UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

CULTIVO DE CRISÂNTEMO SOB ADUBAÇÃO MINERAL, CINZA VEGETAL E ORGANOMINERAL ASSOCIADO À CALAGEM

LUANA APARECIDA MENEGAZ MENEGHETTI

RONDONÓPOLIS – MT
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

CULTIVO DE CRISÂNTEMO SOB ADUBAÇÃO MINERAL, CINZA VEGETAL E ORGANOMINERAL ASSOCIADO À CALAGEM

LUANA APARECIDA MENEGAZ MENEGHETTI
Engenheira Agrícola e Ambiental

Orientadora: Profª Drª Edna Maria Bonfim da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus de Rondonópolis, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

RONDONÓPOLIS – MT
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

M541c Menegaz Meneghetti, Luana Aparecida.
Cultivo de Crisântemo sob adubação mineral, cinza vegetal e organomineral associado à calagem / Luana Aparecida Menegaz Meneghetti. -- 2022
100 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Edna Maria Bonfim da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2022.
Inclui bibliografia.

1. Dendranthema grandiflora Tzvelev. 2. Cinza vegetal. 3. Organomineral. 4. Adubação mineral. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CULTIVO DE CRISÂNTEMO SOB ADUBAÇÃO MINERAL, CINZA VEGETAL E ORGANOMINERAL ASSOCIADO À CALAGEM

AUTORA: MESTRANDA LUANA APARECIDA MENEGAZ MENEGHETTI

Dissertação defendida e aprovada em 18 de fevereiro de 2022.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Doutora Edna Maria Bonfim da Silva (Presidente Banca / Orientadora)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

2. Doutor Thiago Franco Duarte (Examinador Interno)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

3. Doutor Tonny José Araújo da Silva (Membro Interno)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

4. Doutor Everton Alves Rodrigues Pinheiro (Examinador Externo)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

5. Doutor Marcio Koetz (Suplente)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

RONDONÓPOLIS,18/02/2022.

Documento assinado eletronicamente por **EDNA MARIA BONFIM DA SILVA**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 18/02/2022, às 19:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Everton Alves Rodrigues Pinheiro**, **Usuário Externo**, em18/02/2022, às 20:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **THIAGO FRANCO DUARTE**, **Docente da UniversidadeFederal de Mato Grosso**, em 21/02/2022, às 14:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **TONNY JOSE ARAUJO DA SILVA**, **Coordenador(a) de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do ICAT CUR**, em 21/02/2022, às 16:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 deoutubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4410842** e o código CRC **A301C14C**.

Referência: Processo nº 23108.009949/2022-96 SEI nº 4410842

À minha mãe Marlei Marta Menegaz Meneghetti
Ao meu pai Gilmar Meneghetti

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por dar-me uma família maravilhosa, saúde, ser meu suporte e Nossa Senhora Aparecida por ter intercedido pela minha vida no momento de meu nascimento, por continuar intercedendo em todos os momentos e possibilitando forças para vencer todas as dificuldades.

À minha mãe Marlei Marta Menegaz Meneghetti por todo o suporte emocional para que eu conseguisse manter-me firme até o final. Obrigada pela pessoa/mãe maravilhosa que você é, definitivamente meu amor por ti é infinito.

Ao meu pai Gilmar Meneghetti por ser meu apoio tanto emocional quanto financeiro. Obrigada por ser esse pai maravilhoso, parceiro e que motiva-me em todos os momentos a ser uma pessoa melhor, te amo muito.

Aos meus irmãos Ezequiel Menegaz Meneghetti e Gianfrancesco Menegaz Meneghetti e ao meu querido afilhado Marco Victório Menegaz Meneghetti. Amo vocês.

Ao meu namorado Tallys Henrique Bonfim-Silva, por sempre estar presente em todos os momentos, seu apoio foi fundamental para a realização deste trabalho. Serei sempre grata pela sua presença em minha vida. Te amo.

À minha orientadora prof. Drª Edna Maria Bonfim-Silva que foi de suma importância para a realização desse trabalho. Meu agradecimento por ti tende ao infinito, pelo apoio, pela paciência e dedicação. Obrigada pela sua existência em minha vida.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Tonny José Araújo da Silva por toda a orientação e suporte durante o experimento. Muito obrigada.

Ao Grupo de Práticas em Água e Solos, em especial aos graduandos Edson Nunes Lourenço Junior e Neirielly Souza de Andrade e aos meus colegas da Pós-Graduação, em especial, Alisson Silva Costa, Gabrielly Lima, Niclene Ponce Rodrigues de Oliveira, Renata Vilalba e Rosana Rocha, obrigada pela parceria.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento da bolsa de estudo.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola pelo conhecimento passado e por nós adquirido, serei eternamente grata a vocês.

RESUMO

A produção de flores ornamentais no Brasil é uma atividade de grande importância econômica no país. Para o desenvolvimento vigoroso das flores é necessário o manejo adequado da fertilidade do solo. Objetivou-se avaliar diferentes tipos de adubações sob dois níveis de calagem no desenvolvimento e produção de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico, cultivada em casa de vegetação. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Rondonópolis, em casa de vegetação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x2, sendo cinco manejos de adubações (cinza vegetal incubado, cinza vegetal não incubado, organomineral (50% adubo mineral e 50% cinza vegetal), adubação mineral e testemunha) e dois níveis de calagem (com calagem e sem calagem), com cinco repetições, totalizando 50 unidades experimentais (UEs). O solo utilizado no experimento foi o Latossolo vermelho distrófico e a cultivar de crisântemo utilizada foi a Singelo, de cor branca. As variáveis analisadas foram altura de plantas, número de folhas, área foliar, volume de raiz, massa seca de raízes, índice de clorofila, eficiência no uso da água, consumo total de água e características químicas do solo (pH, macronutrientes e micronutrientes). Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e quando significativos foram submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade. O software SISVAR foi utilizado para realizar a análise estatística. As variáveis produtivas e fitométricas foram significativas somente para adubação de forma isolada, com exceção da altura de plantas, que foi significativo para fator calagem e adubação de forma isolada. Houve interação entre os fatores no pH. Todas as características químicas e macronutrientes foram estatisticamente significativas para os tipos de adubação e calagem, exceto o enxofre, que foi significativo somente para tipos de adubação. Houve interação entre os fatores nas variáveis alumínio (Al), magnésio (Mg) e saturação por bases (V%). Nos micronutrientes, com exceção do Ferro, tratamentos com calagem e adubos com cinza vegetal em sua composição proporcionaram maior teor desses nutrientes no solo. A cinza vegetal reduz a dependência da calagem e da adubação mineral em plantas de Crisântemo. O adubo organomineral é uma alternativa para a redução do volume de cinza vegetal e da utilização de adubo mineral. A cinza vegetal é um adubo alternativo para o cultivo de Crisântemo de vaso.

Palavras-chave: *Dendranthema grandiflora Tzvelev*. Cinza Vegetal. Organomineral. Adubação mineral.

ABSTRACT

The production of ornamental flowers in Brazil is an activity of great economic importance in the country. For the vigorous development of flowers, it's necessary to properly manage soil fertility. The objective was to evaluate different types of fertilization under two levels of liming in the development and production of potted chrysanthemum in Oxisol, cultivated in a greenhouse. The experiment was carried out at the Federal University of Rondonópolis, in a greenhouse of the Postgraduate Program in Agricultural Engineering. The experimental design was in randomized blocks, with a 5x2 factorial scheme, with five types of fertilization (incubated wood ash, non-incubated wood ash, organomineral (50% mineral fertilizer and 50% wood ash), mineral fertilizer and control) and two types of liming (with liming and without liming), with five replicates, totaling 50 experimental units (UEs). The soil used in the experiment was the Oxisol and the chrysanthemum cultivar used was the white Singelo. The variables analyzed are plant height, number of leaves, leaf area, root volume, dry mass of roots, chlorophyll index, water use efficiency, total water consumption and soil chemical characteristics (pH, macronutrients and micronutrients). The data were submitted to analysis of variance by the F test, and when significant they were submitted to the Tukey test at 5% probability. The SISVAR software was used to perform the statistical analysis. The productive and phytometric variables were significant only for fertilization in isolation, except for plant height, which was significant for factor liming and fertilization in isolation. There was interaction between the factors in pH. All chemical characteristics and macronutrients were statistically significant for the types of fertilization and liming, except for sulfur, which was significant only for types of fertilization. There was interaction between the factors in the variables aluminum (Al), magnesium (Mg) and base saturation (V%). Regarding micronutrients, except for iron, treatments with liming and fertilizers with wood ash in their composition provided a higher content of these nutrients in the soil. Wood ash reduces the dependence on liming and mineral fertilizer in potted chrysanthemum plants. Organomineral fertilizer is an alternative for reducing the volume of wood ash and the use of mineral fertilizer. Wood ash is an alternative fertilizer for growing potted chrysanthemum.

Keywords: *Dendranthema grandiflora Tzvelev*. Wood ash. Organomineral. Mineral fertilizer.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS ..... **xii**

LISTA DE TABELAS ..... **xix**

1 INTRODUÇÃO **20**

2 REVISÃO DE LITERATURA **22**

2.1 Crisântemo (*Dendranthema grandiflora Tzvelev*) **22**

2.2 Cinza Vegetal **23**

2.3 Organomineral **24**

2.4 Adubação mineral em flores **25**

3 MATERIAL E MÉTODOS **28**

3.1 Local do experimento **28**

3.2 Caracterização experimental e tratamentos **31**

3.2.1 Tratamento Cinza Vegetal incubada com calagem 32

3.2.2 Tratamento Cinza Vegetal incubada sem calagem 32

3.2.3 Tratamento Cinza Vegetal não incubada com calagem 33

3.2.4 Tratamento Cinza Vegetal não incubada sem calagem 33

3.2.5 Tratamento Mineral com calagem 33

3.2.6 Tratamento Mineral sem calagem 34

3.2.7 Tratamento Organomineral com calagem 34

3.2.8 Tratamento Organomineral sem calagem 35

3.2.9 Tratamento Controle com calagem 35

3.2.10 Tratamento Controle sem calagem 35

3.3 Manejo da irrigação **36**

3.4 Tratos culturais **36**

3.5 Variáveis analisadas **37**

3.6 Análise estatística **39**

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **40**

4.1 Variáveis Fitométricas **40**

4.1.1 Altura de plantas 40
4.1.2 Número de folhas 41
4.1.3 Índice de clorofila 42
4.1.4 Área Foliar Total 43
4.2 Variáveis produtivas 44
4.2.1 Massa Fresca da parte aérea 44
4.2.2 Massa Seca da parte aérea 45
4.2.3 Massa Seca de raiz 47
4.2.4 Volume de raiz 48
4.2.5 Consumo total de água 49
4.2.6 Eficiência no Uso da Água 50
4.3 Características químicas do solo 51
4.3.1 pH do solo 51
4.3.2 Alumínio (Al) 56
4.3.3 Hidrogênio (H) 58
4.3.4 Matéria Orgânica (MO) 60
4.3.5 Soma de Bases (SB) 62
4.3.6 Capacidade de Troca de Cátions (CTC) 64
4.3.7 Saturação por bases (V%) 66
4.3.8 Macronutrientes do solo 69
4.3.8.1 Fósforo (P) 71
4.3.8.2 Potássio (K) 72
4.3.8.3 Cálcio (Ca) 74
4.3.8.4 Magnésio (Mg) 76
4.3.8.5 Enxofre (S) 78
4.3.8.6 Relação Cálcio/Magnésio (Ca/Mg) 79
4.3.9 Micronutrientes no solo 80
4.3.9.1 Boro (B) 82
4.3.9.2 Cobre (Cu) 84
4.3.9.3 Ferro (Fe) 85
4.3.9.4 Manganês (Mn) 87
4.3.9.5 Zinco (Zn) 89
5 CONCLUSÕES 92
REFERÊNCIAS 93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Crisântemo do tipo simples, com disco convexo. 22
Figura 2 – Localização geográfica da casa de vegetação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Rondonópolis. 28
Figura 3 – Temperatura máxima e mínima diária durante a condução do experimento dentro da casa de vegetação. 29
Figura 4 – Vista geral do experimento após a instalação da tela de sombreamento (80% de proteção contra radiação solar). 30
Figura 5 – Croqui em 3D da vista frontal do experimento (A) e croqui 2D dos tratamentos com vista superior do experimento (B). CNI = Cinza não incubada; CI = cinza incubada; M = adubo mineral; O = adubo organomineral; C = Controle; S/C = sem calagem; C/C = com calagem. 31
Figura 6 – Parcela com organomineral afetada pela presença de Agrotis ipsilon (A); e parcela com cinza vegetal afetada pela Agrotis ipsilon (B). 36
Figura 7 – Leitura do índice de clorofila SPAD das folhas de Crisântemo. 37
Figura 8 – Leitura do pH do solo de uma parcela do experimento. 39
Figura 9 – Altura de plantas (cm) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 40
Figura 10 – Altura de plantas (cm) em função da calagem no cultivo de Crisântemo. C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 41
Figura 11 – Número de folhas (vaso^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 42
Figura 12– Índice de clorofila em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 43

Figura 13 – Área Foliar total (cm^2 $vaso^{-1}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....44
Figura 14 – Massa Fresca da Parte Aérea (g $vaso^{-1}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....45
Figura 15 – Massa Seca da Parte Aérea (g $vaso^{-1}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....46
Figura 16 – Massa Seca de Raiz (g $vaso^{-1}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....47
Figura 17 – Volume de raiz (mL) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....48
Figura 18 – Volume das raízes de Crisântemo (Dendranthema grandiflora). CI: Cinza incubada; CNI: Cinza vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle....49
Figura 19 – Consumo Total de água (L $vaso^{-1}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....49
Figura 20 – Eficiência no uso da água (g MS L^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....50
Figura 21 – pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) E AOS 185 DAS (B) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI:

Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 53
Figura 22 – pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) e 185 DAS (B) em função da calagem no cultivo de Crisântemo. C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 54
Figura 23 – pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) e aos 185 DAS (B) em função da interação dos tipos de adubações e do fator com calagem no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 55
Figura 24 - pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) e aos 185 DAS (B) em função da interação dos tipos de adubações com o fator sem calagem no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 55
Figura 25 – Alumínio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico**.** CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 57
Figura 26 – Alumínio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico**.** CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 57
Figura 27 – Alumínio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações com ausência de calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico**.** CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).....58
Figura 28 – Hidrogênio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 59
Figura 29 – Hidrogênio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 59

Figura 30 – Matéria Orgânica (MO) (g dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 60
Figura 31 – Matéria Orgânica (MO) (g dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 60
Figura 32 – Soma de bases ($cmol_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 63
Figura 33 – Soma de Bases ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 64
Figura 34 – Capacidade de Troca de Cátions ($cmol_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 65
Figura 35 – Capacidade de Troca de Cátions ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 66
Figura 36 – Saturação por bases (%) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 68
Figura 37 – Saturação por bases (%) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 68
Figura 38 – Saturação por bases (%) em função da interação dos tipos de adubações com o fator calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05)..... 69

Figura 39 – Fósforo (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações em Latossolo Vermelho distrófico, no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 71
Figura 40 – Fósforo (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 72
Figura 41 – Potássio (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 73
Figura 42 – Potássio (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 74
Figura 43 – Cálcio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 75
Figura 44 – Cálcio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 75
Figura 45 – Magnésio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 76
Figura 46 – Magnésio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 77
Figura 47 – Magnésio ($cmol_c/dm^3$) em função interação da adubação com a calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 77

Figura 48 – Enxofre (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 78
Figura 49 – Relação Ca/Mg em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 79
Figura 50 – Relação Ca/Mg em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 80
Figura 51 – Boro (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 82
Figura 52 – Boro (mg dm^{-3}) em função da calagem s no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 83
Figura 53 – Cobre (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 84
Figura 54 – Cobre (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 85
Figura 55 – Ferro (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 86
Figura 56 – Manganês (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 87

Figura 57 – Manganês (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 88
Figura 58 – Manganês (mg dm^{-3}) em função da interação entre adubação e calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 88
Figura 59 – Zinco (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 89
Figura 60 – Zinco (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05). 90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química e granulométrica do Latossolo Vermelho distrófico, coletado na camada de 0 a 0,20 m de profundidade. 29
Tabela 2 – Caracterização química da cinza vegetal como fertilizante. 30
Tabela 3 – Caracterização da acidez do solo em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 52
Tabela 4 – Caracterização do teor de Alumínio (Al^{3+}) do Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 56
Tabela 5 – Caracterização do teor de Matéria Orgânica (g dm^{-3}) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 61
Tabela 6 – Caracterização da Soma de bases ($cmol_c$ dm^{-3}) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 62
Tabela 7 – Caracterização da Capacidade de Troca de Cátions ($cmol_c$ dm^{-3}) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 65
Tabela 8 – Caracterização da Saturação por bases (V%) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 67
Tabela 9 – Caracterização de macronutrientes do Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 70
Tabela 10 – Caracterização de micronutrientes do Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. 81

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro destaca-se pelas atividades econômicas como pecuária e produção de grãos. Porém, a floricultura, principalmente a produção de flores e plantas ornamentais está em ascensão no país e essa atividade econômica está crescendo em muitos países no mundo, com destaque para o Brasil que possui diversas regiões, latitudes, microclimas, altitudes e condições climáticas, que beneficiam a produção de diferentes flores ornamentais (OLIVEIRA, A. et al., 2021).

A exportação de plantas vivas e flores ornamentais no ano de 2021 aumentou 92% em relação ao ano de 2020 e houve um acréscimo de 75% em relação ao ano de 2019, sendo os principais países importadores Uruguai, Estados Unidos e Países baixos (CONAB, 2021; MAPA, 2021). De acordo com Souza et al. (2020) a produção de flores e plantas ornamentais tem grande potencial para sua expansão no Brasil, apresentando inúmeras vantagens como alta rentabilidade por área cultivada e retorno do investimento mais rápido.

O crisântemo é uma das flores ornamentais mais populares do Brasil devido às suas diferentes cores e inflorescências exuberantes (CARVALHO et al., 2020). Segundo Brainer (2018) o crisântemo está entre as espécies de flores mais cultivadas no país.

Para a produção de flores ornamentais é necessário o manejo adequado do solo, para que ele apresente características químicas e físicas ideais para o desenvolvimento das culturas. De acordo com Araújo et al. (2020) devido o custo elevado dos adubos minerais e o aumento da poluição ambiental, os adubos orgânicos, como resíduos de madeira, são alternativas para substituí-los, já que a utilização destes como fonte de adubação pode contribuir para a redução da dependência de insumos pelos produtores, além de ser uma fonte sustentável. Os fertilizantes orgânicos podem ser utilizados combinados ou mesmo totalmente independentes dos fertilizantes minerais.

A cinza vegetal proveniente da queima de biomassa vegetal, é um resíduo rico em nutrientes, além de ser utilizada como corretivo de acidez do solo (BONFIM-SILVA et al., 2020b). De acordo com Merino et al. (2017) os nutrientes e a quantidade deles presentes na composição da cinza vegetal depende do material de origem, bem como do processo da queima. Além disso, estudos observaram que a cinza proporcionou alterações positivas nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (BANG-ANDREASEN et al., 2021; DOURADO et al., 2021; DUARTE et al., 2020).

Fertilizantes organominerais, que possuem em sua composição uma porcentagem de adubo orgânico como cinza vegetal e outra porcentagem de adubo mineral são alternativas de fertilizantes que reduzem o uso de adubos minerais diminuindo o impacto ambiental e reduzem o volume utilizado de cinza vegetal.

Neste contexto, objetivou-se avaliar diferentes tipos de adubações e formas de aplicação (Cinza vegetal incubada, Cinza vegetal não incubada, Organomineral, Mineral e Controle) e níveis de calagem (com calagem e ausência de calagem), e verificar seus efeitos no desenvolvimento e produção de Crisântemo cultivado em Latossolo Vermelho distrófico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Crisântemo (*Dendranthema grandiflora Tzvelev*)

Crisântemo (*Dendranthema grandiflora)* é uma das plantas ornamentais mais comercializadas no mundo junto com a rosa (*Rosa hybrida*), o cravo (*Dianthus caryophyllus*), a tulipa (*Tulipa gesneriana*) e a Gérbera (*Gerbera hybrida*) (RIVERA-COLÍN et al., 2021). No Brasil também ocupa lugar de destaque na comercialização de plantas ornamentais, sendo o crisântemo de vaso o sexto mais comercializado e o crisântemo de corte em quarto lugar (IBRAFLOR, 2014).

O Crisântemo é uma planta herbácea, da família Asteraceae, gênero *Dendranthema*. Muito utilizada para fins decorativos por sua diversa variedade de formas, cores, tamanhos e principalmente por sua durabilidade após o corte. Teixeira (2004) explana que a flor é uma inflorescência denominada capítulo, além disso, no centro do capítulo há o disco, que pode ser plano, côncavo ou convexo. Dessa forma, observa-se que a cultivar singelo utilizada no experimento possui um disco convexo (Figura 1).

Figura 1 – Crisântemo do tipo simples, com disco convexo.
Fonte. Autor.

O crisântemo pode ser classificado quanto ao tipo de sua inflorescência: simples, anêmona, pom-pom, decorativo, inflorescências grandes (encurvada, reflexa e spider) e inflorescências pequenas (TEIXEIRA, 2004). A cultivar singelo é do tipo simples, grupo das margaridas, pois possui flores liguladas nos bordos e no disco composto de flores tubulares curtas (Figura 1).

Vale ressaltar que o crisântemo possui crescimento regulado pelo fotoperíodo. Para seu crescimento vegetativo é necessário dias longos, ou seja, fotoperíodo maior, para favorecer o desenvolvimento das hastes mais vigorosas, mas para a indução do florescimento, precisa ser exposta a dias curtos, menor fotoperíodo (ZOCCOLI, 2008). Ainda segundo o autor, a exposição acima de 13 horas pode resultar em perda de qualidade da flor, como hastes finas e inflorescências pequenas.

Em relação a temperatura, a faixa ideal diurna para o cultivo de crisântemo está entre 22º C e 25ºC, e noturna em torno de 18ºC, o cultivo em temperaturas maiores que a faixa ideal pode resultar em problemas fitossanitários e temperatura abaixo da faixa ideal pode prejudicar a floração, além disso, temperaturas extremas pode acarretar danos irreparáveis para a flor (SPADETO, 2016).

O ciclo do crisântemo do plantio até o ponto de comercialização está em torno de 12 a 15 semanas (BELLÉ, 2000). Teixeira (2004) explana que essa cultura é muito suscetível a doenças, por isso, é necessário o manejo adequado da temperatura e da umidade relativa do ar, mantendo seu cultivo em ambientes com baixa umidade.

Observa-se que o manejo adequado da temperatura, umidade, fotoperíodo, requerimento nutricional e controle fitossanitários é fundamental para que se obtenha a qualidade necessária para a comercialização do crisântemo.

2.2 Cinza Vegetal

A cinza vegetal é um resíduo gerado pela combustão de biomassa vegetal como troncos de árvores, cavacos, casca, galhos, entre outros (BONFIM-SILVA et al., 2020d). Ainda de acordo com os autores ela pode ser utilizada na agricultura como corretivo de acidez do solo, por ser um resíduo alcalino, neutralizando a acidez solo e a toxidade do alumínio, e como fertilizante, pois em sua composição há diversos macronutrientes necessários para o desenvolvimento das culturas.

Maeda et al. (2017) e Bonfim-Silva et al. (2019), observaram que a cinza vegetal fornece nutrientes ao solo, sendo eles, geralmente Magnésio (Mg), Fósforo (P), Potássio (K) e Cálcio (Ca). Darolt & Osaki (1991) explanam que a cinza possui em sua composição alguns micronutrientes como Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Zinco (Zn). A proporção de nutrientes na composição desse resíduo depende do seu material de origem. Bezerra (2013) em seu estudo com cinza vegetal proveniente do setor de cerâmica encontrou a seguinte composição, pH - 7,85; P_2O_5 - 1,42%; K_2O - 0,32%; Zn - 0,0%; Cu - 0,01%; Mn - 0,0%; B - 0,0%; Ca - 0,90%; S - 1,6%.

Diversos estudos já observaram efeitos positivos da cinza vegetal na correção de acidez do solo e como fertilizante. Andrade (2021) observou em seus estudos que a cinza de biomassa florestal proporcionou aumento dos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês e zinco no solo, aumentando a produtividade de grãos de soja, além de ter corrigido a acidez do solo. Bonfim-Silva et al. (2020c) utilizando cinza vegetal como adubação no cultivo de amendoim, observaram influência positiva nas características fitométricas e índice de clorofila. REIS et al. (2020) em estudos com cinza vegetal na produção de biomassa de *Brachiaria decumbens* observaram influência da cinza no aumento da produção.

