



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO, DINAMIZADO PELO MÉTODO
HOMEOPÁTICO, NAS CULTURAS DO MILHO E DO ARROZ**

SUELE AUGUSTO PEREIRA

Araras

2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO, DINAMIZADO PELO MÉTODO
HOMEOPÁTICO, NAS CULTURAS DO MILHO E DO ARROZ**

SUELE AUGUSTO PEREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. FABRÍCIO ROSSI
COORIENTADORA: PROF^a. DR^a. ANASTÁCIA FONTANETTI
COORIENTADORA: PROF^a. DR^a. TAMARA MARIA GOMES

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Agroecologia e
Desenvolvimento Rural como requisito
parcial à obtenção do título de
MESTRE EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Araras

2022

Pereira, Suele

Silicato de cálcio e magnésio, dinamizado pelo método homeopático, nas culturas do milho e do arroz / Suele Pereira -- 2022.

44f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador (a): Fabrício Rossi

Banca Examinadora: Victor Augusto Forti, Catarina

Abdalla Gomide

Bibliografia

1. Homeopatia. 2. Zea mays. 3. Oryza sativa. I. Pereira, Suele. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Suele Augusto Pereira, realizada em 24/08/2022.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Fabrício Rossi (UFSCar)

Prof. Dr. Victor Augusto Forti (UFSCar)

Profa. Dra. Catarina Abdalla Gomide (FZEA/USP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.

A minha mãe, dona Janete (*in memoriam*) que me levantou sempre que eu enfraqueci, que me mostrou um exemplo de força, de garra, de vontade de viver, de amor genuíno, que me prometeu que estaria aqui comigo ao final dessa empreitada, e está, mesmo que em outro plano eu sei que está sempre comigo, obrigada mãe.

A minha amada filha Laura, que tanto colaborou comigo, para que meu sonho se realizasse, que esteve sempre ao meu lado me incentivando me apoiando, obrigada por toda paciência, compreensão e amor.

Eu amo vocês.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu melhor amigo, que me guiou e me sustentou até aqui, obrigada Jesus Cristo, por estar sempre comigo e por ser tão misericordioso, tão amor mesmo quando eu não mereci.

Ao meu orientador Prof. Fabrício Rossi, por partilhar e me apresentar tantos conhecimentos ao longo do desenvolvimento da pesquisa, pela generosidade, pela compreensão e paciência diante das minhas limitações.

A minha coorientadora Tamara Maria Gomes, que tanto contribuiu para que eu conseguisse conduzir o mestrado, sem a sua ajuda, não seria possível.

A minha coorientadora Anastácia Fontanetti pela contribuição na minha formação em agroecologia e apoio a pesquisa.

A minha amiga Lilian Monteiro pela amizade, carinho e auxílio durante todo o processo de desenvolvimento da pesquisa.

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar/CCA) e a todos do PPGADR pelo apoio, aos colegas de classe por terem sido uma verdadeira família em meio ao período difícil que enfrentamos.

A Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (USP/FZEA) pelo suporte e auxílio durante a realização da pesquisa nos departamentos de Ciências Básicas (ZAB), Engenharia de Biosistemas (ZEB) e Zootecnia (ZAZ), ao técnico Marcos R. Ferraz pela disposição em me ajudar, pela amizade e confiança, ao técnico Paulo Tonetti por ser sempre solícito em tudo eu precisei.

Enfim, gratidão a todos que de alguma forma tornaram essa pesquisa possível, deixo meu agradecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE QUADROS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	03
2.1. HOMEOPATIA NAS CULTURAS E AMBIENTE	04
2.2. MILHO E O ARROZ	05
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	07
3.1. LOCAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	07
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO.....	08
3.3. MANEJO DE IRRIGAÇÃO E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS	09
3.4. AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DO MILHO E DO ARROZ.....	10
3.4. TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA E ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO.....	10
3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. USO EFICIENTE DA ÁGUA	12
4.2. DADOS BIOMÉTRICOS DO MILHO E DO ARROZ.....	13
4.3. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NAS FOLHAS	16
4.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO APÓS CULTIVO	19
4.5. TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO	22
5. CONCLUSÕES	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

ÍNDICE DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1. Índice de área foliar (IAF), massa fresca e seca das folhas (MFF e MSF), massa fresca e seca do caule (MFC e MSC) e massa fresca e seca das raízes (MFR e MSR) do milho em relação a aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	15
Tabela 2. Massa fresca e seca das folhas (MFF e MSF), massa fresca e seca do caule (MFC e MSC) e massa fresca e seca das raízes (MFR e MSR) do arroz em relação a aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	16
Tabela 3. Concentração foliar de nutrientes (macro e micro) no milho com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	16
Tabela 4. Concentração foliar de nutrientes (macro e micro) no arroz com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	17
Tabela 5. Resultado da análise química do solo após aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	19
Tabela 6. Resultado da análise química do solo após aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH) e o cultivo do arroz.....	21
Tabela 7. Umidade gravimétrica com desvio padrão e taxa de infiltração (TIM) média do solo após o cultivo do milho por 45 dias após semeadura, tratados com aplicação de silicato de cálcio magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Volume de água fornecido ao milho (a) e ao arroz (b) ao longo dos desenvolvimentos nos tratamentos com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH) e eficiência do uso da água pelo milho (c).....	12
Figura 2. Altura do milho (a) e do arroz (b) ao longo do desenvolvimento da cultura em relação a aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	13
Figura 3. Concentração foliar dos macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no milho (a) e no arroz (b) com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	18
Figura 4. Taxa de infiltração da água no solo após corte do milho (a) e após o corte do arroz (b) cultivado com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).....	23

ÍNDICE DE QUADROS

	Pag.
Quadro 1. Descrição dos tratamentos: preparados homeopáticos em escala decimal e centesimal obtidos a partir do silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg).....	07
Quadro 2. Resultado da análise química inicial do solo.....	08

SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO, DINAMIZADO PELO MÉTODO HOMEOPÁTICO, APLICADO NAS CULTURAS DO MILHO E DO ARROZ

Autor: SUELE AUGUSTO PEREIRA

Orientador: PROF. DR. FABRÍCIO ROSSI

Coorientadora: PROF^a. DR^a. ANASTÁCIA FONTANETTI

Coorientadora: PROF^a. DR^a. TAMARA MARIA GOMES

RESUMO

O milho e o arroz estão entre os principais alimentos do mundo e produzi-los de maneira sustentável é essencial. Neste sentido, o uso de preparados homeopáticos pode auxiliar no desenvolvimento destes cereais, com impacto na absorção de nutrientes e no solo. O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da escória de siderurgia (silicato de cálcio e magnésio) em diferentes dinamizações homeopáticas, no desenvolvimento inicial do milho e do arroz e nas características químicas do solo. Foram estudados os seguintes tratamentos: silicato de cálcio e magnésio, nas seguintes dinamizações: 8DH, 13DH, 21DH, 34DH, 4CH e 17CH; uma testemunha, sem aplicação de silicato de cálcio e magnésio e sem preparados homeopáticos (SPH) e um tratamento com silicato de cálcio e magnésio em dose ponderal. Foram avaliados: dados biométricos, eficiência do uso da água, características químicas do solo e taxa de infiltração de água após cultivo do milho e do arroz. O silicato de cálcio e magnésio, tanto em dose ponderal, quanto em preparações homeopáticas, apresentou menores valores para a cultura do milho em relação à altura das plantas (SiCaMg e 21DH), índice de área foliar, massa fresca e seca das folhas (34DH e 21DH), massa fresca e seca do caule (SiCaMg, 21DH, 17CH, 34DH e 8DH), eficiência do uso da água (SiCaMg, 21DH, 17CH, 34DH e 8DH). Em relação ao arroz, os dados biométricos e de eficiência do uso da água, não apresentaram diferenças entre os tratamentos. No milho, os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foliares foram superiores para a testemunha, sendo que o SiCaMg para o milho teve efeito semelhante a 8DH, 4CH, 21DH, 34DH, 17CH, diminuindo sua absorção. No arroz, de maneira similar, aconteceu

para os teores de Mg, mas não para Ca. Em relação às características químicas do solo, houve aumento do pH, com diminuição da acidez potencial e diferenças nos teores de fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) e micronutrientes. Houve diminuição da taxa de infiltração após aplicação dos tratamentos 34DH, 17CH, 8DH e 4CH em relação a testemunha. (SiCaMg, 21DH, 4CH e 8DH). Deste modo, verificou-se que é possível selecionar dinamizações homeopáticas que correspondam aos efeitos da aplicação de silicato de cálcio e magnésio em dose ponderal, com potencial uso da tecnologia produtores rurais.

