5 , 3,79 a 0,68% de K_2O , 3,11 a 9,89% de CaO e de 1,26 a 5,44% de MgO .

Em estudo realizado por Kautzmann *et al.* (2013), no município de Nova Prata/RS, foi analisado o pó de rocha com partículas menores 0,6 mm, retirado de uma determinada pedreira localizada no município e obteve o seguintes resultados: em relação a porcentagem de óxidos encontrados na amostra, percebe-se um significativa quantidade de dióxido de silício (SiO_2), conforme observado na Tabela 1. Além do SiO_2 , pode-se verificar com expressividade a presença de óxido de alumínio (AlO_3), devido a predominância dos silicatos e alumino silicatos nas rochas.

Tabela 1 – Porcentagem de óxidos encontrados no pó de rocha

| Óxidos | % |
|-------------------------|-------|
| SiO_2 | 65,1 |
| AlO_3 | 13,21 |
| Fe_2O_3 | 6,99 |
| CaO | 3,94 |
| K_2O | 3,58 |
| Na_2O | 3,34 |
| MgO | 1,42 |
| P_2O_5 | 0,27 |
| MnO | 0,12 |

Fonte: Kautzmann *et al.* (2013).

Esses autores também avaliaram os teores de macronutrientes disponíveis na amostra do pó de rocha. Observou-se quantidade significativas de cálcio, potássio e fosforo conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Teores de macronutrientes disponíveis nas amostras de pó de rocha

| Elementos | % | Ppm |
|-----------|-----|-------|
| Alumínio | 0 | |
| Cálcio | 0,1 | |
| Magnésio | | 1 |
| Manganês | | 3 |
| Fósforo | | > 100 |
| Potássio | | 152 |
| Boro | | 0,2 |
| Cobre | | 8,4 |
| Enxofre | | 1,4 |
| Zinco | | 1,6 |

Fonte: Kautzmann *et al.* (2013).

Para a classificação de qualidade agrônômica dos resultados Kautzmann *et al.* (2013) utilizaram a interpretação de Malavolta (1992), aplicada para solos do Rio Grande do Sul, classificando os teores dos macronutrientes em: limitante, muito baixo, baixo, médio, suficiente e alto, conforme a Tabela 3. Esta avaliação mostra valores interessantes de disponibilidade de nutrientes pelos pós de rocha analisados, apresentado altos teores de fósforo, potássio, cálcio e zinco.

Tabela 3 – Classificação da qualidade agrônômica para os teores de macronutrientes

| | |
|----------|-------|
| Fósforo | alto |
| Potássio | alto |
| Cálcio | alto |
| Magnésio | médio |
| Enxofre | médio |
| Boro | médio |
| Zinco | alto |

Fonte: Kautzmann *et al.* (2013).

Dalcin *et al.* (2018) utilizaram em seu trabalho o pó de rocha basáltica, proveniente da empresa EXPOPEDRAS localizada no município de Carlos Barbosa/RS. Para a realização do experimento o foi realizada a caracterização do material utilizado, obtendo os seguintes valores:

| | | | |
|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Ag: <0,01ppm; | Al: 0,68%; | As: 2ppm; | B: <10ppm; |
| Ba: 36ppm; | Be: 0,4ppm; | Bi: 0,37ppm; | Ca: 0,55%; |
| Cd: 0,03ppm; | Ce: 78,55ppm; | Co: 6,8ppm; | Cr: 4ppm; |
| Cs: 1,74ppm; | Cu: 38,3ppm; | Fe: 2,86%; | Ga: 3,9ppm; |
| Ge: <0,1ppm; | Hf: 1,6ppm; | In: 0,05ppm; | K: 0,1%; |
| La: 32,1ppm; | Li: 22ppm; | Lu: 0,23ppm; | Mg: 0,24%; |
| Mn: 343ppm; | Mo: 0,83ppm; | Na: 0,13%; | Nb: 1,26ppm; |
| Ni: 1ppm; | P: 1060ppm; | Pb: 3ppm; | Rb: 7,9ppm; |
| R: <0,1ppm; | S: <0,01%; | Sb: 0,08ppm; | Sc: 5ppm; |
| Se: <1ppm; | Sn: 1,9ppm; | Sr: 23,3ppm; | Ta: <0,05ppm; |
| Tb: 0,71ppm; | Te: <0,05ppm; | Th: 9,4ppm; | Ti: 0,16%; |
| Tl: 0,06ppm; | U: 2,36ppm; | V: 53ppm; | W: 1ppm; |
| Y: 19,54ppm; | Yb: 1,6ppm; | Zn: 52ppm; | Zr: 60,8ppm. |

Além desses resultados, foram realizados o teste de fusão com Tetraborato de Lítio e quantificação por XRS para a mensuração de SiO₂: 68,1%; Al₂O₃: 13,1%; Fe₂O₃: 6,07%; CaO: 3,18%; MgO: 1,3%; TiO₂: 0,87%; P₂O₅: 0,263%; Na₂O: 2,8%; K₂O: 3,86% e MnO: 0,11%.

2.5 MINERAIS USADOS COMO REMINERALIZADORES E SUA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA

Soares (2018), em seu estudo comparou de que maneira as práticas de manejo e o uso dos remineralizadores durante a instalação dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) contribuiriam para a melhoria química e física da qualidade do solo e o incremento na retenção de CO₂ realizado por indivíduos arbóreos previamente selecionados. Após as análises verificou-se que o desenvolvimento dos SAFs foi mais expressivo naqueles que utilizaram o pó de rocha, possibilitando, assim, o desenvolvimento de plantas mais vigorosas que se tornam capazes de ampliar o seu potencial de captura e de retenção de CO₂.

Theodoro *et al.* (2013) avaliaram cinco tipos de rochas diferentes, kamafugito, micaxisto carbonático, rocha metamórfica hidrotermalizada, basalto fresco e basalto intemperizado nas culturas de alho, feijão, cenoura, milho e quiabo durante duas safras ao longo de dois anos, na forma de rotação de culturas. Os autores obterão diferentes resultados nas culturas, por conta da diferente disponibilidade de nutrientes nos materiais analisados, mas demonstrou-se sempre positivo em relação a testemunha negativa. A rocha que apresentou o melhor desempenho foi o micaxisto carbonático. Os parâmetros de fertilidade (pH, CTC e C orgânico total) também foram positivamente alterados com o uso de rochas. A disponibilidade dos principais macronutrientes potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) aumentaram em todas as parcelas.

Brugnera (2012) avaliou o uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula (*Eruca sativa* L.), em um dos tratamentos utilizou cama de aviário compostada incorporada com o pó. O tratamento composto por mix de cama de aves e pó de rocha mostrou-se quanto ao desenvolvimento muito superior em todos os quesitos analisados, sendo eles: altura de planta, tamanho de raiz, comprimento e largura de folha, número de folhas e estudo da massa seca e fresca das plantas de rúcula submetidas aos diferentes tratamentos.

Grecco *et al.* (2013) utilizaram pós de rocha de dacito, basalto hidrotermalizado, magnetito e gradiorito na cultura do milho, em casa de vegetação, recomendando que a granulometria dos materiais usados deve ser determinada para obter um fornecimento de nutrientes mais rápido ou lento às plantas, demonstrando que os pós tiveram efeito positivo na absorção de nutrientes pelas plantas e que a lenta disponibilização de nutrientes é benéfica. As fontes migmatito e granodiorito tiveram o melhor desempenho para fornecimento mais rápido de potássio (K) às plantas, a granulometria ajustada reduz a rápida liberação de K, pois inibe parcialmente a absorção de Ca e Mg.

Ehlers (2014) avaliou os efeitos do pó de basalto, adicionado em diferentes dosagens a misturas com vermiculita e composto comercial de turfa, no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*, aos 180 dias após a semeadura. Após a análises concluiu-se que o pó de basalto, em dosagens de 10 a 20%, adicionado a substratos com misturas de vermiculita e composto à base de turfa, é um elemento de potencial ao desenvolvimento da altura da parte aérea e do diâmetro, nas mudas de *Eucalyptus grandis*. Observou-se também a emergência da parte aérea e a sobrevivência das mudas, cujo percentual, para ambas, foi 100%.