Além de ser utilizada na correção de acidez do solo e como adubação para o desenvolvimento das culturas, a cinza pode ser usada na biorremediação dos solos contaminados com As, Zn, Cu, Cd e Pb, ou seja, tem capacidade diminuir ou imobilizar a mobilidade desses contaminantes (PUKALCHIK et al., 2018).

Ademais, alguns estudos demonstraram que a cinza vegetal também pode alterar algumas propriedades físicas do solo, como a retenção de água no solo, em que tem potencial de elevá-la, aumentando a capacidade de água disponível, e consequentemente proporcionando menor susceptibilidade ao estresse hídrico das culturas (DUARTE et al., 2020; PEREIRA et al., 2016).

2.3 Organomineral

Na busca por fertilizantes alternativos, surge o organomineral, composto por uma determinada porcentagem de adubo mineral com outra de adubo orgânico. Dessa forma, utilizar composto orgânico torna-se uma boa opção como fertilizante, pois pode substituir parcialmente ou totalmente o adubo mineral convencional (COSTA et al., 2018).

Nesse sentido, estudos foram realizados com adubação de organomineral utilizando a cinza vegetal como fonte de adubo orgânico, e neles, muitos autores observaram efeito significativo positivo para o desenvolvimento das culturas, como Bonfim-Silva et al. (2017) em seus estudos com organomineral (mineral + cinza vegetal) e cinza vegetal no cultivo da rúcula, observaram que os fertilizantes organomineral e cinza vegetal proporcionaram aumento do índice de clorofila, massa fresca e seca da cultura.

Bonfim-Silva et al. (2020e) observaram que no cultivo de rabanete, a adubação de organomineral a base de cinza vegetal influenciou a produtividade da cultura de forma positiva, além disso, minimizou o uso de corretivo do solo, demonstrando que adubos com cinza são uma alternativa de baixo custo para incremento da fertilidade do solo.

Vale ressaltar que adubos com compostos orgânicos são benéficos para o solo, auxiliam na ativação da biota do solo, disponibilizam nutrientes, além de outras propriedades benéficas como retenção de umidade e melhoria das características físicas do solo (SOUZA et al, 1997).

Ademais, a utilização de adubo organomineral é uma alternativa sustentável do ponto de vista ambiental e uma solução tecnológica do ponto de vista agronômico, pois combinam adubos minerais com adubos orgânicos (COSTA et al., 2018), assim, diminuindo o impacto ambiental, influenciando positivamente no desenvolvimento das culturas e diminuindo o custo de produção dos agricultores.

2.4 Adubação mineral em flores

Os nutrientes são fundamentais para o desenvolvimento vigoroso das flores ornamentais. Geralmente, o solo não supri os nutrientes requeridos pelas plantas, sendo necessário realizar a correção do solo e a adubação (SORATTO et al., 2020). Segundo os autores Backles et al. (2018), o fornecimento de nutrientes de acordo com o requerimento nutricional das culturas é essencial para que elas atinjam seu potencial máximo de produção. Assim, o manejo inadequado dos fertilizantes pode resultar na omissão ou excesso de nutriente para as plantas e consequentemente distúrbios metabólicos nas células das culturas (BRAGA NETO, 2017; SALES et al., 2019).

A maioria dos solos possuem acidez excessiva, o que interfere na disponibilidade de nutrientes, diminuindo a eficiência produtiva das plantas (OLIVEIRA et al., 2020). Essa acidez geralmente é em decorrência do material de origem do solo e ação de agentes de intemperismo, além disso, regiões em que há altas precipitações pluviais tendem a maior

acidificação do solo devido a remoção das bases Ca, Mg, K e Na e, portanto, o acúmulo dos cátions de Al^{+3} e H^{+} (SOUSA et al., 2007). Dessarte, faz-se necessário a correção de acidez do solo, introduzindo cálcio e magnésio no complexo de troca, elevando o pH e imobilizando o alumínio tóxico (MALAVOLTA, 1984; RONQUIM, 2010).

O nitrogênio é um dos macronutrientes mais requeridos pelas plantas, pois possui funções bioquímicas como síntese de clorofila, constituintes de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos e nucleotídeos (MILANI et al., 2021). De acordo com Malavolta (1989), esse macronutriente é absorvido geralmente em forma de nitrato (NO^{3-}) pelas raízes, promove rápido crescimento, aumenta as folhagens, dá cor vigorosa as plantas, e quando é manejado de forma inadequada pode atrasar o florescimento das culturas. Além disso, vale ressaltar que a adubação nitrogenada e potássica é de suma importância para a produção de hastes florais mais longas (BARCELI et al., 2020; TOMBOLATO, 2004).

O potássio (K) é um macronutriente que possui como funções, a ativação enzimática, respiração e fotossíntese (ALMEIDA et al., 2017; SILVA et al., 2019). Além disso, ainda mantém a concentração osmótica e é responsável pela formação e transporte de carboidratos e proteínas (TROEH et al., 2007). De acordo com Barbosa et al. (2019), doses de potássio inferiores ao requerimento nutricional do crisântemo resultam na redução do crescimento das plantas, além de diminuir a produção e qualidade das flores. Silva et al. (2019) também observaram em seus estudos que a aplicação de potássio influenciou no desenvolvimento do crisântemo, proporcionando porte aéreo mais estruturado.

O fósforo (P) é outro macronutriente requerido pelas culturas. A função dele está no estímulo do crescimento de raízes das plantas, apressa a maturação, e estimula o florescimento, além disso, quando há deficiência desse nutriente, as folhas velhas começam a ter tonalidade verde azulada ou tonalidade roxa nos colmos e folhas, além de prejudicar o crescimento das culturas (MALAVOLTA, 1989). Segundo Batista (2018) em seus estudos sobre adubação fosfatada em bastão-do-imperador, observou que a adubação de fósforo aumentou a produção de matéria seca de folhas, hastes e raízes. Frazão et al. (2009) observaram que a deficiência de fósforo em flores diminui o número e tamanho de flores, prejudica o crescimento da parte aérea e a qualidades das flores.

Os micronutrientes são essenciais para o desenvolvimento das plantas, porém, são requeridos em menor quantidade que os macronutrientes. Existem diversos fatores que podem afetar a disponibilidade desses micronutrientes para as plantas, dentre eles, está o pH do solo, matéria orgânica e reações de oxirredução (ABREU et al., 2007). Coelho et al. (2020) em seus

estudos com gengibre ornamental observou que a deficiência dos micronutrientes e sódio causam alterações nos teores e acúmulos foliares de nutrientes. Muniz et al. (2013) observaram que no cultivo de tango (*Solidago canadenses)* os micronutrientes possuem a mesma importância que os macronutrientes, porém, são requeridos em menor quantidade. Lima et al (2020) também verificaram que os micronutrientes são essenciais para o desenvolvimento de plantas de ásteres (*aster ericoides*).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Rondonópolis, localizada nas coordenadas geográficas 16º 27’ 49” S, 54º 34’ 46” W e altitude de 290m (Figura 2). A disposição da casa de vegetação é no sentido norte-sul, ela tem 450 m^2 de área total, com uma estrutura metálica coberta por uma lona transparente de polietileno duplo e possui um sistema de resfriamento adiabático.

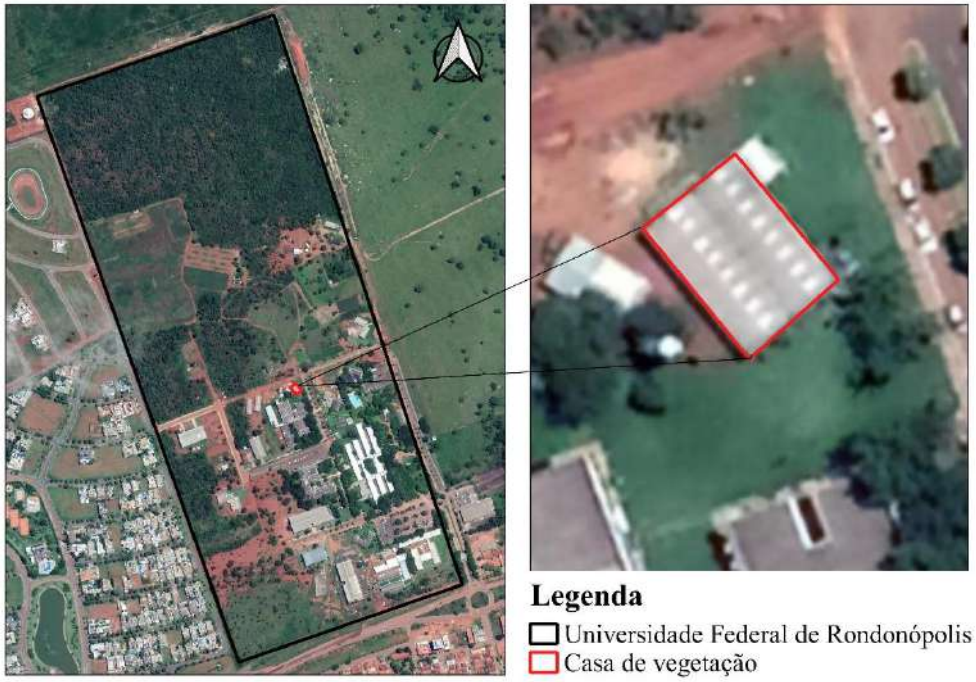

Figura 2 – Localização geográfica da casa de vegetação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Rondonópolis.

O clima da região é do tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen & Geiger (1928). Este clima é caracterizado como tropical, com estiagem no inverno e chuvoso no verão (ALVARES et al. 2014; APARECIDO et al., 2020; DANTAS et al., 2007).

As variáveis meteorológicas, temperatura máxima e mínima, foram medidas utilizando um termômetro digital instalado dentro da casa de vegetação. Durante a condução do

experimento observou-se a partir das leituras de temperaturas uma variação média entre 22,2ºC e 36,5ºC (Figura 3).

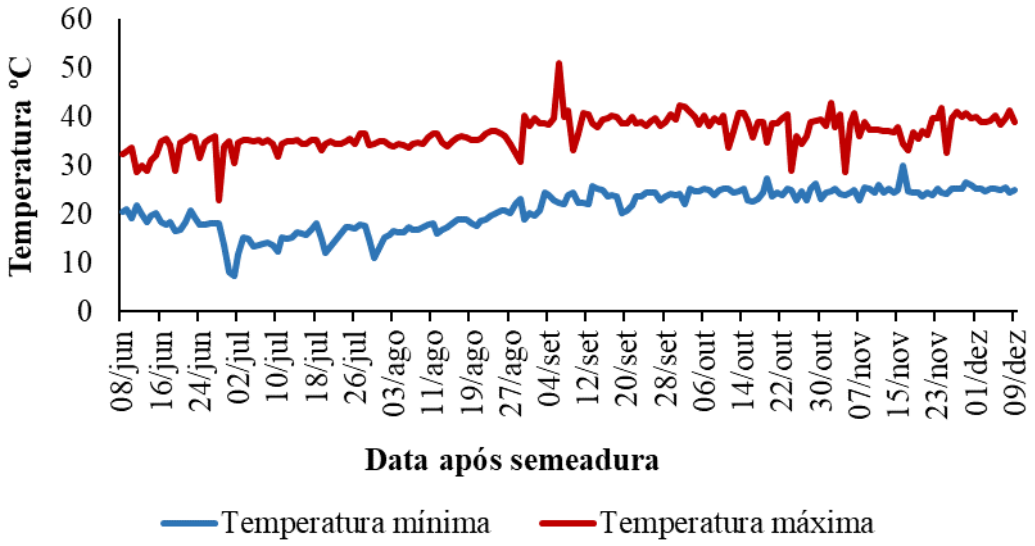

Figura 3 – Temperatura máxima e mínima diária durante a condução do experimento dentro da casa de vegetação.

O solo utilizado no experimento foi o Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2018), coletado na profundidade de 0 a 0,20 m, em área de vegetação de Cerrado, na Universidade Federal de Rondonópolis, as coordenadas geográficas do local de coleta são 16º27'35"S 54º35'00"W. Após a coleta, o solo foi peneirado em malha de 2 mm para caracterização química e granulométrica (EMBRAPA, 1997) (Tabela 1) e em malha de 4mm para a composição dos vasos das unidades experimentais.

Tabela 1 – Caracterização química e granulométrica do Latossolo Vermelho distrófico, coletado na camada de 0 a 0,20 m de profundidade.

pH	P	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	SB	M.O.	V	M
$CaCl_2$	..... mg dm^{-3}			..... $cmol_c$ dm^{-3}						.. g kg ..	..... %	
4,3	1,5	18	2	0,5	0,2	0,6	4,8	5,6	0,8	21,3	13,5	44,4
Zn		Mn	Cu		Fe		B	Argila		Silte		Areia
..... mg dm^{-3}								..... g kg				
0,7		21,8	0,2		64		0,15	455		100		445

P = Fósforo; K = Potássio; S = Enxofre; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; H = Hidrogênio; Al = Alumínio; CTC = Capacidade de troca de cátions; SB = Soma de bases; M.O. = Matéria orgânica; V = Saturação por bases; M = Saturação por alumínio; Zn = Zinco; Mn = Manganês; Cu = Cobre; Fe = Ferro; B = Boro.

Foram utilizados vasos com capacidade de 2 dm^3. A cultivar de Crisântemo utilizada foi a Singelo de cor branca da fabricante Feltrin sementes. A semeadura do Crisântemo ocorreu

no dia 08/06/2021. No momento da semeadura foram colocadas 10 sementes por vaso. Após a emergência e desenvolvimento de 10 cm de altura das plantas, houve o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso.

A cinza utilizada no experimento foi proveniente de indústria alimentícia da região de Rondonópolis-MT e analisada como fertilizante conforme metodologia de Darolt et al. (1993) (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização química da cinza vegetal como fertilizante.

pH	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	MgO	SO_4	CaO	Fe	Cu	Mn	B	Zn
$CaCl_2$	..... %												
10,97	0.49	0.79	3.25	4.96	4.20	6.50	0.60	9.10	0.72	0.01	0.04	0.04	0.02

N = Nitrogênio total; P_2O_5 = Fósforo; K_2O = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; MgO = óxido de magnésio; SO_4 = Enxofre; CaO = Óxido de cálcio; Fe = Ferro; Cu = Cobre; Mn = Manganês; B = Boro; Zn = Zinco

Quando a parte vegetativa do crisântemo se desenvolveu, foi instalado na parte interna da casa de vegetação, logo acima do experimento, uma tela de sombreamento (80% de proteção contra radiação solar) para diminuir o fotoperíodo (Figura 4).

Figura 4 – Vista geral do experimento após a instalação da tela de sombreamento (80% de proteção contra radiação solar).

3.2 Caracterização experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, correspondentes a cinco tipos de adubações (Cinza vegetal incubada, Cinza vegetal não incubada, adubo organomineral, adubo mineral e controle) e dois níveis de calagem (com calagem e sem calagem), com cinco repetições, totalizando 50 unidades experimentais (Figura 5).

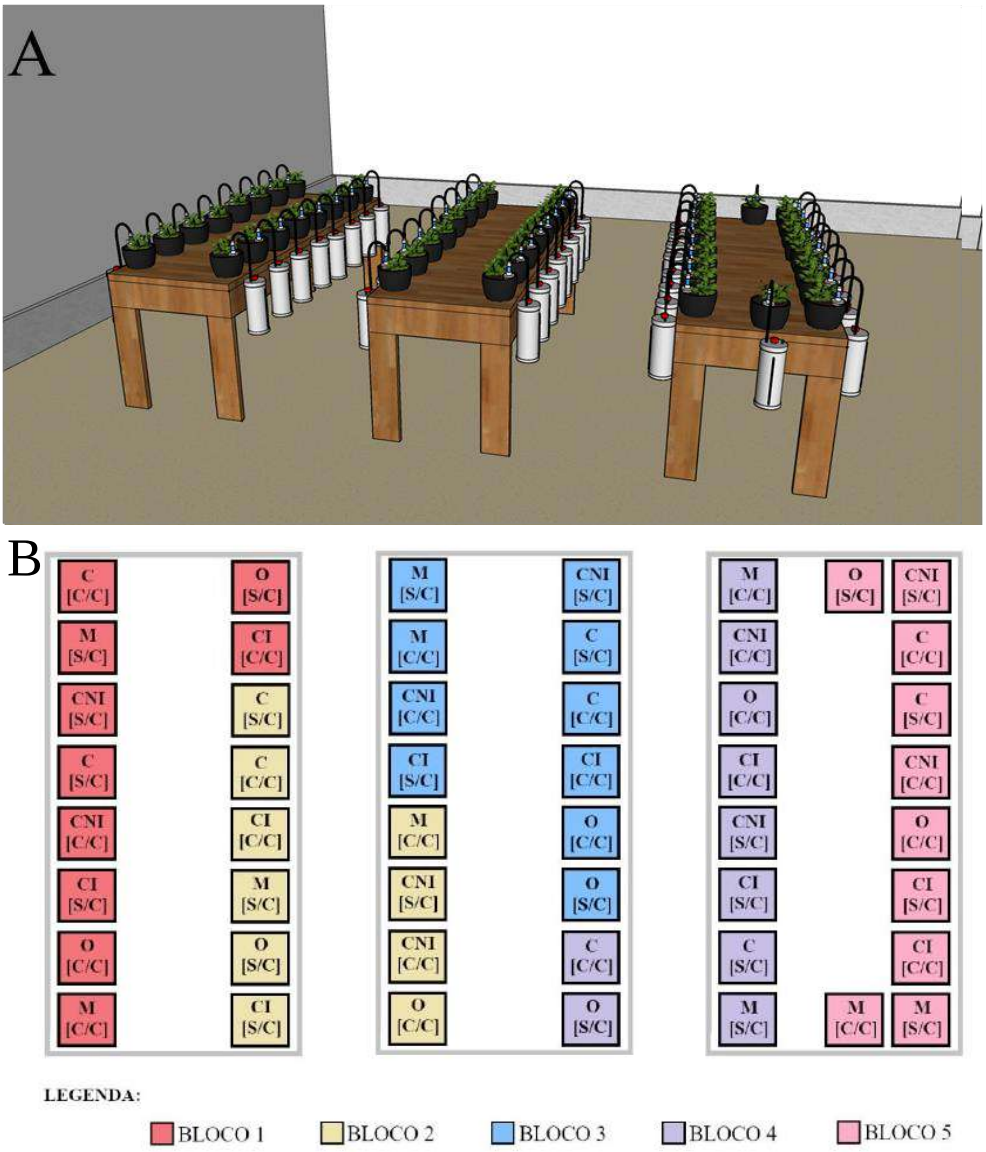

Figura 5 – Croqui em 3D da vista frontal do experimento (A) e croqui 2D dos tratamentos com vista superior do experimento (B). CNI = Cinza não incubada; CI = cinza incubada; M = adubo mineral; O = adubo organomineral; C = Controle; S/C = sem calagem; C/C = com calagem.

3.2.1 Tratamento Cinza Vegetal incubada com calagem

No tratamento cinza vegetal incubada com calagem houve a adubação com cinza vegetal e a aplicação de calagem. A cinza foi misturada ao solo junto com a calagem e ajustada a umidade para 60% da capacidade máxima de retenção de água, posteriormente incubada por 30 dias na casa de vegetação dentro de sacos plásticos etiquetados e fechados. A capacidade de campo do solo foi realizada de acordo com metodologia de Bonfim-Silva et al. (2011a).

A Recomendação de cinza vegetal utilizada foi de 32 g dm^3 (BAR et al., 2018). Foi necessário utilizar a recomendação de cinza para a cultura da Gérbera, por ser a cultura mais semelhante ao Crisântemo, pois pertencem à mesma família e apresentam semelhanças morfológicas. Não foi encontrado recomendação de adubação de cinza vegetal para a cultura do Crisântemo.

Para a necessidade de calagem, utilizou-se calcário cujo PRNT era de 86% e a saturação em bases foi de 70%, faixa adequada de saturação para culturas ornamentais de acordo com Malavolta (1989).

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.2.2 Tratamento Cinza Vegetal incubada sem calagem

No tratamento cinza vegetal incubada sem calagem, houve a adubação com a cinza vegetal e ausência da calagem. A cinza foi misturada ao solo e ajustada a umidade para 60% da capacidade máxima de retenção de água e incubada por 30 dias na casa de vegetação dentro de sacos plásticos etiquetados e fechados. A Recomendação de cinza vegetal utilizada foi de 32 g dm^3 (BAR et al., 2018).

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda sete dias após a primeira.

3.2.3 Tratamento Cinza Vegetal não incubada com calagem

No tratamento cinza vegetal não incubado, houve a adubação com cinza vegetal e a aplicação de calagem, diferindo dos tratamentos anteriores pela forma de aplicação. Neste tratamento somente a calagem foi misturada ao solo e ajustada a umidade para 60% da capacidade máxima de retenção de água e incubada por 30 dias em sacos plásticos na casa de vegetação. Posteriormente, a cinza foi incorporada ao solo no dia da semeadura, 08 de junho de 2021. A recomendação de cinza vegetal utilizada foi de 32 g dm^3 (BAR et al., 2018).

Para a necessidade de calagem, utilizou-se calcário (PRNT de 86%) e a saturação em bases foi de 70%.

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.2.4 Tratamento Cinza Vegetal não incubada sem calagem

No tratamento cinza vegetal não incubada sem calagem, houve a aplicação da adubação com cinza vegetal e ausência de calagem. A adubação foi realizada no momento da semeadura, no dia 08 de junho de 2021. A recomendação de cinza vegetal utilizada foi de 32 g dm^3 (BAR et al., 2018).

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura estava a 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.2.5 Tratamento Mineral com calagem

No tratamento Mineral com calagem, houve a adubação mineral e a aplicação de calagem. A calagem foi misturada ao solo, ajustou-se a umidade para 60% da capacidade máxima de retenção de água e incubada por 30 dias em sacos plásticos etiquetados e fechados na casa de vegetação. Para a necessidade de calagem, utilizou-se calcário (PRNT de 86%) e a saturação em bases foi de 70%. As adubações foram realizadas no momento da semeadura.

A recomendação para a adubação mineral de fósforo (P_2O_5), potássio (K_2O) e micronutrientes foram 360 mg dm^{-3}, 240 mg dm^{-3} e 50 mg dm^{-3}, respectivamente (RIBEIRO et al., 1999). Utilizou-se como fonte de adubação fosfatada o superfosfato simples, cloreto de

potássio como fonte de adubação potássica e FTE (*Fritted Trace Elements*. Composição: Boro 1,8%, Cobre 0,8%, Ferro: 3,0%, Manganês 2,0%, Molibdênio 0,1% e Zinco 9,0%) como fonte de micronutrientes.

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.2.6 Tratamento Mineral sem calagem

No tratamento Mineral sem calagem, houve a adubação mineral e a ausência de calagem. A adubação foi realizada no momento da semeadura.

A recomendação para a adubação mineral de fósforo, potássio e FTE foram 360 mg/dm^3, 240 mg/dm^3 e 50mg/dm^3, respectivamente (RIBEIRO et al., 1999). Utilizou-se como fonte de adubação fosfatada o superfosfato simples, cloreto de potássio como fonte de adubação potássica e FTE (*Fritted Trace Elements*. Composição: Boro 1,8%, Cobre 0,8%, Ferro: 3,0%, Manganês 2,0%, Molibdênio 0,1% e Zinco 9,0%) como fonte de micronutrientes.

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.2.7 Tratamento Organomineral com calagem

Para o tratamento organomineral com calagem foi misturado 50% da recomendação de adubo mineral com 50% da recomendação de cinza vegetal, além disso, houve aplicação da calagem. A calagem foi misturada ao solo, ajustou-se a umidade para 60% da capacidade máxima de retenção de água e incubada por 30 dias em sacos plásticos etiquetados e fechados na casa de vegetação. Para a necessidade de calagem, utilizou-se calcário (PRNT de 86%) e a saturação em bases foi de 70%. As adubações foram incorporadas ao solo no dia da semeadura.

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira. Para este

tratamento também utilizou-se 100% da recomendação de nitrogênio, já que segundo Bonfim-Silva et al. (2015) esse nutriente se perde no processo da queima da cinza vegetal.

3.2.8 Tratamento Organomineral sem calagem

Para o tratamento organomineral sem calagem foi misturado 50% da recomendação de adubo mineral com 50% da recomendação de cinza vegetal, e ausência de calagem. As adubações foram feitas no dia da semeadura.