Palavras-chave: Escória de siderurgia, Homeopatia, *Oryza sativa*, Silício, *Zea mays*

CALCIUM AND MAGNESIUM SILICATE, DYNAMIZED BY THE HOMEOPATHIC METHOD, APPLIED IN CORN AND RICE CROPS

Author: SUELE AUGUSTO PEREIRA

Adviser: PROF. DR. FABRÍCIO ROSSI

Co-adviser: PROF. DR. ANASTÁCIA FONTANETTI

Co-adviser: PROF. DR. TAMARA MARIA GOMES

ABSTRACT

Corn and rice are among the world's top foods and producing them sustainably is essential. In this sense, the use of homeopathic preparations can help in the development of these cereals, with an impact on the absorption of nutrients and on the soil. The aim of this work was to study the effects of steel slag (calcium and magnesium silicate) on different homeopathic dynamizations, on the initial development of corn and rice and on the chemical characteristics of the soil. The following treatments were studied: calcium magnesium silicate (SiCaMg), in the following dynamizations: 8DH, 13DH, 21DH, 34DH, 4CH and 17CH; a control, without application of SiCaMg and homeopathic preparations (SPH) and a treatment with SiCaMg in weight dose. Biometric data, water use efficiency, soil chemical characteristics and water infiltration rate after maize and rice cultivation were evaluated. Calcium magnesium silicate (CaMgSi), both in weight and in homeopathic preparations, showed lower values for corn in relation to plant height (CaMgSi and 21DH), leaf area index, fresh and dry mass of the plants. leaves (34DH and 21DH), stem fresh and dry mass (CaMgSi, 21DH, 17CH, 34DH and 8DH), water use efficiency (CaMgSi, 21DH, 17CH, 34DH and 8DH). In relation to rice, biometric data and data from and EUA showed no differences between treatments. In corn, foliar calcium (Ca) and magnesium (Mg) contents were higher for the control, and CaMgSi for corn had a similar effect to 8DH, 4CH, 21DH, 34DH, 17CH, decreasing its absorption. In rice, similarly, it happened for Mg levels, but not for Ca. Regarding the chemical characteristics of the soil, there was an increase in pH, with a decrease in potential acidity and differences in the

contents of phosphorus (P), potassium (K) and sulfur (S) and micronutrients. There was a decrease in the infiltration rate after application of treatments 34DH, 17CH, 8DH and 4CH in relation to the control. (CaMgSi, 21DH, 4CH and 8DH). In this way, it was verified that it is possible to select homeopathic dynamizations that correspond to the effects of the application of calcium and magnesium silicate in weight dose, with potential use of the technology rural producers.

Keywords: Steel slag, Homeopathy, *Oryza sativa*, Silicon, *Zea mays*

1 INTRODUÇÃO

A escória de siderurgia possui como componentes os silicatos de cálcio e magnésio, sendo pesquisada como corretivo da acidez do solo para o cultivo de diferentes culturas: milho (NUNES et al., 2019), café (MELO; SARTORI, 2013) e cana-de-açúcar (BRASSIOLI; PRADO; FERNANDES, 2009). Pesquisas com escória de silício são importantes para determinar sua aplicabilidade no crescimento, nutrição de plantas, controle de doenças, interações microbianas (PRESTON et al., 2021; NUNES et al., 2019) e produtividade do milho (XIE et al., 2014; MIRANDA et al., 2018).

O silício é o segundo mineral mais abundante da crosta terrestre, desempenha alguns papéis importantes na nutrição mineral das plantas (TUBANA; BABU; DATNOFF, 2016) e tem sido utilizado por possuir capacidade de fornecer proteção contra o ataque de pragas e patógenos, graças a deposição de sílica amorfa nas folhas, o que as deixam mais endurecidas e resistentes a ataques de pragas e doenças (BAKHAT et al., 2018).

A aplicação do silicato de cálcio e magnésio como preparado homeopático, diluído e dinamizados, evita o problema de metais pesados que podem ser encontrados na escória de siderurgia.

A homeopatia é uma prática bicentenária que tem demonstrado, ao longo da evolução da ciência, resolutividade, baixo custo, grande alcance e aceitação social (PUSTIGLIONE; GOLDENSTEIN; CHENCINSKI, 2017). Dentre os benefícios da utilização dos preparados homeopáticos na agricultura estão a redução do custo em relação a utilização agroquímicos (fertilizantes e agrotóxicos), proporcionando um enfoque sistêmico da agricultura, proporcionando equilíbrio ao ambiente (homeostase) e à saúde da população em geral (produtores e consumidores). A aplicação de preparado homeopáticos tem sido alvo de várias pesquisas: na produção de mudas de tomate (BONFIM; CASALI; YOSHIKAWA, 2019) e de eucalipto (MORAES; CASALI; BARROS, 2018), no crescimento e produção de hortaliças (LABIGALINE et al., 2020; FRANÇA et al., 2017; PULIDO et al., 2014), no manejo de formigas cortadeiras (GIESEL; BOFF; BOFF, 2012) entre outros.

A escolha da dinamização é uma etapa importante para aplicação dos preparados homeopáticos. Normalmente, potências centesimais hahnemannianas (CH), tais como 6, 12, 18, 24 e 30 CH tem sido estudadas e aplicadas. É comum respostas diferenciadas em função da aplicação das diferentes potências (SILVA et al., 2012; PULIDO et al., 2014; MODOLON et al., 2016; MORAES et al., 2018). Em estudo com escória de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) nas dinamizações 6CH, 9CH, 12CH e 15CH. Baesso et al. (2020) encontraram teores semelhantes de silício (Si), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) nas folhas do milho nos tratamentos com aplicação de 1 t ha⁻¹ de SiCaMg e SiCaMg 6CH.

O milho e o arroz estão entre os cereais mais cultivados no mundo, sendo utilizado na nutrição humana e animal. O arroz é parte da alimentação de mais da metade da população mundial e está diretamente ligado a segurança alimentar. O milho apresenta importância para a agricultura familiar e para o agronegócio, na geração de emprego e renda em todas as regiões do país (ARTUZO et al., 2019). No Brasil, para a safra de 2021/2022, estima-se a produção de 117,2 milhões de toneladas de milho, com aumento de 34,6% em relação à safra 2019/2020, em aproximadamente 21 milhões de hectares (CONAB, 2021). O cultivo do arroz ocorre em todos os estados do Brasil, tendo o Rio Grande do Sul como seu principal produtor, respondendo por cerca de 55% da produção nacional, sendo o maior produtor de arroz orgânico da América Latina (LIMA et., al 2019). Para 2021/2022 a estimativa de produção total é de aproximadamente 10,5 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi estudar o silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) em diferentes dinamizações homeopáticas, na escala decimal e centesimal, no solo e no desenvolvimento inicial do milho. Pretende-se responder às seguintes perguntas: – Há alterações no desenvolvimento inicial do milho e do arroz? – Como os tratamentos influenciam na concentração de nutrientes foliares? - Há alterações químicas e na taxa de infiltração de água no solo pela aplicação das dinamizações homeopáticas do SiCaMg? – É possível selecionar dinamizações que correspondam aos efeitos da aplicação de silicato de cálcio e magnésio em dose ponderal?

2 REVISÃO DA LITERATURA

Há anos a sociedade vem buscando formas alternativas para uma agricultura sustentável, menos agressiva ao meio ambiente, preservando os recursos naturais, otimizando a produtividade, e abandonando o modelo convencional de agricultura (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

A agroecologia surgiu como ciência transdisciplinar, tendo como um dos seus enfoques garantir suporte à transição da agricultura cartesiana para a agricultura sustentável e assim trazer a sua contribuição para o estabelecimento do desenvolvimento rural sustentável (JESUS et al., 2011).

De acordo com SANTOS et al. (2014) as práticas agroecológicas têm sido essenciais para a manutenção e permanência das famílias no campo além de proporcionar melhoria das características dos solos através do manejo sustentável bem como valorizar os saberes e a independência dos pequenos agricultores que compõem a agricultura familiar.

A adoção e utilização de práticas agrícolas sustentáveis tem sido uma crescente na agricultura familiar, devido à preocupação com a segurança alimentar e nutricional, e às perturbações causadas pela agricultura convencional, que vem desde problemas ambientais, sociais, mudanças climáticas.

O produto mais utilizado na calagem de solos no Brasil é o calcário. No entanto, uma alternativa que surgiu nos últimos anos foi a utilização de escória de siderurgia, resíduo metalúrgico, que além de ter um menor custo, ainda contribui com a redução de danos ambientais (MELO; SARTORI, 2013).

O silicato de cálcio e magnésio, resíduo de metalúrgicas proveniente da produção de ferro gusa, vem sendo utilizado na agricultura como fertilizante, por ser rico em Ca, Mg, Si entre outros nutrientes, além de promover a neutralização da acidez do solo, sua aplicação se dá principalmente na forma sólida, sendo pó ou granulado (FREIRE et al., 2013).

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de ferro-gusa, gerando aproximadamente 6 milhões de toneladas de escória por ano, que vem se destacando dentre os resíduos industriais produzidos em quantidades

elevadas, graças ao seu potencial para componentes de substratos (PREZOTTI et al., 2012).

Dentre seus benefícios, o silicato de cálcio e magnésio pode proporcionar aumento no pH dos solos bem como disponibilizar um maior incremento de silício e assim obter um crescimento radicular satisfatório das plantas que o recebem (MORAES et al., 2018).

O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, sendo encontrado em menor proporção somente que o oxigênio e está diretamente ligado ao processo de formação dos solos (MENEGALE et al., 2015). Pode ser encontrado na escoria de siderurgia, subproduto gerado a partir da produção de ferro-gusa, resíduo rico em cálcio, magnésio, silício e outros elementos. (MARAFON et al, 2022).

As plantas são agrupadas em três grandes grupos em relação à exigência de silício, elas estão classificadas em acumuladoras, intermediárias e não acumuladoras, as gramíneas se enquadram no grupo das acumuladoras de silício (LIMA FILHO, 2009).

A utilização do silicato de cálcio e magnésio no cultivo de arroz, tem se tornado uma prática cada vez mais constante, pois pesquisa desenvolvidas ao longo das últimas décadas tem mostrado a eficiência do Si na redução do uso de agrotóxicos durante o ciclo da cultura, pois sua deposição de sílica na cutícula das folhas, forma uma barreira física garantindo a folha maior resistência ao ataque e dificultado a penetração de hifas de fungos (KORNDÖRFER et al., 2002).

Na agricultura, o silício pode ser utilizado na sua forma ponderal ou em preparações homeopáticas.

2.1 HOMEOPATIA NAS CULTURAS E AMBIENTE

Considerada a ciência das altas diluições, a homeopatia se fundamenta pelos princípios da semelhança, doses diluídas e dinamizadas, utilização de um único preparado por vez e experimentação em indivíduos sadios, teve em 1999 reconhecimento como insumo agrícola pelo ministério da agricultura e abastecimento (BRASIL, 2014; CASALI, 2006).

