

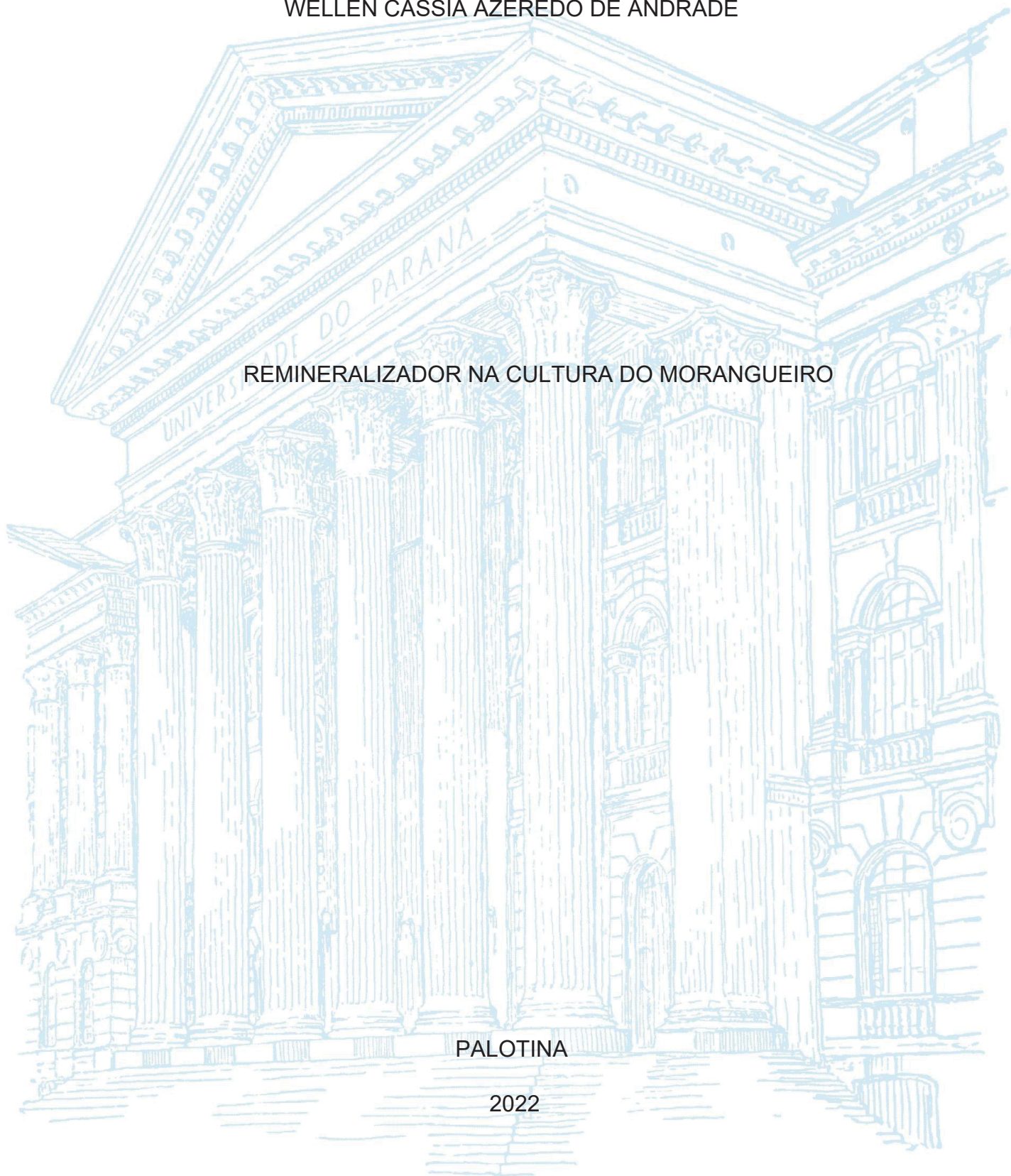
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WELLEN CASSIA AZEREDO DE ANDRADE

REMINERALIZADOR NA CULTURA DO MORANGUEIRO

PALOTINA

2022



WELLEN CASSIA AZEREDO DE ANDRADE

REMINERALIZADOR NA CULTURA DO MORANGUEIRO

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre, ao Curso de Pós
Graduação em Biotecnologia, Setor Palotina,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Jefferson Sato

PALOTINA 2022

Universidade Federal do Paraná. Sistemas de Bibliotecas.
Biblioteca UFPR Palotina.

A554 Andrade, Wellen Cassia Azeredo de
Remineralizador na cultura do morangueiro / Wellen Cassia
Azeredo de Andrade. – Palotina, PR, 2022.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, PR, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia.
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Jefferson Sato.

1. Adubação. 2. Morango. 3. Pó de rocha. I. Sato, Alessandro
Jefferson. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDU 606

Bibliotecária: Aparecida Pereira dos Santos – CRB 9/1653



TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação BIOTECNOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **WELLEN CASSIA AZEVEDO DE ANDRADE** intitulada: **REMINERALIZADOR NA CULTURA DO MORANGUEIRO**, sob orientação do Prof. Dr. ALESSANDRO JEFFERSON SATO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

PALOTINA, 26 de Agosto de 2022.

Assinatura Eletrônica

31/08/2022 17:32:49.0

ALESSANDRO JEFFERSON SATO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

31/08/2022 13:51:00.0

PATRICIA DA COSTA ZONETTI

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

31/08/2022 14:26:42.0

ALINE MARCHESE

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir realizar e concluir este trabalho.

Aos meus pais e irmão, que estiveram presente no decorrer da realização do mesmo.

Ao professor Dr. Alessandro Jefferson Sato, por toda paciência e aprendizado neste percurso.

A banca avaliadora composta pelas professoras Dra. Aline Marchese e Dra. Patrícia Costa Zonetti, por todo apoio prestado.

Ao programa de Pós Graduação em Biotecnologia, juntamente ao departamento de Ciências Agrômicas da UFPR – Setor Palotina, que sempre esteve disponível e me auxiliou com toda estrutura para a realização deste trabalho.

“Oportunidades não voltam quando você tomar
coragem”

RESUMO

Altamente consumido *in natura*, o morango também é empregado na culinária brasileira para diversos fins. Visando suprir a alta demanda do mercado diversos estudos são realizados a fim de melhorar e atualizar as recomendações do sistema de produção da cultura. Uma das práticas utilizadas e de alto custo é a adubação mineral. Buscando produzir com menor custo e sustentabilidade o presente trabalho teve como objetivo avaliar as respostas do morangueiro utilizando diferentes doses de pó de rocha. Este, é um bioinsumo que possui facilidade de aquisição e baixo custo. Foram analisadas duas safras consecutivas da cultura, sob delineamento de blocos casualizados sendo 6 tratamentos e 8 repetições. Os tratamentos foram: Testemunha (sem adição de fertilizante), Adubado (60kg/ha de N à cada 15 dias por 45 dias, 150kg/ha de P com aplicação sequencial e intervalo de 30 dias, e 250kg/ha de K única aplicação), T1 (250g pó de rocha/m²), T2 (500g pó de rocha/m²), T3 (750g pó de rocha/m²), e, T4 (1000g pó de rocha/m²). Nos tratamentos com diferentes doses de pó de rocha foram realizadas aplicações de 60kg/ha de N à cada 15 dias por 45 dias. Foram analisados variáveis de parte aérea, desenvolvimento de frutos e parâmetros nutricionais de solo. O tratamento de 500g pó de rocha/m² apresentou melhores resultados para precocidade de florescimento e frutificação nas duas safras e, massa de fruto na segunda safra. O uso da dose de 1000g pó de rocha/m² proporcionou ganhos nos sólidos solúveis totais nos frutos da primeira safra. As maiores concentrações de pó de rocha agregou mais matéria orgânica ao solo. Nenhum tratamento com pó de rocha interferiu negativamente no desenvolvimento da cultura e nas características do solo. O uso de pó de rocha como fertilizante mostra-se uma alternativa viável na cultura do morangueiro, sendo indicado as doses de 500g e 1000g pó de rocha/m².

Palavras-chave: Morango; Adubação; Pó de rocha.