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura estava a 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.2.9 Tratamento Controle com calagem

O tratamento controle com calagem não recebeu adubação mineral ou orgânica, porém, houve a aplicação de calagem. A calagem foi misturada ao solo, ajustada a umidade para 60% da capacidade máxima de retenção de água e incubada por 30 dias em sacos plásticos etiquetados e fechados na casa de vegetação. Para a necessidade de calagem, utilizou-se calcário (PRNT de 86%) e a saturação em bases foi de 70%.

Para adubação nitrogenada utilizou-se a recomendação de 120 mg dm^3 de acordo com Teixeira (2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.2.10 Tratamento Controle sem calagem

O tratamento controle sem calagem não recebeu adubação mineral, orgânica ou calagem, porém, foi aplicado nitrogênio, na recomendação de 120 mg dm^3 (TEIXEIRA, 2004), parcelada em 2 aplicações de 60 mg dm^{-3} cada. A primeira aplicação foi feita quando a cultura atingiu 10 cm de altura e a segunda aos sete dias após a primeira.

3.3 Manejo da irrigação

A irrigação foi manejada utilizando um modelo de sistema auto-irrigante subsuperficial proposto por Bonfim-Silva et al. (2007). Esse sistema mantém uma tensão controlada de 3kPa e permite a reposição contínua de água na planta de acordo com sua necessidade hídrica.

A quantificação do consumo de água consumido por cada parcela foi possível observando a escala de nível presa ao Mariotte.

A água nos frascos de Mariotte era reposta sempre que necessário, e quantidade era medida utilizando proveta.

3.4 Tratos culturais

Durante a condução do experimento de Crisântemo, houve ocorrência de lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) em duas parcelas (Figura 6).

Figura 6 – Parcela com organomineral afetada pela presença de *Agrotis ipsilon* (A); e parcela com cinza vegetal afetada pela *Agrotis ipsilon* (B).

O controle químico foi realizado com um inseticida de princípio ativo Deltrametrina, com intervalo de aplicação de sete dias.

Também houve ocorrência de tripes (*Thysanoptera*) e mosca branca (*Bemisia tabaci),* cujo controle foi efetuado com uma aplicação de Acetamiprid (princípio ativo Acetamiprido),

com dose recomendada pelo fabricante para a cultura de Crisântemo. Posteriormente, para evitar a disseminação desses insetos (tripes, lagartas e mosca branca) realizou-se aplicação de inseticida a base de Deltametrina em intervalos de sete dias.

3.5 Variáveis analisadas

As variáveis fitométricas analisadas foram:

- Altura de planta: Com o auxílio de uma régua graduada, levantou-se a parte aérea da cultura e mediu-se rente ao solo até o ápice da folha mais alta;
- Número de folhas: Contado manualmente as folhas de cada parcela;
- Índice SPAD: A determinação do índice de clorofila foi realizada com o auxílio do medidor portátil de clorofila Minolta *Chlorophyll meter* SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*). Foram escolhidas 6 folhas aleatórias de cada parcela para fazer a leitura e obter a média do índice (Figura 7).

Figura 7 – Leitura do índice de clorofila SPAD das folhas de Crisântemo.

- Área foliar: Após o corte da cultura, separou-se as folhas e utilizou-se o aparelho integrador de área foliar LI 3100 para medir a área foliar total de cada parcela (unidade);

As variáveis produtivas analisadas foram:

- Volume de raiz: Utilizando uma proveta graduada de 1000mL, a raiz de cada vaso foi colocada dentro dessa proveta contendo um volume de água conhecido. A diferença excedente de volume observado após a adição da raiz equivale a seu volume;
- Massa fresca da parte aérea: As folhas de cada parcela foram pesadas com uma balança semi-analítica;
- Massa seca da parte aérea: A parte aérea de cada parcela foi colocada em sacos de papel na estufa de circulação fechada a 65ºC, por um período de 72 horas para secá-las e posteriormente pesá-las em uma balança semi-analítica.
- Massa seca de raízes: Após a lavagem das raízes, elas foram colocadas em sacos de papel identificados de acordo com seu respectivo tratamento e depois levadas a estufa de circulação fechada a 65ºC, por um período de 72 horas para secá-las. A massa seca de raízes foi pesada com o auxílio de uma balança analítica;
- Eficiência no uso da água (EUA): Determinada pela razão entre a quantidade de massa seca da parte aérea de cada tratamento e o consumo total de água de cada tratamento, conforme demonstra a fórmula abaixo:

$$\mathrm{EUA} = \frac{\mathrm{MSPA}}{\mathrm{CTA}}$$

Em que,

EUA: Eficiência no uso da água (g MS L^{-1})
MSPA: Massa seca da parte aérea (g $vaso^{-1}$);
CTA: Consumo total de água (L $vaso^{-1}$).

- Consumo total de água: Total de água que cada tratamento consumiu durante a condução do experimento;

As variáveis dos atributos químicos do solo analisadas foram:

- Característica química do solo (determinação do pH): Essa análise foi feita no laboratório de solos da Universidade Federal de Rondonópolis. Foram realizadas

análises de pH do solo 30 dias após a semeadura e no momento do corte do Crisântemo (185 dias após a semeadura). Para determinar o pH foi utilizado a solução de $CaCl_2$ (concentração 0,01 mol L^{-1}) e o auxílio do pHmetro (Figura 8).

Figura 8 – Leitura do pH do solo de uma parcela do experimento.

- Características químicas do solo (Alumínio, Hidrogênio, Matéria Orgânica, Soma de Bases, CTC, Saturação por bases e determinação de macronutrientes e micronutrientes): Após o corte do Crisântemo, o solo de cada parcela foi encaminhado para um laboratório de solos especializado, para ser realizado a análise dos atributos químicos do solo. Para caracterização química do solo foram utilizadas quatro repetições de cada tratamento.

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e quando significativos foram submetidos ao teste Tukey ambos a 5% de probabilidade de erro. A análise estatística foi realizada com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Fitométricas

4.1.1 Altura de plantas

Para a variável altura de plantas houve diferença significativa para os fatores adubo e calagem de forma isolada, não havendo interação entre eles. Em relação ao tipo de adubação, cinza vegetal incubada, cinza vegetal não incubada e organomineral apresentaram os maiores valores para altura de plantas, 16,36 cm, 15,7 cm e 18,12 cm, respectivamente (Figura 9). Vale ressaltar que o tratamento com organomineral apresentou valores de altura de plantas que se enquadram na qualidade exigida para a comercialização das flores ornamentais de acordo com IBRAFLOR (2013).

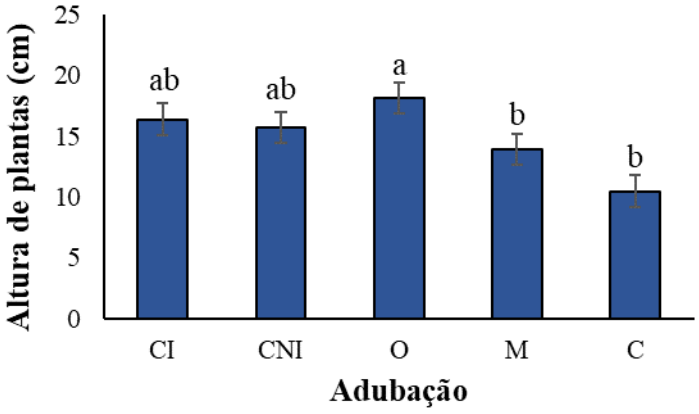

Figura 9 – Altura de plantas (cm) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

No fator calagem de forma isolada, as maiores alturas foram encontradas nos tratamentos sem calagem, 15,66 cm (Figura 10). Pode-se justificar as maiores alturas serem observadas nos tratamentos sem calagem e com cinza vegetal, pois a cinza vegetal possui em sua composição e cálcio e potássio (Tabela 2). O cálcio tem como uma de suas funções elevar a saturação por bases do solo. Já o potássio tem como função a ativação enzimática. Alguns estudos observaram o aumento da produtividade e crescimento de plantas em função da aplicação de adubação potássica (AKSU & ALTAY, 2020; FRANCO et al., 2021).

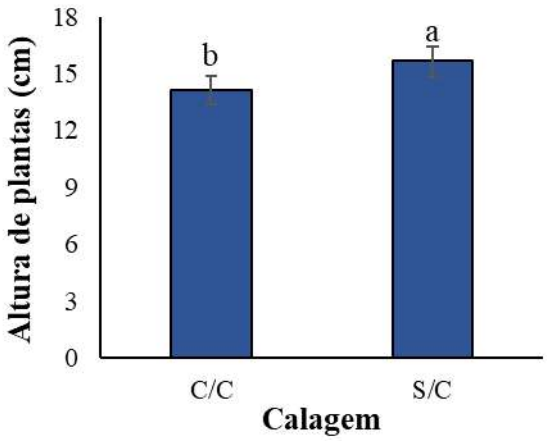

Figura 10 – Altura de plantas (cm) em função da calagem no cultivo de Crisântemo. C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Dessa forma, observa-se que a cinza vegetal é uma alternativa para correção de acidez do solo, e adubos que possuem cinza em sua composição obtiveram as maiores alturas do Crisântemo (*Dendranthema grandiflora*). Diversos estudos comprovaram que a cinza vegetal possui bases em sua composição que neutralizam a acidez do solo (GOH E HARDTER, 2003; PRADO et al., 2002). Santos et at. (2005) ainda explanam que a cinza tem potencial para ser utilizada como fertilizante. Barceli et al. (2020) em seus estudos com cinza vegetal na produção de flores de gladíolos (*Gladiolus L.*) observaram aumento da altura de plantas em função da aplicação da cinza vegetal.

4.1.2 Número de folhas

Na variável número de folhas houve diferença estatística no fator adubação de forma isolada. Não houve interação entre a adubação e a calagem, assim como também não houve diferença estatística para o fator calagem de forma isolada. Os maiores valores encontrados foram nos tratamentos com adubo mineral, cinza vegetal incubada e organomineral, sendo 201, 198 e 181 folhas, respectivamente (Figura 11).

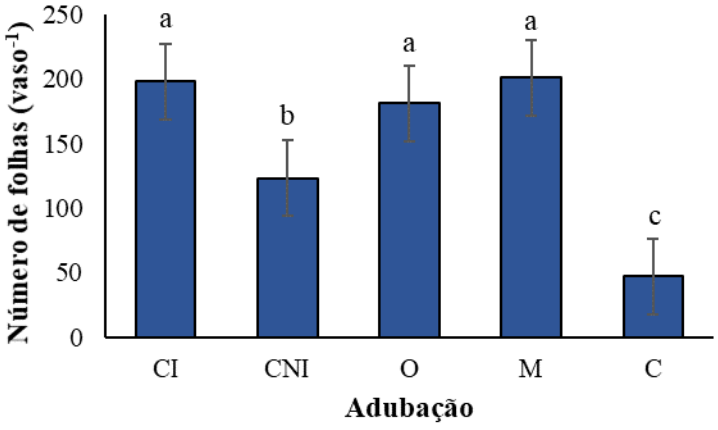

Figura 11 – Número de folhas (vaso^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O número de folhas é de suma importância, pois interfere na atividade fotossintética da planta (BONFIM-SILVA et at., 2020e), já que quanto maior o número de folhas, maior é a área de absorção de energia solar.

Observa-se que os tratamentos com cinza vegetal em sua composição, com exceção da cinza vegetal não incubada, não se diferiram estatisticamente da adubação mineral, logo, observa-se que a cinza é uma alternativa viável para substituir totalmente ou parcialmente a adubação mineral em relação a variável número de folhas.

O tratamento da cinza vegetal não incubado não desenvolveu bem a parte vegetativa, isso pode ser explicado pela sua forma de aplicação. Bonfim-Silva et al. (2020d) explanam que a aplicação da cinza vegetal durante a emergência inicial pode causar condições alcalinas concentradas no solo, afetando o desenvolvimento da planta. Vale ressaltar, que em algumas repetições desse tratamento a planta não resistiu a condição alcalina e não sobreviveu.

4.1.3 Índice de clorofila

O índice de clorofila apresentou diferença significativa para adubação de forma isolada, não apresentou interação entre os fatores adubo e calagem, e não houve diferença estatística para o fator calagem. Dessa forma, observa-se maiores valores de índice de clorofila para os tratamentos cinza vegetal incubada, organomineral, mineral e controle, respectivamente, 44.72, 52.04, 47.7 e 73.73 (Figura 12).

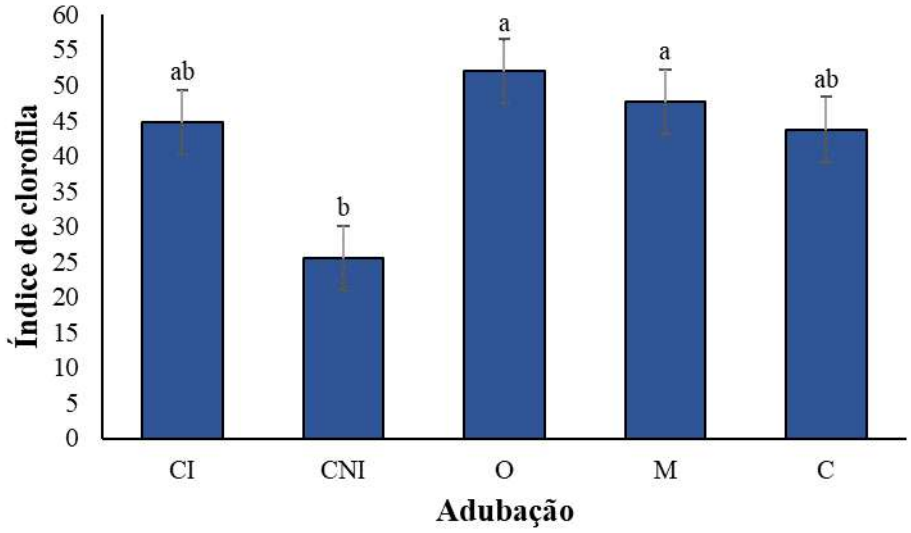

Figura 12– Índice de clorofila em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

A clorofila é essencial para o desenvolvimento das culturas e o nitrogênio é fundamental para a síntese dela (PETRIM et al., 2020). O tratamento com cinza vegetal não incubada foi a que obteve o menor índice de clorofila (25,45).

FREITAS et al. (2020) observaram em seus estudos com adubação organomineral no cultivo de girassol que a adubação mineral proporcionou maiores teores de clorofila.

4.1.4 Área Foliar Total

A variável área foliar total foi significativo apenas para o fator adubação de forma isolada, em que os tratamentos com adubação de cinza vegetal incubada, organomineral e mineral obtiveram os maiores valores de área foliar total, 1472,884 cm^2 $vaso^{-1}$, 1909,214 cm^2 $vaso^{-1}$ e 1582,82 cm^2 $vaso^{-1}$, respectivamente (Figura 13).

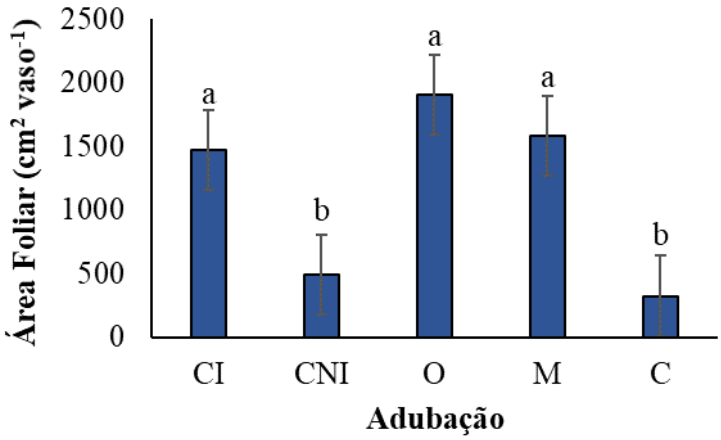

Figura 13 – Área Foliar total (cm^2 $vaso^{-1}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

A área foliar é de importância para análise da atividade fotossintética das culturas, ou seja, está relacionada diretamente a produção vegetal. Leoni et al. (2019) em seus estudos comparando dois tipos de adubações (mineral e mineral associado a adubação orgânica) no cultivo de Crisântemo (*Dendranthema grandiflorum*), encontraram que a adubação mineral associada ao adubo orgânico proporcionou aumento significativo de 46% (3017 cm^2) no valor da área foliar comparado ao tratamento com adubação mineral (2064 cm^2).

Estudos já demonstraram o potencial da cinza vegetal para o aumento da produção das culturas, como Bar et al. (2018) em seu estudo do cultivo da Gérbera sob diferentes doses de cinza vegetal e disponibilidade hídrica observou que a cinza atuou como fertilizante e corretivo de acidez do solo, aumentando a produção de flores.

Nesse estudo, observa-se que a associação da cinza vegetal com o adubo mineral proporcionou bons resultados para a variável área foliar no cultivo do Crisântemo, sendo uma alternativa viável para a produção dessa cultura.

4.2 Variáveis produtivas

4.2.1 Massa Fresca da parte aérea

A variável massa fresca da parte aérea foi estatisticamente significativa para adubação de forma isolada. Os tratamentos com cinza vegetal incubada, organomineral e mineral

obtiveram os maiores valores de massa fresca, sendo respectivamente, 81,019g vaso^{-1}, 99,648g vaso^{-1} e 81,757g vaso^{-1} (Figura 14). O tratamento cinza vegetal não incubado e controle obtiveram os menores valores de massa fresca. A cinza vegetal quando colocada no momento da semeadura, sem incubar com o solo, proporcionou condições alcalinas às parcelas, inibindo a germinação das sementes, isso justifica valores menores de massa fresca para o tratamento com cinza vegetal não incubada.

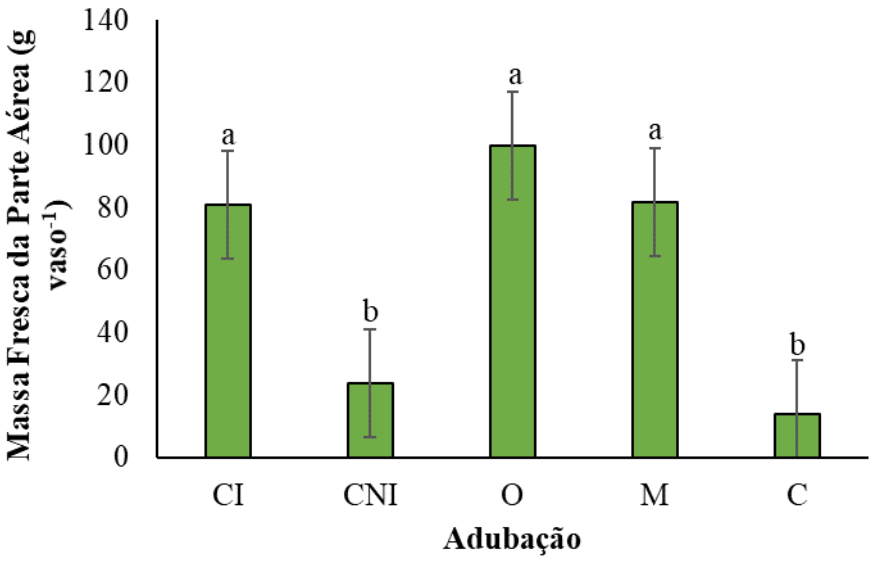

Figura 14 – Massa Fresca da Parte Aérea (g vaso^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Albuquerque et al. (2010) observaram em seus estudos com a Helicônia Golden Torch (*Heliconia psittacorum x Heliconia spathocircinada*) sob influência da adubação mineral e orgânica, que a adubação orgânica otimizou a adubação mineral quando associada, proporcionando maior produtividade da cultura.

A adubação com cinza vegetal incubada, organomineral e mineral não se diferiram estatisticamente na variável massa fresca da parte aérea, dessa forma, observa-se que a cinza vegetal é uma alternativa de adubação total ou parcial para a produção de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora*).

4.2.2 Massa Seca da parte aérea

A variável massa seca da parte aérea foi significativa estatisticamente apenas para o fator adubação de forma isolada. Os maiores valores de massa seca foram observados nos

tratamentos com cinza vegetal incubada, organomineral e mineral, respectivamente, 13,385g vaso^{-1}, 17,05g vaso^{-1} e 14,5g vaso^{-1} (Figura 15).

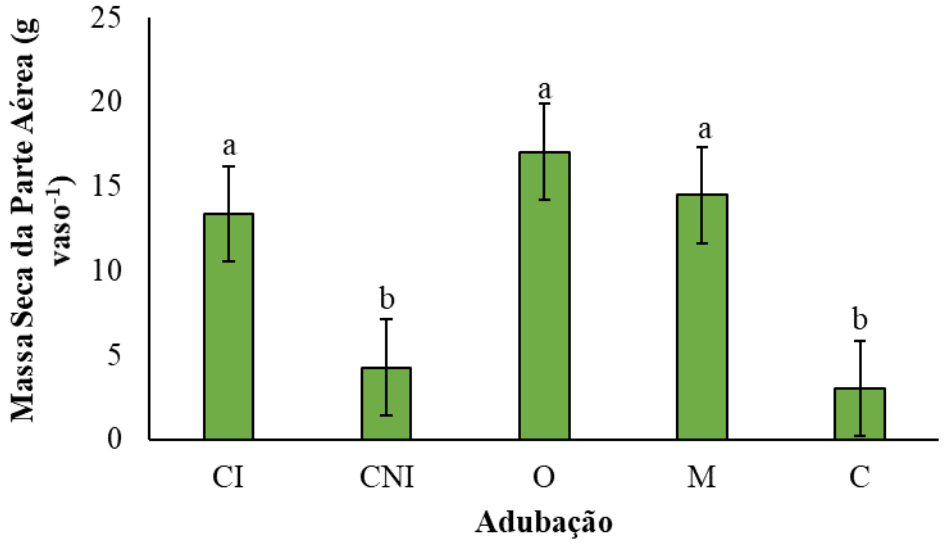

Figura 15 – Massa Seca da Parte Aérea (g vaso^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Vale enfatizar, que a variável massa fresca e a variável massa seca da parte aérea demonstram relação de absorção de água e nutrientes com a produção das plantas. Chang et al. (2010) estudando adubação mineral e orgânica no cultivo da flor Antúria (*Anthurium andreanum*) verificaram que a adubação orgânica apresentou os mesmos resultados de produção da cultura em relação a adubação mineral.

Bonfim-Silva et al. (2020e) observaram em seus estudos que os maiores valores de massa seca da parte aérea do rabanete foram encontrados nos tratamentos com adubações com cinza vegetal e o organomineral. Santos et al. (2005) encontraram que a adubação com cinza mostrou ser mais eficiente na produção de matéria seca de milho do que a adubação mineral com superfosfato simples.

Nota-se que a associação da cinza vegetal com o adubo mineral proporcionou bons resultados para a massa seca da parte aérea, sendo uma alternativa viável para a produção de Crisântemo.

4.2.3 Massa Seca de raiz

A massa seca de raiz foi estatisticamente significativo para o fator adubação de forma isolada, não houve interação e diferença significativa para o fator calagem. Os maiores valores de massa seca de raiz foram obtidos nos tratamentos com cinza vegetal incubada, organomineral e mineral, sendo respectivamente, 24,325g vaso^{-1}, 34,43g vaso^{-1} e 31,305g vaso^{-1} (Figura 16).

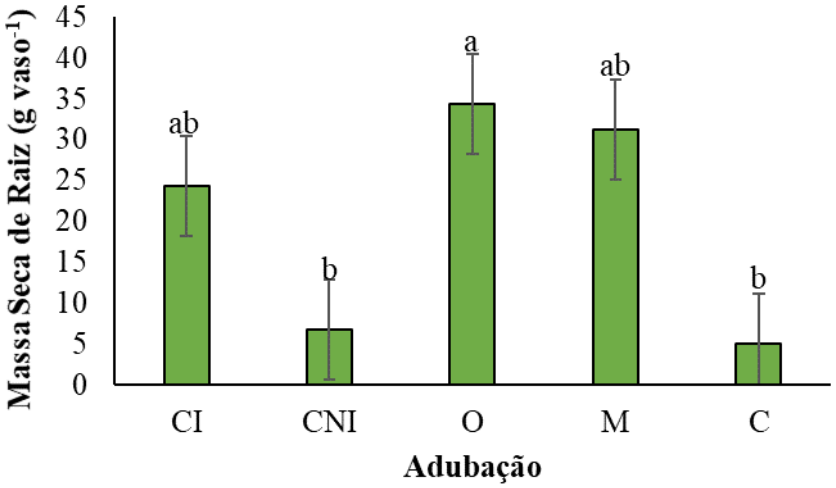

Figura 16 – Massa Seca de Raiz (g vaso^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Os resultados de massa seca de raiz do Crisântemo corroboram com Sousa et al. (2021), estes encontraram em seus estudos sobre a produção de mudas de Leucena (*Leucaena leucocephala*) adubados com fertilizante mineral e organomineral, que o fertilizante organomineral proporcionou maior massa seca de raiz em comparação com o adubo mineral.