Ramos *et al.* (2016) utilizaram-se de um remineralizador de basalto amigdalóide e zeólitas para testar sua eficiência na cultura de eucalipto, comparando com adubação mineral e orgânica, bem como estudaram a composição mineral e química do remineralizador. Pós as análises verificaram que, embora o remineralizador possua minerais que lhe dão potencial como condicionador de solo, a adição só do remineralizador não proporcionou aumento da produtividade, provavelmente pelo curto período de observação.

2.6 A CULTURA DA ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta de ciclo anual, originária de clima temperado, pertencente à família das Asteracea, é uma das culturas mais produzidas e consumidas em todo o território brasileiro. Na prática todas as variedades de alface em clima ameno possuem em desenvolvimento satisfatório, sobretudo no período de crescimento vegetativo da planta (EMBRAPA, 2009).

Segundo Bispo (2017) a alface é uma planta que cresce rapidamente, atingindo um valor comercial alto, além disso, essa espécie se desenvolve melhor em solos ricos em matéria orgânica e em nutrientes. Nesse contexto, em sua produção, na maioria das vezes, é utilizada uma grande quantidade de fertilizantes químicos e minerais, fazendo com que a produção se torne inviável para os produtores, uma vez que os custos são altos, e ainda pode ameaçar a qualidade da produção e também a contaminação do meio ambiente.

A cultura da alface é de grande importância econômica, além de ser uma hortaliça bastante suscetível à problemas ambientais e mecânicas. Conforme sua nutrição, possui como o nutriente mais considerável para seu desenvolvimento, o nitrogênio (N), que favorece o crescimento vegetativo, principalmente na fase inicial, todavia, se demasia o nutriente possuem menor durabilidade para a planta (UCHÔA, 2019), além disso é extremamente exigente conforme às características químicas e físicas do solo (OLIVEIRA, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DA PESQUISA

O pó de rocha foi coletado na empresa Concrexap Serviços de Concretagem, localizada na Rua Plínio Arlindo de Nes, Belvedere, Chapecó, SC (Figura 1) e a pesquisa foi realizada na área experimental da empresa Ferticel Indústria de Fertilizantes LTDA, localizada na Rodovia SC 283, Km 14, pertencente ao município de Guatambu, oeste de SC (Figura 1), localizada no oeste de Santa Catarina, com latitude 27°5'20.49" S, longitude 52°47'38.60" O e altitude aproximadamente 595 metros acima do nível do mar. O ciclo de cultivo da alface variedades Crespa se estendeu de 20 de outubro a 13 de novembro de 2020, com um ciclo de 25 dias, sendo realizada a colheita no dia 13 de novembro de 2020.

Figura 1 – Local de coleta e realização da pesquisa



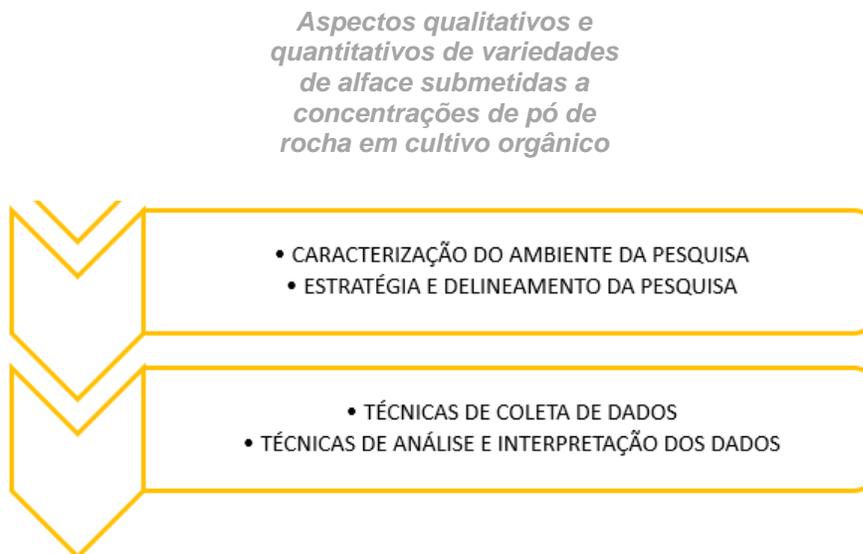
Fonte: Google Earth Pro (2020).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação em estrutura totalmente metálica, galvanizada a fogo, com cobertura tipo “arco”, fechamento lateral com tela antiofídica e frente/fundo com filme plástico transparente 150 micras fixado nas travas frontais e laterais, janela zenital para facilitar a troca de ar e diminuição de temperatura, portas tipo deslizantes com trilho superior para rodízio de rolamentos e trilho de base e lateral em plástico e tela de sombreamento.

3.2 ESTRATÉGIA E DELINEAMENTO DA PESQUISA

A estratégia da pesquisa, consta na Figura 2.

Figura 2 – Diagrama da estratégia de pesquisa do experimento (Guatambu, SC – safra 2020)



Fonte: elaborada pela autora.

Para Pradanov e Freitas (2013) o delineamento de pesquisa é caracterizado como: quanto à abordagem: consiste em uma pesquisa quantitativa; quanto ao enfoque: consiste em uma pesquisa explicativa e com relação aos procedimentos, consiste em uma pesquisa experimental.

O delineamento da pesquisa classifica-se do ponto de vista de sua natureza como aplicada. A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicações práticas e dirigidos à solução de problemas específicos, concretos para

soluções imediatas. Esta pode produzir produtos, processos e patentes, com a finalidade de procurar resolver os problemas concretos. De acordo com Gil (1999) a pesquisa aplicada possui muitos pontos de contato com a pesquisa pura, pois depende de suas descobertas e se enriquece com o seu desenvolvimento.

O delineamento da pesquisa classifica-se na forma de abordagem ao problema podendo ser qualitativa, quantitativa ou qualitativa/quantitativa, sendo a presente pesquisa como quantitativa. Por meio da pesquisa quantitativa é possível quantificar os resultados obtidos das amostras do experimento e os divulgar para quem tiver interesse. É um meio indicado para chegar a algumas considerações e um meio para propor a validação das hipóteses propostas na pesquisa, por intermédio da aplicação de dados obtidos em modelos estatísticos de forma organizada para realizar uma análise do que foi testado (MATTAR, 2001).

Com relação ao ponto de vista dos objetivos existem três tipos de pesquisa, sendo elas a pesquisa exploratória, descritiva e experimental. O presente trabalho classifica-se como sendo uma pesquisa explicativa. Nela se trabalha com foco para tentar comprovar as hipóteses estabelecidas no projeto de pesquisa. A pesquisa explicativa procura explicar a razão de acontecerem fatos em relação às causas e os efeitos produzidos durante a ocorrência do desenvolvimento do experimento da pesquisa. Procura aprofundar a realidade dos acontecimentos para identificar os fatores que colaboram na elucidação dos fenômenos que acontecem no transcorrer da pesquisa, logo é, um meio que procura explicar os meios para a compreensão do acontecimento das coisas (GIL, 1999).

O delineamento da pesquisa classifica a natureza dos procedimentos técnicos de estudos experimentais. É a parte da pesquisa que analisa as questões concretas da pesquisa sendo o meio para explicar os acontecimentos dos fatos. A pesquisa experimental é a forma de comprovar na experimentação como ocorrem, as influências das variáveis do objeto de estudo e se inter-relacionam no contexto em estudo, ou seja, a que resultados chegará. É importante o experimento ou situação criada em laboratório com a finalidade de observar, sob controle, a relação existente entre fenômenos ou situações, ou seja, busca saber se um fenômeno é a causa do outro (GIL, 2006).

Para o mesmo autor, na pesquisa experimental é possível relacionar-se com as mais diferentes incertezas dos acontecimentos do estudo em que a mesma possa ser aplicada em laboratório fechado como a campo. Neste caso, podendo propor mudanças nos acontecimentos, de forma a manusear com o real, e observando o que poderá ocorrer no resultado com os devidos dados propostos na pesquisa.