Quando utilizada em um sistema agroecológico, a homeopatia permite trazer equilíbrio, harmonia e saúde, proporcionando um manejo sustentável (ANDRADE; CASALI, 2011). Se aplicado na agricultura, o preparado homeopático tem capacidade de alterar o metabolismo das plantas formando assim um mecanismo de defesa, através da formação de produtos secundários (LENSI et al., 2010).

Dentre os benefícios da utilização dos preparados homeopáticos na agricultura estão a redução do custo em relação a utilização agroquímicos, tornado assim sua utilização benéfica ao ambiente e a saúde da população em geral, além do impacto social positivo que a homeopatia proporciona (PUSTIGLIONE et al., 2017).

De acordo com Andrade & Casali (2012) os agricultores familiares que utilizam da homeopatia, trazem consigo os princípios da responsabilidade e ética no seu preparo e utilização tendo como premissa, o cuidado e respeito aos semelhantes ao meio ambiente.

A *Silicea terra* produzida a partir do óxido de silício (SiO_2), é um medicamento homeopático amplamente conhecido e empregado na homeopatia, com efeito no desenvolvimento dos vegetais (PULIDO et al., 2014) e tem recomendação de uso para organismos com falta de vigor, com estrutura frágil, calcificação insuficiente ou tendência ao curvamento, desenvolvimento lento (ABRAHCON, 2020).

2.2 O MILHO E O ARROZ

Dentre as espécies de plantas de interesse econômico e indispensáveis para a alimentação humana, estão as gramíneas, arroz, cana de açúcar, aveia, trigo e milho (LANA et al., 2003).

O milho é um dos cereais de grande importância para a população mundial, pois possui papel relevante no agronegócio brasileiro, como na geração de emprego e renda em todas as regiões do país, estando entre os cereais mais cultivados pela agricultura familiar brasileira (ARTUZO et al., 2019). Em seu estudo, Schneider & Cassol (2013) afirmam que os agricultores familiares são responsáveis por 45,6% da produção nacional de milho.

A inclusão do milho na agricultura familiar, se confunde com a própria história da mesma, pois é o cereal mais cultivado pelos agricultores familiares, sendo fonte de energia para a alimentação humana, animal, garantindo segurança alimentar familiar (MACHADO & FONTANELI, 2014).

Estudos desenvolvidos por Kistler et al., (2018) sugerem que diferentes aspectos de povos ancestrais foram essenciais para que tivéssemos as variedades de milho que temos na atualidade, dentre esses aspectos estão os genômicos, paleontológicos e arqueológicos e linguísticos. Por ser espécie de polinização aberta, seu cultivo é apropriado para agricultura de subsistência e de baixo custo nas principais regiões que cultivam milho no Brasil (PACHECO et al., 2009).

A BRS Caimbé é uma variedade de milho de ciclo precoce, produção estável e compõe os melhores híbridos simples nacionais, que apresenta bom desempenho produtivo e boa adaptabilidade em ambientes com condições desfavoráveis para cultivo (OLIVEIRA et al., 2017).

A baixa produtividade de arroz no Brasil decorre, principalmente, da reduzida fertilidade do solo e a susceptibilidade a pragas e doenças (RAMOS et al. 2008). A adubação com silicato de cálcio e magnésio pode auxiliar no incremento da produtividade e da resistência a patógenos.

O arroz em conjunto com o feijão, são dois grãos comuns na dieta dos brasileiros. A maior demanda do arroz é pelo do tipo agulhinha, no entanto, cultivares de arroz especiais como o arbóreo, destinado principalmente a culinária italiana, tem despertado o interesse gastronômico.

A cultivar IAC 301 (culinária italiana - arbóreo) apresenta maior valor agregado para a venda e potencial produtivo de 4.281 quilos por hectare (IAC 2021), tendo potencial para cultivo sequeiro em sistema agroecológico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente ao laboratório de Tecnologia de Produção e Sanidade Vegetal, do departamento de Engenharia de Biosistemas, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo, em Pirassununga-SP.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 8 tratamentos: escória de siderurgia - silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) -, preparado segundo as normas da Farmacopéia Homeopática Brasileira (Anvisa, 2011), nas seguintes dinamizações: 8DH, 13DH, 21DH, 34DH, 4CH e 17CH; um controle, sem aplicação de silicato de cálcio e magnésio e preparados homeopáticos (SPH) e um tratamento com SiCaMg, com cinco repetições (Quadro 1).

Quadro 1. Descrição dos tratamentos: preparados homeopáticos em escala decimal e centesimal obtidos a partir do silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg).

Código Duplo Cego	Tratamento	Escala	Diluição	Nº de 100 succussões
1	SPH	-	-	-
2	8DH	Decimal	10^{-8}	8
3	4CH	Centesimal	10^{-8}	4
4	34DH	Decimal	10^{-34}	34
5	17CH	Centesimal	10^{-34}	17
6	13DH	Decimal	10^{-13}	13
7	21DH	Decimal	10^{-21}	21
8	SiCaMg	Ponderal	-	-

SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%, solução hidroalcolica de dispensação dos preparados homeopáticos)

Os tratamentos homeopáticos foram aplicados em sistema de duplo-cego, ou seja, os tratamentos foram identificados por números, sendo desconhecidos do aplicador.

Para fins de cálculo da aplicação da dose ponderal do SiCaMg o mesmo foi analisado no laboratório de Solos e Plantas, do Departamento de Zootecnia, da FZEA e apresentou os seguintes valores: cálcio (CaO) 41,3%, magnésio (MgO) 6,15%, silício (Si) 3,658%, poder de neutralização (PN) 85,10% e poder reativo de neutralização (PRNT) de 70,45%.

A escoria utilizada nas dinamizações passou por análise em espectrômetro por fluorescência de Raio-X, marca: PANalytical, modelo, MiniPal4, no laboratório de ressonância magnética nuclear, do Instituto de Química de São Carlos, apresentando os seguintes elementos e porcentagem em massa (% m/m): silício – Si (5,543), cálcio – Ca (37,578), magnésio – Mg (2,340), fósforo – P (0,226), manganês – Mn (2,577), ferro – Fe (15,438), alumínio – Al (1,919), titânio – Ti (0,239), cromo – Cr (0,423) e estrôncio – Sr (0,117) A análise FRX fornece as concentrações dos elementos químicos com número atômico maior ou igual ao do sódio ($Z = 11$).

O delineamento experimental foi aplicado no cultivo do milho e do arroz, em estudos individualizados, com início na mesma data, em 03 de fevereiro de 2021. O milho utilizado foi a variedade BRS Caimbé, de sementes orgânicas, e o arroz, a variedade IAC 301, tipo arbório.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO

O solo, classificado como Latossolo Vermelho, de textura franco-argilosa, utilizado no experimento foi coletado no próprio campus e caracterizado de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), e apresentou as seguintes características:

Quadro 2. Resultado da análise química inicial do solo.

pH	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	MO
CaCl ₂	----- mg dm ⁻³ -----		----- mmolc dm ⁻³ -----				-- g ka ⁻¹ --
5,5	5,0	2,0	1,0	7,0	2,0	23,0	14,0
SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
---- mmolc dm ⁻³ ----		%	----- mg dm ⁻³ -----				
10,0	33,0	31,0	0,15	1,3	8,0	2,4	0,3

O SiCaMg foi aplicado 30 dias antes da semeadura das culturas, na dose de 1,83 t ha⁻¹ visando elevar a saturação por bases (V) a 70% para cultura do milho, e de 0,89 de t ha⁻¹ visando elevar a saturação por bases (V) a 50% para cultura do arroz, de acordo com o Boletim 100 (RAIJ et al., 1997).

Foram utilizados vasos com capacidade para 3,0 dm³, que foram preenchidos com o solo e acrescidos de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de fosfato monopotássico (MPK), que fornece 52% de P₂O₅ e 34% de K₂O. A adubação com nitrogênio (N) foi feita com 20 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (45% de N).

3.3 MANEJO DE IRRIGAÇÃO E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

O manejo de irrigação teve início logo após a semeadura e o solo foi mantido na capacidade de campo, para evitar que as plantas sofressem estresse hídrico e conseqüentemente tivessem seu desenvolvimento prejudicado. O controle de irrigação foi feito através tensiômetros instalados nos vasos e medição realizada por tensímetro digital para cálculo da tensão do solo e assim determinar o volume de irrigação de cada vaso. A frequência de irrigação adotada foi de dois dias.

Os tratamentos homeopáticos e a testemunha (SPH) foram aplicados diariamente, durante cinco dias consecutivos e posteriormente a cada 72 horas até o final do experimento. Para aplicação dos tratamentos, os mesmos foram diluídos em água na proporção de 0,5 mL do preparado para cada 1 Litro de água, sendo aplicado 40 mL em cada vaso, por aplicação. O mesmo volume de água foi aplicado nos vasos do tratamento ponderal de SiCaMg.

A eficiência de uso da água (EUA) foi calculada segundo Geerts & Raes (2009), que relaciona produção de massa seca da parte aérea e a lâmina aplicada (Equação 1):

$$EUA = \text{MSPA} / \text{LAA} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

EUA: Eficiência de uso da água para o milho (V5) (g L⁻¹);

MSPA: Massa seca da parte aérea (folhas + caule) (g m⁻²);

LAA: Lâmina de água aplicada (L m⁻²).