Nesta pesquisa, observa-se que a cinza vegetal pode substituir o adubo mineral totalmente ou parcialmente, pois obtiveram valores próximos de produção de massa seca da raiz. Vale ressaltar que a forma de aplicação da cinza vegetal influenciou na massa seca de raiz. A cinza vegetal quando colocada no momento da semeadura inibiu a germinação das sementes, ou seja, algumas parcelas ficaram sem plantas, além disso, as que sobreviveram, as raízes não tiveram bom desenvolvimento devido a condição alcalina do solo.

4.2.4 Volume de raiz

O volume de raiz foi significativo estatisticamente apenas para o fator adubação de forma isolada. Não houve diferença estatística para o fator calagem. Observa-se que os maiores valores encontram-se nas adubações com cinza vegetal incubada, organomineral e mineral, sendo respectivamente, 84,5 mL, 103 mL e 96 mL (Figura 17).

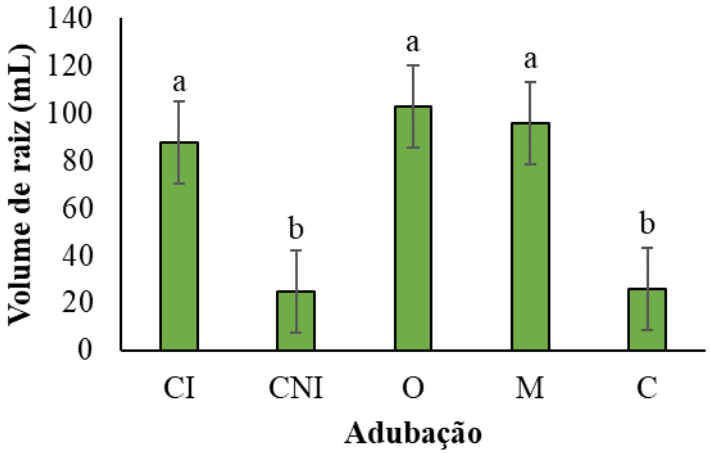

Figura 17 – Volume de raiz (mL) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Os dados corroboram com Ferro et al. (2018), que observaram em seus estudos sobre diferentes fontes de adubações no cultivo de trigo, melhores resultados para volume de raiz quando a cultura foi adubada com organomineral.

Bittecourt (2006) explana que a associação da matéria orgânica com a adubação mineral promove aumento da capacidade de troca de cátios e atua na liberação dos nutrientes para a cultura.

No presente estudo, o tratamento organomineral, mineral e cinza incubada não se diferiram estatisticamente e pode-se observar visualmente esses resultados, conforme mostra a Figura 18.

Figura 18 – Volume das raízes de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora*). CI: Cinza incubada; CNI: Cinza vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle.

4.2.5 Consumo total de água

A variável consumo total de água foi estatisticamente significativo para o fator adubação de forma isolada, não houve diferença significativa para o fator calagem. O maior consumo de água foi observado no tratamento com adubo mineral, 26,58L vaso^{-1} (Figura 19).

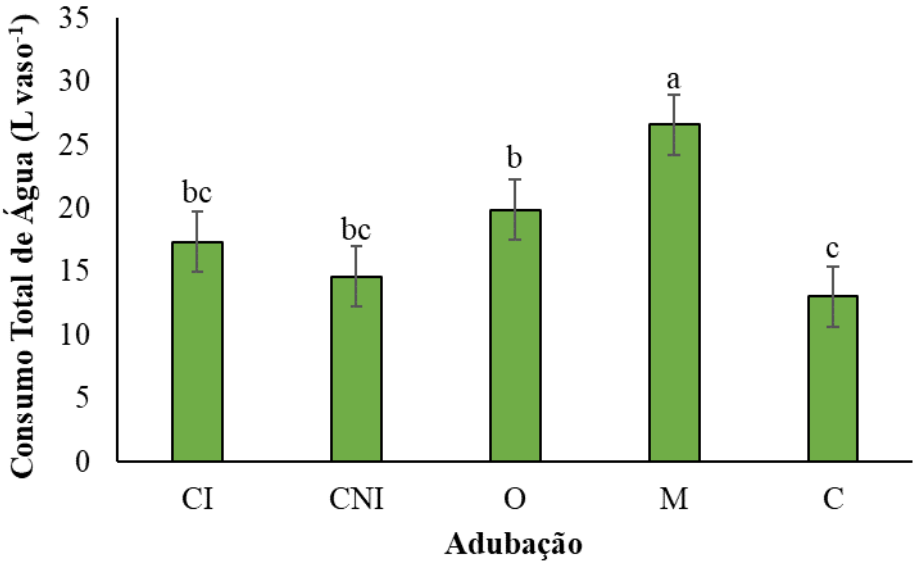

Figura 19 – Consumo Total de água (L vaso^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Os tratamentos de controle e cinza vegetal não incubada obtiveram o menor consumo de água. Isso pode ser justificado pelo tamanho das culturas nesses tratamentos, já que tanto o

controle quanto a cinza vegetal não incubada obtiveram as plantas com menor desenvolvimento. Vale ressaltar que algumas repetições não resistiram a condição alcalina do tratamento com cinza vegetal não incubada e algumas não resistiram a acidez do solo e falta de nutrientes do tratamento controle.

Farias et al. (2004) em seus estudos do manejo da irrigação na cultura do crisântemo, explanam que o consumo de água das culturas ornamentais em casas de vegetação são poucos estudadas, além disso, as plantas em ambiente protegido que estão em local diferente do externo, o consumo de água é menor.

Um consumo maior de água não significa que a planta possui melhor desenvolvimento, um exemplo é a massa fresca da parte aérea em que os tratamentos organomineral e cinza vegetal incubado obtiveram valores que não se diferiram estatisticamente do tratamento com adubação mineral. Por isso é fundamental o estudo de outras variáveis, para entender a associação entre elas e buscar o manejo mais eficiente.

4.2.6 Eficiência no Uso da Água

A eficiência no uso da água foi estatisticamente significativa para adubação de forma isolada, em que observou-se maiores eficiências nos tratamentos com cinza vegetal incubada, organomineral e mineral, sendo respectivamente, 0,706g MS L^{-1}, 0,856g MS L^{-1} e 0,566g MS L^{-1} (Figura 20).

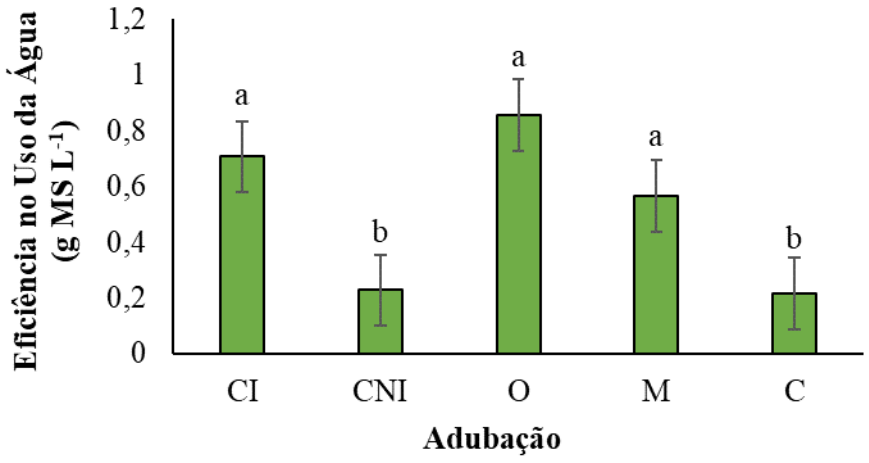

Figura 20 – Eficiência no uso da água (g MS L^{-1}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

A eficiência no uso da água é a relação entre o consumo total de água com a massa seca da parte aérea. Observou-se que o tratamento mineral obteve o maior consumo de água, mas em relação a eficiência, possui a mesma eficiência que o tratamento organomineral e cinza vegetal incubada.

Dessa forma, nota-se que os tratamentos com cinza vegetal em sua composição são uma ótima alternativa para adubação do crisântemo, já que consomem menos água que o mineral, além de possuírem a mesma eficiência no uso da água. Assim, o produtor poderá ter economia na produção. Rego et al. (2009) pesquisando a produtividade de Crisântemo em função de lâminas de irrigação observaram que conforme aumenta a lâmina, diminui a eficiência no uso da água.

Da mesma forma, no presente estudo a umidade do solo foi controlada e igual para todos os tratamentos. Observou-se que o tratamento mineral teve o maior consumo de água, porém, menor eficiência, se igualando a eficiência dos tratamentos com cinza incubada e organomineral.

4.3 Características químicas do solo

4.3.1 pH do solo

Na variável pH, é possível observar a caracterização do nível de acidez do solo em função dos tipos de adubação e níveis de calagem, classificando-a de acordo com a literatura (Tabela 3). Os dados demonstram que tratamentos com cinza vegetal e/ou calagem proporcionaram aumento do pH do solo e consequentemente diminuição da acidez do Latossolo, enquanto tratamentos sem cinza vegetal em sua composição e/ou ausência de calagem mantiveram a acidez do solo elevada.

Tabela 3 – Caracterização da acidez do solo em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	pH ($CaCl_2$) (30 DAS)	Acidez do solo (Van Raij et al. 1997)	pH ($CaCl_2$) (185 DAS)	Acidez do solo (Van Raij et al. 1997)
C I (C/C)	7,64	Muito baixa	6,2	Muito baixa
C I (S/C)	7,61	Muito baixa	6,0	Muito baixa
C NI (C/C)	9,35	Muito baixa	6,4	Muito baixa
C NI (S/C)	9,23	Muito baixa	6,1	Muito baixa
O (C/C)	8,32	Muito baixa	5,7	Baixa
O (S/C)	6,92	Muito baixa	5,1	Média
M (C/C)	5,1	Média	5,1	Média
M (S/C)	4,93	Alta	4,2	Muito alta
C (C/C)	5,13	Média	5,2	Média
C (S/C)	4,71	Alta	4,4	Alta

CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem; DAS: Dias Após Semeadura.

O pH do solo aos 30 e 185 dias após semeadura (DAS) apresentou diferença significativa para interação dos fatores. Em relação ao pH em função da adubação de forma isolada observa-se que o tratamento com cinza vegetal não incubada ficou com pH alto aos 30 DAS (9,22) (Figura 21A), dessa forma, não germinou algumas repetições, sendo necessário transplantar mudas reservas em algumas repetições.

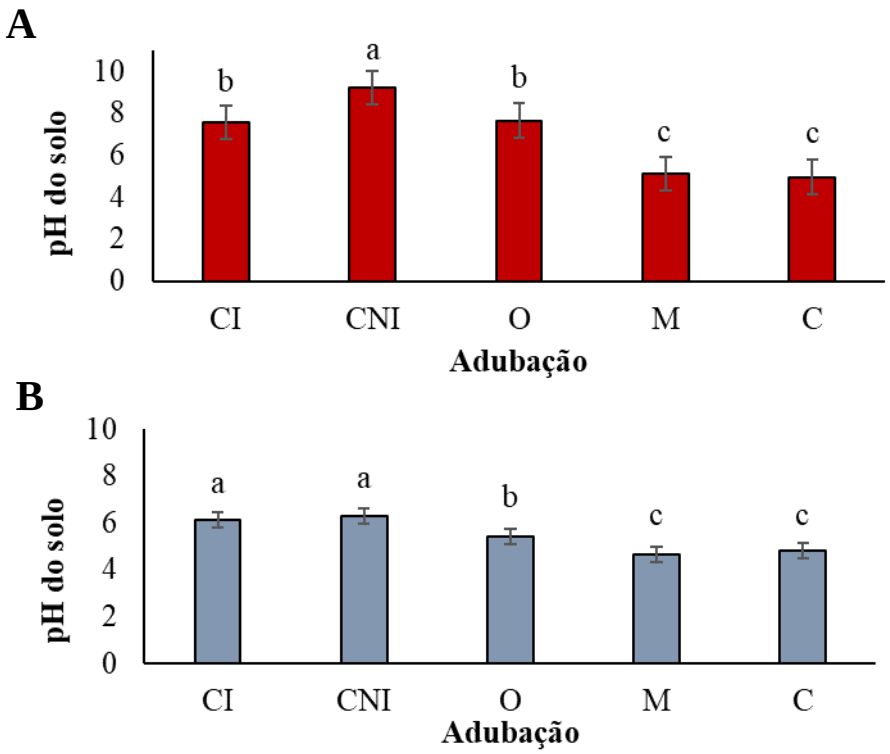

Figura 21 – pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) E AOS 185 DAS (B) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O pH é importante para o desenvolvimento das culturas. Além disso, está entre os principais fatores que influenciam a germinação de sementes (Li et al., 2020). Costa et al. (2015) observaram alta mortalidade de plântulas de tomate devido o pH alto em alguns tratamentos.

Aos 185 DAS o pH dos tratamentos diminuíram em relação aos 30 DAS (Figura 21B), os tratamentos com cinza vegetal incubado e cinza vegetal não incubado, obtiveram os maiores valores de pH, 6,1 e 6,27, respectivamente, ficando em uma faixa ideal para o cultivo de Crisântemo. De acordo com Teixeira (2004) o pH ideal para o cultivo do Crisântemo está entre 5,5 e 6,5.

O pH também foi significativo para o tratamento com calagem de forma isolada (Figura 22). Observou-se que o tratamento com calagem obteve maior pH aos 30 e 185 DAS, 7,12 e 5,71, respectivamente (Figura 22A e 22B). De acordo com Hansted (2020) a calagem é utilizada para corrigir a acidez do solo, aumentando o pH e promovendo para a cultura maior absorção dos nutrientes do solo. A calagem aumenta o pH, diminui elementos como alumínio, manganês e ferro que podem ser tóxicos em solos ácidos, aumenta a disponibilidade de

nutrientes como nitrogênio, fósforo e enxofre, fornece ao solo cálcio e magnésio, além de melhorar as características físicas do solo (MALAVOLTA, 1989).

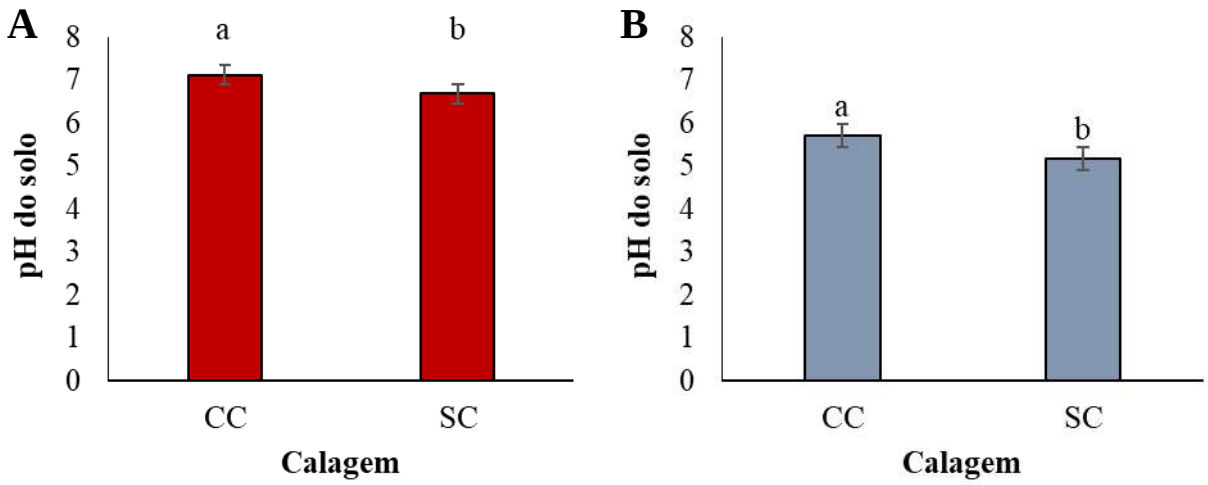

Figura 22 – pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) e 185 DAS (B) em função da calagem no cultivo de Crisântemo. C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

A cinza vegetal é um resíduo alcalino, utilizado para corrigir a acidez do solo, aumentando o pH e diminuindo a toxidade por alumínio (BONFIM-SILVA et al., 2020a). Observa-se que o tratamento cinza vegetal não incubada com calagem aos 30 DAS apresentou maior valor de pH (9,22) (Figura 23A). Já os tratamentos com adubação mineral e controle os menores valores de pH, 5,29 e 5,21, respectivamente.

Aos 185 dias após semeadura (Figura 23B), os maiores valores de pH foram encontrados nos tratamentos de cinza vegetal incubada e não incubada, 6,18 e 6,42, respectivamente. E os menores valores de pH nos tratamentos com mineral (5,2) e controle (5,08).

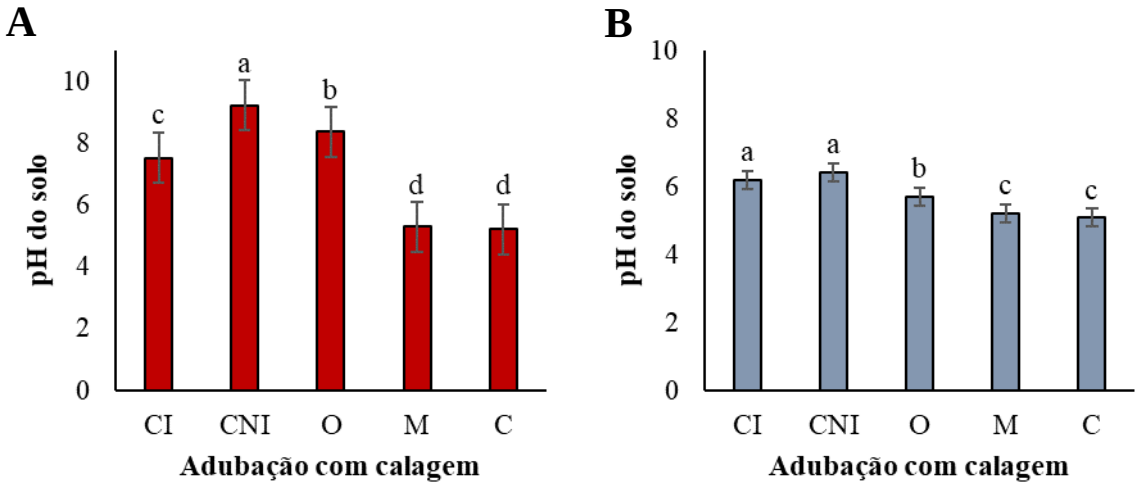

Figura 23 – pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) e aos 185 DAS (B) em função da interação dos tipos de adubações e do fator com calagem no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Em relação aos tipos de adubação sem calagem, também foi observado aos 30 DAS (Figura 24A), maior valor do pH no tratamento cinza vegetal não incubado (9,23) e menor valor de pH no tratamento controle (4,71). No entanto, aos 185 DAS (Figura 24B), os maiores valores foram encontrados nos tratamentos com cinza vegetal incubado (6,02) e não incubado (6,12) e os menores valor de pH nos tratamentos com adubação mineral (4,24) e controle (4,4).

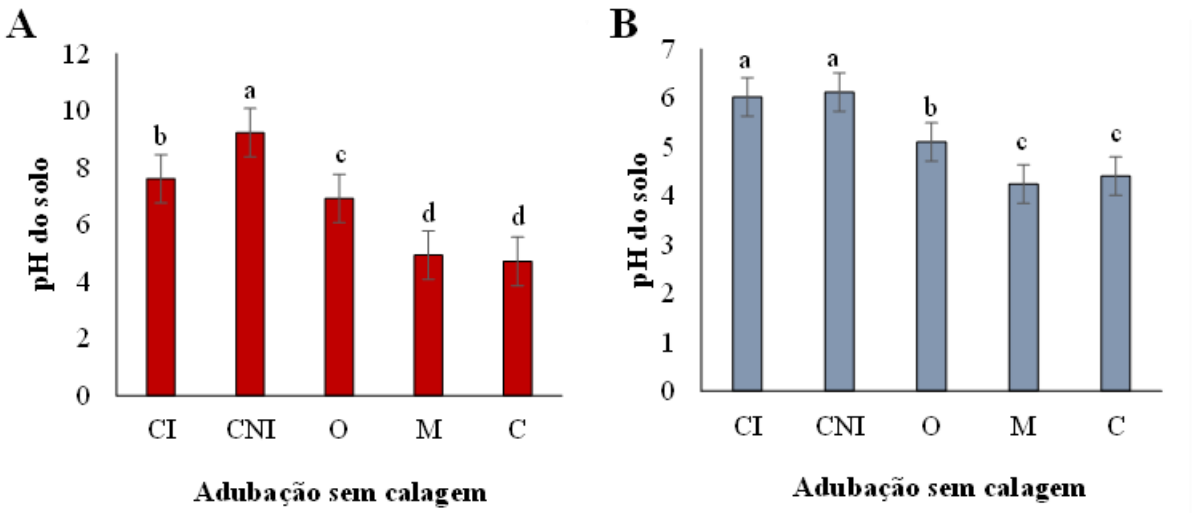

Figura 24 - pH do Latossolo Vermelho distrófico aos 30 DAS (A) e aos 185 DAS (B) em função da interação dos tipos de adubações com o fator sem calagem no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; DAS: Dias Após Semeadura. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

4.3.2 Alumínio (Al)

O Latossolo é um solo naturalmente ácido, com alta presença de alumínio e baixo nível de cálcio (Tabela 1). Segundo Oliveira (2011) é difícil a correção deste elemento, pois sua presença não está somente na camada superficial, mas também em subsuperfície. Além disso, a presença do alumínio no solo ácido é o que mais causa prejuízo na produção agrícola (RYAN & DELHAIZE, 2017).

A toxidade de alumínio afeta o sistema radicular, diminui a absorção de água e nutrientes pelas plantas, ou seja, redução da produção (LABANCA, 2019). Observa-se a caracterização do teor de alumínio no solo de acordo com a literatura em função dos tratamentos (Tabela 4). Nota-se que os tratamentos que obtiveram cinza vegetal parcial ou total em sua composição e/ou presença de calagem anularam o alumínio do Latossolo Vermelho distrófico.

Tabela 4 – Caracterização do teor de Alumínio (Al^{3+}) do Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	**Alumínio ($cmol_c\ dm^{-3}$)**	**Acidez trocável (Al^{3+}) (Ribeiro et al. 1999)**
C I (C/C)	0	Muito Baixo
C I (S/C)	0	Muito Baixo
C NI (C/C)	0	Muito Baixo
C NI (S/C)	0	Muito Baixo
O (C/C)	0	Muito Baixo
O (S/C)	0	Muito Baixo
M (C/C)	0	Muito Baixo
M (S/C)	0,65	Médio
C (C/C)	0	Muito Baixo
C (S/C)	0,44	Baixo

CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem.

A variável Alumínio foi estatisticamente significativo para interação do fator adubação com a ausência de calagem. Observa-se que de forma isolada no fator adubação (Figura 25) a

maior concentração de alumínio está nos tratamentos com adubação mineral e controle, 0,325 $cmol_c\ dm^{-3}$ e 0,221 $cmol_c\ dm^{-3}$, respectivamente. Já no fator calagem de forma isolada, nota-se que o alumínio ficou nulo com a aplicação de calagem (Figura 26).