3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

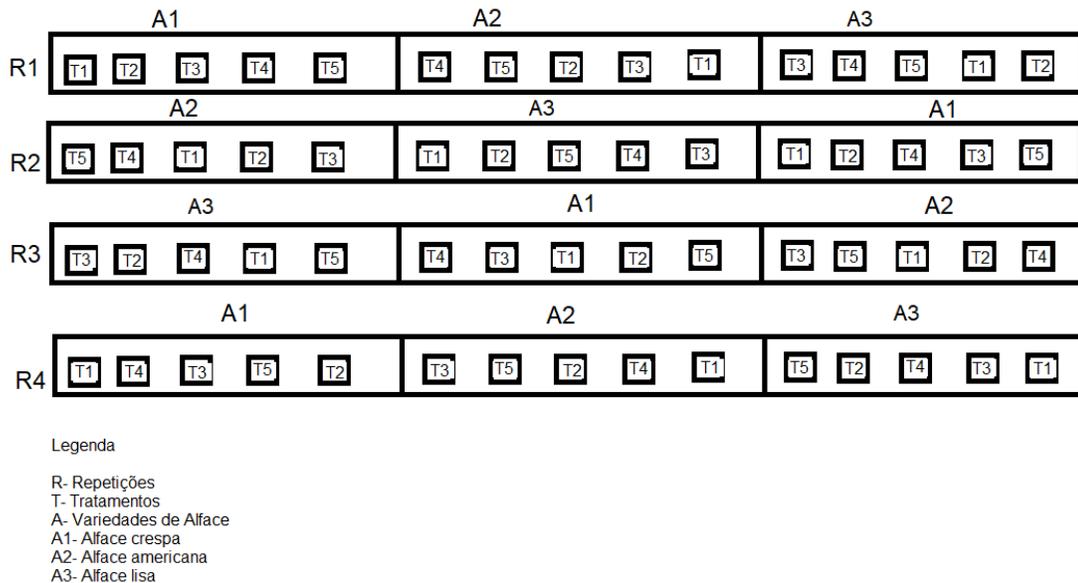
3.3.1 Delineamento experimental e tratamentos

Para a implantação do experimento da cultura da alface, relacionado com as concentrações de pó de rocha, a área foi delimitada em DBC (Delineamento de Blocos ao acaso) em esquema de PSD (Parcelas Subdivididas) (3 x 5), com quatro repetições, totalizando 60 parcelas, sendo que na PP (Parcela Principal) foram alocadas as mudas das três variedades de alface: alface crespa (A1), alface américa (A2), alface lisa (A3) e na SB (Subparcelas) as concentrações de pó de rocha: T1 – substrato incorporado com adubo orgânico; T2 – substrato incorporado com adubo orgânico + 500g de pó; T3 – substrato incorporado com adubo orgânico + 1000 g de pó; T4 – substrato incorporado com adubo orgânico + 1500 g de pó; T5 – substrato incorporado com adubo orgânico + 2000 g de pó (Tabela 4 e Figura 3).

Tabela 4 – Descrição dos tratamentos (substrato/adubo orgânico/pó de rocha)

| Tratamento | Substrato | Adubo Orgânico | Pó de Rocha |
|------------|-----------|----------------|-------------|
| 1 | 2000 g | 500 g | 0 g |
| 2 | 2000 g | 500 g | 500 g |
| 3 | 2000 g | 500 g | 1000 g |
| 4 | 2000 g | 500 g | 1500 g |
| 5 | 2000 g | 500 g | 2000 g |

Fonte: elaborada pela autora.

Figura 3 – Croqui da área experimental

Fonte: elaborada pela autora.

3.3.2 Tratos Culturais

3.3.2.1 Composição das fontes de adubação

O substrato inerte utilizado no experimento contém vermiculita, casca de pinus e eucalipto, casca de arroz, cinzas e fibra de coco, contendo níveis mínimos nutrientes.

O fertilizante orgânico utilizado nos vasos é produzido pela empresa Ferticel Indústria de Fertilizantes LTDA, composto por esterco de cama de aves, casca de ovo, resíduo orgânico agroindustrial classe A, lodo orgânico flotado e cinzas.

O pó de rocha basáltica utilizado no presente trabalho é proveniente da empresa Concrexap Serviços de Concretagem localizada no município de Chapecó/SC. A caracterização foi realizada por vários métodos diferentes, sendo que essas análises foram realizadas pelo Laboratório IBRA, localizado em Sumaré/SP, sendo que foram realizadas sete análises do pó (Anexos A, B, C, D, E, F, e G).

Os resultados obtidos em todas as análises, foram descritos em uma tabela, e após realizado a média de porcentagem dos nutrientes encontrados (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados dos nutrientes encontrados no pó de rocha

| | Resultado análise pó de rocha | | | | | | | MÉDIA |
|-----------------------------|-------------------------------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|--------------|
| | 7A | 6A | 5 ^a | 4A | 3A | 2 ^a | 1A | |
| Nitrogênio Total (%) | 0,12 | 0,09 | 0,12 | 0,08 | 0,09 | 0,15 | 0,14 | 0,11 |
| Fósforo (%) | 3,77 | 1,6 | 2,16 | 2,73 | 3,53 | 3,29 | 3,29 | 2,91 |
| Potássio (ppm) | 0 | 82,77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,82 |
| Cálcio (%) | 1,56 | 1,68 | 1,52 | 1,68 | 1,62 | 1,55 | 1,53 | 1,59 |
| Magnésio (%) | 0,54 | 0,53 | 0,53 | 0,56 | 0,52 | 0,46 | 0,48 | 0,52 |
| Sódio (%) | 0,7 | 0,42 | 0,52 | 0,52 | 0,51 | 0,46 | 0,55 | 0,53 |
| Boro (%) | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Enxofre (%) | 0,22 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,18 | 0,08 |
| Cobre (%) | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Ferro (%) | 5,19 | 5,62 | 5,53 | 4,6 | 4,77 | 5,53 | 5,45 | 5,24 |
| Manganês (%) | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Zinco (ppm) | 53,78 | 61,05 | 61,05 | 68,31 | 53,78 | 71,95 | 75,58 | 63,64 |
| Alumínio (%) | 2,17 | 1,82 | 1,74 | 2,06 | 1,85 | 1,95 | 1,88 | 1,92 |
| Cobalto (ppm) | 68,07 | 33,37 | 0 | 30,6 | 80,56 | 52,8 | 0 | 37,91 |
| Molibdênio (%) | 0,01 | 0,01 | 82,68 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 11,83 |

Fonte: elaborada pela autora.

3.3.2.2 Plantio das mudas de alface

Após a coleta, e peneiragem (500 micras) do pó, o solo foi acondicionado em vasos com capacidade para 8 L e os tratamentos foram aplicados. Em cada unidade experimental (vaso) foi plantado uma muda de alface de (crespa), produzidas em viveiro comercial. Em todos os vasos foram colocados uma mistura de substrato inerte (2000 g) juntamente com a adubação orgânica (500 g), e conforme a sequência dos tratamentos foram feitas variações das concentrações de pó de rocha.

3.3.2.3 Irrigação e tratamentos fitossanitários

A irrigação foi realizada por meio de gotejadores. Foram utilizados os tubogotejadores colocados na linha de plantio das hortaliças. A rega foi realizada automaticamente 2 vezes ao dia, às 8h e 16h, durante um período de cinco minutos.

Para o controle das pragas foi realizada apenas uma aplicação de Óleo Vegetal de *Neem Ophicina* Agrícola, seguindo as recomendações específicas do produto, com diluição em água limpa e pH neutro (0,7), utilizando a dose recomendada de 100 ml em 30 litro de água.

3.3.3 Variáveis respostas

3.3.3.1 *Leitura SPAD*

Para a determinação do índice *SPAD* foi utilizado o medidor portátil SPAD-502, da empresa Konica Minolta. No transcorrer do desenvolvimento da cultura da alface foi realizada a medição no dia da colheita, na porção de 1/3 da folha terminal de todas as plantas de cada parcelas (Figura 4).