3.4 AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DO MILHO E DO ARROZ

Foram semeadas quatro sementes de milho por vaso, e após a emergência das plântulas foi feito o desbaste, deixando duas plantas por vaso, sendo essas conduzidas até o final do experimento. As sementes de arroz foram escolhidas entre diferentes cultivares, através de teste de germinação em caixas plásticas (gerbox), que posteriormente foram transplantadas, 5 plântulas por vaso de 9 dm³, com 26 cm de diâmetro.

Semanalmente foram avaliadas as alturas das plantas de milho e arroz e diâmetro do caule do milho, utilizando-se de régua graduada e paquímetro digital. A avaliação final do milho foi em V5, nesta cultivar e ambiente atingida aos 42 dias após semeadura (DAS). Foram avaliados os dados biométricos: área foliar, determinada em integrador de área foliar modelo LI-COR 3100®. A avaliação final do arroz aconteceu no final da fase vegetativa, devido aos sinais de senescência das plantas, 79 dias após semeadura. Foram coletados dados do milho e do arroz para: massa fresca das folhas, do colmo e das raízes em balança semianalítica; os materiais vegetais foram secos em estufa com circulação de ar a 65°C, por 72 horas, sendo posteriormente determinada a massa de matéria seca. As folhas secas foram processadas em moinho tipo Wiley no laboratório de Ciências Agrárias/Solos da FZEA/USP, para caracterização química de macro e micronutrientes, segundo metodologia proposta por Malavolta; Vitti; Oliveira (1997).

3.5 TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA E ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Antes da coleta das raízes foi realizada análise de taxa de infiltração, com metodologia adaptada de Bagarello; Iovino; Elrick (2004), sendo analisado o potencial do solo em absorver água pela sua superfície, mensurando o volume de água que o solo absorveu por unidade de área, em determinado tempo. Foi utilizado anel de aço inox de 5 cm de diâmetro e 50 mm de altura, posicionado no centro do vaso, no qual foi aplicado 100 mL de água, em 5 vezes consecutivas. O solo foi coletado para determinação da umidade gravimétrica, visando verificar se o mesmo se encontrava em condições semelhantes entre os

tratamentos antes do início da determinação da taxa de infiltração de água no solo.

Após a coleta das raízes o solo foi coletado e enviado para análise para caracterização química, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001).

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

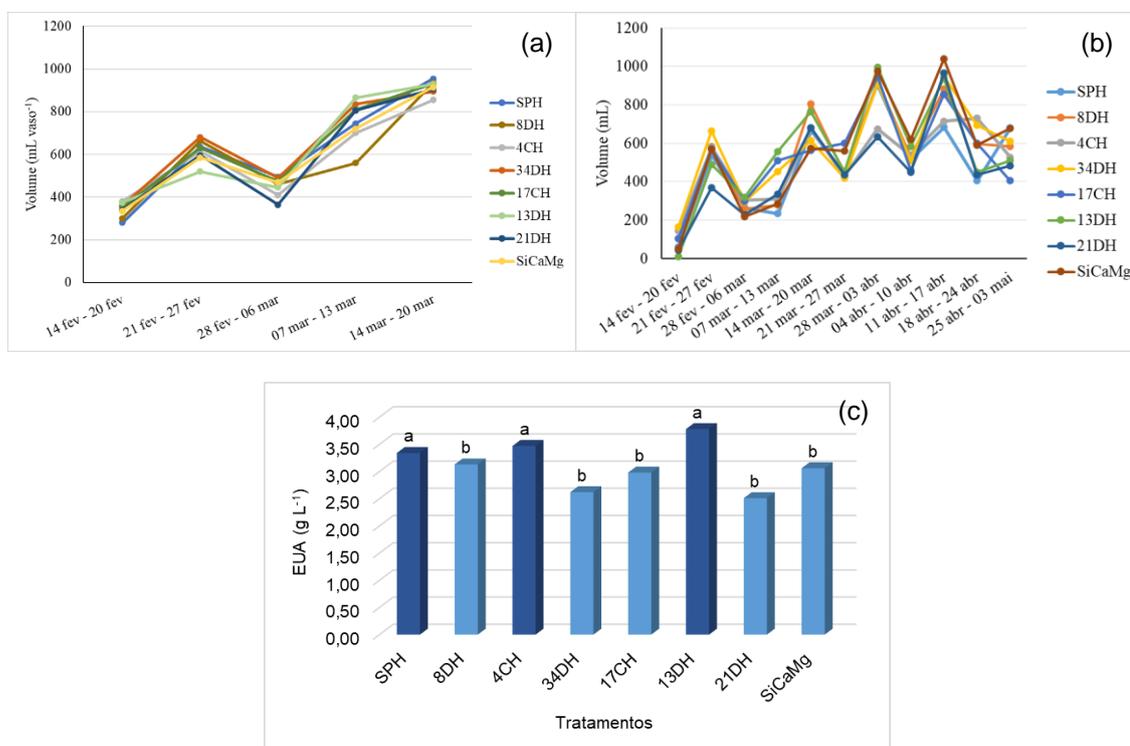
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, sendo apresentados o p valor nos resultados. Dados coletados ao longo do tempo foram analisados como sub-parcela e adequadas regressões polinomiais. Os dados de concentração foliar de boro (B) e cobre (Cu) no milho e arroz foram transformados em $\log(x)$ e os dados de taxa de infiltração e umidade gravimétrica foram transformados em raiz quadrada de $X + 05$ para atendimento das pressuposições matemáticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 USO EFICIENTE DA ÁGUA

A demanda por água do milho variou ao longo do tempo, com menor demanda na terceira semana e demandas crescentes a partir desta data (Figura 1a). A demanda de água na última semana foi superior a 900 mL vaso⁻¹. O volume total aplicado de água variou de 2,92 L para o tratamento 8 DH até 3,26 L para o tratamento 34 DH, com 3,11 L para SPH e 3,03 L para SiCaMg. A demanda de água pelo arroz oscilou ao longo do tempo, atingindo valores médio de 1000 mL vaso⁻¹ na sétima semana, decrescendo depois da nona semana (Figura 1b). O volume total aplicado de água variou de 5,06 L para o tratamento 21 DH até 6,29 L para o tratamento 34 DH, com 5,40 L para SPH e 6,16 L para SiCaMg.

Figura 1. Volume de água fornecido ao milho (a) e ao arroz (b) ao longo dos desenvolvimentos nos tratamentos com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH) e eficiência do uso da água pelo milho (c).



Eficiência do uso da água (EUA); SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio; C.V. = 16,57% e C.V. Tratamentos = 12,47%. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,0105$).

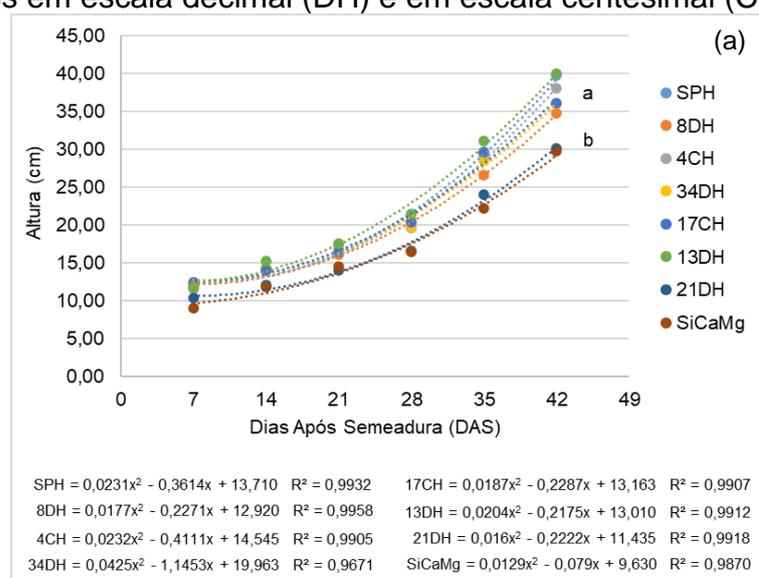
Os dados de eficiência do uso da água (EUA), parâmetro que apresenta os dados de produção de massa de matéria seca em relação ao volume de água fornecido às plantas, foram agrupados, para o milho, em dois, sendo a maior EUA nos tratamentos SPH, 4CH e 13DH (Figura 1c). Os dados de EUA para o arroz não apresentaram diferenças estatísticas, apresentando média de 0,55 g L⁻¹. Os resultados de EUA estão relacionados aos dados biométricos de matéria seca das plantas de milho e arroz.

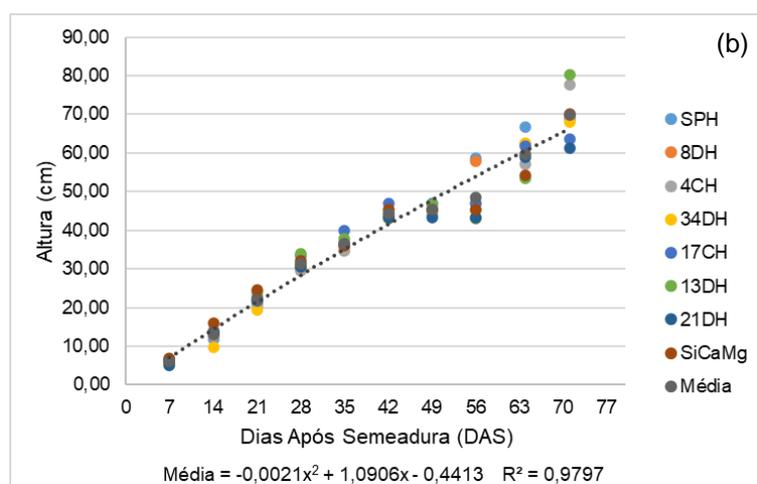
4.2 DADOS BIOMÉTRICOS DO MILHO E DO ARROZ

As avaliações semanais dos dados, de altura das plantas e diâmetro dos caules, apresentaram diferenças estatísticas apenas para a altura do milho. Até os 28 dias após semeadura (DAS) não houve diferença entre os tratamentos, apenas aos 35 DAS e na avaliação aos 42 DAS os tratamentos foram diferenciados em dois grupos, com o SiCaMg e 21DH com alturas semelhantes e menores em relação aos demais tratamentos (Figura 2a).