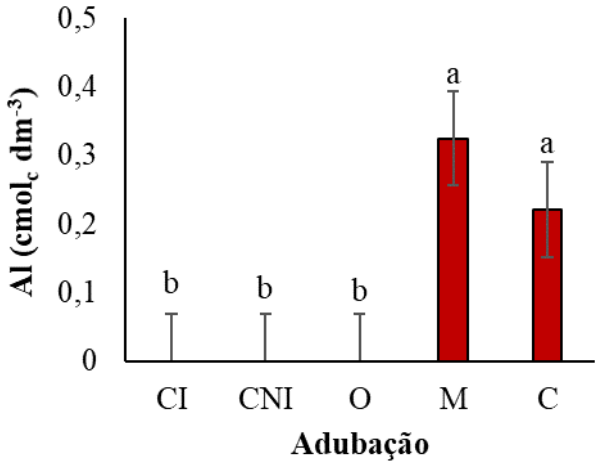

Figura 25 – Alumínio ($cmol_c\ dm^{-3}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico**.** CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

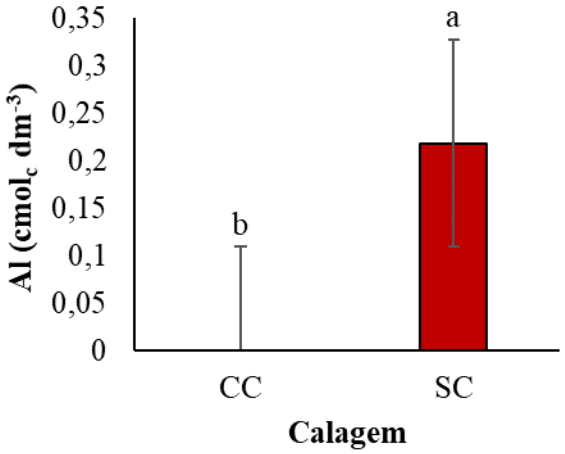

Figura 26 – Alumínio ($cmol_c\ dm^{-3}$) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico**.** CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Além disso, observa-se que com a ausência de aplicação de calagem na interação com os tipos de adubação, os tratamentos com cinza vegetal incubada, cinza vegetal não incubada e organomineral anularam o alumínio do solo (Figura 27), ou seja, não há necessidade da

calagem para diminuir a toxidade do alumínio quando utilizados adubações que contenham cinza vegetal em sua composição.

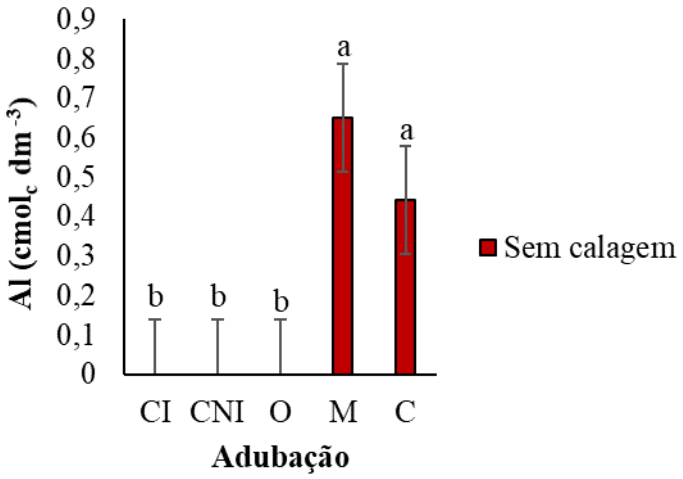

Figura 27 – Alumínio ($cmol_c\ dm^{-3}$) em função dos tipos de adubações com ausência de calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico**.** CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Os dados corroboram com a explanação de Lima et al. (2009), que estudando a capacidade da cinza vegetal como neutralizante de alumínio trocável, no cultivo de mamona, observaram que a adição da cinza vegetal eleva o pH e teores de P, K e Mg no solo, além de reduzir o Alumínio.

4.3.3 Hidrogênio (H)

A variável Hidrogênio foi estatisticamente significativa para os fatores adubação e calagem de forma isolada. O tratamento mineral foi o que possuiu o maior valor de hidrogênio 4,905 $cmol_c\ dm^{-3}$ (Figura 28) e os tratamentos com cinza vegetal em sua composição foram os que obtiveram o menor valor de hidrogênio, cinza vegetal incubada 1,37 $cmol_c\ dm^{-3}$ e cinza vegetal não incubada 1,025 $cmol_c\ dm^{-3}$.

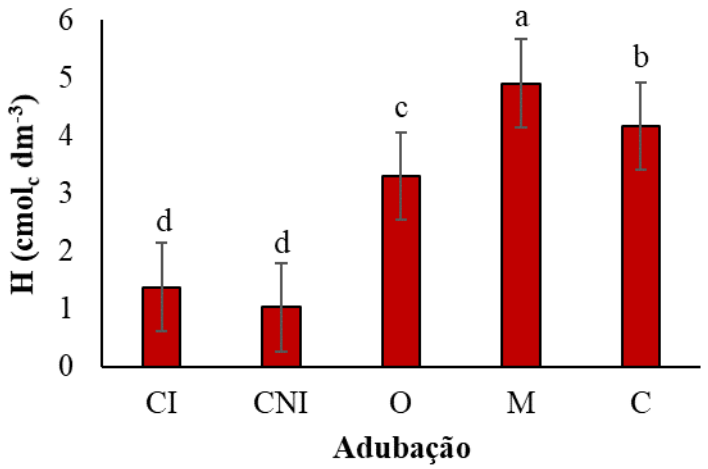

Figura 28 – Hidrogênio (cmol$_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Segundo Santos et al. (2021) a soma dos cátions trocáveis (hidrogênio e alumínio) é a acidez potencial dos solos. A cinza vegetal neutraliza a acidez do solo e diversos estudos demonstram isso como BONFIM-SILVA et al., 2011b que em seus estudos com *Crotalária juncea* adubada com cinza vegetal, observaram que a cinza é uma alternativa de adubo e corretivo do solo.

Nota-se que no fator calagem de forma isolada, os tratamentos que receberam calagem foram os que obtiveram menos hidrogênio (Figura 29).

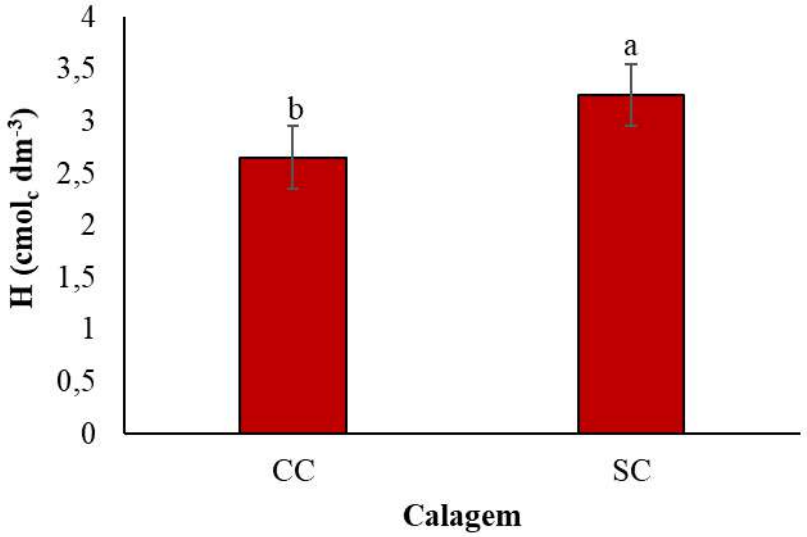

Figura 29 – Hidrogênio (cmol$_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

4.3.4 Matéria Orgânica (MO)

A variável matéria orgânica foi estatisticamente significativa para os fatores adubação e calagem de forma isolada. A matéria orgânica em função da adubação foi maior nos tratamentos com mineral, organomineral e controle, 30,31 g dm^{-3}, 25,91 g dm^{-3} e 25,95 g dm^{-3}, respectivamente (Figura 30). Já matéria orgânica em função da calagem, foi observado maiores valores para os tratamentos com calagem (Figura 31).

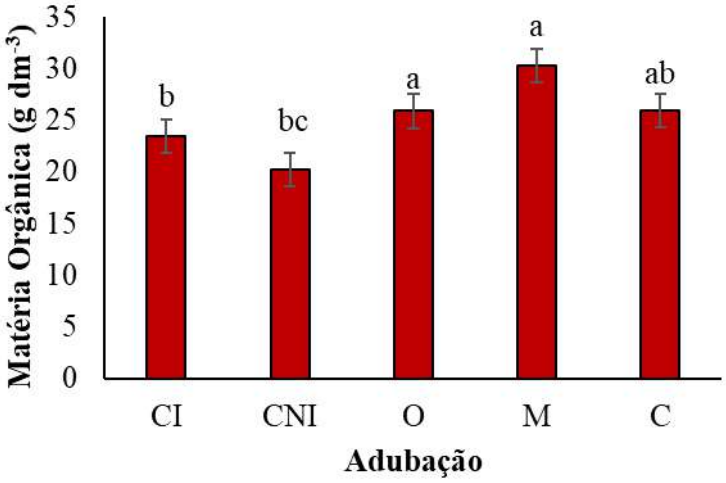

Figura 30 – Matéria Orgânica (MO) (g dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

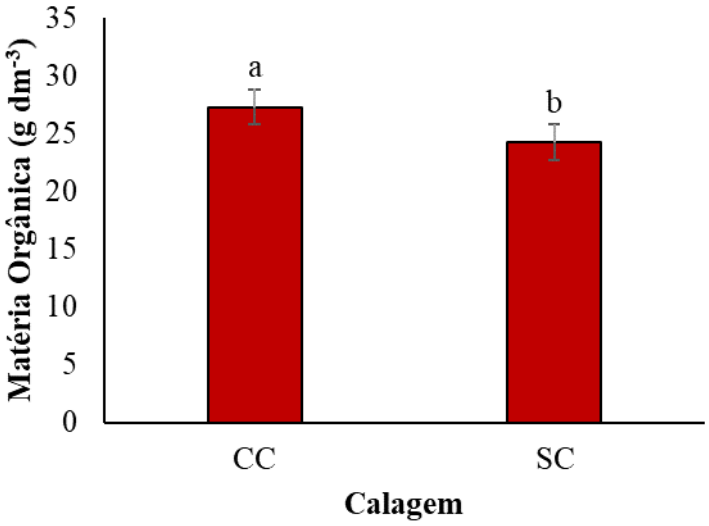

Figura 31 – Matéria Orgânica (MO) (g dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

De acordo com Muzilli (2002), um dos principais atributos resultante da conservação e melhoramento do perfil do solo é a matéria orgânica, esta, influencia na produção agrícola e na qualidade do local das regiões tropicais.

Vale ressaltar que o Alumínio pode influenciar no processo de mineralização de matéria orgânica e boa parte da capacidade de troca de cátions (CTC) vem da matéria orgânica (SOBRAL et al., 2015). Aplica-se substâncias orgânicas em solos pobres de MO, pois assim, regula a velocidade de infiltração do solo, ou seja, melhora seu arejamento, além de diminuir a compactação e aumentar a CTC (SEGOVIA, 2020).

A tabela 5 mostra a caracterização de acordo com a literatura, da matéria orgânica no solo em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. Os dados mostram que tratamentos com cinza vegetal proporcionaram aumento do teor de matéria orgânica, assim como os tratamentos com adubo mineral. O tratamento com cinza vegetal não incubada proporcionou baixo teor de matéria orgânica no solo, provavelmente pela forma de aplicação, já que nesse tratamento, o pH no início do experimento estava muito elevado, inibindo a germinação das sementes, ou seja, em algumas parcelas não houve crescimento da cultura.

Tabela 5 – Caracterização do teor de Matéria Orgânica (g dm^{-3}) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	**Matéria Orgânica (g dm^{-3})**	**Matéria Orgânica (Ribeiro et al., 1999)**
C I (C/C)	24,1	Médio
C I (S/C)	21,65	Médio
C NI (C/C)	19,9	Baixo
C NI (S/C)	17,65	Baixo
O (C/C)	30,8	Médio
O (S/C)	28,65	Médio
M (C/C)	32,6	Médio
M (S/C)	28,9	Médio
C (C/C)	27,6	Médio
C (S/C)	25,05	Médio

CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem.

Assim, pode-se observar que adubação com presença de cinza vegetal contribui significativamente para o aumento da matéria orgânica do solo em prazo relativamente curto. Bellote et al. (1998) afirmam em seus estudos que a cinza aumenta a ciclagem de nutrientes, além disso, melhora a microbiologia do solo e eleva os teores de matéria orgânica.

4.3.5 Soma de Bases (SB)

Na variável soma de bases, é possível observa a caracterização da soma de bases em função dos tipos de adubações e níveis de calagem (Tabela 6). Observa-se nos dados que os tratamentos com cinza vegetal e/ou calagem proporcionaram aumento da soma de bases. Já os tratamentos com ausência de calagem e sem cinza vegetal em sua composição, mantiveram a soma de bases do solo baixo.

Tabela 6 – Caracterização da Soma de bases ($cmol_c\ dm^{-3}$) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	**Soma de bases ($cmol_c\ dm^{-3}$)**	**Soma de Bases ($cmol_c\ dm^{-3}$) (Ribeiro et al. 1999)**
C I (C/C)	5,62	Alto
C I (S/C)	4,75	Alto
C NI (C/C)	5,77	Alto
C NI (S/C)	4,60	Alto
O (C/C)	5,21	Alto
O (S/C)	4,03	Alto
M (C/C)	4,08	Alto
M (S/C)	1,76	Baixo
C (C/C)	3,75	Alto
C (S/C)	1,78	Baixo

CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem.

A variável soma de bases (SB) foi estatisticamente significativo de forma isolada para adubação e calagem. A SB em função da adubação observa-se maiores valores nos tratamentos de cinza vegetal incubada (5,19 $cmol_c\ dm^{-3}$), cinza vegetal não incubada (5,19 $cmol_c\ dm^{-3}$) e organomineral (4,62 $cmol_c\ dm^{-3}$) (Figura 32).

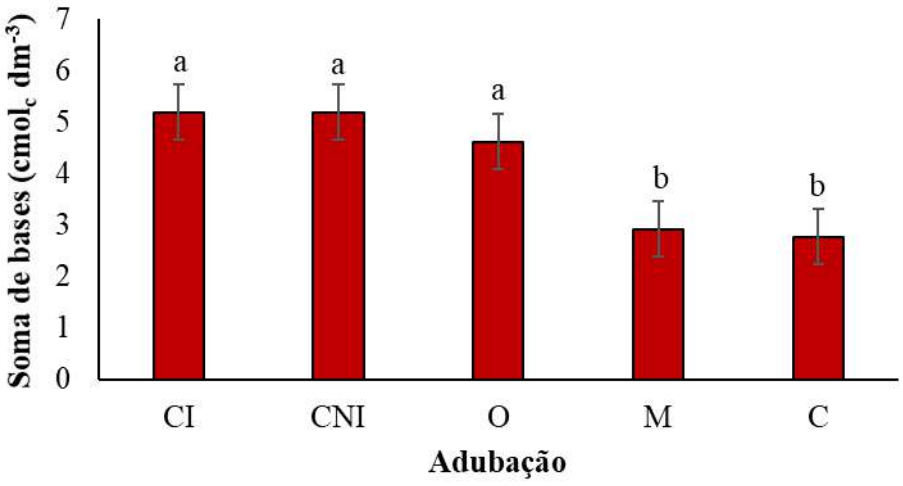

Figura 32 – Soma de bases (cmol$_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Silva et al. (2009) estudando as alterações nos atributos de solos ácidos utilizando cinza de biomassa florestal no cultivo de plantas de eucalipto, observaram que a cinza vegetal contribuiu para o aumento do pH do solo, além do aumento da soma de bases, dos teores de Ca, Mg, K, P, além disso, diminuiu a saturação de alumínio. Isso explica as maiores saturações em bases terem sido obtidas nos tratamentos que possuem cinza vegetal em sua composição (Figura 33).

Já a soma de bases em função da calagem, nos tratamentos que tiveram calagem foram observados os maiores valores de soma de bases, 4,88 cmol$_c$ dm^{-3} (Figura 33). Os dados corroboram com os estudos de Natale et al. (2007) em que observaram que a calagem promove o aumento da soma de bases (SB). O calcário fornece cálcio e magnésio em sua composição. Raij (2011) explana que a calagem eleva o pH, reduz o alumínio e ainda fornece cálcio e magnésio no solo. Melo et al. (2019) em seus estudos, encontraram que o aumento das doses de calcário elevou o teor de cálcio, magnésio e aumentou a CTC e a soma de bases.

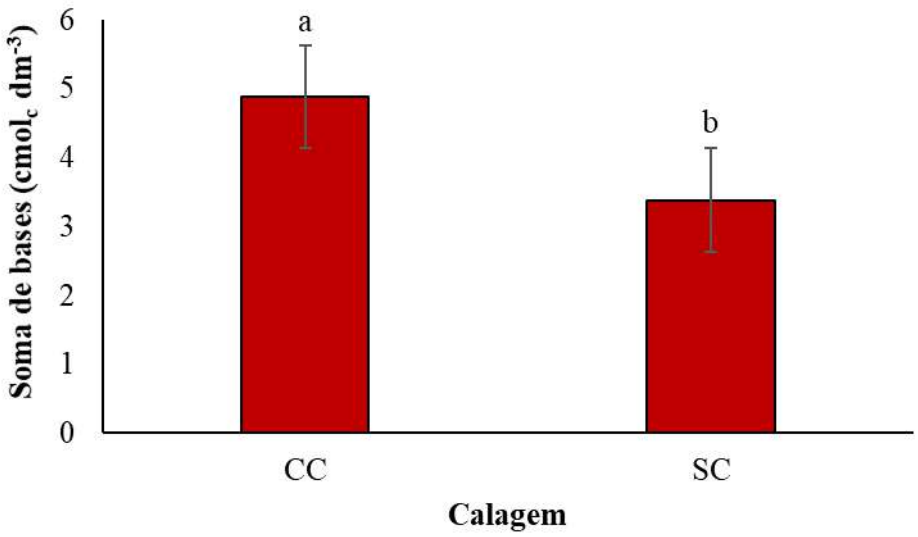

Figura 33 – Soma de Bases (cmol$_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

4.3.6 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

Na variável Capacidade de Troca de Cátion, observa-se sua caracterização em função dos tipos de adubações e níveis de calagem (Tabela 7). Os dados mostram aumento da CTC em função dos tratamentos que possuem cinza vegetal e adubação mineral em sua composição, assim como tratamentos que possuem calagem. Nota-se que adubos que possuem cinza vegetal aumentaram a Capacidade de Troca de Cátions sem a necessidade de aplicação de calagem.

Tabela 7 – Caracterização da Capacidade de Troca de Cátions ($cmol_c\ dm^{-3}$) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	CTC ($cmol_c\ dm^{-3}$)	CTC ($cmol_c\ dm^{-3}$) (Ribeiro et al. 1999)
C I (C/C)	6,88	Alto
C I (S/C)	6,23	Alto
C NI (C/C)	6,68	Alto
C NI (S/C)	5,74	Alto
O (C/C)	7,93	Alto
O (S/C)	7,53	Alto
M (C/C)	8,71	Muito alto
M (S/C)	7,60	Alto
C (C/C)	7,49	Alto
C (S/C)	6,81	Alto

CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem.

A variável Capacidade de Troca de Cátions (CTC) foi estatisticamente significativo de forma isolada para os fatores adubação e calagem. Em função da adubação, os maiores valores de CTC foram encontrados nos tratamentos organomineral, mineral e controle, sendo respectivamente, 7,73 $cmol_c\ dm^{-3}$, 8,15 $cmol_c\ dm^{-3}$ e 7,15 $cmol_c\ dm^{-3}$ (Figura 34).

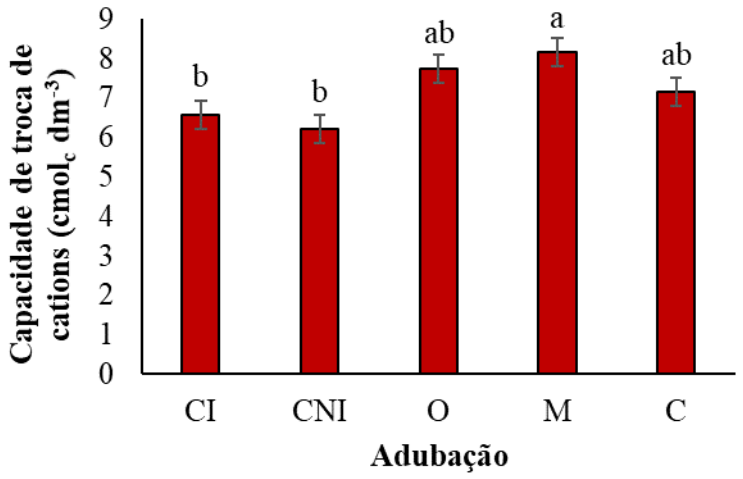

Figura 34 – Capacidade de Troca de Cátions ($cmol_c\ dm^{-3}$) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Navarro (2021) observou em seu estudo sobre o desenvolvimento de *Lactuca sativa L.* sob doses de cinza, que a cinza vegetal aumentou o pH do solo, aumentou a CTC e a soma de bases, além do aumento dos macronutrientes e micronutrientes.

Guariz et al. (2009) encontraram aumentos da Capacidade da Troca de Cátions quando incorporaram a cinza vegetal no solo, além disso, também encontraram aumento dos teores de Ca, Mg, B, Mn e saturação por bases.

Na CTC em função da calagem, encontrou-se maiores valores para os tratamentos com calagem, 7,544 $cmol_c$ dm^{-3} (Figura 35). A calagem quando incorporada no solo aumenta a capacidade de troca de cátions efetiva, além de diminuir o pH e disponibilizar cálcio e magnésio no solo (AMARAL, 1998).

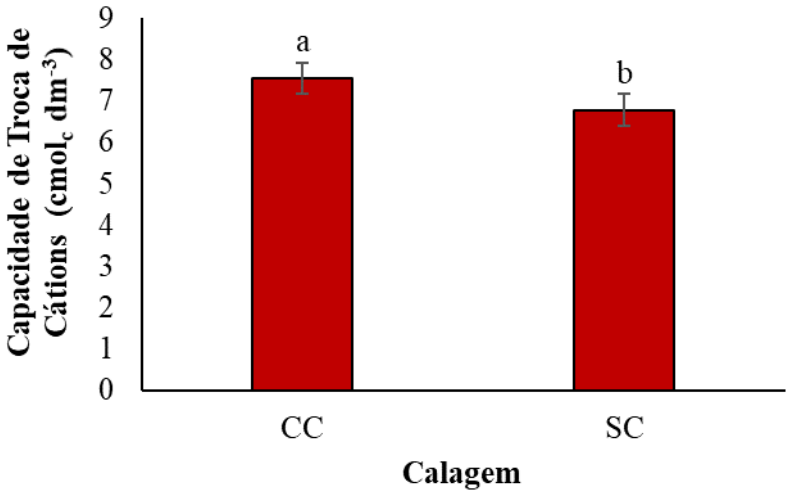

Figura 35 – Capacidade de Troca de Cátions ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

4.3.7 Saturação por bases (V%)

Em relação a Saturação por bases (V%), é possível observar sua caracterização em função dos tipos de adubações e níveis de calagem (Tabela 8). Nota-se que com a aplicação da calagem houve o aumento da saturação. Os tratamentos com adubação de cinza vegetal e organomineral também proporcionaram o aumento da saturação por bases.

Tabela 8 – Caracterização da Saturação por bases (V%) em Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	Saturação por bases (V%)	Saturação por bases (V%) (Ribeiro et al. 1999)	Saturação por bases (V%) (Van Raij et al. 1997)
C I (C/C)	81,9	Muito alto	Alta
C I (S/C)	76,5	Alta	Alta
C NI (C/C)	87,9	Muito alto	Alta
C NI (S/C)	80,9	Muito alto	Alta
O (C/C)	65,9	Alta	Média
O (S/C)	53,4	Médio	Média
M (C/C)	46,7	Médio	Baixa
M (S/C)	22,1	Baixo	Muito Baixa
C (C/C)	50,1	Médio	Baixa
C (S/C)	25,7	Baixo	Muito baixa

CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem.

A variável Saturação por bases (V%) foi estatisticamente significativa para interação entre os tipos de adubação e os níveis de calagem. Observa-se que para o tipo de adubação de forma isolada houve maiores saturações nos tratamentos com cinza vegetal incubada e cinza vegetal não incubada, 79,25% e 84,47%, respectivamente (Figura 36). No fator calagem de forma isolada foi observado maiores valores de saturação em bases nos tratamentos com calagem (Figura 37).