Figura 4 – Leitura *SPAD* do experimento



Fonte: elaborada pela autora.

3.3.3.2 *Comprimento da maior raiz*

A delimitação do comprimento da maior raiz foi realizada no dia da colheita, sendo feito uma corte na região do colo da planta, e colocando a raiz em uma vasilha com água, para eliminar o solo contido na raiz. Após a limpeza as raízes foram colocadas individualmente em cima de uma régua graduada em milímetros, para verificar o comprimento da maior raiz (Figura 5).

Figura 5 – Comprimento da maior raiz do experimento



Fonte: elaborada pela autora.

3.3.3.3 Produção (kg/planta)

A produção (kg/planta) foi determinada através do peso da massa fresca da parte aérea de todas as plantas (Figura 6), extrapolando a produção em Kg/planta, conforme a metodologia de Floss (2011).

Figura 6 – Produção do experimento



Fonte: elaborada pela autora.

3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), para a PP, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e para a SP, foi realizada a análise de regressão com a escolha dos modelos matemáticos através o coeficiente de determinação (R^2) e criteriosa observação dos dados obtidos. O aplicativo computacional utilizado foi o SISVAR – Sistema de análise de variância para dados balanceados (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação variedades de alface x concentrações de pó de rocha em relação à variável resposta Leitura SPAD (Tabela 6).

Tabela 6 – Leitura SPAD do experimento em relação a interação variedades de alface x concentrações de pó de rocha (Guatambu, SC – safra 2020)

| Variedades de Alface | Leitura SPAD | | | | |
|----------------------|----------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | ---(Índice)--- | | | | |
| | Concentrações de Pó de Rocha (g) | | | | |
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 |
| Crespa | 19,15 Ba | 22,40 Aa | 21,68 Aa | 18,28 Aa | 21,78 Aba |
| Lisa | 24,10 ABa | 24,65 Aa | 22,95 Aa | 21,88 Aa | 26,68 Aa |
| Americana | 29,26 Aa | 24,10 Aab | 29,90 Aa | 19,23 Aab | 14,93 Bb |
| CV (%) | 24,07 | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: elaborada pela autora.

Analisando o teor de clorofila das cultivares de alface (Tabela 6), nota-se que as variedades, crespa e lisa, não apresentaram diferenças significativas em relação as doses aplicadas, sendo assim o pó de rocha não influenciou o teor de clorofila nas variedades lisa e crespa. Já a variedade americana diferenciou-se das demais cultivares, obtendo uma diminuição no teor de clorofila conforme o aumento da dose. Observando as doses do pó de rocha em relação a todas as cultivares, notou-se que as doses de 500 a 1500 g não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey, referente a variável teor de clorofila em ambas as cultivares, contudo quando comparada a testemunha apresentou aumento da variável em análise. Porém quando aplicado uma dose alta de 2000 g, as cultivares crespa e lisa conseguem manter o teor de clorofila, já a cultivar americana apresenta um decréscimo no teor de clorofila.

Em estudo realizado por Groth *et al.* (2017) constatou-se que houve um acréscimo de até 36% no teor de clorofila analisado nas folhas de alface quando submetidas à adubação com pó rocha basáltica, visto que, esse aumento pode estar relacionado com a alta concentração de silício disponibilizado no solo.

Maldaner e Christ (2020), em seu experimento a campo dividiu sua pesquisa em dois cultivos de alface. O primeiro cultivo foi realizado em 22 de outubro a 26 de novembro, período com temperaturas que variam entre 15 e 25 °C, favorecendo um melhor desenvolvimento e nutrição da cultura, após a coleta dos dados observou que a menor dose (1 Mg/ha), e a terceira dose (3 Mg/ha) aplicadas de pó de basalto na cultura, obteve um aumento que 26% no teor de clorofila, sendo que essa adição ocorreu por conta de um melhor desempenho do sistema radicular das plantas de alface, proporcionando uma maior absorção de nutrientes e água do solo. O segundo cultivo, foi desenvolvido entre 21 de janeiro até 26 de fevereiro, período de temperatura elevada, acima de 25 °C, e com pouca precipitação de chuva, desfavoreceram o cultivo, por conta disso, no segundo cultivo, o teor de clorofila, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, das quais, a testemunha sem aplicação do pó foi a que obteve maior teor de clorofila nas folhas de alface.

A análise de variância revelou efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação variedades de alface x concentrações de pó de rocha em relação à variável resposta comprimento da maior raiz (Tabela 7).

Tabela 7 – Comprimento da maior raiz do experimento em relação a interação variedades de alface x concentrações de pó de rocha (Guatambu, SC – safra 2020)

| Variedades de Alface | Comprimento da maior raiz | | | | |
|----------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| | ---(cm)--- | | | | |
| | Concentrações de Pó de Rocha (g) | | | | |
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 |
| Crespa | 8,48 Aa | 8,33 Aa | 9,33 Aa | 8,50 Aa | 8,53 Aa |
| Lisa | 9,10 Aa | 9,40 Aa | 8,58 Aa | 11,95 Aa | 9,05 Aa |
| Americana | 11,53 Aa | 8,73 Aab | 8,85 Aab | 10,80 Aa | 4,73 Bb |
| CV (%) | 23,47 | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: elaborada pela autora.

Verificando o comprimento de raiz das cultivares de alface (Tabela 7), nota-se que as variedades, crespa e lisa, não apresentaram diferenças significativas em relação aos tratamentos, contudo o pó de rocha não influenciou o desenvolvimento das raízes nas variedades crespa e lisa. No entanto quando observado a variedade americana,

notou-se que ela se diferenciou das demais cultivares, apresentando um impedimento severo do crescimento radicular, impossibilitando seu desenvolvimento conforme o aumento da dose. Em relação as doses do pó basáltico, analisando o crescimento de raiz, as cultivares, apresentam o mesmo comportamento, quando aplicados doses de 500 a 1500 g, o seu crescimento radicular transcorreu adequadamente, no entanto, quando sujeitado a dose de 2000 g apresentaram um decréscimo no crescimento das raízes, impedindo o desenvolvimento adequado da cultura. Entretanto variedade americana em relação as doses crescentes de pó de rocha, evidenciou que quando submetida a dose de 2000 g prejudicou inteiramente o crescimento radicular por conta do adensamento do material utilizado.

Maldaner e Christ (2020), em seu experimento que avaliaram a influência do pó de rocha basáltica na cultura de alface, concluíram que em ambos os cultivos o comprimento do sistema radicular não demonstrou diferenças significativas em relação as crescentes doses aplicadas, o que vai de encontro com alguns dos resultados obtidos na presente pesquisa.