A altura do arroz variou em relação ao tempo, independentemente dos tratamentos aplicados (Figura 2b).

Figura 2. Altura do milho (a) e do arroz (b) ao longo do desenvolvimento da cultura em relação a aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).





SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio; (a) C.V. Tempo (DAS) = 10,52% e C.V. Tratamentos = 12,47%. (b) C.V. Tempo (DAS) = 27,61% e C.V. Tratamentos = 27,80%.

Agrupamentos seguidos de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,0851$).

Não houve diferenças em relação aos diâmetros do caule do milho, com variação de 5,50 mm em 21DH e 7,31 mm em SiCaMg. O caule do arroz, em função do perfilhamento, não foi mensurado.

O número de folhas de milho, a altura de inserção da primeira folha e o número de folhas senescentes não variaram entre os tratamentos, apresentando em média 5,6 folhas, altura de 15,93 cm e 2,16 folhas senescentes por planta. No arroz, o número médio de folhas foi 10,73, a altura média de inserção da primeira folha de 5,40 cm e houve 5,27 folhas senescentes por planta.

O índice de área foliar (IAF), a massa fresca e seca das folhas apresentaram menores valores com aplicação de 21DH e 34DH em relação aos outros tratamentos (Tabela 1). Em relação a massa fresca e seca do caule do milho os tratamentos foram divididos em dois grupos, sendo os valores de SiCaMg semelhantes a 21DH, 17CH, 34DH e 8DH, e menores do que os tratamentos testemunha (SPH), 4CH e 13DH. Xie, Song, Xu, Shao, & Song (2014) estudaram o efeito do silício sobre características da fotossíntese do milho e verificaram incremento nos valores de clorofila total, taxa fotossintética e condutância estomática nas folhas de milho, com a dose ótima aplicada de 150 kg ha⁻¹, com potencial incremento de produtividade. No atual experimento, a aplicação, na dose ponderal, foi equivalente a aproximadamente 67 kg ha⁻¹ de Si para o milho e 33 kg ha⁻¹ para o arroz.

Tabela 1. Índice de área foliar (IAF), massa fresca e seca das folhas (MFF e MSF), massa fresca e seca do caule (MFC e MSC) e massa fresca e seca das raízes (MFR e MSR) do milho em relação a aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).

Treatamento	IAF	MFF	MSF	MFC	MSC	MFR	MSR
	cm cm ⁻²	----- g vaso ⁻¹ -----					
SPH	8,78 a	36,29 a	5,48 a	55,74 a	4,89 a	20,81	2,77
8DH	9,55 a	35,14 a	4,99 a	44,71 b	4,15 b	15,38	1,88
4CH	9,08 a	36,04 a	5,34 a	53,06 a	4,92 a	19,26	2,39
34DH	7,36 b	31,76 b	4,58 b	43,21 b	3,97 b	19,52	2,57
17CH	9,26 a	33,90 a	5,27 a	46,49 b	4,27 b	12,10	1,48
13DH	8,04 a	38,09 a	6,07 a	54,68 a	5,77 a	21,41	2,74
21DH	8,58 b	29,32 b	4,27 b	39,53 b	3,30 b	14,01	1,67
SiCaMg	9,06 a	34,83 a	5,15 a	41,51 b	4,10 b	15,26	1,91
<i>p</i> valor	0,0240	0,0877	0,0381	0,0065	0,0069	0,2896	0,1115
CV (%)	10,93	12,64	15,09	15,58	20,04	38,98	35,90

SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

Silicea terra 30CH incrementou a matéria seca das cabeças de repolho (Pulido et al., 2014). No entanto, na 6CH não houve diferença da testemunha, com menor produção de matéria seca. Modolon et al. (2016) avaliaram o desenvolvimento inicial de plântulas de milho tratadas com o preparado homeopático *Nux vomica* e submetidos ao percevejo *Dichelops melacanthus*, e na 36DH, via irrigação, houve incremento da parte aérea e das raízes de milho. Além da escolha do preparado homeopático, é importante selecionar a dinamização do preparado homeopático a ser aplicada.

Os dados biométricos do arroz não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Os valores de massa fresca e seca das folhas, caule e raiz apresentaram altos coeficientes de variação (Tabela 2). O arroz, diferentemente do milho que é moderadamente tolerante a acidez do solo, é tolerante, o que pode ter influenciado a resposta ao silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) em dose ponderal e diluído e dinamizado (método homeopático). Deste modo, mesmo no tratamento testemunha, sem aplicação de silicato de cálcio e magnésio e sem aplicação do preparado homeopático, o arroz apresentou desenvolvimento inicial satisfatório.

Tabela 2. Massa fresca e seca das folhas (MFF e MSF), massa fresca e seca do caule (MFC e MSC) e massa fresca e seca das raízes (MFR e MSR) do arroz em relação a aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).

Tratamento	MFF	MSF	MFC	MSC	MFR	MSR
----- g vaso ⁻¹ -----						
SPH	5,58	1,46	8,01	2,06	13,59	3,86
8DH	6,83	1,58	9,11	1,97	15,95	5,81
4CH	6,64	1,30	6,12	1,52	12,77	3,60
34DH	6,89	1,14	7,63	1,82	14,53	5,05
17CH	6,38	1,49	7,33	1,76	13,41	6,38
13DH	5,78	1,09	6,66	1,62	12,44	5,32
21DH	6,00	1,52	9,36	1,57	15,36	6,32
SiCaMg	8,22	1,78	9,06	2,01	17,28	5,46
<i>p</i> valor	0,8699	0,38654	0,7306	0,9362	0,3902	0,7419
CV (%)	43,06	34,35	42,80	45,59	49,74	56,73

SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio.

4.3 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NAS FOLHAS

A concentração dos macronutrientes nitrogênio (N), potássio (K) e enxofre (S), e dos micronutrientes ferro (Fe) e zinco (Zn), nas folhas do milho, não foi modificada pelos tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração foliar de nutrientes (macro e micro) no milho com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).

Trat	----- g kg ⁻¹ -----				----- mg kg ⁻¹ -----					
	N	P	K	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
SPH	25,10	1,92 a	25,20	1,37	1,30 a	1,21 b	93,2	342,2 a	13,5	
8DH	22,85	1,64 b	23,44	1,12	1,09 c	1,22 b	96,1	238,8 a	13,7	
4CH	17,26	1,44 b	25,00	1,43	1,18 b	1,66 a	97,9	156,6 b	13,3	
34DH	19,42	1,76 a	24,42	1,39	1,02 c	1,43 a	108,3	184,5 b	13,7	
17CH	20,59	1,74 a	24,02	1,49	1,08 c	1,39 a	119,5	287,9 a	13,2	
13DH	16,65	1,80 a	23,44	1,37	1,16 b	1,10 b	122,6	278,1 a	13,4	
21DH	21,69	1,60 b	21,48	1,48	1,06 c	1,55 a	130,0	169,5 b	15,5	
SiCaMg	25,10	1,92 a	18,75	1,40	1,07 c	1,39 a	132,4	190,3 b	12,0	
<i>p</i> valor	0,1115	0,0412	0,1884	0,2215	0,022	0,066	0,2675	0,0313	0,2251	
CV (%)	22,71	14,40	16,56	15,63	8,39	16,03	26,73	39,61	13,04	

SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio.

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

Os teores de fósforo (P) foram agrupados em dois, sendo que os tratamentos 8DH, 4CH e 21DH, diferiram dos demais tratamentos e apresentaram os menores valores. No entanto, entre estes tratamentos, apenas o 21DH diminuiu o IAF e as MFF, MSF, MFC e MSC do milho (Tabela 1).

Em relação aos micronutrientes não houve diferenças para o ferro (Fe) e o zinco (Zn). A aplicação de SiCaMg influenciou na absorção dos micronutrientes, boro (B), cobre (Cu) e manganês (Mn) (Tabela 3).

A concentração de macronutrientes (N, P, K, Ca e S) nas folhas do arroz não variou em função dos tratamentos (Tabela 4). Assim como para o milho, os teores de boro (B) e cobre (Cu) apresentaram alterações em função dos tratamentos.

Tabela 4. Concentração foliar de nutrientes (macro e micro) no arroz com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).