ABSTRACT

Strawberry is greatly eaten in natura and is also used in Brazilian cooking in many ways. Aiming to supply this market demand, several studies are conducted to update the producing recommendations of this cultivation. One of the highly used practices which has great cost is mineral fertilizing. Seeking to produce cheaply and sustainably the present work aims to evaluate responses from different doses of stone meal in strawberry cultivation. The stone meal is a bioinsumption that is easy to obtain and it is cost-effective. Two consecutive crops of this cultivation were analyzed under a randomized block design with six treatments and eight replicates. The following treatments were conducted: Control (no fertilizing addition), Fertilized (being 60kg/ha of N every 15 days for 45 days, 150kg/ha of P applied sequentially on 30 days interval, and a single application of 250kg/ha of K), T1 (250g stone meal/m²), T2 (500g stone meal/m²), T3 (750g stone meal/m²), T4 (1000g stone meal/m²). Treatments with different doses of the stone meal were applied 60kg/ha of N every 15 days. Shoot variables, fruit development, and soil nutrition variables were analyzed. The 500g stone meal/m² treatment showed better results for flowering and fructification earliness for both crops and fruit weight for the second crop. In the 1000g stone meal/m² dose better results for soluble solids were obtained on the first crop and soil organic matter. Higher concentrations of stone meal added more organic matter to the soil. No stone meal treatment negatively interfered with crop development or soil characteristics. Using stone meal as fertilizing showed itself as an effective alternative for strawberry cultivation, with indications of 500g and 1000g stone meal/m² doses.

Keywords: Strawberry; Fertilization; Stone meal.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MUDAS DE MORANGO DA CULTIVAR CAMAROSA UTILIZADAS NO EXPERIMENTO.....	17
FIGURA 2 – IMPLANTAÇÃO DAS MUDAS.....	17
FIGURA 3 – IDENTIFICAÇÃO DAS PARCELAS.....	17
FIGURA 4 – ASPECTO GERAL DO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE MORANGO CULTIVAR CAMAROSA, COLETADAS PARA AFERIÇÃO DE PARTE AÉREA.....	18
FIGURA 5 – AFERIÇÃO DA MASSA DOS FRUTOS.....	20
FIGURA 6 – AFERIÇÃO DE SS COM REFRAATÔMETRO DE BANCADA DIGITAL.....	20
FIGURA 07 – PRENSAGEM DOS FRUTOS PARA AVALIAÇÃO DE ACIDEZ.....	21
FIGURA 08 – DIFERENÇAS APÓS REALIZAÇÃO DA TITULOMETRIA PARA AFERIÇÃO DE ACIDEZ TITULÁVEL.....	21
FIGURA 09 – MOAGEM DO SOLO.....	22
FIGURA 10 – AVALIAÇÕES DO TEOR DE FÓSFORO NO SOLO.....	22
FIGURA 11 – DIAS PARA FLORESCIMENTO DO MORANGUEIRO CULTIVAR CAMAROSA, CULTIVADO COM DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ DURANTE A SAFRA DE 2020.....	26
FIGURA 12 – DIAS PARA FLORESCIMENTO DO MORANGUEIRO CULTIVAR CAMAROSA, CULTIVADO COM DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ DURANTE A SAFRA DE 2021.....	26
FIGURA 13 – DIAS PARA FRUTIFICAÇÃO DO MORANGUEIRO CULTIVAR CAMAROSA, CULTIVADO COM DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ DURANTE A SAFRA DE 2020.....	27
FIGURA 14 – DIAS PARA FRUTIFICAÇÃO DO MORANGUEIRO CULTIVAR	

CAMAROSA, CULTIVADO COM DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ DURANTE A SAFRA DE 2021.....	27
FIGURA 15 – DIFERENÇAS NOS TEORES DE MAGNÉSIO ENTRE TRATAMENTOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA, EM COMPARAÇÃO COM O SOLO ANTES DO ENSAIO (ANÁLISE EM ANEXO).....	33
FIGURA 16 – AUMENTO LINEAR DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA, NO OESTE DO PARANÁ.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISE QUÍMICA DO PÓ DE ROCHA BASÁLTICA PROVENIENTE DO OESTE DO PARANÁ.....	16
TABELA 2 – NÚMERO DE FOLHAS DE PLANTAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA, CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA NO OESTE DO PARANÁ.....	25
TABELA 3 – LARGURA DE FOLHAS DE PLANTAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA, CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA NO OESTE DO PARANÁ.....	25
TABELA 4 – ACIDEZ TITULÁVEL EXPRESSA EM % DE ÁCIDO CÍTRICO, DE FRUTOS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA, CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA NO OESTE DO PARANÁ	27
TABELA 5 – SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DE FRUTOS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA, CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA NO OESTE DO PARANÁ.....	29
TABELA 6 – RATIO DE FRUTOS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA, CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA NO OESTE DO PARANÁ.....	29
TABELA 7 – MASSA DE FRUTOS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA, CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA.....	30
TABELA 8 – DIÂMETRO DE FRUTOS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NA PRIMEIRA E SEGUNDA SAFRA, CULTIVADOS COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE ROCHA NO OESTE DO PARANÁ.....	31
TABELA 9 – CÁLCIO (Ca ⁺) E MAGNÉSIO (Mg ⁺) DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DO PÓ DE ROCHA, E DUAS SAFRAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA	

NO OESTE DO PARANÁ.....	32
TABELA 10 – FÓSFORO (P) E POTÁSSIO (K) DO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DO PÓ DE ROCHA, E DUAS SAFRAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NO OESTE DO PARANÁ.....	34
TABELA 11 – SOMA DE BASES (SB) E SATURAÇÃO POR BASES (V%) DO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DO PÓ DE ROCHA, E DUAS SAFRAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NO OESTE DO PARANÁ.....	34
TABELA 12 – ACIDEZ POTENCIAL E CTC DO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DO PÓ DE ROCHA., E DUAS SAFRAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NO OESTE DO PARANÁ.....	35
TABELA 13 – VALORES MÉDIOS DE PH E PH SMP DO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DE PÓ DO ROCHA, E DUAS SAFRAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NO OESTE DO PARANÁ.....	36
TABELA 14 – MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DO PÓ DE ROCHA, E DUAS SAFRAS DE MORANGO DA CV. CAMAROSA NO OESTE DO PARANÁ.....	38

LISTA DE SIGLAS

NPK	– NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO
SS	– SÓLIDOS SOLÚVEIS
AT	– ACIDEZ TITULÁVEL
BRIX°	– SÓLIDOS SOLÚVEIS
SB	– SOMA DE BASES
V%	– SATURAÇÃO POR BASES
CTC	– CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVO.....	15
3	METODOLOGIA.....	16
3.1	PARTE AÉREA DE MORANGO CV. CAMAROSA.....	18
3.2	COLETA DE FRUTOS.....	19
3.3	MASSA E DIÂMETRO DO FRUTO.....	19
3.4	SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS).....	20
3.5	ACIDEZ TITULÁVEL (AT).....	20
3.6	ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	21
3.6.1	ACIDEZ POTENCIAL.....	22
3.6.2	ANÁLISE DE PH DO SOLO.....	22
3.6.3	ANÁLISE PH SMP.....	22
3.6.4	DETERMINAÇÃO DE POTÁSSIO.....	23
3.6.5	DETERMINAÇÃO DE FÓSFORO.....	23
3.6.6	DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO.....	23
3.6.7	DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA.....	24
3.7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5	CONCLUSÃO.....	39
6	REFERÊNCIAS.....	40
7	ANEXO 1 – ANÁLISE DE SOLO ANTERIOR A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	43

1 INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria sp.*) pertencente à família rosaceae é um dos frutos mais conhecidos no Brasil, produzido principalmente por empreendedores da agricultura familiar. É muito consumido *in natura* e vastamente utilizado na culinária brasileira para diversos fins, no qual além de sabor o mesmo apresenta características nutricionais muito importantes como a presença de vitaminas, minerais e boa quantidade de fibras alimentares. Devido a demanda do morango no mercado, é necessário uma alta produção do mesmo, e com isso o desenvolvimento de novas tecnologias que auxiliem na sua produção.

A adubação é uma das práticas extremamente necessárias para garantir uma safra de qualidade e com alta produtividade. A adubação mineral é altamente empregada no cultivo do morangueiro, sendo em várias situações, o insumo mais caro nos custos do sistema de produção de hortaliças. O seu alto valor, pode ser justificado pelo seu alto consumo, pois o Brasil é um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes e o quarto maior consumidor (INÁCIO, 2001). Porém, apesar dos fertilizantes solúveis liberarem mais rapidamente os nutrientes e assim atenderem de forma mais eficaz as exigências da maioria das plantas cultivadas de ciclo curto, esses ao serem carregados pela água da chuva e/ou da irrigação podem contaminar rios e lençóis freáticos (LUCHESE et al., 2001).