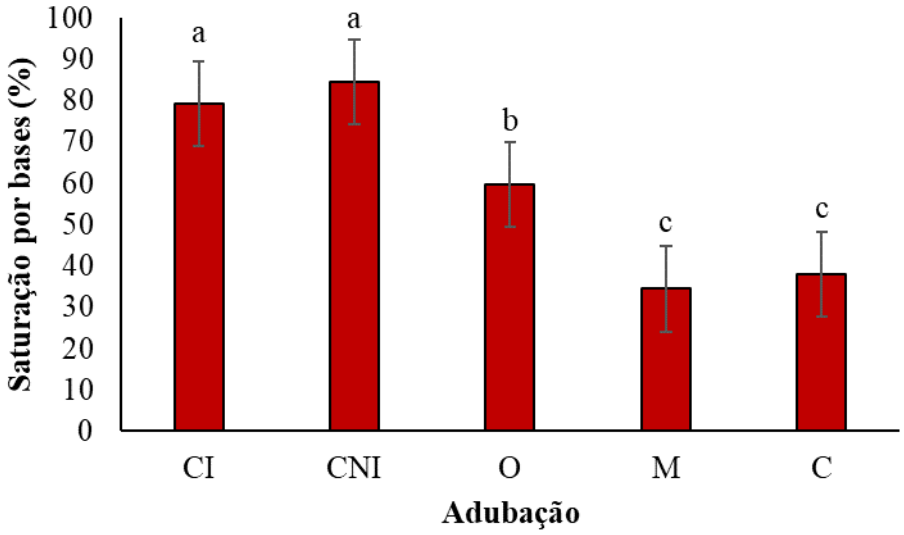

Figura 36 – Saturação por bases (%) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

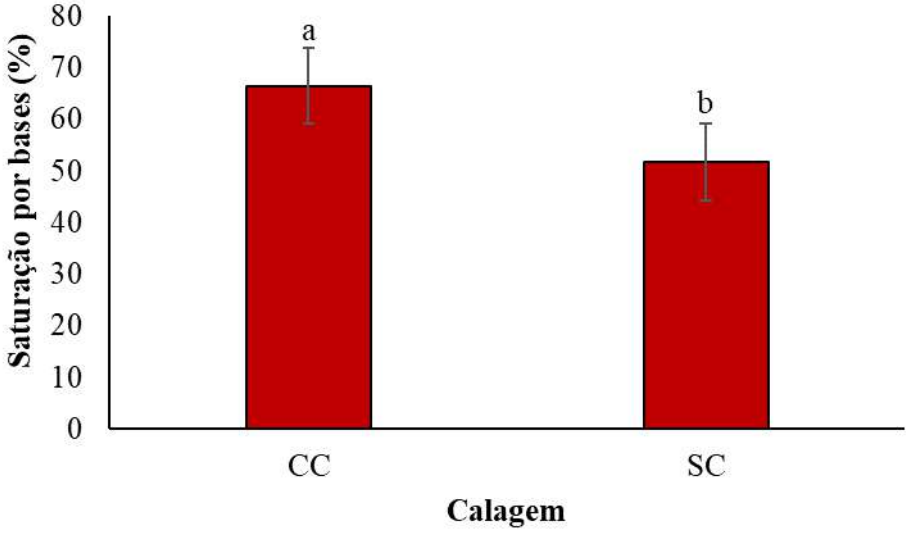

Figura 37 – Saturação por bases (%) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Hansen et al. (2017) observaram em sua pesquisa que a cinza vegetal é rica em nutrientes em sua composição como Ca, Mg e K, e por isso, eleva a saturação por bases do solo. Corrobora com os resultados obtidos, já que as maiores saturações em bases foram encontradas nos tratamentos com cinza vegetal em sua composição.

Em relação a interação da adubação com a calagem, observa-se maiores saturações nos tratamentos de cinza vegetal incubada e cinza vegetal não incubada, 81,927% e 87,9625%,

respectivamente (Figura 38). A interação da adubação com o fator sem calagem, observa-se também maiores saturações nos tratamentos com cinza vegetal incubada e cinza vegetal não incubada, 76,57% e 80,98%, respectivamente (Figura 38).

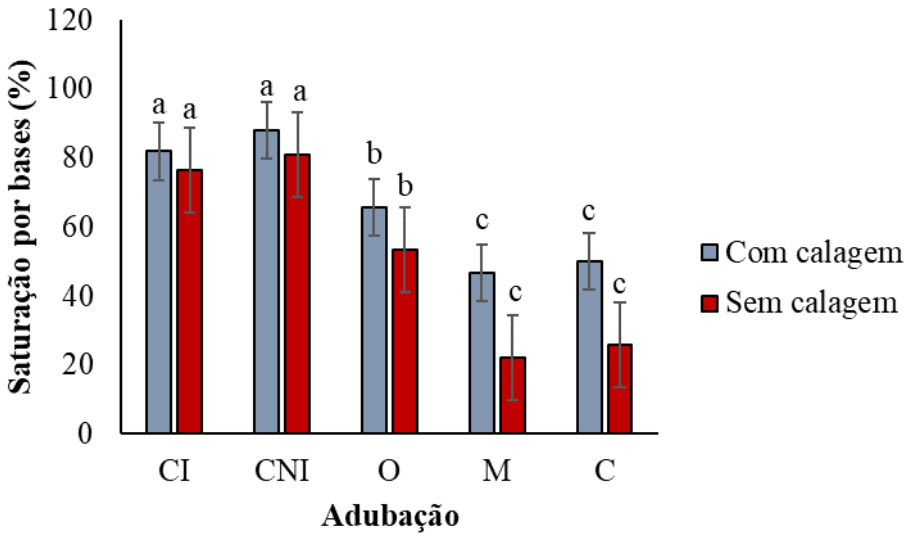

Figura 38 – Saturação por bases (%) em função da interação dos tipos de adubações com o fator calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Dessa forma, se comparar a Saturação em bases do Latossolo Vermelho distrófico anteriormente (Tabela 1), nota-se que os tratamentos que possuem cinza vegetal em sua composição elevaram a saturação por bases do Latossolo, ou seja, não há necessidade de calagem quando utilizado adubo cinza vegetal incubada ou cinza não incubada.

4.3.8 Macronutrientes do solo

Os macronutrientes são requeridos em maior quantidade pelas culturas. Na tabela 9 observa-se a classificação do teor de macronutrientes no solo em função dos tipos de adubações e níveis de calagem. Os dados mostram que a aplicação de calagem e/ou adubos com cinza vegetal proporcionaram aumento do teor de macronutrientes no solo, assim como a adubação mineral. Nota-se que nos tratamentos com cinza vegetal não houve necessidade da calagem para aumentar o teor dos nutrientes.

Tabela 9 – Caracterização de macronutrientes do Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	**P (mg dm^{-3})**	**P (Van Raij et al. 1997)**	**K (mg dm^{-3})**	**K (Van Raij et al. 1997)**	**Ca (cmol$_c$ dm^{-3})**	**Ca (Ribeiro et al. 1999)**	**Mg (cmol$_c$ dm^{-3})**	**Mg (Ribeiro et al. 1999)**	**S (mg dm^{-3})**	**S (Van Raij et al. 1997)**
C I (C/C)	63,5	Muito alto	255,0	Muito alto	3,6	Alta	1,34	Alto	38,8	Alto
C I (S/C)	57,3	Alto	235,6	Muito alto	3,0	Alta	1,13	Alto	47	Alto
C NI (C/C)	63,0	Muito alto	258,0	Muito alto	3,7	Alta	1,35	Alto	61,7	Alto
C NI (S/C)	53,0	Alto	243,6	Muito alto	2,8	Alta	1,08	Alto	76,2	Alto
O (C/C)	51,2	Alto	211,3	Alto	3,4	Alta	1,26	Alto	28,2	Alto
O (S/C)	36,9	Alto	183,8	Alto	2,2	Médio	0,90	Médio	40,7	Alto
M (C/C)	32,1	Alto	64,9	Médio	2,8	Alta	1,08	Alto	35,3	Alto
M (S/C)	22,4	Médio	48,7	Baixo	1,1	Baixo	0,47	Médio	42,5	Alto
C (C/C)	5,0	Muito baixo	76,8	Médio	2,5	Alta	0,98	Alto	8,9	Médio
C (S/C)	2,5	Muito baixo	56,3	Baixo	1,1	Baixo	0,48	Médio	13,2	Alto

P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; S: Enxofre; CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem.

4.3.8.1 Fósforo (P)

A variável Fósforo (P) foi estatisticamente significativa para adubação e calagem de forma isolada. Em função da adubação, os maiores teores de fósforo do solo foram encontrados nos tratamentos cinza vegetal incubada e cinza vegetal não incubada, 60,45 mg dm^{-3} e 58,075 mg dm^{-3}, respectivamente (Figura 39). A cinza vegetal aumenta os teores de fósforo no solo (ANDRADE, 2021; SILVA et al., 2009), isso explica as maiores concentrações serem encontradas nos tratamentos com cinza vegetal em sua composição.

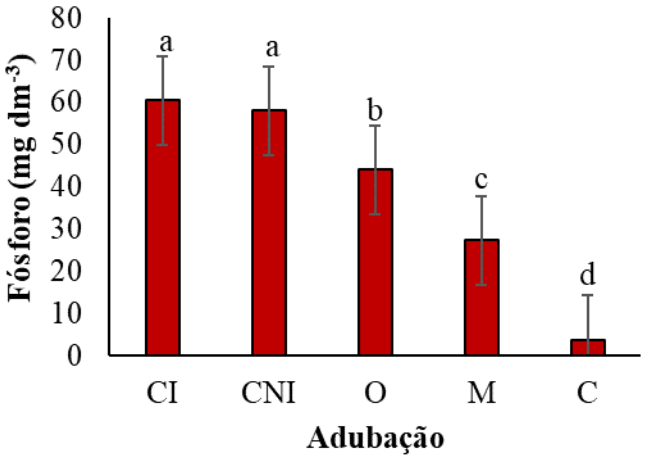

Figura 39 – Fósforo (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações em Latossolo Vermelho distrófico, no cultivo de Crisântemo. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O fósforo (P) é influenciado por alguns atributos do solo como o pH, CTC efetiva, matéria orgânica, esses atributos influenciam na dinâmica de adsorção desse macronutriente, além disso, esse nutriente é o mais limitante em solos tropicais, estes, possuem geralmente, alta capacidade de adsorção de fósforo (VINHA et al., 2021). O P (mg dm^{-3}) em função da calagem obteve maiores valores nos tratamentos que tiveram aplicação de calagem, 43 mg dm^{-3} (Figura 40).

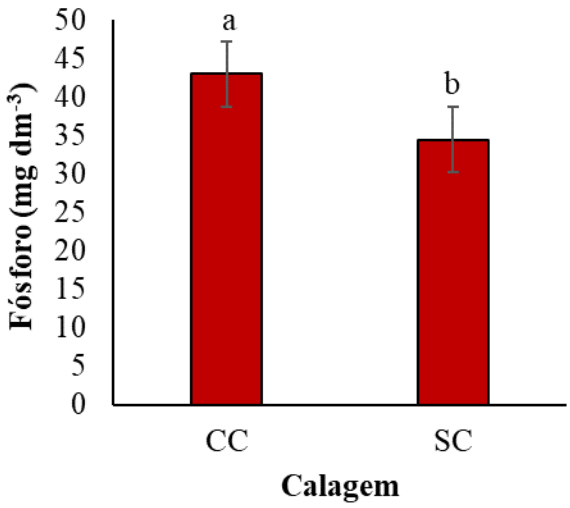

Figura 40 – Fósforo (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Em relação aos tipos de adubações, a adubação com cinza vegetal incubada com calagem e cinza vegetal não incubada com calagem foram as que apresentaram os maiores teores de fósforo no solo (Tabela 9). Cinza vegetal incubada, cinza vegetal não incubada, e adubo organomineral, todos sem calagem, demonstraram alto teor de fósforo no solo, assim, nota-se que não há necessidade de calagem quando utilizado esses tipos de adubações. O adubo mineral com calagem mostrou alto teor de fósforo e sem calagem apresentou médio teor de fósforo, assim, observa-se que quando utilizado o adubo mineral, sem a associação com a cinza vegetal, há a necessidade de realizar a calagem.

4.3.8.2 Potássio (K)

O potássio (K) foi estatisticamente significativo para a adubação e calagem de forma isolada. Em função da adubação observa-se que os maiores teores de potássio foram encontrados nos tratamentos cinza vegetal incubada (245,312 mg dm^{-3}) e cinza vegetal não incubada (250,875 mg dm^{-3}) (Figura 41).

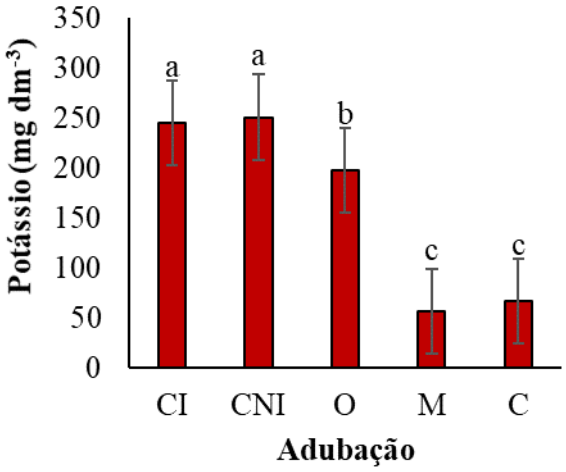

Figura 41 – Potássio (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Bonfim-Silva et al. (2011c), explanam em seus estudos que as cinzas vegetais possuem em sua composição macronutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, e estes nutrientes influenciam na produção e desenvolvimento das culturas. Por isso, nota-se que os maiores valores de potássio são encontrados nos tratamentos com cinza vegetal (Figura 41).

O potássio está no solo de diversas formas, porém, é absorvido pelas plantas na solução do solo como íon monovalente K^+ (MEURER et al., 2018). Tem como função a ativação enzimática, manutenção do potencial osmótico, transporte através da membrana e de outros nutrientes, além de neutralização de ânions (CLARKSON & HANSON, 1980; EPSTEIN & BLOOM, 2006; EVANS & SORGER, 1966). Quando há baixo teor desse macronutriente no solo, a planta responde com sintomas de deficiência como pouco desenvolvimento, folhas mais velhas com extremidades escurecidas e pouco perfilhamento das plantas (MALAVOLTA, 1989).

O potássio em função da calagem, apresentou maiores valores nos tratamentos que tiveram aplicação de calagem (Figura 42). Oliveira et al. (2001) afimam que a disponibilidade de potássio no solo e a adsorção dele pelas culturas está relacionada a disponibilidade de cátions divalentes, cálcio e magnésio, estes, dominantes do complexo de troca. Os autores Oliveira et al. (2001) ainda explanam que a relação (cálcio+Magnésio)/K trocável é um índice importante da análise da disponibilidade desse nutriente no solo.

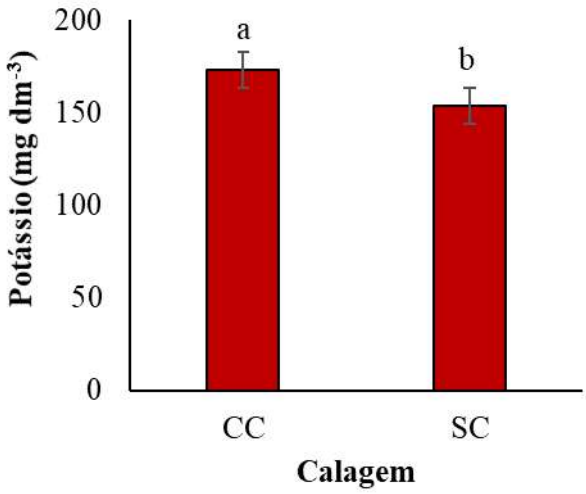

Figura 42 – Potássio (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O organomineral foi a adubação que apresentou o melhor resultado para teor de potássio, já as adubações com cinza vegetal incubada e cinza vegetal não incubada mostraram teores de fósforo muito altos (Tabela 9). Nota-se que o organomineral sem calagem apresentou alto teor de fósforo, por isso, não há necessidade da calagem quando se usa esse tipo de adubação. O adubo mineral com calagem mostrou teor médio de potássio, e sem calagem apresentou baixo teor de potássio, assim, observa-se que quando utilizado o adubo mineral, há a necessidade de realizar a calagem.

4.3.8.3 Cálcio (Ca)

A variável Cálcio (Ca) foi estatisticamente significativo para adubação e calagem de forma isolada. Os tratamentos de cinza vegetal incubada (3,31 $cmol_c$ dm^{-3}), cinza vegetal não incubada (3,31 $cmol_c$ dm^{-3}) e organomineral (2,81 $cmol_c$ dm^{-3}) foram os que obtiveram os maiores teores de cálcio (Figura 43). A cinza vegetal é uma fonte de adubação orgânica rica em cálcio e magnésio (REZENDE et al., 2021), por isso, teores mais elevados de cálcio foram observados em tratamentos que tem a presença da cinza em sua composição.

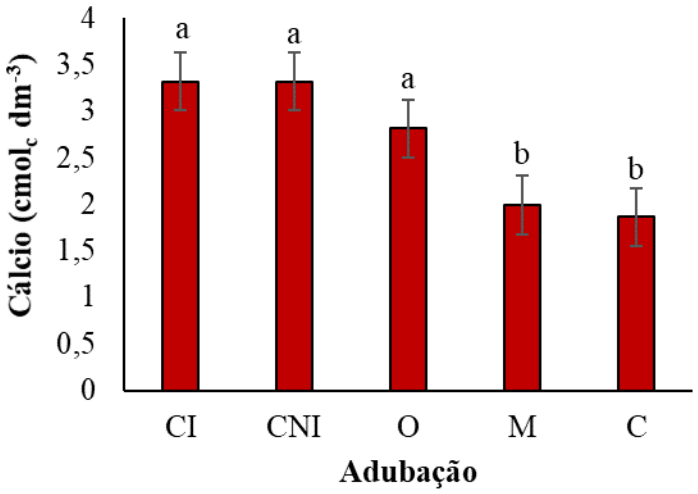

Figura 43 – Cálcio (cmol$_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O Ca em função da calagem, foi observado maiores valores de cálcio nos tratamentos que tiveram aplicação de calagem (Figura 44). A calagem aumenta o pH, elevando os teores de Cálcio, Magnésio e saturação por bases (PEIXOTO et al., 2019). Isso explica os maiores teores de cálcio serem encontrados nos tratamentos com calagem.

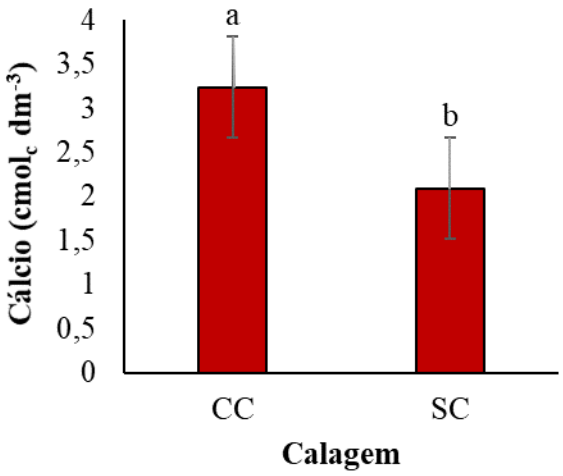

Figura 44 – Cálcio (cmol$_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

A adubação com cinza vegetal incubada e não incubada, independente da calagem, apresentaram alto teor de cálcio no solo, junto com a adubação organomineral e mineral, ambas com calagem (Tabela 9). Observa-se que adubos com cinza vegetal aumentaram o teor

de cálcio no solo quando comparado com o solo no momento da coleta, antes da adubação (Tabela 1). Assim, nota-se que não há a necessidade da calagem para disponibilizar cálcio no solo quando utilizado adubos que contenham cinza vegetal em sua composição. Já o adubo mineral, somente com a aplicação do calcário no solo, mostrou alto teor de cálcio, e sem a calagem, o teor ficou baixo (Tabela 9).

4.3.8.4 Magnésio (Mg)

A variável Magnésio (Mg) foi significativa estatisticamente para interação entre os fatores adubação e calagem. Mg em função da adubação de forma isolada, observa-se maiores teores nos tratamentos com cinza vegetal em sua composição, sendo eles, cinza vegetal incubada, cinza vegetal não incubada e organomineral (Figura 45). Já o magnésio em função da calagem, observou-se maiores teores nos tratamentos com calagem (Figura 46). Tanto a calagem, quanto a cinza vegetal aumentam a disponibilidade de magnésio no solo (PEIXOTO et al., 2019; REZENDE et al., 2021), dessa forma, justifica-se os maiores teores serem encontrados nos tratamentos com cinza vegetal e calagem.

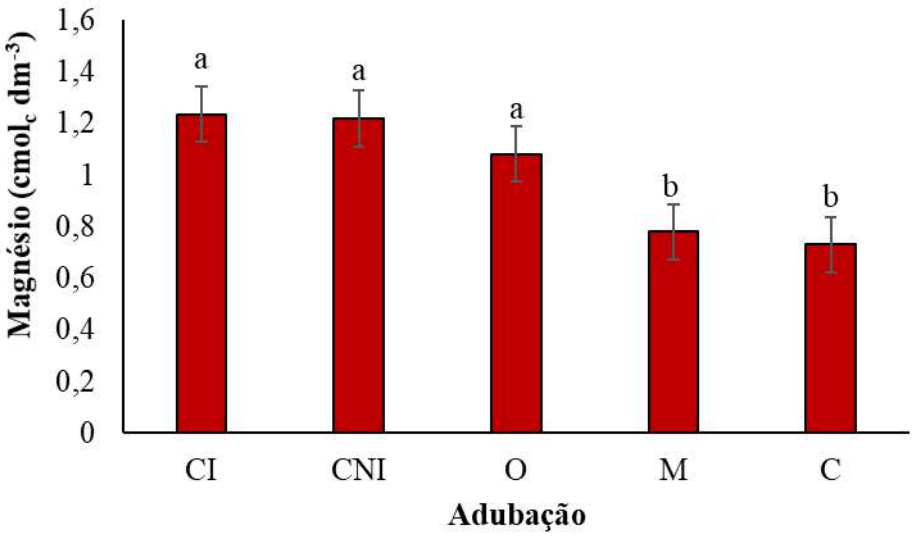

Figura 45 – Magnésio (cmol$_c$ dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

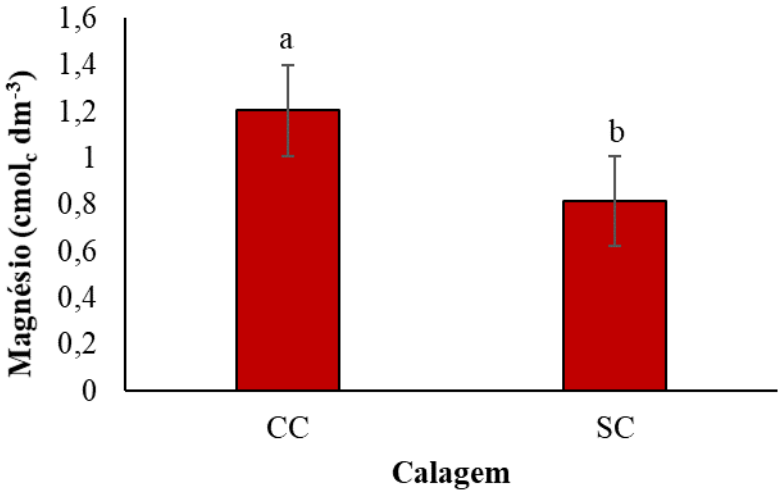

Figura 46 – Magnésio ($cmol_c$ dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

A interação da adubação com calagem, os maiores valores de magnésio foram encontrados nos tratamentos cinza vegetal incubado (1,34 $cmol_c$ dm^{-3}), cinza vegetal não incubado (1,35 $cmol_c$ dm^{-3}), organomineral (1,26 $cmol_c$ dm^{-3}) e mineral (1,08 $cmol_c$ dm^{-3}) (Figura 47). Já a interação da adubação sem calagem, os maiores teores foram encontrados nos tratamentos cinza vegetal incubada (1,13 $cmol_c$ dm^{-3}) e não incubada (1,08 $cmol_c$ dm^{-3}) e organomineral (0,90 $cmol_c$ dm^{-3}) (Figura 48). Com esses resultados, pode-se observar que a cinza vegetal é uma alternativa para substituir a calagem.