Trat	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
	N	P	K	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SPH	23,92	1,69	20,90	1,63	51,43 a	3,74 b	144,5	491,7	35,7
8DH	20,56	1,32	15,62	1,45	41,50 a	8,58 b	193,0	224,9	30,1
4CH	26,43	1,30	15,62	1,54	52,36 a	10,58 b	172,1	398,6	24,7
34DH	25,91	1,61	19,33	1,66	36,38 a	16,88 a	399,8	232,1	29,8
17CH	21,52	1,08	12,49	1,50	24,64 b	4,84 b	265,6	364,9	29,3
13DH	26,75	1,62	17,96	1,47	24,26 b	16,70 a	336,2	387,1	29,5
21DH	23,27	0,79	12,88	1,42	21,88 b	6,08 b	323,2	331,8	18,8
SiCaMg	26,41	1,34	14,74	1,64	47,62 a	19,35 a	352,9	304,5	33,4
<i>p</i> valor	0,866	0,1886	0,1958	0,3738	0,0012	0,0011	0,2225	0,372	0,569
CV (%)	33,18	40,74	33,32	12,78	9,77	27,74	63,81	54,73	43,95

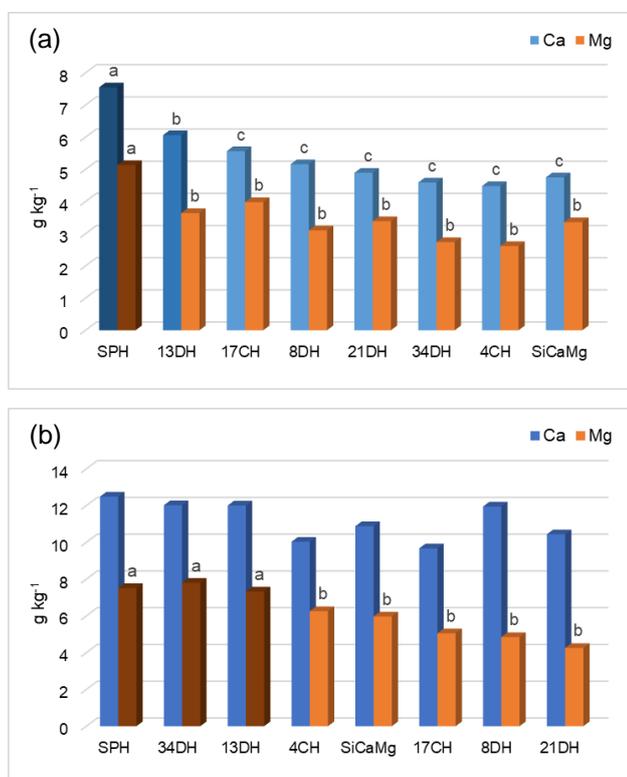
SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

Há, aparentemente, um efeito direto do pH do solo pela aplicação de SiCaMg e um efeito indireto da dinamização na absorção do B, Cu e do Mn em função da cultura. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas são conhecidos, podendo um nutriente inibir ou estimular a absorção de outro (SILVA; TREVIZAM, 2015). O B e o Zn são os micronutrientes que mais limitam as produções (MALAVOLTA, 2006) e apresentam, na maioria das vezes, efeito antagônico um sobre o outro. No entanto, isto não foi detectado neste experimento, pois houve diferenças entre tratamentos na absorção de B, mas

não de Zn. Deste modo, a hipótese é que a biodisponibilidade do nutriente seja alterada pela aplicação dos tratamentos dinamizados, o que deve estar relacionado às condições do solo e do ambiente e ao raio iônico do elemento, sendo que os fatores em conjunto podem aumentar (efeito sinérgico) ou diminuir (efeito inibitório) ou mesmo não afetar a biodisponibilidade.

A absorção de Ca e Mg pelo milho foram menores quando aplicado o SiCaMg ao solo, sem diferir para Mg das dinamizações homeopáticas em escala decimal (DH) e centesimal (CH). A concentração de Ca e Mg foram maiores na testemunha (SPH), sendo que para Ca o tratamento 13DH não apresentou diferença estatística de SPH (Figura 4a). A concentração de Ca nas folhas do arroz não apresentou diferenças estatística entre os tratamentos, mas o Mg foi maior em SPH, sem diferir de 13DH e 34DH, sendo estes tratamentos superiores aos demais (Figura 3b).

Figura 3. Concentração foliar dos macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no milho (a) e no arroz (b) com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).



SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

Baesso et al. (2020) encontraram valores semelhantes na análise foliar do milho dos teores de Si, Ca e Mg nas folhas do milho com aplicação de 1 t ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio e SiCaMg 6CH. No entanto, para as dinamizações 9CH, 12CH e 15CH não houve diferença para a testemunha. No atual experimento, as dinamizações apresentaram efeitos semelhantes a dose de 1,83 t ha⁻¹ do SiCaMg, possivelmente em função da alteração do pH do solo (Tabela 5), que ficou em valores próximo a neutralidade (7,0), o que altera a disponibilidade de nutrientes no solo.

4.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO APÓS CULTIVO

Alterações dos valores de pH e saturação por bases (V) em relação ao solo inicial foram observadas mesmo no tratamento testemunha (SPH - Sem Preparado Homeopático), o que levantou suspeita e nova análise do solo utilizado no experimento foi realizada e verificou-se pouco aumento no pH, de 5,5 para 5,7. Mas, a saturação por bases (V) aumentou para 56% (na análise inicial havia sido determinada V = 31%, quadro 2), com aumentos significativos nos teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), para 23 e 11 mmolc dm⁻³, respectivamente. Esses resultados demonstram que apenas o cultivo das culturas e a adubação foram suficientes para aumentar o pH do solo.

Tabela 5. Resultado da análise química do solo após cultivo do milho com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).

Trat	pH CaCl ₂	P ---- mg dm ⁻³ ----	S -----	K -----	Ca mmolc dm ⁻³ -----	Mg -----	H+Al	MO %
SPH	6,78 c	36,20	8,40 b	0,74 b	35,60	25,20	25,18 a	15,16
8DH	6,88 b	40,60	10,60 b	0,76 b	36,20	25,20	23,51 b	15,12
4CH	6,86 b	32,00	13,20 a	0,84 b	32,40	23,40	23,67 b	15,18
34DH	6,90 b	40,60	15,00 a	1,24 a	37,40	27,80	23,37 b	15,18
17CH	6,90 b	43,20	10,80 b	1,20 a	33,20	25,20	24,54 a	14,84
13DH	6,92 b	39,00	12,60 a	1,32 a	35,40	25,80	24,06 a	14,70
21DH	6,96 b	32,80	10,40 b	1,52 a	36,00	24,40	24,06 a	15,00
SiCaMg	7,14 a	35,60	13,40 a	1,52 a	42,60	25,40	22,69 b	15,52
<i>p</i> valor	0,0000	0,6743	0,0119	0,038	0,1280	0,6818	0,0266	0,2777
CV (%)	0,72	28,52	22,26	31,61	14,28	13,34	4,30	3,20

Continua...

. . . Continuação

Trat	SB -- mmolc dm ⁻³ --	CTC	V %	B	Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn
SPH	61,54	86,60	70,56	0,59	4,18	8,40 h	12,42 h	1,74
8DH	62,16	85,80	72,32	0,60	3,70	10,80 g	13,26 g	1,88
4CH	56,64	80,40	70,36	0,69	3,64	13,20 f	14,44 f	1,82
34DH	66,44	89,80	73,34	0,67	3,80	15,80 e	15,60 e	1,92
17CH	59,60	84,20	70,68	0,75	3,72	18,80 d	16,80 d	1,80
13DH	62,52	86,20	72,34	0,81	3,66	21,20 c	17,96 c	1,82
21DH	61,92	86,20	71,50	0,60	4,18	23,80 b	19,14 b	1,86
SiCaMg	69,52	92,40	75,06	0,63	3,70	26,20 a	20,34 a	1,82
<i>p</i> valor	0,3618	0,4444	0,2396	0,6668	0,9703	0,0000	0,0000	0,9434
CV (%)	13,15	9,16	4,20	31,13	26,77	2,31	1,91	12,10

SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio.
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

A aplicação de SiCaMg alterou o pH para 7,14, determinado no solo após o cultivo do milho, valor superior a todos os outros tratamentos. As dinamizações, tanto em escala decimal (DH), quando centesimal (CH) alteraram o valor de pH, diferenciando da testemunha - SPH (Tabela 5). A alteração do pH relaciona-se com a acidez potencial (H + Al), no tratamento SPH há o menor valor de pH e a maior acidez potencial. A dosagem de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) foi calculada e aplicada visando elevar a saturação por bases (V) a 70% para o milho, no entanto, a quantidade aplicada elevou a 75%, pois verificou-se posteriormente que a V na reanálise estava 56%. A hipótese é que possivelmente este solo estava sob efeito de aplicação de calcário, o que alterou seus atributos químicos durante o tempo entre a análise inicial e a reanálise.

Os teores de micronutrientes Fe e Mn no solo, após cultivo do milho, apresentaram diferenças entre todos os tratamentos, sendo os maiores valores obtidos após SiCaMg e os menores valores após SPH (Tabela 5).

Teores de enxofre (S) e potássio (K) apresentaram diferenças entre os tratamentos, tanto no solo após cultivo do milho (Tabela 5), quanto no solo após cultivo do arroz (Tabela 6).

Moraes et al. (2018), estudaram os nutrientes no solo e a produção de quiabo com aplicação de doses de silicato de cálcio e magnésio e não verificaram acréscimos no rendimento e produtividade do quiabeiro com o fornecimento de silicato de cálcio e magnésio em solo com boa fertilidade. No

entanto, o silicato de cálcio e magnésio reduziu a acidez do solo e aumentou os teores de Ca, Mg e Si disponíveis no solo.

Tabela 6. Resultado da análise química do solo após o cultivo do arroz com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).