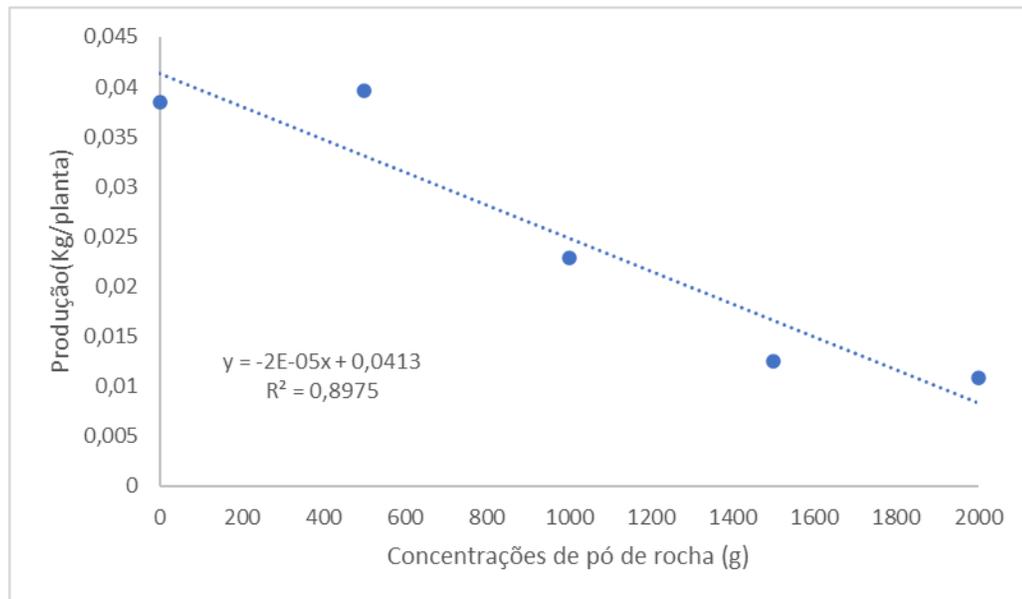
Klein *et al.* (2009), em sua pesquisa na produção de mudas de tomate variedade Sweet Million, observaram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados constituídos de compostos orgânicos + pó de basalto e o substrato comercial, porém, no tratamento com somente substrato obteve maior comprimento da raiz em relação uso de pó de basalto + composto orgânico, no entanto, segundo os autores, mesmo assim se torna viável a utilização do pó de rocha na produção de mudas de tomate pelo baixo custo do material.

Neste estudo, constatou que não houve diferença entre os tratamentos utilizando doses crescentes de pó de basalto na variável referente ao comprimento das raízes (Tabela 7). Colaborando com os resultados apresentados neste experimento, Kölln *et al.* (2009) em seu estudo sobre o efeito de isolados de bactéria e pó de basalto no crescimento inicial de plantas de milho cultivadas em vaso não obtiveram diferenças significativas nas variáveis altura de plantas, área foliar, comprimento da raiz e diâmetro do colmo entre as plantas de milho inoculadas ou não com diferentes estirpes de bactérias e pó de rocha basáltica.

Castoldi *et al.* (2014), avaliaram diferentes substratos para a produção de mudas de alface, utilizando tratamentos com porcentagens crescentes de cama de equino e pó de rocha, e observaram que o aumento da concentração de pó de rocha não provocou um aumento significativo no comprimento de raiz das plantas de alface.

A análise de variância revelou efeito significativo ($p \leq 0,05$) do fator concentrações de pó de rocha em relação à variável resposta produção, ou seja, existe um modelo matemático que explica a influência da variável X (concentrações de pó de rocha) em relação à variável Y (produção) (Figura 7).

Figura 7 – Produção do experimento em relação ao fator concentrações de pó de rocha (Guatambu, SC – safra 2020)



Fonte: elaborada pela autora.

Conforme a Figura 7, percebe-se que houve uma relação de causa e efeito entre a variável doses de pó de rocha e a variável produção (Kg/planta), ou seja, as concentrações de pó de rocha influenciam em 89,75% na massa verde, apresentando um comportamento linear negativo.

Observando a Figura 7, verifica-se que ao aplicar concentrações de at 500 gramas de pó de rocha basáltica, as variedades respondem significativamente, aumento sua produção de massa verde (MV), no entanto, conforme o crescente aumento das doses, percebe-se que a quantidade de MV, diminui gradativamente,

levando em consideração que quanto maior for a quantidade de pó, maior será o adensamento das partículas do substrato, dificultando o crescimento e desenvolvimento das variedades (Figura 8).

Figura 8 – Adensamento das partículas do substrato ocasionado no experimento



Fonte: elaborada pela autora.

Nas doses testadas por Maldaner (2020), maiores valores de massa fresca da parte aérea foram obtidos com a testemunha sem aplicação e o tratamento um (1 Mg/ha), que foram superiores aos demais tratamentos, reafirmando com os resultados obtidos nesse trabalho, porém não apresentaram diferença significativa pela análise de variância.

Rezende; Pelá e Pelá (2013), em seu experimento avaliaram a eficiência da adubação com pó de basalto, em relação à adubação orgânica e organomineral na cultura da alface, e concluíram que o pó de rocha basáltica foi improdutivo para a nutrição da cultura, principalmente na variável massa verde da parte aérea, não havendo diferença significativa.

Dalcin *et al.* (2018), em pesquisa observou os efeitos da aplicação do pó de rocha em argissolo sobre o crescimento de alface, determinaram que a adubação química (NPK) demonstraram resultados maiores de massa verde na cultura, entretanto a aplicação das doses crescentes de pó de basalto não diferiram-se estaticamente da testemunha sem aplicação, concluindo que a utilização do pó de rocha não beneficiando o desenvolvimento das plantas de alface.

Livi e Castamann (2016), testando a utilização de pó de rocha isolado na dose de 2 ton ha, com consórcio com termofosfato ou adubo orgânico, em solo tipo latossolo vermelho aluminoférrico típico, concluíram que não houve incremento na produção de alface em função da utilização do pó de rocha, em razão do tempo insuficiente para a liberação dos nutrientes, sendo que os nutrientes contidos no pó são lentamente disponibilizados para o solo.

Brugnera (2012), avaliou o uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula (*Eruca sativa L.*) em vasos, aplicando os tratamentos com doses diferentes de pó basáltico, consorciando com cama de aviário e adubo organomineral, após a realização das análises concluiu que o tratamento composto pelo mix de cama de aves e pó de rocha, apresentou resultados muito superiores em todos os quesitos analisados, sendo eles o tamanho de raiz e a produção de massa verde das plantas de rúcula.

O ganho em produção até a concentração de 500g de pó de rocha, não pode ser atribuído apenas em função do remineralizador e sim ao fertilizante orgânico produzido pela empresa Ferticel Indústria de Fertilizantes LTDA, composto por esterco de cama de aves, casca de ovo, resíduo orgânico agroindustrial classe A, lodo orgânico flotado e cinzas. Filho *et al.* (2013) verificaram que o tratamento que promoveu os melhores resultados em termos de produção de matéria fresca e matéria seca de plantas, produtividade e número de folhas em alface cv. Crespa Cacheada foi o do esterco de frango, semelhante aos obtidos com o fertilizante mineral.

Conforme Ferreira *et al.* (2013), a aplicação de esterco de galinha aumenta a produção da alface, cv. Regina. Pesquisadores científicos também obtiveram na dose de 40 t/ha dos fertilizantes orgânicos, um aumento médio de 42% na produtividade das plantas de alface, em relação ao controle sem adubação (SEDIYAMA *et al.*, 2016).

Segundo Ferticel (2020), o destaque da fertilização organomineral na produtividade da alface pode estar relacionado às funções que os adubos orgânicos exercem sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, uma vez que eles apresentam efeitos condicionadores e aumentam a capacidade do solo em armazenar nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas.

De acordo com Silva *et al.* (2011), a adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais podendo, portanto, exercer influência sobre a qualidade nutricional da alface.

Outros autores, comparando adubação orgânica e mineral sobre a alface, observaram que o uso do adubo orgânico aumentou os teores de bases, fósforo e a capacidade de troca de cátions do solo. Com a utilização da adubação orgânica, o solo se torna mais fértil e produtivo, aumentando sua biodiversidade, e melhorando a qualidade dos alimentos gerados a partir dessa prática (SANTOS *et al.*, 2001; FINATTO *et al.*, 2013).

Conforme Carvalho *et al.* (2014), testando variedades de alface em diferentes ambientes e adubos orgânicos, concluíram que a cultivar de melhor desenvolvimento foi a Lucy Brown, do tipo crespa americana, sendo o esterco o melhor substrato no cultivo a céu aberto. As maiores doses testadas proporcionaram a maior produção de massa fresca, devido principalmente ao fato de que nestas doses utilizadas, ter ocorrido uma maior disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento da cultura, sendo esta capaz de responder aos altos teores de NPK presentes nos solos e que ficaram prontamente disponíveis para as plantas durante o ciclo da cultura.

Oliveira *et al.* (2014), avaliando as alterações das características químicas do solo e a resposta produtiva da alface adubada com compostos orgânicos produzidos artesanalmente, verificaram que a elevação de doses dos compostos orgânicos favorece, por ocasião da adubação da alface, o aumento dos teores de fósforo e sódio trocável no solo.