Com o alto custo da adubação mineral e possível contaminação do solo como descrito acima, o tema atualizações das recomendações de adubação para o morangueiro é frequentemente levantado em encontros técnicos da cultura, uma vez que essas foram estabelecidas por Raij et al. (1996) e Ribeiro et al. (1999) à 25 anos aproximadamente. Estas atualizações buscam técnicas de manejo e adubações que promovam alta produção com sustentabilidade.

Os remineralizadores tem sido bastante utilizado pois podem promover o aumento da fertilidade do solo através do método conhecido como rochagem. Caracterizado como um bioinsumo, este biofertilizante pode ser fonte mais econômica de nutrientes que as fontes minerais, especialmente

nos locais onde sua obtenção é facilitada (RODRIGUES & CASALI, 2000).

O fato de o Brasil dispor de uma grande distribuição e abundância das rochas em seu território e permitir a aquisição destes materiais como subprodutos de baixo custo de pedreiras locais ou mineradoras (CORONEOS et al., 1996), tornam-o uma alternativa viável, facilmente encontrada e de baixo custo para os produtores.

O pó de rocha como é popularmente conhecido, promove a remineralização do solo, o que se deve ao seu amplo conteúdo mineral e composição química potencialmente apropriada para o enriquecimento de solo de baixa fertilidade, ou para a recuperação de solo empobrecido por lixiviação. Segundo Osterroht (2003) a dissolução dos pós de rochas é um processo lento e complexo e, que depende muito da composição química e mineralógica da rocha, granulometria do material, tempo de reação, assim como do pH e da presença de microrganismos no solo atuando em sua degradação. A liberação de nutrientes pelo pó de rocha depende tanto do tipo de rocha quanto da superfície de contato da partícula. Esta superfície é função do tamanho da partícula, que quanto menor for a partícula, mais a rápida será a reação química, disponibilizando nutrientes (LUCHESE et al., 2002). Na tentativa de encontrar um fertilizante que contenha tanto macro quanto micronutrientes, e principalmente que seja de baixo custo, muitos materiais têm sido testados. Dentre essas alternativas, está a rocha de basalto que, além dessas características citadas, ainda contribui para o aumento do pH do substrato (KNAPIK, 2005).

Visando alternativas que diminuam o significativo impacto ambiental dos fertilizantes, e reduzam o custo de produção da cultura, testou-se diferentes doses de pó de rocha basáltica na cultura do morangueiro.

2 OBJETIVO

Avaliar o desenvolvimento de plantas e os aspectos físico-químicos dos frutos do morangueiro, com diferentes doses de pó de rocha.

3 METODOLOGIA

Os ensaios foram conduzidos no sítio Santo Antônio, área rural do município de Moreira Sales – PR, que apresenta clima subtropical úmido, solo arenoso (análise em anexo), cuja as coordenadas geográficas são 24°03'20"S, 53°07'25"W. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), sendo 6 tratamentos e 8 repetições, com 16 plantas por parcela experimental.

Os tratamentos foram:

- Testemunha (sem nenhuma adição de fertilizante),
- Adubado (fertilizante comumente utilizado, NPK, sendo 60kg/ha de N à cada 15 dias por 45 dias, 150kg/ha de P com aplicação sequencial com intervalo de 30 dias, e 250kg/ha de K única aplicação),
- T1 (250g pó de rocha/m² + 60kg/ha de N à cada 15 dias, por 45 dias),
- T2 (500g pó de rocha/m² + 60kg/ha de N à cada 15 dias, por 45 dias),
- T3 (750g pó de rocha/m² + 60kg/ha de N à cada 15 dias, por 45 dias),
- T4 (1000g pó de rocha/m² + 60kg/ha de N à cada 15 dias, por 45 dias).

O pó de rocha utilizado é proveniente de rochas basálticas oriundos do Oeste do Paraná, e sua análise química encontra-se na tabela 01.

Tabela 1 – Análise química do pó de rocha basáltica proveniente do Oeste do Paraná:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	P.F.	Total
50,9	12,88	15,32	9,51	5,09	1,04	2,46	2,26	0,22	0,26	0,55	100,47

Foram utilizados mudas de morangueiro da cultivar Camarosa de dia curto que possui boa adaptabilidade a região implantada (Figura 01). As mesmas foram importadas do Chile, e mantidas sob armazenamento à 4°C, em embalagens plásticas transparentes de 0,05mm.



Figura 01 – Mudanças de morango cultivar Camarosa utilizadas no experimento.

As aplicações do pó de rocha foram realizadas no dia 19 de julho de 2020, conforme cada tratamento. Em seguida realizou-se a implantação do sistema de irrigação por gotejamento e após, a cobertura com mulching, e implantação das mudas e identificação (Figuras 02 e 03), com espaçamento de 0,30m, sendo cada parcela na dimensão de 1,2mx1,2m.



Figura 02 – Implantação das mudas.



Figura 03 – Identificação das parcelas.

As demais aplicações de fertilizantes minerais foram realizadas em sequência. Diariamente o acionamento da irrigação via gotejo ocorreu duas vezes ao dia, sendo às 06:00 horas da manhã e às 17:30 horas da tarde, por cerca de 15 minutos durante todo o ciclo da cultura, disponibilizando volume de 3mm de água/planta/dia.

As plantas foram submetidas a poda de renovação em 06 de janeiro de 2021, quando se realizou a desbrota e retirada de ramos ladrões aumentando a penetração de luz para a planta. Desta forma as plantas foram conduzidas em duas safras, sendo a primeira primavera/verão, e a segunda outono/inverno.

3.1 PARTE AÉREA DE MORANGO CV. CAMAROSA

Em 06 de janeiro de 2021 por ocasião do término do ciclo produtivo da primeira safra, realizou-se a avaliação de parte aérea das plantas. Para segunda safra, a aferição de parte aérea foi realizada em 04 de dezembro de 2021 ao fim do ciclo produtivo. A figura 04 demonstra o aspecto geral de desenvolvimento no período de avaliação.



Figura 04 – Aspecto geral do desenvolvimento de plantas de morango cultivar camarosa, coletadas para aferição de parte aérea.

Utilizou-se quatro plantas por parcela, coletadas com o auxílio de uma foice para que não houvesse danos a parte radicular ao retirá-las do solo. Posteriormente a coleta, as plantas foram lavadas sob água corrente e dispostas em ambiente ventilado cerca de 20 minutos para retirada do excesso de umidade. Posteriormente, com o auxílio de uma trena, avaliou-se

a largura da maior folha e em seguida o número de folhas por planta.

A avaliação de florescimento da primeira e segunda safra foi realizada a partir do momento em que quatro plantas por parcela experimental apresentavam flores. Assim também foi realizado para avaliação da frutificação, quando quatro plantas por parcela experimental apresentavam frutos com coloração avermelhada em 80% da superfície.

A partir destas variáveis (floração e frutificação) buscou-se estipular a precocidade média que cada tratamento proporcionou na cultura.

3.2 COLETA DE FRUTOS

Os frutos foram colhidos quando apresentavam coloração avermelhada em cerca de 80% do fruto. A primeira coleta de frutos foi realizada em 22 de setembro de 2020, e se estendeu até o início de janeiro de 2021. Foram coletados por parcela todos os frutos que atendiam o critério de maturação descrito acima, em seguida colocados em sacos de papel kraft e armazenados em freezer sob temperatura de -08°C para realização das avaliações posteriores.

3.3 MASSA E DIÂMETRO DO FRUTO

Para aferição da massa (Figura 05) e diâmetro dos frutos, utilizou-se quatro frutos por parcela experimental. A pesagem foi realizada com uma balança digital da marca Casita, com escala de 1g. Para aferição do diâmetro, utilizou-se 4 frutos por parcela experimental, e a avaliação foi realizada com o auxílio de um paquímetro.



Figura 05 – Aferição da massa dos frutos.

3.4 SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS)

Inicialmente realizou-se a extração do mosto dos morangos por meio de prensagem manual de 4 frutos por parcela experimental. Os mesmos foram prensados em cadinhos, em seguida retirou-se duas gotas do mosto para avaliação por refratometria com o auxílio de pipeta de pasteur, utilizando refratômetro portátil de banca digital com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix (Figura 06).