Trat	pH CaCl ₂	P ---- mg dm ⁻³ ----	S -----	K ----- mmolc dm ⁻³ -----	Ca	Mg	H+Al	MO %
SPH	5,88 b	27,00	7,20 b	1,00 a	29,40	17,40	31,01 a	17,22 b
8DH	6,00 b	24,80	7,00 b	0,94 a	29,40	17,60	27,58 b	16,16 c
4CH	6,14 a	23,80	9,00 b	0,82 b	28,80	18,00	25,52 c	15,76 c
34DH	6,08 a	23,20	9,00 b	0,96 a	28,60	17,20	25,86 c	15,30 c
17CH	6,06 a	17,00	7,20 b	0,96 a	24,20	14,80	24,64 c	16,76 b
13DH	6,06 a	24,60	7,20 b	0,66 b	26,80	16,00	24,54 c	14,62 d
21DH	6,08 a	16,40	11,20 a	0,92 a	23,80	13,20	20,69 d	13,78 d
SiCaMg	6,24 a	21,60	13,00 a	0,94 a	32,20	17,60	21,47 d	19,54 a
<i>p</i> valor	0,0144	0,5274	0,0000	0,0636	0,2542	0,3497	0,0000	0,0000
CV (%)	2,16	40,19	19,26	18,38	19,33	21,19	6,42	0,4258
Trat	SB -- mmolc dm ⁻³ --	CTC	V %	B -----	Cu	Fe	Mn	Zn ----- mg dm ⁻³ -----
SPH	47,80	78,8 a	60,18	0,24 b	2,16 a	20,80	0,44	1,52
8DH	47,94	75,6 a	62,92	0,24 b	2,14 a	20,40	0,38	1,54
4CH	47,62	73,4 a	64,72	0,29 b	2,08 b	20,20	0,42	1,46
34DH	46,76	72,6 a	64,26	0,29 b	2,14 a	20,00	0,42	1,46
17CH	39,96	64,4 b	61,78	0,44 b	2,12 a	20,60	0,42	1,44
13DH	43,46	68,0 b	63,48	0,41 b	2,14 a	20,40	0,38	1,44
21DH	37,92	58,8 b	64,22	0,82 a	2,06 b	20,20	0,38	1,44
SiCaMg	50,74	72,2 a	69,18	0,29 b	2,04 b	20,40	0,46	1,40
<i>p</i> valor	0,2587	0,0106	0,1955	0,0158	0,0988	0,2432	0,3273	0,0909
CV (%)	18,68	11,23	7,41	65,58	3,35	2,31	14,81	4,96

SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio.
Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

A disponibilidade de ferro (Fe) e manganês (Mn), assim como outros micronutrientes catiônicos, diminuem com o aumento do pH (BRADY & WEIL, 2013). Não foi o que aconteceu para Fe e Mn após o cultivo do milho sob aplicação dos tratamentos e elevação de pH a valores próximos de 7,0. Os micronutrientes Fe e Mn ocorrem no solo em mais de uma valência, podendo ser reduzidos ou oxidados, o que ocorre, na maioria dos casos, pela ação da matéria orgânica e microrganismos. Em solos próximos à neutralidade há predominância da forma oxidada, de maior solubilidade (BRADY & WEIL, 2013). Segundo Pegoraro et al. (2006) o fluxo difusivo, em solo intemperizados, é o principal mecanismo de transporte de micronutrientes cátions (Zn, Cu, Fe e Mn) à

superfície das raízes das plantas. Os autores verificaram que a adição de matéria orgânica minimizou o efeito da calagem na disponibilização de micronutrientes, sendo que o Cu e o Fe foram transportados, predominantemente, na forma aniônica, enquanto o Zn e o Mn na forma catiônica. Embora, em relação ao pH, os tratamentos tenham sido agrupados em três, em relação ao Fe e Mn todos os tratamentos diferenciaram-se entre si, mostrando haver um efeito direto da dinamização em relação a biodisponibilidade destes nutrientes no solo.

4.5 TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

No momento da análise, os solos dos vasos dos diferentes tratamentos encontravam-se em umidades semelhantes, sem diferença estatística entre eles (Tabela 4). A análise da taxa de infiltração, avaliada após a colheita do milho, foi agrupada em 3 grupos pelo teste de Scott-Knott, sendo a menor taxa de infiltração média (TIM) do tratamento 34DH (0,161 mm s⁻¹), que diferiu dos demais tratamentos, diminuindo, em média, 31% da TIM em relação do grupo intermediário.

Tabela 7. Umidade gravimétrica com desvio padrão e taxa de infiltração média (TIM) do solo após o cultivo do milho por 45 dias após semeadura, tratados com aplicação de silicato de cálcio magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).

Tratamentos	Após Milho		Após Arroz	
	Umidade -- kg kg ⁻¹ --	TIM ---- mm s ⁻¹ ----	Umidade -- kg kg ⁻¹ --	TIM ---- mm s ⁻¹ ----
SPH	0,21	0,225 b	0,32	0,358 b
8DH	0,25	0,318 a	0,31	0,275 d
4CH	0,28	0,305 a	0,33	0,308 d
34DH	0,24	0,161 c	0,32	0,325 c
17CH	0,22	0,242 b	0,38	0,267 d
13DH	0,23	0,232 b	0,31	0,384 a
21DH	0,27	0,279 a	0,33	0,396 a
SiCaMg	0,27	0,269 a	0,29	0,408 a
<i>p</i> valor	0,9135	0,0000	0,9965	0,0000
CV (%)	8,34	5,83	7,45	5,43

SPH: Sem Preparado Homeopático (álcool 30%); SiCaMg: silicato de cálcio e magnésio. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

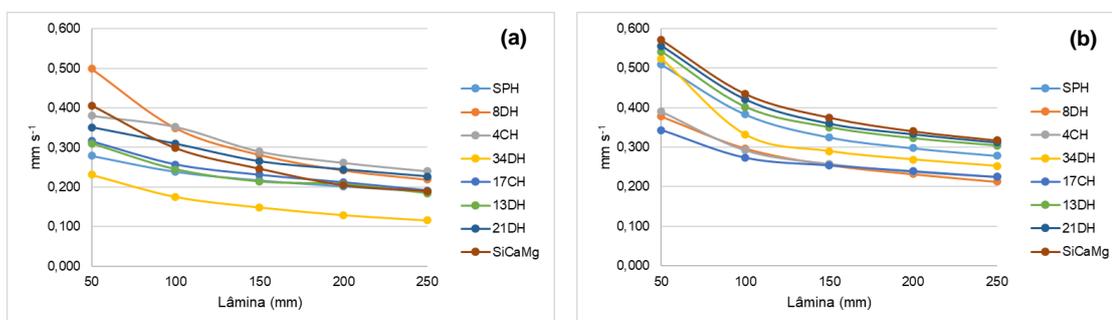
A TIM, após milho, dos tratamentos 13DH e 17CH não difeririam da testemunha (SPH), apresentando valores intermediários e menores do que os

tratamentos SiCaMg, 21DH, 4CH e 8DH. O SiCaMg aplicado para elevar a saturação por bases (V%), na dosagem de 1,83 t ha⁻¹, aumentou, com o cultivo do milho, a taxa de infiltração média (Tabela 7).

A taxa de infiltração média (TIM), após arroz, foi agrupada em 4 grupos, sendo a menor TIM do tratamento 17CH (0,267 mm s⁻¹) que não diferiu de 8DH e 4CH. As maiores TIM foram após os tratamentos SiCaMg, 21DH e 13DH, superiores a testemunha (SPH). O tratamento 34DH apresentou TIM intermediária, de 0,325 mm s⁻¹ (Tabela 7).

No início do teste de infiltração no solo, após o cultivo do milho, a maior velocidade de infiltração de água foi no solo foi no tratamento 8DH e a menor 34DH. Ao longo do teste, com o aumento da umidade, houve diminuição da diferença entre os tratamentos, com o tratamento 34DH apresentando sempre os menores valores (Figura 4a).

Figura 4. Taxa de infiltração da água no solo após corte do milho (a) e após o corte do arroz (b) cultivado com aplicação de silicato de cálcio e magnésio (SiCaMg) e suas dinamizações em escala decimal (DH) e em escala centesimal (CH).



No início do teste de infiltração no solo, após o cultivo do arroz, observa-se uma maior velocidade de infiltração de água nos tratamentos SiCaMg, 21DH, 13DH, SPH e 34 DH e menor em 4CH, 8DH e 17CH. Ao longo do teste, com o aumento da umidade, houve diminuição da diferença entre os tratamentos, permanecendo o SiCaMg semelhante a 21DH e 13DH, com maiores valores (Figura 4b).

5 CONCLUSÕES

Houve alterações no desenvolvimento inicial do milho, mas não do arroz pela aplicação dos tratamentos: as plantas de milho, cujo solo recebeu a escória de siderurgia (silicato de cálcio e magnésio - SiCaMg), apresentaram menores alturas, índices de área foliar, massas frescas e secas das folhas e do caule. A tolerância a acidez do solo foi um fator preponderante para a resposta das culturas, milho e arroz, à aplicação de SiCaMg, tanto em doses ponderais quanto em preparações homeopáticas.

Os tratamentos influenciaram na concentração de nutrientes foliares, tanto para micronutrientes, boro (B) e cobre (Cu), quanto para macronutrientes, fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). No milho, os teores Ca e Mg foliares foram superiores para o tratamento testemunha, sem preparado homeopático e sem aplicação de SiCaMg. O SiCaMg para o milho teve efeito semelhante a 8DH, 4CH, 21DH, 34DH, 17CH para os teores de Ca e Mg, diminuindo sua absorção, possivelmente pela elevação do pH. Semelhantemente aconteceu para o arroz em relação ao Mg, mas não para o Ca.

Houve alterações químicas significativas no solo após a aplicação dos tratamentos e o desenvolvimento inicial das culturas em relação ao pH, acidez potencial, potássio (K) e enxofre (S) e de forma diferenciada entre culturas; os micronutrientes, ferro (Fe) e manganês (Mn) para o milho, e boro (B) e cobre (Cu) para o arroz.

Alterações na taxa de infiltração de água no solo foram observadas após a aplicação dos tratamentos e do cultivo das culturas: após o milho, SiCaMg, 21DH, 4CH e 8DH aumentaram a taxa de infiltração de água no solo e a 34DH diminuiu a taxa de infiltração em relação a testemunha (SPH); após o arroz, SiCaMg, 21DH e 13DH aumentaram a taxa de infiltração e o 8DH, 4CH, 34DH e 17CH diminuíram a taxa de infiltração em relação a SPH.