A adubação orgânica com torta de filtro aumenta a produtividade de cultivares de alface americana (SANTANA *et al.*, 2012). De acordo com Ferreira *et al.* (2013), a adubação orgânica, com esterco de aves, aumentou a produção de alface, quando os efeitos da cobertura do solo e da adubação orgânica sobre a temperatura e a umidade do solo, a incidência de plantas daninhas e a produtividade da alface foram avaliados, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho, uma vez que a fonte de matéria orgânica utilizada para a obtenção do organomineral no estudo foi o

esterco de aves, onde pode-se verificar um aumento na produtividade de cabeças de alface.

De acordo com Oliveira *et al.* (2014), os compostos orgânicos podem contribuir com o aumento de produção da alface; contudo, o maior ou menor grau de contribuição parece estar ligado ao teor nutricional do composto.

Conforme Figueiredo *et al.* (2012) verificaram que de acordo com a composição dos adubos orgânicos, estes podem favorecer um maior acúmulo de massa fresca de alface. A dieta alimentar diferenciada dos ovinos promoveu esterco com potenciais de mineralização diferenciados. Assim sendo, a fonte orgânica e composição do material utilizado, influenciam na velocidade de mineralização desta no solo, e possuem uma grande influência na produção de massa fresca, número de folhas e produtividade de alface.

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que a pesquisa foi conduzida, é possível concluir que a concentração de 500g de pó de rocha em cultivo orgânico é recomendada para as variedades de alface Crespa, Americana e Lisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se a continuidade das pesquisas com outras hortaliças e a mistura de concentrações de pó de rocha abaixo da concentração de 500g e fertilizante orgânico.

REFERÊNCIAS

ABISOLO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO VEGETAL. **MAPA divulga novas Instruções Normativas sobre fertilizantes**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://abisolo.com.br/2016/03/23/mapa-divulga-novas-instrucoes-normativas-sobre-fertilizantes/>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

ALMEIDA, A. N. de. **Atributos químicos e físicos de latossolo decorrentes da aplicação de pó de metabasalto**. 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS. **Estatísticas 2019**. 2019. Disponível em: <http://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Principais_Indicadores_2019.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BISPO, A. N. **Produção de alface em vasos submetida a diferentes proporções de composto orgânico**; Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Graduação de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas – BA, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 05 de 10 de março de 2016**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 mar.2016. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/autenticidade.html>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 06 de 10 de março de 2016**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 mar.2016. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-31/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21393222/do1-2016-03-14-instrucao-normativa-n-6-de-10-de-marco-de-2016-21393092>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº. 86.955, de 18 de Fevereiro de 1982**. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes. Diário Oficial da União, Brasília, 24 fev 1982. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-86955-18-fevereiro-1982-436919-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.890, de 10 de Dezembro de 2013. **Inclui os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado a agricultura**. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 11 de dezembro de 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BRUGNERA, R. L. **Avaliação do uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula**. 2012. 54 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Agrônômica) - Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2012.

CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, A. F. Cultivares de alface em diferentes ambientes de cultivo e adubos orgânicos no Norte Mato-grossense. **Multitemas**, Campo Grande, MS, n. 45, p. 47-59, 2014.

CASTOLDI, G. *et al.* Substratos alternativos na produção de mudas de alface e sua produtividade a campo. **Revista Ciências Agrônômicas [online]**. 2014, vol.45, n.2, pp.299-304. ISSN 1806-6690. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000200010>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

CELLA, D.; ROSSI, M. C. de L. Análise do mercado de fertilizantes no Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 7, n. 1, p. 41-50, 2010.

COSTA, L. M. da; SILVA, M. F. de O. **A indústria química e o setor de fertilizantes** In: BNDES 60 anos: perspectivas setoriais. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 12-60, 2012.

DALCIN, G. *et al.* Efeitos da Aplicação do Pó de Rocha em Argissolo sobre o Crescimento de Alface. **XVII mostra de iniciação científica, pós graduação, pesquisa e extensão**. UCS, 2018.

DIAS, V. P; FERNANDES, E. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro: BNDES, n. 24, p. 97-138, 2006.

ECOAGRI. COMUNIDADE AGROECOLÓGICA. **A agricultura no século 20**. [S.l.], 2005. Disponível em: <<http://www.ecoagri.com.br/a-agricultura-no-seculo-20/>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

EHLERS, T.; ARRUDA, G. O. S. F. de. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, Xanxerê, p. 1-8, 21 jan. 2014.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Além do NPK: estudos revelam eficiência de nutrientes esquecidos em fertilizantes**. [S.l.], 2014. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2192735/alem-do-npk-estudos-revelam-eficiencia-de-nutrientes-esquecidos-em-fertilizantes>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tipos de alface cultivados no Brasil - Comunicado técnico 75 – Brasília, DF. (2009). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutriente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, p.11-20, 1998.

FERTICEL FERTILIZANTES. **Fertilizantes Orgânicos**. 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, I. C. P. V. *et al.* Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 582-588, 2013.

FERRI, F. **A estrutura e a estratégia concorrencial da indústria de fertilizantes no Brasil**. 2013. 72 f. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FIGUEIREDO, C. C. *et al.* Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n.1, p 175-179, 2012.

FINATTO, J. *et al.* A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, p. 85-93, 2013.

FILHO, J. U. P. *et al.* Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 419–424, 2013.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 5. ed. Passo Fundo: UPF, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed., 7 re-impressão. São Paulo: Atlas, 2006.

GOTZ, L. F. **Uso de remineralizador e esterco bovino em solo cultivado com trigo**. 2017. 31 f. Trabalho de conclusão de curso. (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2017.

GRECCO, M. F. *et al.* Efeito de rochas moídas e torta de tungue sobre a concentração e acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de milho (*Zea mays*). In: **Anais II Congresso Brasileiro de Rochagem**, Minas Gerais, 2013.

GROTH, M. Z. *et al.* Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.16, n.4, p.433-440, 2017.

KAUTZMANN, R. M. *et al.* **Caracterização de pó de rocha vulcânica para uso em rochagem no nordeste do Rio Grande Do Sul**. XXV Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa & VIII Meeting of the Southern Hemisphere on Mineral Technology, Goiânia, 20-24, out. 2013.

KLEIN, M. R. *et al.* **Substratos alternativos para produção de mudas de tomate tipo cereja.** Cadernos de Agroecologia, [S.l.], v. 4, n. 1, dec. 2009. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/4670>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

KÖLLN, O. T. *et al.* Efeito de isolados de bactéria e pó de basalto no crescimento inicial de plantas de milho cultivadas em vaso. **Synergismus scyentifica.** UTFPR, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009.

LIVI, A.; CASTAMANN, A. Uso de pó de rocha, termofosfato e adubo orgânico na produção de hortaliças. 2016. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** - ISSN 1981-8203 -Pombal – PB. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/594/1/LIVI.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2020.

MALDANER, B. L.; CHRIST, W. R. A. **Efeito do uso de pó de basalto na cultura da alface.** 2020. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade do Oeste de Santa Catarina, São José do Cedro, 2020.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MEDEIROS, F. de P. **Uso dos remineralizadores associado a policultivos para produção da palma forrageira no semiárido baiano.** 2017. 132 f. Dissertação. (Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

OLIVEIRA, E. M.; QUEIROZ, S. B. de; SILVA, V. F. da. Influência da matéria orgânica sobre a cultura da alface. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia.** 2009.

OLIVEIRA, L. B. de. *et al.* Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 157-164, 2014.

PÔRTO, M. L. *et al.* Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira** v. 29, p. 311-315, 2011.

RAMOS, C. G. *et al.* Avaliação de horizontes amigdaloides com zeólitas de pedreira de basalto como remineralizador de solos. **X Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, Porto Alegre, 2016.

REZENDE, T. P.; PELÁ, A.; PELÁ, G. M. Uso de pó de basalto como alternativa na adubação da cultura da alface. **Revista Processo Químico**, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Goiania, 2013.