Figura 06 – Aferição de SS com refratômetro de bancada digital.

3.5 ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

A determinação de AT, foi realizada por titulação do mosto com solução padronizada de de NaOH 0,1N. Utilizou-se 4 frutos por parcela experimental, que foram previamente macerados (Figura 07). Em seguida, retirou-se 5mL do mosto e adicionado água destilada até completar 50mL, e 3 gotas de fenolftaleína e tiitulado com NaOH 0,1N padronizado pH e o resultado

expresso em porcentagem de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).



Figura 07 – Prensagem dos frutos para avaliação de acidez.



Figura 08 – Diferenças após realização da titulometria para aferição de acidez titulável.

3.6 ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Para realização das análises de fertilidade do solo, realizou-se uma única coleta na área experimental no início da instalação do experimento e os dados obtidos encontram-se no anexo 01. E ao finalizar o ciclo produtivo da cultura na segunda safra. Para as mesmas, coletou-se 300 gramas de solo na parte superior de cada parcela de 0 – 20 cm com o auxílio do trado calador. Cada amostra foi exposta a secagem em estufa a 65°C por 72 horas, e após realizou-se a peineiragem do solo. As amostras foram dispostas novamente em embalagens de papel kraft, e foram conduzidas até o laboratório de fertilidade de solos da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, para realização das análises. As figuras 09 e 10 demonstram o processo de moagem e peneiramento do solo e a separação das amostras para avaliação de fósforo, respectivamente.



Figura 09 – Moagem de solo.



Figura 10 – Avaliações do teor de fósforo no solo

3.6.1 ACIDEZ POTENCIAL

Na determinação da acidez potencial (H + Al), foram utilizados 5,0 cm de solo e 75 mL da solução de $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0, em erlenmeyer de 125 mL. Após agitação por 15 min e repouso de 16 h, retirou-se uma alíquota de 25 mL do sobrenadante para determinar o teor de H + Al por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹, utilizando fenolftaleína como solução indicadora (EMBRAPA, 1997).

3.6.2 ANÁLISE DE PH DO SOLO

Para análise de pH, utilizou-se medidor de pH de bancada, onde em copos descartáveis de 200 mL foi adicionado 5 cm³ TFSA, após adicionou-se 100 mL de água destilada. A solução foi agitada manualmente e após realizou a aferição do pH, e os resultados de cada parcela anotados.

3.6.3 ANÁLISE PH SMP

Após a leitura do pH do solo, adicionaram-se 5,0 mL da solução-

tampão SMP a pH 7,5, agitando por 15 min a 220 rpm. Após repouso por 60 min, procedeu-se à leitura do pH de equilíbrio na suspensão solo, após agitação.

3.6.4 DETERMINAÇÃO DE POTÁSSIO

Para determinação da concentração de potássio foi utilizado o método por fotometria de chama com extrator mehlich-1. Foi transferido 5 cm³ de TFSA para erlenmeyer de 125 mL, em seguida adicionado 50 mL da solução de Mehlich-1. Agitou-se durante 5 min e deixou decantando durante uma noite. Após, foi transferido 20 mL do extrato para copo de café descartável, realizada leitura no fotômetro de chama.

3.6.5 DETERMINAÇÃO DE FÓSFORO

Para análise de fósforo, foi realizado o método de espectrometria de absorção molecular com extrator mehlich-1. Transferiu-se para erlenmeyer de 125 mL, 5 cm³ de TFSA, e adicionou-se 50 mL da solução de Mehlich-1, após agitou-se a 250 rpm durante 5 minutos, ocorrendo a decantação durante uma noite. Posteriormente pipetou-se 2 mL do sobrenadante em tubos de ensaio de 30 mL e adicionou-se 6 mL do reagente de trabalho e 2 mL de água destilada. Após 30 minutos foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 725nm.

3.6.6 DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

Foi utilizado o método de titulação onde foi realizada a transferência de 5 cm³ de TFSA para erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 50 mL do extrator KCl 1 mol L⁻¹. Após, agitou-se por 15 minutos em agitador circular. Em seguida a solução foi deixada em repouso por uma noite para decantar.

Para finalização, pipetou-se 125 mL do extrato no qual foi colocado em erlenmeyer de 125 mL, após foi adicionado 4 mL do coquetel de cianeto de

potássio¹, trietanolamina e solução tampão. Adicionou-se na solução 30 mg de ácido ascórbico e 3 gotas do indicador de negro-de-ericromo-T. O indicador foi colocado imediatamente antes do início da titulação. Titulou-se sal dissódico de EDTA 0,0125mol L⁻¹. A viragem se obteve do róseo para o azul-puro. Verificou-se o número de mL de EDTA gastos na titulação.

3.6.7 DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA

Foi realizado o método de titulação, onde em um erlenmeyer foi disposto 0,5mL de solo, e com o auxílio de uma pipeta volumétrica adicionou-se 5mL da solução de dicromato de potássio. Após, adicionou-se 10mL de ácido sulfúrico concentrado e deixou esfriar por uma hora. Depois deste período, adicionou-se 50mL de água destilada e 1mL de ácido fosfórico, então acrescentou-se 10 gotas da solução indicadora de difenilamina. Após, realizou-se a titulação lentamente com o auxílio do sulfato ferroso 1N. Sendo assim, obteve-se inicialmente a coloração de verde escuro para azul arroxeadado, para coloração final verde límpido. A quantidade de sulfato ferroso utilizada na titulação foi verificada e anotada para quantificação.

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando expressa significância, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade de erro utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o número de folhas e largura de folhas, se observa (tabelas 2 e 3), que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as duas safras. Apesar de não haver diferenças significativas entre os tratamentos, observou-se visualmente durante o período de cultivo que quanto maior o

número de folhas, maior a densidade das plantas, ocasionando possivelmente menor exposição das flores ao sol.

Tabela 2 – Número de folhas de plantas de morango da cv. Camarosa na primeira e segunda safra, cultivados com diferentes doses de pó de rocha no Oeste do Paraná.

Nº DE FOLHAS		
TRATAMENTO	1º SAFRA	2º SAFRA
TESTEMUNHA	6,3 ^{ns}	6,0 ^{ns}
ADUBAÇÃO	5,3 ^{ns}	5,7 ^{ns}
250 g/m ²	5,1 ^{ns}	5,4 ^{ns}
500 g/m ²	6,0 ^{ns}	6,1 ^{ns}
700 g/m ²	5,9 ^{ns}	5,9 ^{ns}
1000 g/m ²	5,9 ^{ns}	5,7 ^{ns}
CV (%)	28,53	19,8

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 – Largura de folhas de plantas de morango da cv. Camarosa na primeira e segunda safra, cultivadas com diferentes doses de pó de rocha no Oeste do Paraná.

LARGURA DE FOLHAS		
TRATAMENTO	1º SAFRA	2º SAFRA
TESTEMUNHA	11,7 ^{ns}	10,3 ^{ns}
ADUBAÇÃO	10,5 ^{ns}	10,5 ^{ns}
250 g/m ²	11,0 ^{ns}	11,2 ^{ns}
500 g/m ²	11,3 ^{ns}	10,9 ^{ns}
750 g/m ²	11,7 ^{ns}	10,9 ^{ns}
1000 g/m ²	11,2 ^{ns}	11,4 ^{ns}
CV (%)	11,77	10,83

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey

a 5% de probabilidade de erro.

De acordo com Darrow, 1996 & Strand, 1994; o morangueiro possui alta correlação entre número de folhas no outono e número de folhas produzidas na primavera, devido a que muitas das gemas axilares se transformam em gemas florais, e por consequência com o número de frutos.

Em relação ao florescimento, observa-se que o tratamento O2 na dose 500g/m² de pó de rocha apresentou precocidade no florescimento tanto em primeira como segunda safra (Figuras 11 e 12).