Deste modo, verificou-se que é possível selecionar dinamizações homeopáticas que correspondam aos efeitos da aplicação de silicato de cálcio e magnésio em dose ponderal, com potencial uso da tecnologia produtores rurais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHCON. Matérias médicas: **Silicea terra**. Disponível em: <https://www.abrahcon.com/materia-medica/pt/silicea-117>. Acesso em: 01 de out. de 2020.
- ANDRADE, F.M.C.; CASALI, V.W.D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.1, p.49-56, 2011.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária: **Farmacopeia Homeopática brasileira**. Brasília. 364p, 2011.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, Â. R. L. (2019). O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 12(2), 515-540.
- BAESSO, M. M.; APRILANTI, T. M. G.; MODOLO, A. J.; ROSSI, F. (2020). Artificial vision for nutritional diagnosis of corn grown with calcium silicate and magnesium in ponderais doses and high dilutions. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v. 14(1) 36-47.
- BAGARELLO, V., IOVINO, M.; ELRICK, D. (2004). A simplified falling-head technique for rapid determination of field-saturated hydraulic conductivity. **Soil Science Society of America Journal** 68, 66–73.
- BAKHAT, H. F.; BIBI, N.; ZIA, Z.; ABBAS, S.; HAMMAD, H. M.; FAHAD, S.; SAEED, S. (2018). Silicon mitigates biotic stresses in crop plants: a review. **Crop Protection**, 104, 21-34.
- BONATO, C.M. Homeopathy in vegetal models. **International Journal of High Dilution Research**, v. 6, n. 21, p. 24-28, 2007.
- BONFIN, F. P. G., CASALI, V. W. D.; YOSHIKAWA, A. M. (2019). **International Journal of High Dilution Research**, 18(1): 2-10.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. (2013). **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos** 3. ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 686 p.
- BRASIL. Decreto nº 7794, de 20 de agosto de 2012, que Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Diário Oficial da União, 21 de ago. Disponível em: <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Decreto/D7794.htm>. Acessado em agosto /2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 17, de 18 de junho de 2014. Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. Diário Oficial da União, 2014.

BRASSIOLI, F. B., PRADO, R. M., FERNANDES, F. M., (2009). Agronomic evaluation of siderurgyslag in sugarcane during five cycles of production; **Bragantia**, 68(2): 381-387.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Brasília (D.F.): IICA, 2004, 166p.

CASALI, Vicente Wagner Dias et al. **Homeopatia: bases e princípios**. Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2021/2022. sétimo levantamento. Maio 2022. Online. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: 01 mai. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro** – grãos: oitavo levantamento, safra 2020/2021: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

DE MORAES, Emmerson Rodrigues et al. Nutrientes no solo e produção de quiabo conforme doses de silicato de cálcio e magnésio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 60-65, 2018.

FRANÇA, D. V. C., K. C. KUPPER, MAGRI, M. M. R., GOMES, T. M.; ROSSI, F. (2017) Trichoderma spp. isolates with potential of phosphate solubilization and growth. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 47(4): 360-368.

Freire, J.L.O.; Cavalcante, L.F.; Nascimento, R.; Alex Matheus Rebequi, A.M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, 36(1): 57-70, 2013.

GIESEL, Alexandre; BOFF, Pedro; BOFF, Mari Inês Carissimi. MANEJO ECOLÓGICO DE FORMIGAS CORTADEIRAS *Atta sexdens piriventris* EMERY (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ATRAVÉS DO USO DE DIFERENTES METODOLOGIAS E POTÊNCIAS HOMEOPÁTICAS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 3, 2016.

JESUS, P. P.; SILVA, J. S.; MARTINS, J. P.; RIBEIRO, D. D.; ASSUNÇÃO, H. F. Transição agroecológica na agricultura familiar: relato de experiência em Goiás e Distrito Federal. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 6, n. 11, p. 363-375. fev., 2011.

IAC. **IAC lança duas cultivares de arroz agulhinha e uma do tipo arbório.** Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/noticias/iac-lanca-duas-cultivares-de-arroz-agulhinha-e-uma-do-tipo-arborio.html>. Acesso em: 20 jun. 2022.

KISTLER L Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. *Science*, 362(2018), pp.130-1313

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Silicatos de cálcio e magnésio. **Uberlândia, MG, Universidade Federal de Uberlândia, 2002a. 23p, 2002.**

LABIGALINE, I., SALA, F. C., GOMES, T. M., CORSINI, I.; ROSSI, F. (2020) Green manure, *Trichoderma asperellum* and homeopathy in cultivating the biquinho pepper. **Revista Ciência Agronômica**, 51(3): e20196681

LANA, Regina Maria Quintao et al. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Bioscience Journal**, 2006.

LENSI, M. M., SIQUEIRA, T. J., SILVA, G. H. A pilot study of the influence of *Natrum muriaticum* 6cH and 30cH in a standardized culture of *Phaseolus vulgaris* L. **Int J High Dilution Res** 2010; 9(30): 43-50.

LIMA FILHO, O. F. História e uso do silicato de sódio na agricultura. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009.

MACHADO, JR de A.; FONTANELI, Renato Serena. Inserção das culturas de milho e sorgo na agricultura familiar na região sul brasileira. 2014.

MALAVOLTA, E. (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. Editora Agronômica Ceres, São Paulo, 638 p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVERIA, S. A. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319 p.
- MARAFON, A. C. Agricultura Sustentável Benefícios do silício para a cana-de-açúcar na cultura da cana-de-açúcar, o uso de silício proporciona ganhos de produtividade que podem chegar a 20%, além de aumentar a resistência das plantas contra o ataque de pragas e doenças. **Agricultura**, v. 22, p. 01, 2022.
- MELO, B. M. R.; SARTORI, R. H. (2013). Avaliação da escória de siderurgia e do calcário como corretivos para cultura cafeeira. **Revista Agrogeoambiental**, 5(1): 11-18.
- MENEGALE, C. L. M. et al. Silício: interação com o sistema solo-planta. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n. especial, p.435-454, 2015.
- MIRANDA, P. S., MORAES, T. R., SANTOS, J. R. E., CARVALHO, F. D., VIANA, J. P.; PÉREZ-MALUF, R. (2018). Aplicação de silício na cultura do milho. **Revista de Ciências Agroambientais**, 16(1): 1-6.
- MODOLON, Tatiani Alano et al. Desenvolvimento inicial do milho tratado com o preparado homeopático Nux vomica e submetido ao percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.
- NUNES, C. A. B., SAGGIN JÚNIOR, O. J., SILVA, E. M. R., PINTO, F. A., SANTOS, J. V., CARNEIRO, M.A. C. Steel slag and phosphate nutrition of corn inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, e00096, 2019. Doi: 10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00096
- OLIVEIRA, I. J. D., ATROCH, A. L., DIAS, M. C., GUIMARÃES, L. J., & GUIMARÃES, P. E. D. O. (2017). Seleção de cultivares de milho quanto à produtividade, estabilidade e adaptabilidade no Amazonas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 455-463.
- PACHECO, C. A. P. P. et al. **BRS Caimbé-variedade de milho precoce**. Embrapa Milho e Sorgo, 2009.
- PEGORARO, R. F., SILVA, I. R., NOVAIS, R. F., MENDONÇA, E. S., GEBRIM, F. O.; MOREIRA, F. F. (2006). Diffusive flux and bioavailability of micronutrients

- in soils: influence of liming, soil texture and green manure. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:859-868.
- PRESTON, H. A. F., NASCIMENTO, C. W. A., PRESTON, W., NUNES, G. H. S., LOUREIRO, F. L. C.; MARIANO, R. L. R. (2021). Silicon slag increases melon growth and resistance to bacterial fruit blotch. **Acta Scientiarum Agronomy**, (43): e45075.
- PREZOTTI, L. C.; MARTINS, A. G. Soil chemical characteristics, nutrients and heavy metal elements in sugar cane crop as function of steel slag doses. **Revista Ceres**, v. 59, p. 530-536, 2012.
- PULIDO, E. E., BOFF, P., DUARTE, T. S., BOFF, M. I. C. (2014). Preparados homeopáticos en el crecimiento y en la producción de repollo cultivado en sistema orgánico. **Horticultura Brasileira**, 32: 267-272.
- PUSTIGLIONE, M.; GOLDENSTEIN, E.; CHENCINSKI, M. Homeopatia: um breve panorama desta especialidade médica. **Revista de Homeopatia**. 2017; 80(1/2):1-17.
- RAIJ, B. VAN, CANTARELLA, H., ANDRADE, J. C.; QUAGGIO, J. A. (2001). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Instituto Agrônomo, Campinas, Brasil. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Instituto Agrônomo, Campinas, SP, Brasil.
- RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- RAMOS, Lucélia Alves; KORNDÖRFER, Gaspar Henrique; NOLLA, Antonio. Acúmulo de silício em plantas de arroz do ecossistema de várzea submetido à aplicação de diferentes fontes. **Bragantia**, v. 67, p. 751-757, 2008.
- SANTOS, Christiane Fernandes dos et al. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 33-52, 2014.
- SCHNEIDER, S. e CASSOL, A. **A agricultura familiar no Brasil**. Porto Alegre: RIMISP (Relatório de Pesquisa FIDA POBREZA Y DESIGUALDAD), 2013.
- SILVA, M. L, S; TREVIZAM, A. R. (2015). Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. *Informações agronômicas*, no 149, 7 p.

TUBANA, B. S., BABU, T; DATNOFF, L. E. (2016). A review of silicon in soils and plants and its role in US agriculture: History and future perspectives. **Soil Science**, 181(9/10), 393-411.

XIE, Z., SONG, F., XU, H., SHAO, H.; SONG, R. (2014). Effects of silicon on photosynthetic characteristics of maize (*Zea mays* L.) on alluvial soil. **Scientific World Journal**. Article ID 718716, 1-6.