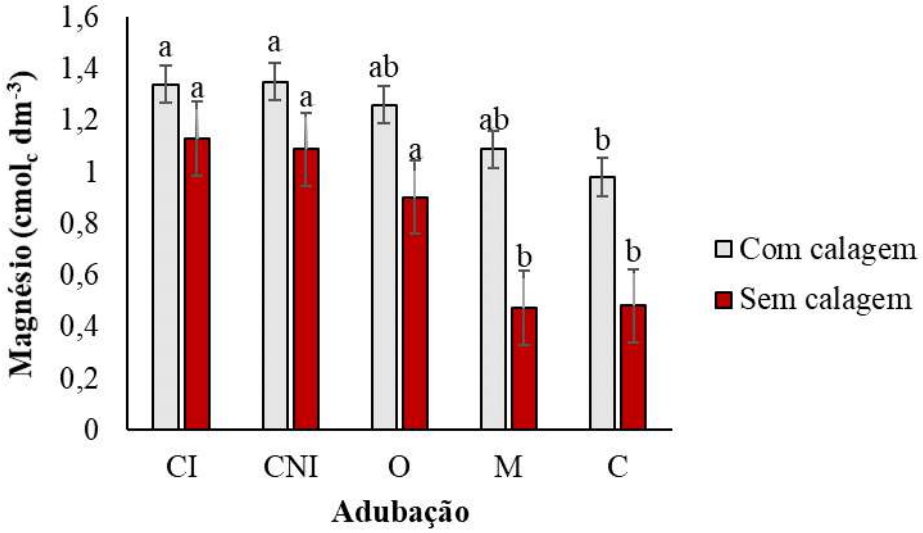

Figura 47 – Magnésio ($cmol_c/dm^3$) em função interação da adubação com a calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Assim como no teor de cálcio no solo, a adubação com cinza vegetal incubada e não incubada, independente da calagem, apresentaram alto teor de magnésio no solo, além da adubação organomineral e mineral, ambas com calagem (Tabela 9). Nota-se que adubos com cinza vegetal aumentam a disponibilidade de magnésio no solo. Dessa forma, observa-se que não há a necessidade da calagem para disponibilizar magnésio no solo quando utilizado adubos que contenham cinza vegetal em sua composição. Em relação ao adubo mineral, somente com a aplicação do calcário no solo, mostrou alto teor de magnésio, e sem a calagem, o teor ficou médio (Tabela 9).

4.3.8.5 Enxofre (S)

A variável enxofre foi significativo apenas para a adubação de forma isolada (Figura 48), em que os maiores teores de enxofre do solo foram observados na cinza vegetal incubada (42,92 mg dm^{-3}) e cinza vegetal não incubada (69,11 mg dm^{-3}). Os tratamentos com cinza obtiveram maior concentração de enxofre, provavelmente por ter na composição da cinza este nutriente (Tabela 2), disponibilizando no solo quando incorporado.

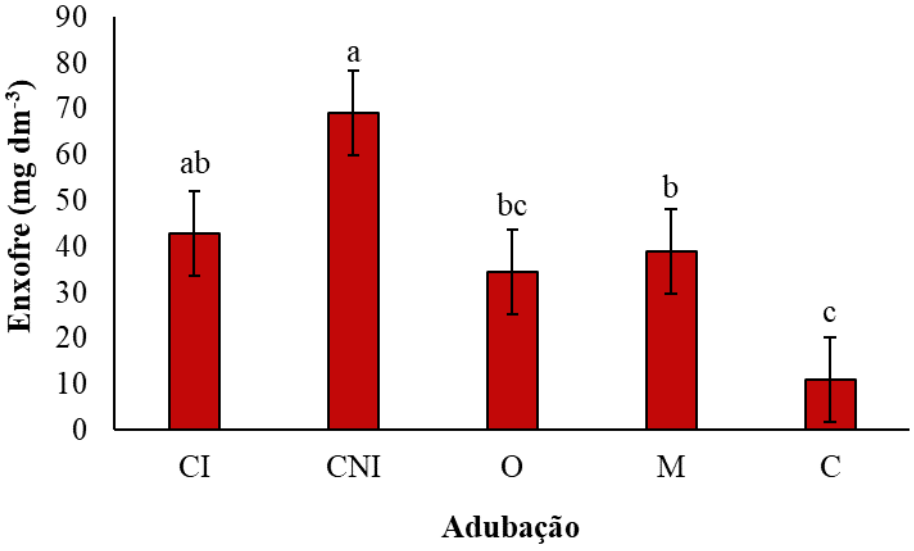

Figura 48 – Enxofre (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O enxofre é um macronutriente que faz parte da estrutura das proteínas, coenzimas e aminoácidos, tem como algumas de suas funções a fixação simbiótica de nitrogênio nas

culturas, participa do processo de fotossíntese, além da síntese de proteínas e gorduras (MALAVOLTA et al., 1997).

Todas as adubações, com exceção do Controle com calagem, apresentaram alto teor de enxofre no solo (Tabela 9). Com os dados, observa-se que adubos que contenham cinza vegetal em sua composição não precisaram da aplicação de calcário para aumentar a disponibilidade de enxofre no solo. O organomineral sem calagem é uma alternativa como adubo, pois além de ter apresentado alto teor de enxofre no solo, diminui o volume de cinza vegetal e adubo mineral utilizado, além de não ser necessário a aplicação de calagem, já que a cinza que está presente na composição do organomineral corrigiu a acidez do solo.

4.3.8.6 Relação Cálcio/Magnésio (Ca/Mg)

A relação Ca/Mg foi estatisticamente significativo para adubação e calagem de forma isolada. Na relação em função da adubação nota-se maior valor nos tratamentos cinza vegetal incubada (2,68), cinza não incubada (2,71) e organomineral (2,61) (Figura 49), tratamentos que possuem cinza vegetal em sua composição, sendo a cinza vegetal um adubo que aumenta o Ca e o Mg do solo.

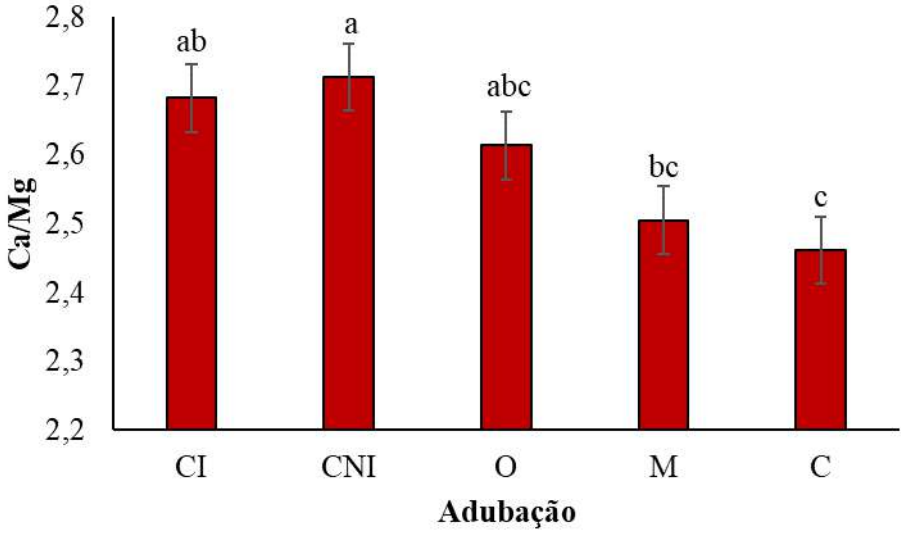

Figura 49 – Relação Ca/Mg em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

A relação cálcio/magnésio é importante, pois há uma competição entre esses nutrientes pelos sítios de adsorção no solo e na absorção pelas raízes, ou seja, isso afeta o

desenvolvimento e consequentemente a produtividade das culturas (MOREIRA et al., 1999; SALVADOR et al., 2011).

Vale ressaltar, que quando o equilíbrio de Ca:Mg não é adequado, afeta a nutrição e desenvolvimento das plantas, pois há condições para a deficiência de um dos macronutrientes (LIMA et al., 1981).

Na relação Ca/Mg em função da calagem, observa-se que nos tratamentos com calagem, o valor da relação é maior, sendo tratamento com calagem 2,67, e tratamento sem calagem 2,51 (Figura 50). A calagem aumenta a disponibilidade de cálcio e magnésio no solo, justifica os maiores valores serem nos tratamentos que receberam calagem.

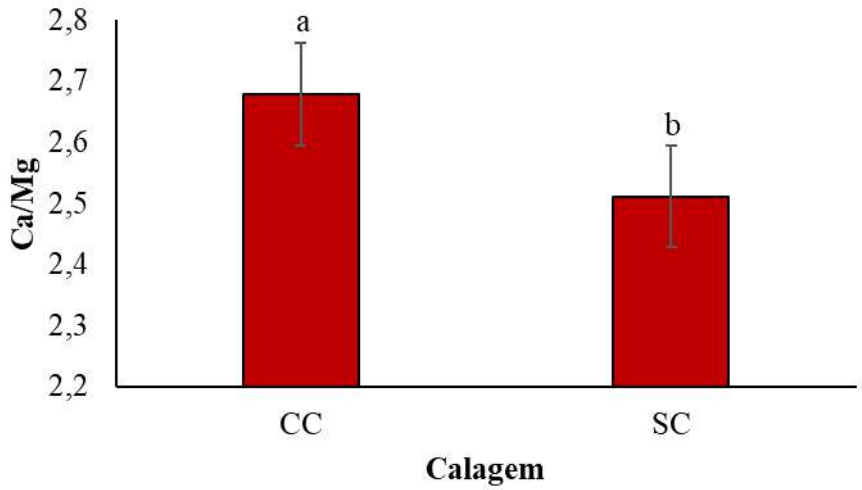

Figura 50 – Relação Ca/Mg em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

4.3.9 Micronutrientes no solo

Os micronutrientes são requerimentos em menor quantidade pelas culturas que os macronutrientes. Na solução do solo Abreu et al. (2007) explanam que os micronutrientes estão em fluxo constante e suas concentrações dependem de fatores como pH do solo, adição de fertilizantes, reações de oxirredução e outros. A tabela 10 mostra a classificação do teor de micronutrientes no Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem aplicados no solo.

Tabela 10 – Caracterização de micronutrientes do Latossolo Vermelho distrófico em função dos tipos de adubações e níveis de calagem.

Tratamentos	B (mg dm^{-3})	B (Van Raij et al. 1997)	Cu (mg dm^{-3})	Cu (Van Raij et al. 1997)	Fe (mg dm^{-3})	Fe (Van Raij et al. 1997)	Mn (mg dm^{-3})	Mn (Van Raij et al. 1997)	Zn (mg dm^{-3})	Zn (Van Raij et al. 1997)
C I (C/C)	0,52	Médio	0,92	Alto	63,5	Alto	75,1	Alto	5,52	Alto
C I (S/C)	0,47	Médio	0,70	Médio	65	Alto	71,5	Alto	4,97	Alto
C NI (C/C)	0,50	Médio	0,85	Alto	37,5	Alto	68,1	Alto	8,80	Alto
C NI (S/C)	0,42	Médio	0,57	Médio	35,2	Alto	64,3	Alto	6,65	Alto
O (C/C)	0,52	Médio	0,77	Médio	101	Alto	65,2	Alto	3,20	Alto
O (S/C)	0,43	Médio	0,57	Médio	104,75	Alto	58,2	Alto	1,70	Alto
M (C/C)	0,49	Médio	0,75	Médio	132,75	Alto	64,6	Alto	1,50	Alto
M (S/C)	0,33	Médio	0,52	Médio	181,75	Alto	34,4	Alto	1,05	Médio
C (C/C)	0,47	Médio	0,60	Médio	105,5	Alto	54,2	Alto	1,30	Alto
C (S/C)	0,33	Médio	0,35	Médio	105,7	Alto	48,7	Alto	1,05	Médio

B: Boro; Cu: Cobre; Fe: Ferro; Mn: Manganês; Zn: Zinco; CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle; C/C: Com calagem; S/C: Sem calagem.

4.3.9.1 Boro (B)

A variável Boro (B) foi estatisticamente significativo para adubação e calagem de forma isolada. No boro em função da adubação, é possível observar que os maiores teores se encontram nos tratamentos com cinza vegetal incubado (0,49 mg dm^{-3}), cinza vegetal não incubada (0,46 mg dm^{-3}), organomineral (0,48 mg dm^{-3}) e mineral (0,41 mg dm^{-3}) (Figura 51). A cinza vegetal possui Boro em sua composição (Tabela 2), justifica ter proporcionado aumento da disponibilidade desse micronutriente no solo.

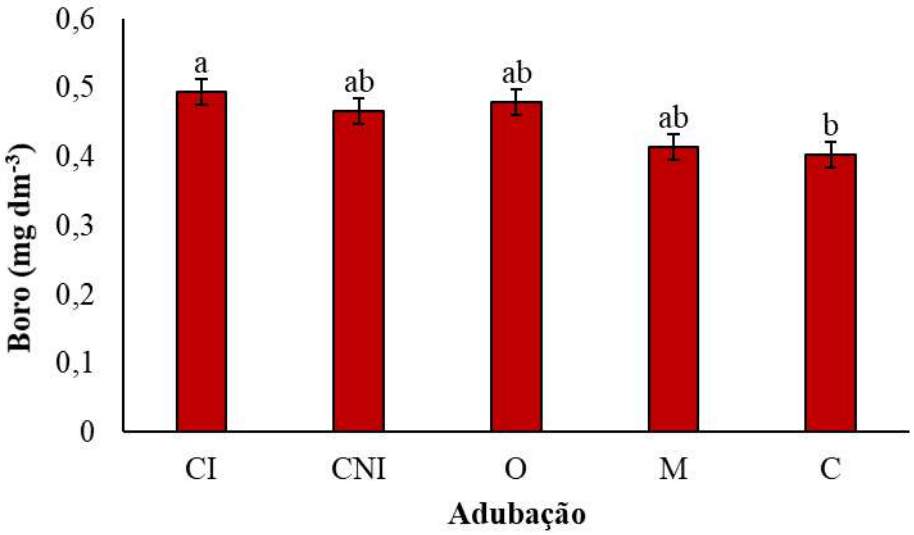

Figura 51 – Boro (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Em relação ao boro em função da calagem, o maior valor encontra-se no tratamento com calagem (0,504 mg dm^{-3}) (Figura 52), assim como nos resultados do cobre, zinco e do manganês.

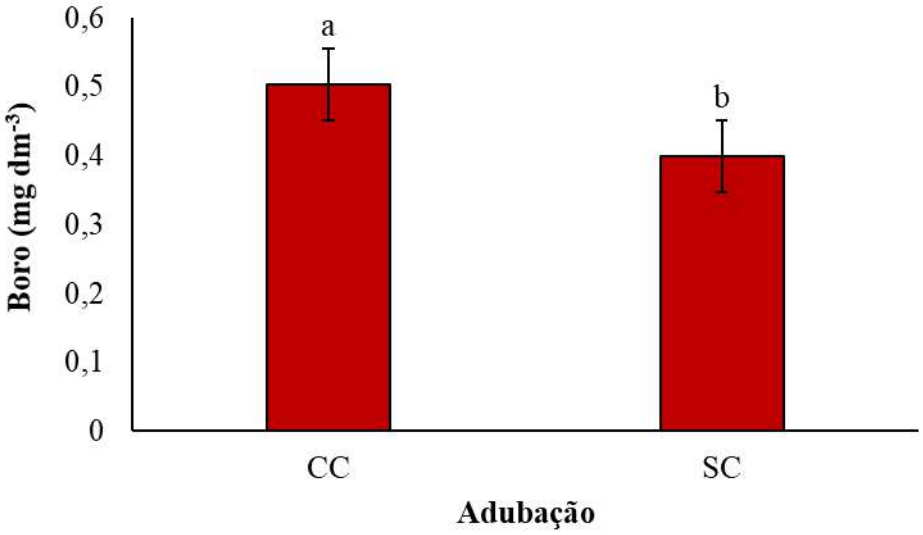

Figura 52 – Boro (mg dm^{-3}) em função da calagem s no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O Boro tem papel fundamental no desenvolvimento vegetativo do Crisântemo e em seu florescimento (TEIXEIRA, 2004). Observa-se que a cinza vegetal é uma alternativa viável para aumentar o teor de Boro no Latossolo Vermelho, levando em consideração que os resultados dos tratamentos com cinza incubada, cinza não incubada, organomineral e mineral não se diferiram estatisticamente.

O Boro geralmente é encontrado na forma de H_3BO_3 na solução do solo e é absorvido pela raiz da planta através do fluxo de massa, já que esse micronutriente é bem móvel no solo, além disso, tem como algumas de suas funções, otimizar a síntese de proteínas e ácidos nucleicos das plantas (CORIOLETTI et al., 2021). Vale ressaltar, que alguns fatores influenciam na disponibilidade desse nutriente no solo, como o teor de matéria orgânica e textura do solo (LIMA et al., 2007), atividade da microbiota do solo (SOARES et al., 2008) e a acidez do solo (EL-DAHSHOURI et al., 2017).

Em relação aos tipos de adubação e níveis de calagem, todos apresentaram médio teor de Boro no solo (Tabela 10). Com os dados, nota-se que não há a necessidade da calagem para aumentar o teor desse micronutriente no solo, quando utilizado adubos que contenham cinza vegetal em sua composição. Dessa forma, o organomineral sem calagem torna-se uma alternativa para adubação, já que mostrou médio teor de Boro, da mesma forma que os demais tratamentos, e utilizando esse tipo de adubo, há a diminuição do volume de cinza vegetal e adubo mineral utilizado.

4.3.9.2 Cobre (Cu)

A variável Cobre (Cu) foi estatisticamente significativa para adubação e calagem de forma isolada. Os maiores valores de cobre em função da adubação foram observados nos tratamentos cinza vegetal incubado (0,8125 mg dm^{-3}), cinza vegetal não incubado (0,7125 mg dm^{-3}), organomineral (0,675 mg dm^{-3}) e mineral (0,6375 mg dm^{-3}) (Figura 53). O tratamento controle possuiu o menor valor de cobre (0,475 mg dm^{-3}). Em relação ao cobre em função da calagem, o tratamento com calagem teve o maior valor de cobre no solo (0,78 mg dm^{-3}) (Figura 54).

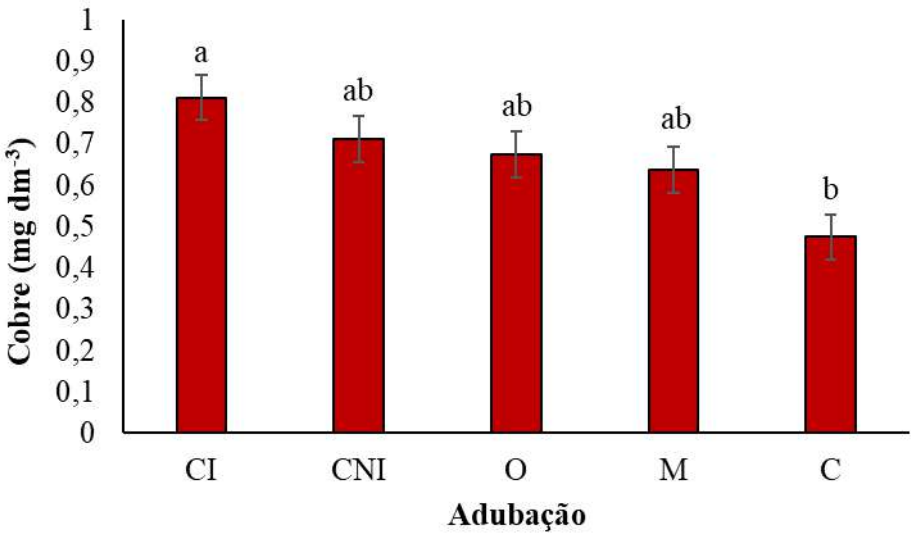

Figura 53 – Cobre (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

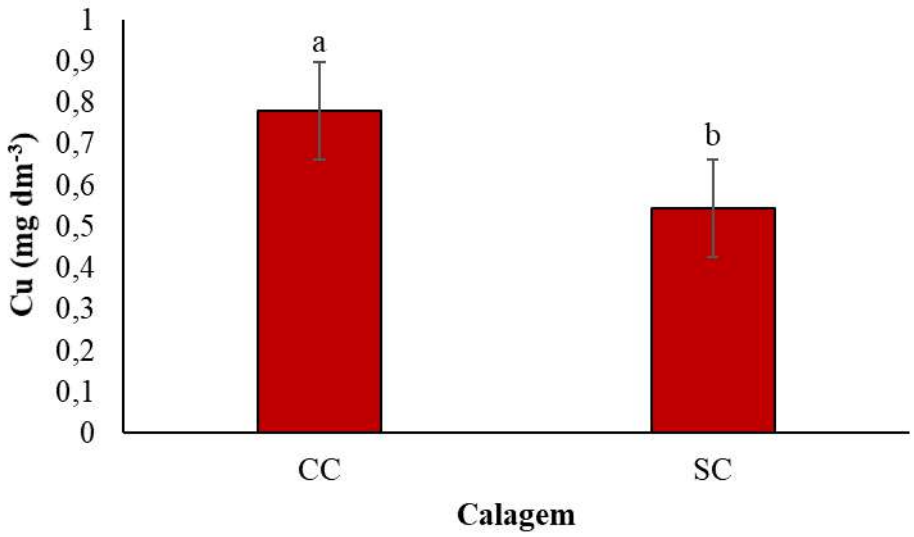

Figura 54 – Cobre (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Micronutrientes como o Cobre, são requeridos em menor quantidade pelas plantas, porém, quando o solo não disponibiliza para a cultura o suficiente, ocorre deficiência, como clorose, folhas enrolas e murchas (MALAVOLTA, 2006). A cinza possui cobre em sua composição (Tabela 2), o que influenciou para que os resultados dos tratamentos com cinza vegetal em sua composição dessem próximos do tratamento com adubação mineral. Dessa forma, é possível observar que a Cinza vegetal tanto associada ao mineral, quanto total é uma alternativa de adubação para aumentar o teor de cobre no Latossolo Vermelho.

Em relação aos tipos de adubações, cinza vegetal incubado e cinza vegetal não incubado, ambas com calagem apresentaram alto teor de cobre no solo (Tabela 10). Os demais tratamentos apresentaram teor médio de cobre. Nota-se que a aplicação de calagem influenciou na disponibilidade desse micronutriente, pois associado com as adubações com cinza vegetal elevou mais o teor de cobre no solo que os demais tratamentos. O adubo organomineral não mostrou diferença com a associação da calagem, já que observou-se teores médios de cobre com e sem a aplicação do calcário.

4.3.9.3 Ferro (Fe)

A variável Ferro foi significativo estatisticamente para adubação de forma isolada, não houve diferença significativa para o fator calagem. A adubação que proporcionou mais ferro ao solo foi a adubação Mineral, 157,25 mg dm^{-3} (Figura 55), enquanto as adubações que

proporcionaram menos ferro ao solo foram os tratamentos com cinza vegetal incubada e cinza vegetal não incubada (Figura 55).

O Ferro está relacionado a fotossíntese da planta e em processos como formação de algumas enzimas como a catalase e peroxidase (MARENCO & LOPES, 2009). De acordo com Souza et al. (2010), apesar de ser um elemento requerido pelas culturas, o Ferro pode causar-lhes toxidez quando está em excesso no solo, e geralmente isso ocorre quando o solo está com pH baixo (aumento da disponibilidade de Ferro na forma absorvível pela cultura), por isso, é de suma importância o manejo adequado do pH do solo.

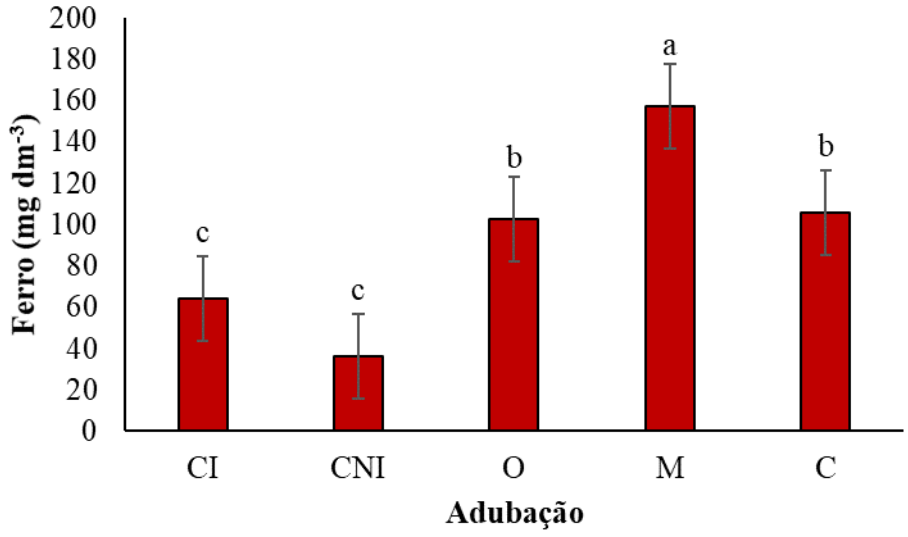

Figura 55 – Ferro (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Em relação a adubação, todos os tratamentos apresentaram alto teor de Ferro no solo (Tabela 10). Dessa forma, nota-se que não houve necessidade de calagem quando utilizado adubos com cinza vegetal em sua composição, pois encontrou-se altos teores de Ferro nos tratamentos sem calagem (Tabela 10). O organomineral sem calagem é uma alternativa para aumentar a disponibilidade de Ferro no solo, pois diminui o volume utilizado da cinza vegetal e do adubo mineral. O adubo mineral sem calagem proporcionou o maior teor de Ferro no solo (Tabela 10).