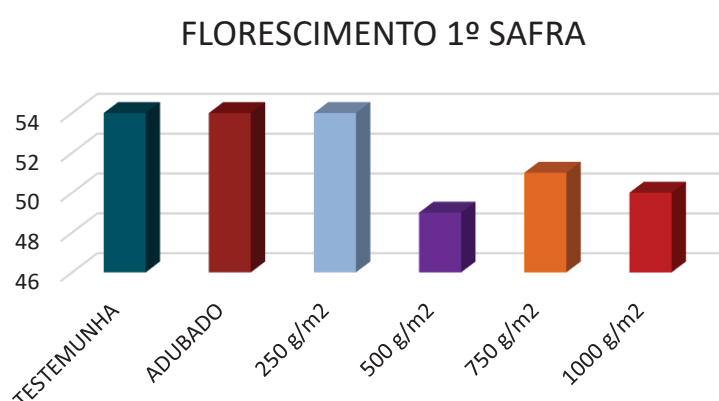


Figura 11 – Dias para florescimento do morangueiro cultivar Camarosa, cultivado com diferentes fontes de adubação na região Oeste do Paraná durante a safra de 2020.

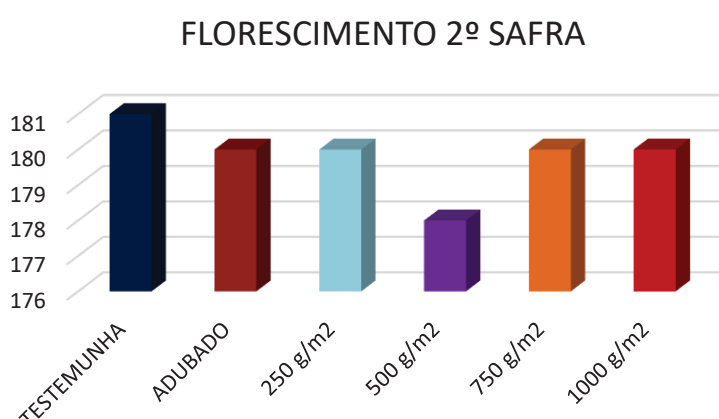


Figura 12 – Dias para florescimento de morangueiro cultivar Camarosa, cultivado com diferentes fontes de adubação na região Oeste do Paraná durante a safra de 2021.

A dose 500g/m² de pó de rocha também apresentou precocidade para a variável frutificação para primeira e segunda safra (Figuras 13 e 14).

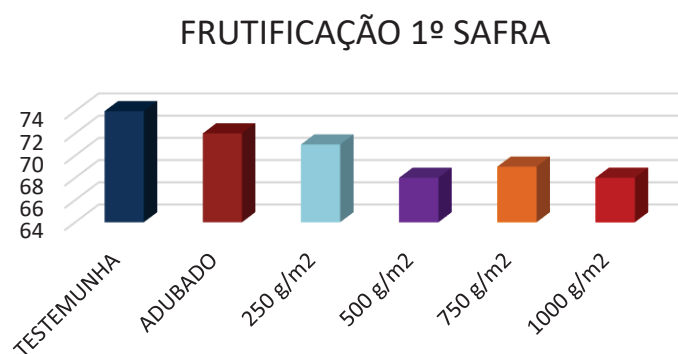


Figura 13 – Dias para frutificação de morangueiro cultivar Camarosa, cultivado com diferentes fontes de adubação na região Oeste do Paraná durante a safra de 2020.

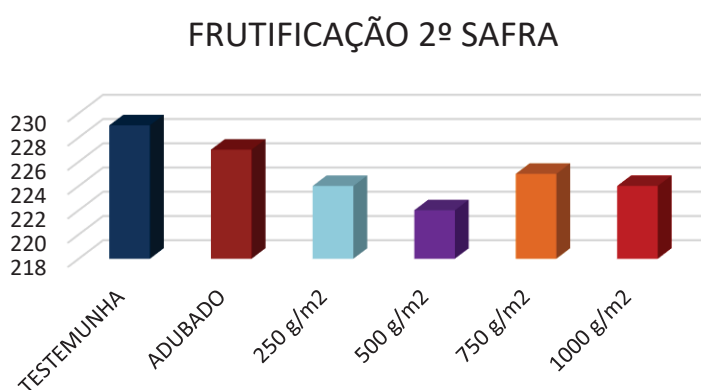


Figura 14 – Dias para frutificação de morangueiro cultivar Camarosa, cultivado com diferentes fontes de adubação na região Oeste do Paraná durante a safra de 2021.

De acordo com Fagherazzi, (2012), a precocidade de produção é fruto da combinação de um sistema que busca alto rendimento e características de frutos de alta qualidade, com sabor, textura, cor e vida de prateleira. Além de permitir ao produtor rápida comercialização do mesmo.

Em relação a acidez titulável (Tabela 4), para primeira safra observa-se que os tratamentos apresentaram acidez de acordo com a máxima aceitável para frutos de morango de 0,8% (KADER, 1999), exceto a dose 500 g/m². A ocorrência desta diferença significativa possivelmente aconteceu devido a diminuição do ciclo produtivo.

Tabela 4 – Acidez titulável expressa em % de ácido cítrico, de frutos de morango da cv. Camarosa na primeira e segunda safra, cultivados com diferentes doses de pó de rocha, no Oeste do Paraná.

ACIDEZ TITULÁVEL % AC. CÍTRICO		
TRATAMENTO	1º SAFRA	2º SAFRA
TESTEMUNHA	0,78 ab	0,93 ^{ns}
ADUBAÇÃO	0,70 b	0,95 ^{ns}
250 g/m ²	0,78 ab	0,95 ^{ns}
500 g/m ²	0,89 a	0,91 ^{ns}
700 g/m ²	0,71 b	0,93 ^{ns}
1000 g/m ²	0,76 ab	0,97 ^{ns}
CV (%)	10,9	11,4 ^{ns}

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Apesar de não apresentarem diferenças significativas na segunda safra, a elevada acidez com valores acima do aceitável para frutos de morango, pode ser atribuída às elevadas temperaturas, pois em condições de temperaturas elevadas e dias longos as plantas emitem estolhos que, a cada dois nós (em geral), emitem folhas e enraízam (FIGUEIRA, 2008). Esta também pode ser atribuída a perda de vigor das plantas (OLIVEIRA et al., 2006) devido ao início do novo ciclo.

Uma outra característica de grande importância para os frutos do morangueiro é teor de sólidos solúveis (SS), principalmente para frutos comercializados in natura, pois o mercado prefere frutos adocicados.

Em relação ao teor de SS disposto na tabela 5, não houve diferença estatística nas avaliações para primeira safra, porém, na segunda safra, houveram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que as variáveis de adubação mineral, e 1000g pó de rocha/m², apresentaram melhores resultados. De acordo com Kader (1999) a quantidade mínima recomendada para que o sabor de morango seja aceitável é de 7%, ou seja, os valores encontrados abaixo estão de acordo com o recomendado para os frutos.

Tabela 5 – Sólidos solúveis (°BRIX) de frutos de morango da cv. Camarosa na primeira e segunda safra, cultivados com diferentes doses de

pó de rocha no Oeste do Paraná.

SÓLIDOS SOLÚVEIS		
TRATAMENTO	1º SAFRA	2º SAFRA
TESTEMUNHA	10,2 ^{ns}	10,7 a
ADUBAÇÃO	9,9 ^{ns}	10,5 a
250 g/m ²	9,8 ^{ns}	9,7 ab
500 g/m ²	9,6 ^{ns}	8,9 b
750 g/m ²	9,9 ^{ns}	9,9 ab
1000 g/m ²	9,9 ^{ns}	10,4 a
CV (%)	15,7	14,3

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Observa-se através da tabela 5 que para o tratamento 500 g/m² de pó de rocha em segunda safra, o teor de sólidos solúveis apesar de ser acima da quantidade mínima aceitável, foi menor em relação aos demais tratamentos. Possivelmente, o fato desta variação ocorreu devido a precocidade produtiva dos frutos, gerando menor tempo hábil para o acúmulo de sólidos solúveis totais.

A relação SS/AT (Ratio) propicia boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez PINTO et al. (2003). Estes resultados se assemelham aos encontrados por Carvalho et al. (2013), no qual avaliaram variáveis qualitativas de diversas cultivares, incluindo a cultivar camarosa.

Observa-se na tabela 6, para todos os tratamentos de primeira e segunda safra, valores superiores ao mínimo recomendado para obtenção de frutos de morango com sabor de 8,75% (KADER, 1999).

Tabela 6 – Ratio de frutos de morango da cv. Camarosa na primeira e segunda safra, cultivados com diferentes doses de pó de rocha no Oeste do Paraná.