SANTANA, C. T. C. de. *et al.* Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 22-29, 2012.

- SANTOS, R. H. S. *et al.* Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1395-1398. 2001.
- SCHIAVON, M. A.; REDONDO, S. U. A.; YOSHIDA, I. V. P. Caracterização térmica e morfológica de fibras contínuas de basalto. **Cerâmica**, v. 53, n. 1, p. 212-217, 2007.
- SEDIYAMA, M. A. N. *et al.* uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) 'Kaiser'. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 66-74, 2016.
- SILVA, E. M. N. C. P. *et al.* Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 242-245, 2011.
- SOARES, G. J. **Influência da rochagem no desenvolvimento de sistemas agroflorestais e na captura de dióxido de carbono atmosférico**. 2018. 117 f. Dissertação. (Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- TAVARES, M. F. de F.; HABERLI JR, C. **O Mercado de Fertilizantes no Brasil e as Influências Mundiais**, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/291971265_O_MERCADO_DE_FERTILIZANTES_NO_BRASIL_E_AS_INFLUENCIAS_MUNDIAIS>. Acesso em: 06 dez. 2020.
- THEODORO, S. M. de C. H. **A Fertilização da Terra pela Terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural**. 2000. 241 f. Tese (Doutorado em de Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2000.
- THEODORO, S. M. de C. H. *et al.* Efeito do uso da técnica de rochagem associada à adubação orgânica em solos tropicais. In: **Anais II Congresso Brasileiro de Rochagem**. Minas Gerais, 2013.
- UCHÔA, V. G. **Desenvolvimento de variedades de alface (*Lactuca sativa* L.) Em função de diferentes doses de húmus de minhoca**. Trabalho de conclusão de curso. (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas. 2019.
- WELTER, M. K. *et al.* Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Campos dos Goytacazes, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.

ANEXOS

Anexo A – Resultados das análises do Pó de Rocha

| | | |
|---|--|---|
| Antonio Junior Dal Piva R. João Braulio Muniz, 492 São Cristóvão 89803-240 - - | Relatório de Ensaio O.S.: 147453 |  |
|---|--|---|

Interessado: Antonio Junior Dal Piva
 N° amostra: 145015/2020
 Tipo Amostra: Fertilizante Mineral
 Identificação: 7-A 200g

Data Coleta: Não Informada
 Resp. Coleta: -
 Resp. Transp: -
 Entrada Lab: 26/05/2020
 Data Ensaio: 26/05/2020 a 15/06/2020
 Ensaio:

| Ensaio | Resultado | Unidade | LQ | V.M.P. | Método |
|--|-----------|-------------------|----|--------|--------------------------------------|
| Nitrogênio Total | 0,12 | % | - | | Ácido Salicílico |
| Fósforo sol. CNA + Água | 3,77 | % | - | | Gravimétrico do Quimocac |
| Potássio (sol. em água) | 0 | ppm | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Cálcio (HCl) | 1,55 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Magnésio (HCl) | 0,54 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Sódio (HCl) | 0,7 | % | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Boro | 0,01 | % | - | | Volumétrico do D-manitol |
| Enxofre | 0,22 | % | - | | Gravimétrico do Sulfato de Bário |
| Cobre (HCl) | 0,03 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Ferro (HCl) | 5,19 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Manganês (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Zinco (HCl) | 53,78 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Alumínio (HCl) | 2,17 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Cobalto (HCl) | 68,07 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Molibdênio (HCl) | 0,01 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Passante Peneira ABNT 10 (2,00mm) | 100 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 20 (0,84mm) | 88,9 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 50 (0,3mm) | 52,2 | % | - | | - |
| Potencial Hidrogeniônico - Sol. a 0,1% | 6,4 | - | - | | Potenciometria |
| Densidade | 1,71 | g/cm ³ | - | | Relação Massa x Volume |

Fonte: IBRA (2020).

Anexo B – Resultados das análises do Pó de Rocha

| | | |
|---|--|---|
| <p>Antonio Junior Dal Piva R. João Braulio Muniz, 492 São Cristóvão 89803-240 - -</p> | <h3>Relatório de Ensaio</h3> <p>O.S.: 147453</p> |  |
|---|--|---|

Interessado: Antonio Junior Dal Piva
N° amostra: 145014/2020
Tipo Amostra: Fertilizante Mineral
Identificação: 6-A 200g

Data Coleta: Não Informada
Resp. Coleta: -
Resp. Transp: -
Entrada Lab: 26/05/2020
Data Ensaio: 26/05/2020 a 15/05/2020
Ensaio:

| Ensaio | Resultado | Unidade | LQ | V.M.P. | Método |
|--|-----------|-------------------|----|--------|--------------------------------------|
| Nitrogênio Total | 0,09 | % | - | | Ácido Salicílico |
| Fósforo sol. CNA + Água | 1,6 | % | - | | Gravimétrico do Quimocian |
| Potássio (sol. em água) | 82,77 | ppm | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Cálcio (HCl) | 1,68 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Magnésio (HCl) | 0,53 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Sódio (HCl) | 0,42 | % | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Boro | 0,01 | % | - | | Volumétrico do D-manitol |
| Enxofre | 0,05 | % | - | | Gravimétrico do Sulfato de Bário |
| Cobre (HCl) | 0,03 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Ferro (HCl) | 5,62 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Manganês (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Zinco (HCl) | 61,05 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Alumínio (HCl) | 1,82 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Cobalto (HCl) | 33,37 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Molibdênio (HCl) | 0,01 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Passante Peneira ABNT 10 (2,00mm) | 100 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 20 (0,84mm) | 89,9 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 50 (0,3mm) | 52,2 | % | - | | - |
| Potencial Hidrogeniônico - Sol. a 0,1% | 6,4 | - | - | | Potenciometria |
| Densidade | 1,8 | g/cm ³ | - | | Relação Massa x Volume |

Fonte: IBRA (2020).

Anexo C – Resultados das análises do Pó de Rocha

| | | |
|---|--|---|
| Antonio Junior Dal Piva R. João Braulio Muniz, 492 São Cristóvão 89803-240 - - | Relatório de Ensaio O.S.: 147453 |  |
|---|--|---|

Interessado: Antonio Junior Dal Piva
 N° amostra: 145013/2020
 Tipo Amostra: Fertilizante Mineral
 Identificação: 5-A 200g

Data Coleta: Não informada
 Resp. Coleta: -
 Resp. Transp: -
 Entrada Lab: 26/05/2020
 Data Ensaio: 26/05/2020 a 15/06/2020
 Ensaio:

| Ensaio | Resultado | Unidade | LO | V.M.P. | Método |
|--|-----------|-------------------|----|--------|--------------------------------------|
| Nitrogênio Total | 0,12 | % | - | | Ácido Salicílico |
| Fósforo sol. CNA + Água | 2,16 | % | - | | Gravimétrico do Químico |
| Potássio (sol. em água) | 0 | ppm | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Cálcio (HCl) | 1,52 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Magnésio (HCl) | 0,53 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Sódio (HCl) | 0,52 | % | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Boro | 0,02 | % | - | | Volumétrico do D-manitol |
| Enxofre | 0,03 | % | - | | Gravimétrico do Sulfato de Bário |
| Cobre (HCl) | 0,02 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Ferro (HCl) | 5,53 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Manganês (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Zinco (HCl) | 61,05 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Alumínio (HCl) | 1,74 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Cobalto (HCl) | 0 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Molibdênio (HCl) | 82,68 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Passante Peneira ABNT 10 (2,00mm) | 100 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 20 (0,84mm) | 87,06 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 50 (0,3mm) | 51,02 | % | - | | - |
| Potencial Hidrogeniônico - Sol. a 0,1% | 6,4 | - | - | | Potenciometria |
| Densidade | 1,73 | g/cm ³ | - | | Relação Massa x Volume |

Fonte: IBRA (2020).