RATIO

TRATAMENTO	1º SAFRA	2º SAFRA
TESTEMUNHA	15,12 ^{ns}	11,01 ^{ns}
ADUBAÇÃO	13,16 ^{ns}	11,45 ^{ns}
250 g/m ²	13,39 ^{ns}	10,19 ^{ns}
500 g/m ²	11,20 ^{ns}	9,75 ^{ns}
700 g/m ²	15,04 ^{ns}	10,64 ^{ns}
1000 g/m ²	13,37 ^{ns}	10,40 ^{ns}
CV (%)	32,21	10,68 ^{ns}

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Em relação a massa de fruto, o mesmo não apresentou diferença estatística nas avaliações de primeira safra, porém em relação a segunda safra houve significância entre os tratamentos.

Se observa através da tabela 7, que o uso de 500g de pó de rocha/m², apresentou melhor resultado para massa de fruto, seguido pelas doses de 1000g de pó de rocha/m², 700g de pó de rocha/m², testemunha e adubação mineral respectivamente.

Tabela 7 – Massa de frutos de morango da cv. Camarosa na primeira e segunda safra, cultivados com diferentes doses de pó de rocha no Oeste do Paraná.

MASSA DE FRUTO		
TRATAMENTO	1º SAFRA	2º SAFRA
TESTEMUNHA	18,2 ^{ns}	18,22 ab
ADUBAÇÃO	18,7 ^{ns}	17,3 ab
250 g/m ²	17,3 ^{ns}	16,7 b
500 g/m ²	22,0 ^{ns}	23,98 a
700 g/m ²	19,2 ^{ns}	20,61 ab
1000 g/m ²	17,7 ^{ns}	22,17 ab
CV (%)	38,57	24,3

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de

probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O resultado obtido anteriormente, é semelhante aos encontrados por Formoso (2006) E Martins et al. (2010), no qual manifestam opiniões sobre a utilização do processo de rochagem, onde afirmam que o mesmo é um processo de liberação lenta, pois a velocidade do intemperismo de um pó de rocha é dependente principalmente da composição mineralógica da rocha, da granulometria do pó, do tamanho, qualidade e grau de alteração dos cristais dos minerais presentes, da intensidade de remoção dos produtos solúveis das reações do intemperismo e das condições químicas do solo em que for aplicado. Dessa forma, a tendência geral é que estas fontes sejam menos responsivas em curto prazo, gerando maior resultado no segundo ano pós aplicação, em condições de solos deficientes em nutrientes. Isto se deve, evidentemente, ao fato das rochas possuírem seus elementos dentro das estruturas cristalinas de seus minerais, cuja taxa de degradação depende de reações do intemperismo químico (HARLEY; GILKES, 2000).

Para diâmetro do fruto, não houveram diferenças estatísticas entre os tratamentos independente do período avaliado (Tabela 8).

Tabela 8 – Diâmetro de frutos de morango da cv. Camarosa na primeira e segunda safra, cultivados com diferentes doses de pó de rocha no Oeste do Paraná.

DIÂMETRO DE FRUTO		
TRATAMENTO	1º SAFRA	2º SAFRA
TESTEMUNHA	3,3 ^{ns}	3,63 ^{ns}
ADUBAÇÃO	3,5 ^{ns}	3,78 ^{ns}
250 g/m ²	3,5 ^{ns}	3,72 ^{ns}
500 g/m ²	3,4 ^{ns}	3,73 ^{ns}
750 g/m ²	3,7 ^{ns}	3,61 ^{ns}
1000 g/m ²	3,6 ^{ns}	3,96 ^{ns}
CV (%)	9,22	7,99

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Assim sendo, é possível afirmar que o diâmetro dos frutos não influencia a massa de frutos de morango, e que o uso do remineralizador não correlaciona tais variáveis.

Não houveram diferenças estatísticas nos teores de Ca^+ e Mg^+ no solo, após receber diferentes tratamentos de pó de rocha (Tabela 9).

Tabela 9 – Cálcio (Ca^+) e magnésio (Mg^+) do solo após aplicação do pó de rocha, e duas safras de morango da cv. Camarosa no Oeste do Paraná.

TRATAMENTO	CÁLCIO	MAGNÉSIO
TESTEMUNHA	1,02 ^{ns}	1,02 ^{ns}
ADUBAÇÃO	1,25 ^{ns}	1,03 ^{ns}
250 g/m ²	1,21 ^{ns}	1,11 ^{ns}
500 g/m ²	1,21 ^{ns}	1,17 ^{ns}
700 g/m ²	1,02 ^{ns}	1,23 ^{ns}
1000 g/m ²	1,20 ^{ns}	1,16 ^{ns}
CV%	17,73	12,56

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quando comparada a quantidade de Mg^+ disponível no solo na implantação da cultura cuja o teor era de 0,75 mg/dm³, pode-se observar que houve aumento do nutriente principalmente nos tratamentos que foram realizados com o método de rochagem (Figura 15).

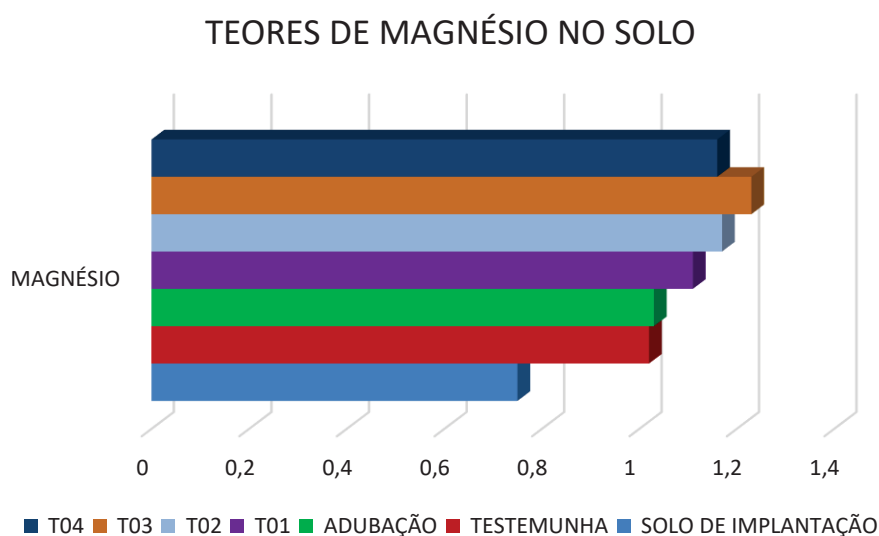


Figura 15 – Diferenças nos teores de magnésio entre tratamentos com diferentes doses de pó de rocha, em comparação com o solo antes do ensaio (análise em anexo).

Os incrementos nos teores de Ca^+ e Mg^+ foram relativamente baixos, indicando que esses elementos devem estar presentes em minerais de baixa solubilidade e de lenta alteração. No entanto, estes valores tornam-se de grande importância, em solos com baixos teores desses elementos. A baixa liberação desses cátions também foi constatada por Melo et al. (2012), em solos tratados com doses de até 100 Mg ha^{-1} . Segundo Von Wilbert e Lukes (2003) essa lenta liberação não impede um impacto significativo sobre a nutrição das culturas em longo prazo, especialmente as de ciclo longo. Desta forma, as mudanças no teores até o momento da análise poderiam não ser significativas, mas, poderiam expressar melhores resultados em avaliações posteriores, gerando assim, maior prazo para disponibilização de nutrientes no solo.

Em relação aos teores de fósforo e potássio dispostos na tabela 10, não houveram diferenças significativas em relação aos diferentes tratamentos. Este resultado pode ser explicado pois para camadas de 10- 20 cm, os mesmos tendem a apresentar valores e diferenças menores para todos os tratamentos, tendendo a estabilização, sendo este resultado também encontrado por Trindade et al. (2011).

Tabela 10 – Fósforo (P) e potássio (K) do solo após após a aplicação do pó de rocha, e duas safras de morango da cv. Camarosa no Oeste do Paraná.

TRATAMENTO	FÓSFORO	POTÁSSIO
TESTEMUNHA	19,37 ^{ns}	0,13 ^{ns}
ADUBAÇÃO	31,73 ^{ns}	0,09 ^{ns}
250 g/m ²	15,84 ^{ns}	0,12 a ^{ns}
500 g/m ²	26,89 ^{ns}	0,11 ^{ns}
750 g/m ²	13,16 ^{ns}	0,11 ^{n ns}
1000 g/m ²	19,80 ^{ns}	0,08 ^{ns}
CV%	70,8	38,05

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para as variáveis soma de bases e saturação por bases informados na tabela 11, observa-se que não há diferenças significativas entre tratamentos, em avaliação de solo após segunda safra. Também, não houveram grandes alterações nesses teores, quando comparado a análise de implantação (em anexo), e os resultados expostos abaixo.

Tabela 11 – Soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) do solo após a aplicação do pó de rocha, e duas safras de morango da cv. Camarosa no Oeste do Paraná.

TRATAMENTO	SOMA DE BASES	SATURAÇÃO POR BASES (V%)
TESTEMUNHA	2,18 ^{ns}	40,27 ^{ns}
ADUBAÇÃO	2,38 ^{ns}	41,44 ^{ns}
250 g/m ²	2,44 ^{ns}	43,47 ^{ns}
500 g/m ²	2,50 ^{ns}	43,69 ^{ns}
750 g/m ²	2,37 ^{ns}	41,14 ^{ns}
1000 g/m ²	2,44 ^{ns}	42,27 ^{ns}

de rocha poderiam atender esta demanda, porém os mesmos afirmam que a necessidade de usar doses altas dos agrominerais e com granulometria fina para compensar a baixa concentração e baixa solubilidade desses materiais podem aumentar os custos da técnica.

Por outro lado, esta dissolução gradual de nutrientes é vista como vantagem para Pádua (2012), que defende a posição de que além de gradual, este processo também possibilita o fornecimento vários nutrientes simultaneamente. Leonardos, Theodoro e Assad (2000) relatam que a baixa solubilidade das rochas faz delas um importante componente para a fertilização, principalmente para áreas com problemas de salinidade e locais sujeitos a chuvas frequentes, evitando que os nutrientes sejam rapidamente lixiviados.

Para Andrade, et al., (2002) e Souza et al. (2010), as desvantagens das baixas concentrações e solubilidades dos agrominerais podem ser tornar uma vantagem em determinadas regiões de clima e solo tropical. Pois as rochas, ao sofrerem o intemperismo, lentamente liberam os nutrientes e geram argilas que elevam a CTC do solo. Desta forma, ocasionam o enriquecimento dos solos tropicais que, normalmente se apresentam lixiviados, com baixa fertilidade e baixa CTC (MARQUES et al., 2004; MARTINS, 2010).

Não houveram diferenças estatísticas para pH e para pH SMP entre tratamentos (Tabela 13). Estas mesmas variáveis quando comparadas a análise de implantação (em anexo), também não expressaram diferenças.

Tabela 13 – Valores médios de pH e pH SMP do solo após a aplicação do pó de rocha, e duas safras de morango da cv. Camarosa no Oeste do Paraná.

TRATAMENTO	PH	PH (SMP)
TESTEMUNHA	4,31 ^{ns}	6,58 ^{ns}
ADUBAÇÃO	4,28 ^{ns}	6,52 ^{ns}
250 g/m ²	4,36 ^{ns}	6,59 ^{ns}
500 g/m ²	4,35 ^{ns}	6,58 ^{ns}

750 g/m ²	4,17 ^{ns}	6,50 ^{ns}
1000 g/m ²	4,21 ^{ns}	6,53 ^{ns}
CV%	6,14	2,62

C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

No entanto, para a variável matéria orgânica (Tabela 14) observou-se efeito do pó de rocha nas maiores concentrações, aumentando o teor de matéria orgânica no solo. Este resultado correlaciona as médias encontradas na tabela 03 referente a largura de folhas, onde apesar de não expressar diferença estatística, T04 expôs maior média de área foliar, onde posteriormente as folhas do baixeiro da planta se degradariam e se incorporariam ao solo, o mesmo pode ocorrer para o desenvolvimento massa radicular, onde as raízes velhas se degradariam no solo gerando maior quantidade de matéria em fase de decomposição.

Estes auxiliam no desempenho de enraizamento da cultura, promovendo maior acesso a adsorção de nutrientes disponíveis presentes no solo, e desenvolvimento da cultura.

A presença de folhagens e massa radicular propensas a decomposição, e a junção de aspectos de temperatura e preservação da umidade ocasionados pela utilização dos sistemas de mulching e gotejamento respectivamente, refletem de modo significativo na existência da biomassa microbiana do solo. Esta, é considerada a parte viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, constituída por fungos, bactérias, actinomicetos, protozoários, algas e microfauna, excluindo-se raízes e animais menores que a $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$ (DE-POLLI & GUERRA, 1999).

Portanto, a atividade microbiana é um indicativo do potencial produtivo do solo e está diretamente relacionado ao seu aproveitamento na agricultura, devido aos microrganismos serem sensíveis às modificações que ocorrem no solo. Desta forma, esses são de grande importância na reconstrução da sua fertilidade e fornecem um indicativo precoce de mudanças no conteúdo de matéria orgânica, sendo que a sua estimativa por meio do CO₂ liberado, mostra-se bastante indicada como uma ferramenta para avaliar a

recuperação de áreas degradadas, pelo seu baixo custo, eficiência e por indicar mudanças rapidamente (NETO E SOUZA, 2000). Apesar de não realizada avaliação sob atividade microbiana no presente trabalho, devido as características citadas seria interessante novas pesquisas sobre o tema.

Tabela 14 – Matéria orgânica do solo após a aplicação do pó de rocha, e duas safras de morango da cv. Camarosa no Oeste do Paraná.

TRATAMENTO	MATÉRIA ORGÂNICA
TESTEMUNHA	48,67 c
ADUBAÇÃO	49,00 c
250 g/m ²	50,31 bc
500 g/m ²	53,42 ab
750 g/m ²	53,75 ab
1000 g/m ²	55,23 a
CV (%)	5,07

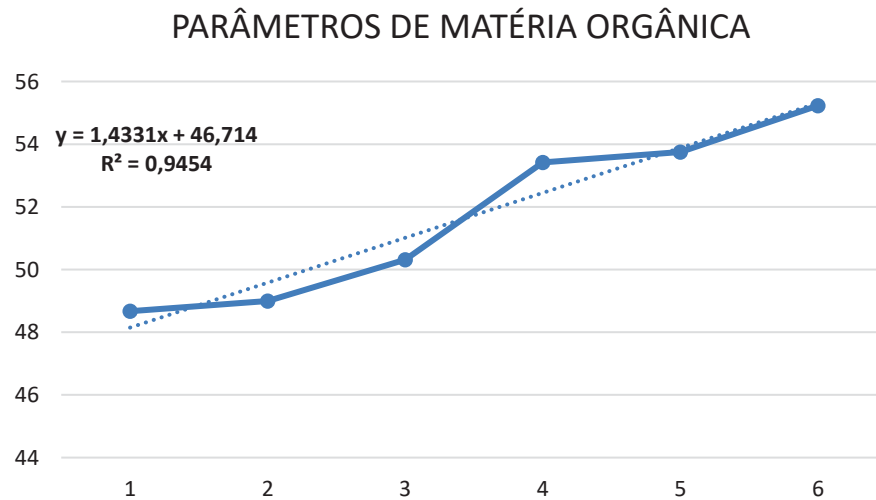
C.V. = coeficiente de variação. * e n.s. – significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

De acordo com Hinsinger et al. (2001), a ação dos microrganismos pode ir da simples fragmentação de partículas a alterações complexas na superfície dos minerais, modificando suas características químicas. Além disso, algumas plantas podem ser muito efetivas na indução do intemperismo, influenciando também no desempenho de enraizamento da cultura do morangueiro, promovendo maior acesso a adsorção de nutrientes disponíveis presentes no solo, e desenvolvimento da cultura.

Através destes indicativos e possível afirmar que quanto maior a quantidade de biomassa microbiana, maior a presença de matéria orgânica no solo, onde de acordo com a tabela 11 foi possível obter este resultado através da dosagem de 1000g pó de rocha/m² + 60kg/ha de N à cada 15 dias, por 45 dias (T04).

Através do gráfico abaixo (Figura 16), é possível observar que os teores de matéria orgânica aumentaram linearmente de acordo com os respectivos aumentos na dosagem de pó de rocha, este incremento também

foi observado por YURI et al. (2004), na cultura do alface.



Legenda: 1-Testemunha; 2-Adubação; 3-250 rocha/m²; 4-500 rocha/m²; 5-750 rocha/m²; 6-1000 rocha/m²;

Figura 16 – Aumento linear nos teores de matéria orgânica do solo em função de diferentes doses de pó de rocha no Oeste do Paraná.