Anexo D – Resultados das análises do Pó de Rocha

| | | |
|---|--|---|
| Antonio Junior Dal Piva R. João Braulio Muniz, 492 São Cristóvão 89803-240 - - | Relatório de Ensaio O.S.: 147453 |  |
|---|--|---|

Interessado: Antonio Junior Dal Piva
 N° amostra: 145012/2020
 Tipo Amostra: Fertilizante Mineral
 Identificação: 4-A 200g

Data Coleta: Não Informada
 Resp. Coleta: -
 Resp. Transp: -
 Entrada Lab: 26/05/2020
 Data Ensaio: 26/05/2020 a 15/06/2020
 Ensaio:

| Ensaio | Resultado | Unidade | LQ | V.M.P. | Método |
|--|-----------|-------------------|----|--------|--------------------------------------|
| Nitrogênio Total | 0,08 | % | - | | Ácido Salicílico |
| Fósforo sol. CNA + Água | 2,73 | % | - | | Gravimétrico do Químico |
| Potássio (sol. em água) | 0 | ppm | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Cálcio (HCl) | 1,68 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Magnésio (HCl) | 0,58 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Sódio (HCl) | 0,52 | % | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Boro | 0,02 | % | - | | Volumétrico do D-manitol |
| Enxofre | 0,03 | % | - | | Gravimétrico do Sulfato de Bário |
| Cobre (HCl) | 0,03 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Ferro (HCl) | 4,6 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Manganês (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Zinco (HCl) | 68,31 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Alumínio (HCl) | 2,08 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Cobalto (HCl) | 30,6 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Molibdênio (HCl) | 0,02 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Passante Peneira ABNT 10 (2,00mm) | 100 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 20 (0,84mm) | 88,5 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 50 (0,3mm) | 51,3 | % | - | | - |
| Potencial Hidrogeniônico - Sol. a 0,1% | 6,7 | - | - | | Potenciometria |
| Densidade | 1,76 | g/cm ³ | - | | Relação Massa x Volume |

Fonte: IBRA (2020).

Anexo E – Resultados das análises do Pó de Rocha

| | | |
|---|--|---|
| Antonio Junior Dal Piva R. João Braulio Muniz, 492 São Cristóvão 89803-240 - - | Relatório de Ensaio O.S.: 147453 |  |
|---|--|---|

Interessado: Antonio Junior Dal Piva
 N° amostra: 145011/2020
 Tipo Amostra: Fertilizante Mineral
 Identificação: 3-A 200g

Data Coleta: Não informada
 Resp. Coleta: -
 Resp. Transp: -
 Entrada Lab: 26/05/2020
 Data Ensaio: 26/05/2020 a 15/06/2020
 Ensaio:

| Ensaio | Resultado | Unidade | LQ | V.M.P. | Método |
|--|-----------|---------|----|--------|--------------------------------------|
| Nitrogênio Total | 0,09 | % | - | | Ácido Salicílico |
| Fósforo sol. CNA + Água | 3,53 | % | - | | Gravimétrico do Químocac |
| Potássio (sol. em água) | 0 | ppm | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Cálcio (HCl) | 1,62 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Magnésio (HCl) | 0,52 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Sódio (HCl) | 0,51 | % | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Boro | 0,02 | % | - | | Volumétrico do D-manitol |
| Enxofre | 0,03 | % | - | | Gravimétrico do Sulfato de Bário |
| Cobre (HCl) | 0,03 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Ferro (HCl) | 4,77 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Manganês (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Zinco (HCl) | 53,78 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Alumínio (HCl) | 1,85 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Cobalto (HCl) | 80,56 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Molibdênio (HCl) | 0,03 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Passante Peneira ABNT 10 (2,00mm) | 100 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 20 (0,84mm) | 80 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 50 (0,3mm) | 52,9 | % | - | | - |
| Potencial Hidrogeniônico - Sol. a 0,1% | 6,5 | - | - | | Potenciometria |
| Umidade | 1,69 | g/cm3 | - | | Relação Massa x Volume |

Fonte: IBRA (2020).

Anexo F – Resultados das análises do Pó de Rocha

| | | |
|---|--|---|
| Antonio Junior Dal Piva R. João Braulio Muniz, 492 Sao Cristovao 89803-240 - - | Relatório de Ensaio O.S.: 147453 |  |
|---|--|---|

Interessado: Antonio Junior Dal Piva
 N° amostra: 145010/2020
 Tipo Amostra: Fertilizante Mineral
 Identificação: 2-A 200g

Data Coleta: Não informada
 Resp. Coleta: -
 Resp. Transp: -
 Entrada Lab: 26/05/2020
 Data Ensaio: 26/05/2020 a 15/06/2020
 Ensaio:

| Ensaio | Resultado | Unidade | LQ | V.M.P. | Método |
|--|-----------|---------|----|--------|--------------------------------------|
| Nitrogênio Total | 0,15 | % | - | | Ácido Salicílico |
| Fósforo sol. CNA + Água | 3,29 | % | - | | Gravimétrico do Quimocac |
| Potássio (sol. em água) | 0 | ppm | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Cálcio (HCl) | 1,55 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Magnésio (HCl) | 0,48 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Sódio (HCl) | 0,48 | % | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Boro | 0,02 | % | - | | Volumétrico do D-manitol |
| Enxofre | 0,05 | % | - | | Gravimétrico do Sulfato de Bário |
| Cobre (HCl) | 0,03 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Ferro (HCl) | 5,53 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Manganês (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Zinco (HCl) | 71,95 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Alumínio (HCl) | 1,95 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Cobalto (HCl) | 52,8 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Molibdênio (HCl) | 0,02 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Passante Peneira ABNT 10 (2,00mm) | 100 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 20 (0,84mm) | 85,33 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 50 (0,3mm) | 51,91 | % | - | | - |
| Potencial Hidrogeniônico - Sol. a 0,1% | 6,5 | - | - | | Potenciometria |
| Densidade | 1,78 | g/cm3 | - | | Relação Massa x Volume |

Fonte: IBRA (2020).

Anexo G – Resultados das análises do Pó de Rocha

| | | |
|---|--|---|
| Antonio Junior Dal Piva R. João Braulio Muniz, 492 São Cristóvão 89803-240 - - | Relatório de Ensaio O.S.: 147453 |  |
|---|--|---|

Interessado: Antonio Junior Dal Piva
 N° amostra: 145009/2020
 Tipo Amostra: Fertilizante Mineral
 Identificação: 1-A 200g

Data Coleta: Não informada
 Resp. Coleta: -
 Resp. Transp: -
 Entrada Lab: 26/05/2020
 Data Ensaio: 26/05/2020 a 15/06/2020
 Ensaio:

| Ensaio | Resultado | Unidade | LO | V.M.P. | Método |
|--|-----------|-------------------|----|--------|--------------------------------------|
| Nitrogênio Total | 0,14 | % | - | | Ácido Salicílico |
| Fósforo sol. CNA + Água | 3,29 | % | - | | Gravimétrico do Químocac |
| Potássio (sol. em água) | 0 | ppm | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Cálcio (HCl) | 1,53 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Magnésio (HCl) | 0,48 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Sódio (HCl) | 0,55 | % | - | | Espectrométrico por Emissão |
| Boro | 0,02 | % | - | | Volumétrico do D-manitol |
| Enxofre | 0,18 | % | - | | Gravimétrico do Sulfato de Bário |
| Cobre (HCl) | 0,02 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Ferro (HCl) | 5,45 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Manganês (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Zinco (HCl) | 75,58 | ppm | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Alumínio (HCl) | 1,88 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Cobalto (HCl) | 0 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Molibdênio (HCl) | 0,04 | % | - | | Espectrométrico por Absorção Atômica |
| Passante Peneira ABNT 10 (2,00mm) | 100 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 20 (0,84mm) | 89,2 | % | - | | - |
| Passante Peneira ABNT 50 (0,3mm) | 53,3 | % | - | | - |
| Potencial Hidrogeniônico - Sol. a 0,1% | 6,6 | - | - | | Potenciometria |
| Densidade | 1,79 | g/cm ³ | - | | Relação Massa x Volume |

Fonte: IBRA (2020).