Desta forma, além de ser um bioinsumo de baixo custo, a utilização de determinadas doses do pó de basalto na cultura do morangueiro infere de forma positiva para variáveis de solo, aumentando significativamente os teores de matéria orgânica, proporcionando precocidade de floração e frutificação para ambas as safras, aumentando a massa de frutos e mantendo os parâmetros mínimos aceitáveis para sólidos solúveis.

Sendo que nenhum tratamento com pó de rocha intereriu negativamente no desenvolvimento da cultura e nas características do solo.

5 CONCLUSÃO

O uso de pó de rocha demonstra ser uma alternativa viável para fertilização de solos, sendo as melhores doses 500g pó de rocha/m² e 1000g pó de rocha/m².

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A. Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro: **Editora Expressão Popular**, 2012, 400p.
- ANDRADE, L. R. M.; MARTINS, E. S.; MENDES, I. C. Avaliação de uma rocha ígnea como corretivo de acidez e disponibilização de nutrientes para as plantas. Planaltina: EMBRAPA, 2002. 19 p. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 57.
- BOLLAND, M.; BAKER, M. J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, **Dordrecht**, v. 56, n. 1, p. 59-68, Mar. 2000.
- CARDOSO, I.I.A et al. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.29, n.4, p.594-599, 2011.
- CARVALHO, S. F. et al. COMPORTAMENTO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE MORANGO *Fragaria x ananassa Duch.* NA REGIÃO DE PELOTAS--RS Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 14, núm. 2, 2013, pp. 176-180 **Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, S.C. Hermosillo, México.
- DARROW, G. M. The strawberry: History, breeding and physiology. New York: **Holt, Rinehart and Winston**, 1966.447 p..
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Genesis**, 1999. p. 389-411.
- DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, New York, v. 88, n. 2, p. 119-127, 2002.
- FAGHERAZZI, A. F. et al. Pircinque: Nova cultivar de morangueiro italiano. **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Bento Gonçalves, 2012.
- FORMOSO, M. L. L. Some topics on geochemistry of weathering: a review. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, n. 4, p. 809-820, Dec. 2006.

HARLEY, A.; GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems, Dordrecht**, v. 56, n. 1, p. 11-36, Mar. 2000.

INÁCIO, S.R.F. Produção e comercialização de insumos para produção de fertilizantes: um panorama mundial e os paradigmas do Brasil. **Esalq-Log**, 2013. p.17.

ISLABÃO, G. O. et al. Carbono da biomassa e atividade microbiana em solos cultivados com morango no município de Turuçu.

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H.; ASSAD, M. L. Remineralization for sustainable agriculture: a tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Nutrient Cycling in Agroecosystems, Dordrecht**, v. 56, n. 1, p. 3-9, Mar. 2000.

LUCHESE, E.B.; BORTOTTI, F; LENZI, E. Fundamentos da química do solo. Rio de Janeiro: **Freitas Bastos**, 2001.182 p.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. Fundamentos da química do solo, teoria e prática 2. ed. Rio de Janeiro: **Freitas Bastos**, 2002. 182p.

MARQUES, J. J. et al. Major element geochemistry and geomorphological relationship in Brazilian Cerrado soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 119, n. 3/4, p. 179-195, Apr. 2004.

MARTINS, E. S. et al. Agrominerais: rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura. **In: Rochas e minerais industriais. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM**, 2008. p. 205-223.

MARTINS, E. de S. et al. Materiais silicáticos, como fontes regionais de nutrientes e condicionadores de solos. In: FERNANDES, F. R.; LUZ, A. B. da; CSTILHOS, Z. C. (Ed). **Agrominerais para o Brasil, Rio de Janeiro: CETEM/MCT**, 2010. p. 89-104.

OHLWEILER, O. A. Fundamentos de Análise Instrumental, Rio de Janeiro, **Livros Técnicos e Científicos Editora S.A** , 1981

OSTERROHT, M. Rochagem para quê? In: OLIVEIRA, J. P. Rochagem-l: adubação com rochas silicatadas moídas, 20. Botucatu: **Agroecológica**, 2003. cap. 3, p. 12-15.

PIRES, A. A; et al.. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.32, n.5, p.1997-2005, 2008.

PRIYONO, J; SUTRIONO, R; ARIFIN, Z. Evaluation for the potential use of silicate rocks from four volcanoes in Indonesia as fertilizer and soil ameliorant. **Journal Tanah tropical**. Indonésia, v.14, n.1, p. 1-8, 2009.

RESENDE J. T. V. et al. 2010. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 28: 185-189.

RODRIGUES E. T; CASALI V. W. D. 2000. Resposta da alface à adubação orgânica. I, seleção de cultivares. **Revista Ceres** 47: 461-467.

ROSA, H. T. et al. Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em ambientes subtropical. **Revista Ciência Agronômica ISSN**.

SAMPAIO, T. F. et al. Comparação entre Métodos para Determinação de Carbono Orgânico em Amostras de Solo Mensuradas por Volume ou Massa. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 2012.

SOUZA, F. N. S. et al. Potencial de rejeito mineral na produção de grãos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM**, 1., 2010, Brasília. **Anais: Planaltina: EMBRAPA Cerrados**, 2010. p. 289-295.


STRASSBURGGER, A. S.; et al. Crescimento e produtivo de morangueiro de dia neutro em diferentes densidade em plantio em sistema orgânico. **Bragantina**. Volume 69, n. 3, p623-630, 2010.

STRAATEN, P. V. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 731-747, 2006.

TADESCO, M.J.; et al., Análises de solo, plantas e materiais. 2 ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (**Boletim técnico 5**).

TILMAN, D. et al. **Agricultural sustainability and intensive production practices**. **Nature**, New York, v. 418, n. 6898, p. 671-677, 2002.

ANEXO 1 – Análise de solo anterior a implantação do experimento.



LABORATÓRIO SOLO FÉRTIL

Análises de solos, águas, plantas e proteínas

CNPJ 07.537.600/0001-32 REG. CRQ - 03751 9ª Região - CRF-PR 015963/0

Avenida Brasil, 4559 - Centro - CEP: 87501-000 - Umuarama - Paraná

Cel.: (44) 9976-9523 - Fone: (44) 3624-9854

Convênio: Particular Solicitante: Argemiro de Andrade Propriedade: Sítio Santo Antonio Matrícula: 8.413 Município/UF: Mariluz-PR	Lote: 12 Data entrada: 31/07/2020 Data saída: 11/08/2020 Gleba: 16
--	---

RESULTADO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Identificação da Amostra	Número Lab. 0851/20	01-Área 13,12 há
	Loc./Talhão	00-20 cm

QUÍMICA BÁSICA			
mg/g	Fósforo	P	14,98
g/g	Carbono	C	3,90
	M. Orgânica	MO	6,72
	pH - CaCl ₂		4,51
cmol/dm ³	Alumínio	(Al ³⁺)	0,00
	Acidez Potencial	(H ⁺ +Al ³⁺)	2,95
	Cálcio+Magnésio	(Ca ²⁺ +Mg ²⁺)	1,88
	Cálcio	(Ca ²⁺)	1,13
	Magnésio	(Mg ²⁺)	0,75
	Potássio	(K ⁺)	0,18
	Soma de bases	SB	2,05
	C.T.C.		5,00
%	Saturação p/ bases	V%	41,05

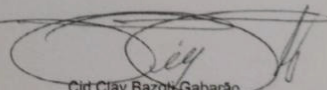
Saturação Cálcio/Mg	Saturação p/ cálcio	%Ca ²⁺	22,48
	Saturação p/ magnésio	%Mg ²⁺	14,99
	Saturação p/ potássio	%K ⁺	3,59

Relações	Cálcio/Magnésio	Ca/Mg	1,50
	Cálcio/Potássio	Ca/K	6,27
	Magnésio/Potássio	Mg/K	4,18

GRANULOMETRIA	
%	Argila
	Silte
	Areia
	TIPO:

Micronutrientes-Valores obtidos em mg/dm ³

Extratores	
(Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Al ³⁺): KCl 1M	(P, K ⁺): Mehlich - I



Cid Cláudio Bazoti Gabarão
Químico Responsável
CRQ-09201555 - IX Região

INTEGRANTE CELA-PR - Comissão Estadual de Laboratórios de Análises Agronômicas do Paraná