4.3.9.4 Manganês (Mn)

Na variável Manganês (Mn), foi estatisticamente significativa para a interação entre os fatores adubação e calagem. Em relação ao Mn em função da adubação, observa-se maiores valores nas adubações cinza vegetal incubada (73,33 mg dm^{-3}) e cinza vegetal não incubada (66,21 mg dm^{-3}) (Figura 56).

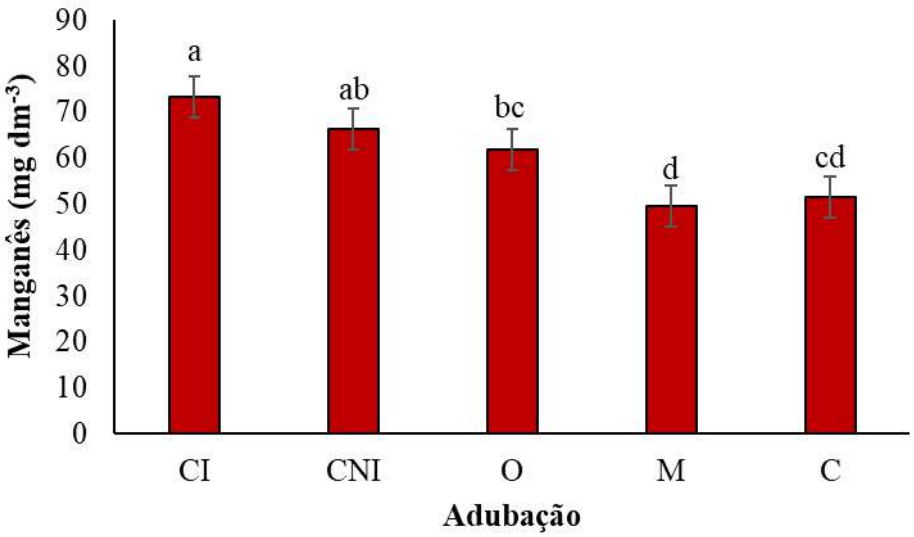

Figura 56 – Manganês (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Assim como o Cu, o Fe e o Zn, o Manganês (Mn) também é considerado um metal pesado (FERREIRA, 2003). As formas reduzidas deste elemento são altamente solúveis, podendo ocorrer toxidez nas plantas, por isso, para diminuir sua disponibilidade no solo, é necessário aumentar o pH (LINDSAY, 1991).

O manganês em função da calagem, observa-se maior valor no tratamento com calagem, 65,495 mg dm^{-3} (Figura 57).

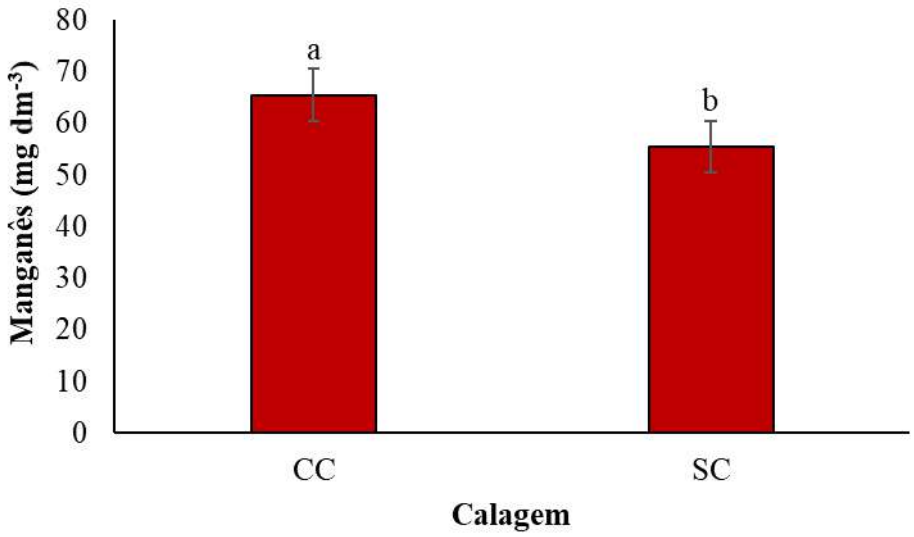

Figura 57 – Manganês (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Na interação da adubação com a calagem, nota-se que a cinza vegetal incubada e não incubada, o organomineral e o mineral não se diferiram estatisticamente, logo, apresentaram mesma resposta para essa variável (Figura 58). Já em relação a adubação sem a calagem, os maiores valores foram encontrados nos tratamentos que possuem cinza vegetal em sua composição, sendo eles, cinza vegetal incubada, cinza vegetal não incubada e organomineral (Figura 58).

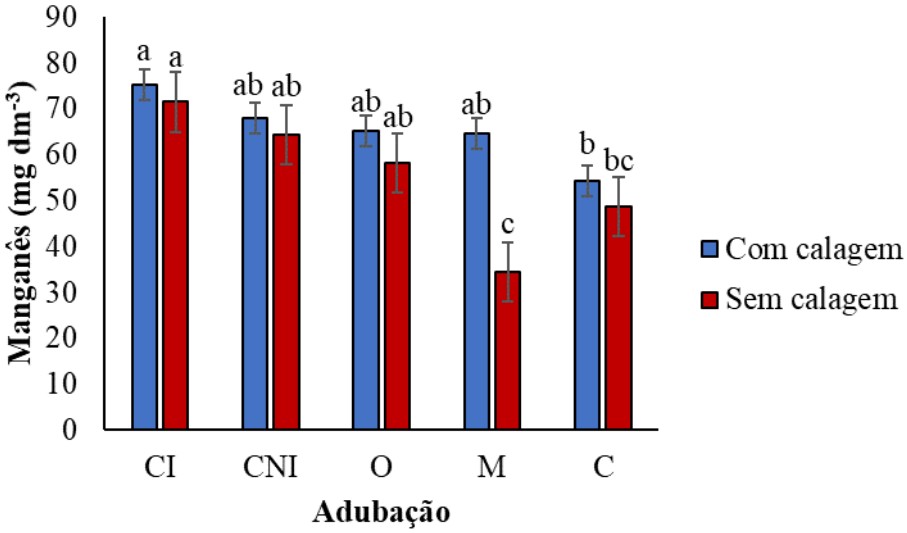

Figura 58 – Manganês (mg dm^{-3}) em função da interação entre adubação e calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

Assim como no teor de Ferro, todos os tipos de adubações e níveis de calagem proporcionaram alto teor de Manganês no solo (Tabela 10). Nota-se que adubos com cinza vegetal aumentam a disponibilidade de Manganês no solo. Dessa forma, observa-se que não há a necessidade da calagem para disponibilizar manganês quando utilizado adubos que contenham cinza vegetal em sua composição. A cinza vegetal possui manganês em sua composição, isso justifica o aumento do teor de Manganês nos tratamentos que contêm esse resíduo (Tabela 2).

4.3.9.5 Zinco (Zn)

A variável zinco apresentou diferença significativa para adubação e calagem de forma isolada. Em função da adubação, observa-se que o tratamento com cinza vegetal não incubado foi o que obteve o maior valor de zinco (7,725 mg dm^{-3}) (Figura 59). A cinza vegetal possui zinco em sua composição (Tabela 2), podendo ser um dos fatores para ter proporcionado maior disponibilidade de zinco ao solo que os demais adubos.

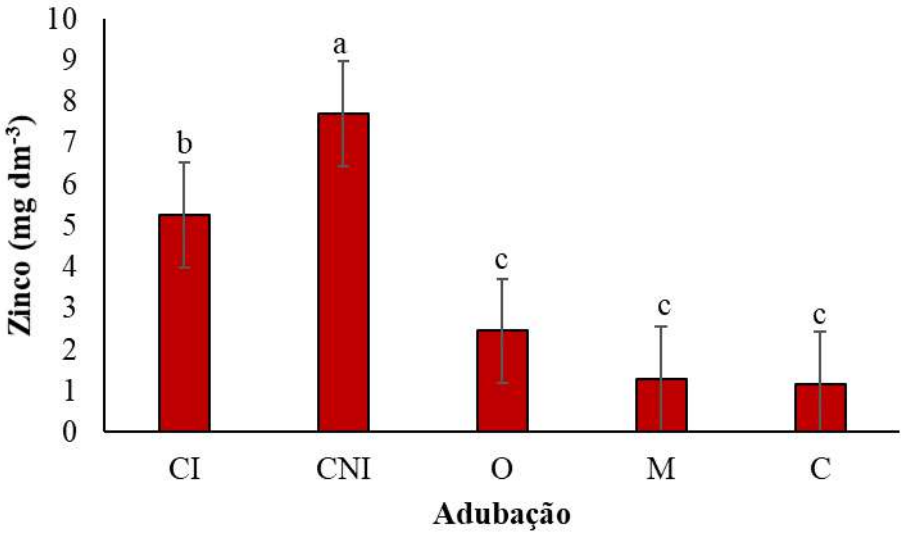

Figura 59 – Zinco (mg dm^{-3}) em função dos tipos de adubações no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CI: Cinza vegetal incubada; CNI: Cinza Vegetal não incubada; O: Organomineral; M: Mineral; C: Controle. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O baixo teor de Zinco ocorre em solos do Cerrado, como o Latossolo, pois esses tipos de solos possuem baixa fertilidade natural. A aplicação excessiva de calcário e a adubação fosfatada para corrigir deficiência do fósforo também são um dos principais motivos que

contribuem para a escassez do Zinco (FAGERIA & ZIMMERMANN, 1979; FAGERIA, 2000). Nota-se que a cinza vegetal é uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade de zinco no Latossolo Vermelho.

O teor de zinco em função da calagem foi observado maiores teores no tratamento com calagem (Figura 60). É fundamental o manejo adequado da calagem para que não ocorra deficiência de Zinco, como é possível observar nos resultados do zinco em função da calagem, quando bem manejada, não proporcionou deficiência desse micronutriente (Figura 60).

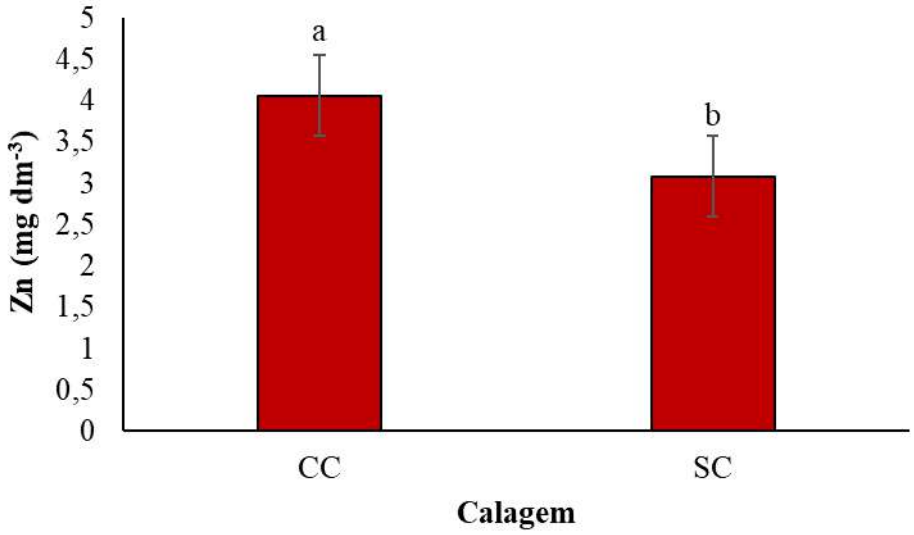

Figura 60 – Zinco (mg dm^{-3}) em função da calagem no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho distrófico. CC: Com calagem; SC: Ausência de calagem. As barras verticais são o intervalo de confiança para a média (α=0,05).

O Zinco é um micronutriente importante na produção de clorofila e desenvolvimento das culturas (MALAVOLTA, 1989). Quando não há a disponibilidade desse nutriente na proporção requerida pela cultura, ocorre a deficiência na planta, como exemplo, folhas pequenas e rosetas em árvores frutíferas, e em algumas situações, observa-se sintomas como folhas cloróticas, verde-escuras ou azul-esverdeadas (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Ainda de acordo com Eptein & Bloom (2006) o florescimento também é afetado quando há condição severa de deficiência desse micronutriente.

Em relação aos tipos de adubações e níveis de calagem, com exceção do adubo mineral e controle, ambos sem calagem, todos apresentaram alto teor de Zinco no solo (Tabela 10). Quando utilizado adubo mineral, há a necessidade de calagem para que haja alta

disponibilidade desse micronutriente. Observa-se que as adubações que possuem cinza vegetal em sua composição, como a cinza vegetal incubada, cinza vegetal não incubada e organomineral mostraram alto teor de Zinco, mesmo sem a aplicação do calcário. A cinza é um resíduo que possui Zinco em sua composição (Tabela 2), isso justifica o aumento desse micronutriente sem a calagem.

5 CONCLUSÕES

A cinza vegetal reduz a dependência da calagem e da adubação mineral em plantas de Crisântemo, aumentando os teores de macronutrientes e micronutrientes do solo, além de ter elevado a CTC e a saturação por bases do Latossolo Vermelho distrófico, ou seja, a cinza vegetal melhorou os atributos químicos do solo;

O adubo organomineral é uma alternativa para a redução do volume de cinza vegetal e da utilização de adubo mineral no cultivo de Crisântemo em Latossolo Vermelho, além de ser uma alternativa para correção de acidez do solo;

A forma de aplicação da cinza vegetal influenciou no desenvolvimento do Crisântemo e nos atributos químicos do solo; A forma de aplicação da cinza que apresentou os melhores resultados foi a cinza vegetal incubada;

A cinza vegetal não incubada proporcionou condições alcalinas no solo em curto prazo, inibindo a germinação das sementes e dificultando o crescimento do Crisântemo.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J .C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. ISBN: 978-85-86504-08-2. p. 645-736, Viçosa, MG. 2007.

AKSU, G., & ALTAY, H. (2020). The effects of potassium applications on drought stress in sugar beet. **Sugar Tech**, 22(6), 1092-1102. https://doi.org/10.1007/s12355-020-00851-w

ALBUQUERQUE, A. W.; ROCHA, E. S.; COSTA, J. P. V.; FARIAS, A. P.; BASTOS, A. L. Produção de helicônia Golden Torch influenciada pela adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.10, p.1052–1058, 2010.

ALMEIDA, D. M.; OLIVEIRA, M. M.; SAIBO, N. J. M. Regulation of Na^+ and K^+ homeostasis in plants: Towards improved salt stress tolerance in crop plants. **Genetics and Molecular Biology**, v.40, p.326-345, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2016-0106.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22(6):711–728. 2014.

AMARAL, A. S. **Reaplicação do calcário em sistema plantio direto consolidado**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Dissertação), 102p. 1998.

ANDRADE, E. A. **Adubação da cultura da soja com cinzas de biomassa florestal.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 46p., Cascavel, 2021.

APARECIDO, L. E. O.; MORAES, J. R. S. C.; MENESES, K. C.; TORSONI, G. B.; LIMA, R. F.; COSTA, C. T. S. Köppen-Geiger and Camargo climate classifications for the Midwest of Brasil. **Theoretical and Applied Climatology**, 142(3-4), 1133–1145. doi:10.1007/s00704-020-03358-2. 2020.

ARAÚJO, L. M.; ANDRADE, F. R.; SILVA, K. F.; LIMA, E. N.; LANSSANOVA, L. R.; MAROSTEGA, T. N.; GIL, R. L.; SILVA, S. L.; FERREIRA, K. R. Application of doses of soil conditioning associated with mineral and organic fertilization in lettuce cultivation. **Research, Society and Development**, 9 (11), 2020. ISSN 2525-3409. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10375.

BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BOAS, R. L.; VARGAS, P. F.; SANTOS, A. J. M. Determination of growth and nutrient accumulation in Bella Vista onion. **Revista Caatinga**, Mossoró, 31 (1), p. 246-246, 2018.

BANG-ANDREASEN, T.; PELTRE, M.; ELLEGAARD-JENSEN, L.; HANSEN, L. H.; INGERSLEV, M.; RØNN, R.; JACOBSEN, C.S.; KJØLLER, R. Application of wood ash leads to strong vertical gradients in soil pH changing prokaryotic community structure in

forest top soil. **Scientific Reports**, v.11, p.1-10, 2021. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-020- 80732-0.

BÄR, C. S. L. L.; KOETZ, M. ; BONFIM-SILVA, E. M. ; SILVA, T. J. A. . Influence of Water Availability and Wood Ash Doses on the Productive Characteristics and Water Usage of Potted Gerbera. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 23, p. 1-9, 2018.

BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; BORÉM, A. **Crisântemo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, CEAD, p. 136. 2019.

BARCELI, A. C.; CARVALHO, K. S.; MARIANO, M. P. Uso de cinza vegetal no cultivo de gladíolos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.17 n.34; p.506, 2020.

BATISTA, N. H. **Adubação fosfatada em Bastão-do-imperador**. – Nedir Heloísio Batista. Dissertação (Mestrado), Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas. p. 25. 2018.

BELLÉ, R. A. **Apostila didática de floricultura**. Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, p. 142, 2000.

BELLOTE, A. F. J.; DA SILVA D. H.; FERREIRA, A. C.; ANDRADE, C. de G.; Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 37, p. 99-106, 1998.

BEZERRA, M. D. L. **Cinza Vegetal como corretivo e fertilizante no cultivo de capim-marandu em solos do Cerrado mato-grossense**. / Maria Débora Loiola Bezerra. – Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis – MT, 63p. 2013.

BITTENCOURT, V. C.; STRINI, A. C.; CESARIM, L. G.; SOUZA, S. R**.** Torta de filtro enriquecida. **Idea News**, Ribeirão Preto, v. 6, n. 63, p. 2-6, 2006.

BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, J. M. G.; PEREIRA, M. T. J.; SILVA, T. J. A. Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em latossolo vermelho do cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 523-533. 2015.

BONFIM-SILVA, E. M. **Cinza Vegetal e Biochar na agricultura**. Maringá-PR: Uniedusul, ISBN 978-65-86010-48-0. p. 204, 2020a.

BONFIM-SILVA, E. M.; OLIVEIRA, E. S.; BEZERRA, M. D. L.; CASTAÑON, T. H. F. M.; FENNER, W.; SILVA, T. J. A. Application of Wood Ash, Organomineral and Mineral Fertilizers to Increase the Growth of Arugula (Eruca sativa Miller) at Different Base Saturation on Oxisol. **Journal of Experimental Agriculture International.** 17(3): 1-6, 2017.

BONFIM-SILVA, E. M.; FERNANDES, G. B.; ALVES, R. D. S; CASTAÑON, T. H. F. M.; SILVA, T. J. A. Mineral, organic and organomineral fertilization in rabanet culture. **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v. 6, n. 5, p. 23300-23318, may. 2020e.

BONFIM-SILVA, E. M.; GOMES, N. C. B.; ALVES, R. D. S.; GUIMARÃES, S. L.; SILVA, T. J. A. Phytometric characteristics and chlorophyl index. **Braz. J. of Develop**., Curitiba, v. 6, n. 3, p. 13468-13482 Mar. 2020c.

BONFIM-SILVA, E. M. GUIMARÃES, S. L.; POLIZEL, A. C. Desenvolvimento e produção de Crotalária juncea adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 371-379, 2011b.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T. J. A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:309-317, 2007.

BONFIM-SILVA, E. M.; PINTO, M. R. F.; FERRAZ, A. P. F.; NONATO, J. J.; SILVA, T. J. A. Production of chives fertilized with wood ash in adapted Leonard pots. **Braz. J. of Develop**., Curitiba, v. 6, n. 6, p. 37347-37373, jun. 2020b. DOI: 10.34117/bjdv6n6-315.

BONFIM-SILVA, E. M.; SCHLICHTING, A. F.; JOSÉ, J. V. Cinza vegetal como corretivo e fertilizante. In: BONFIM-SILVA, E.M. **Cinza vegetal e biochar na agricultura**. Maringá – PR: UNIEDUSUL, 2020d. p. 09-46.

BONFIM-SILVA, E. M.; SCHLICHTING, A. F.; SILVA, T. J. A. Concentration of macronutrients in degraded tropical pasture in recovery rainy periods using wood. **Australian Journal Of Crop Science**, v. 13, p. 966-975, 2019.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011a.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; SANTOS, C. C.; CABRAL, C. E. A.; SANTOS, I. B. Características produtivas e eficiência no uso de água em Rúcula adubada com cinza vegetal. Enciclopédia Biosfera, vl.7, n.13, p. 178-186, 2011c.

BRAGA NETO, A. M. **Calagem na cultura da fisalis**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, p. 33. 2017.

BRAINER, M.S.C.P. Quando nem tudo são flores, a floricultura pode ser uma alternativa. **Caderno Setorial**, v.3, n.42, p.1-17, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agrostat: Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Brasília, DF: Mapa, 2021.

CARVALHO, C. R. V.; SANTOS, M. N. S.; MAPELI, A. M. Morphophysiological characterization of leaves and inflorescences of commercial mini chrysanthemum varieties. **Ornamental Horticulture**. 26 (2), p. 277-282. 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i2.2054.

CHANG, K. H., WU, R. Y., CHUANG, K. C., HSIEH, T. F., & CHUNG, R. S. (2010). Effects of chemical and organic fertilizers on the growth, flower quality and nutrient

uptake of Anthurium andreanum, cultivated for cut flower production. **Scientia Horticulturae**, 125(3), 434–441. DOI:10.1016/j.scienta.2010.04.011.

CLARKSON, D. T.; HANSON, J. B. (1980). The mineral nutrition of higher plants. **Annual Review of Plant Physiology** 31:239-298.

COELHO, V. A. T.; SOUZA, C. G.; SOUZA, E. N.; LACERDA, L. G.; ALVES, P. C. Deficiências de micronutrientes e sódio em gengibre ornamental: variáveis de crescimento e composição mineral. **Revista Multiverso.** v. 5. p. 01-12, Juiz de Fora – MG, 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Hortigranjeiro**. v. 7. n. 5. ISSN 2446-5860. Brasília: Conab, maio de 2021. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/> acesso em novembro de 2021.

CORIOLETTI, N. S. D.; CORIOLETTI, S.; SILVA, V. L. Influence of boric fertilization on the beanculture. **Scientific Electronic Archives**. 13 (5). May 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.36560/14520211244.

COSTA, E.; SANTO, T. L. E.; SILVA, A. P.; SILVA, L. E.; OLIVEIRA, L. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja. **Horticultura Brasileira**. vol.33, n.1, p.110-118. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000100018.

COSTA, F. K. D.; MENEZES, J. F. S.; ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SIMON, G. A.; MIRANDA, B. C.; LIMA, A. M.; LIMA, M. S. Desempenho agronômico da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. **Nucleus**, v.15, n.2, out. 2018

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e Tendências Climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrometeorologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.

DAROLT, M. R.; BLANCO NETO, V.; ZAMBON, F. R. A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, v.11, n.1, p.38-40, 1993.

DAROLT, M. R.; OSAKI. F. **Efeito da cinza de caieira de cal sobre a produção da aveia preta, no comportamento de alguns nutrientes**. 1989, 33p. In: Calagem & Adubação. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991.

DOURADO, L. G. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; PINHEIRO, E. A. R.; FENNER, W. Effects of wood ash and soil water potential on vegetative development of mung bean (Vigna radiata L.). **Australian Journal Of Crop Science (Online),** ISSN:1835-2693, v. 15, p. 354-361, 2021. DOI: 10.21475/ajcs.21.15.03.p2710.

DUARTE, T. F.; SILVA, T. J. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Cinza vegetal nos atributos físicos do solo. In: BONFIM-SILVA, E.M. **Cinza vegetal e biochar na agricultura**. Maringá – PR: UNIEDUSUL, 2020. p. 67-94.

EL-DAHSHOURI, M. F.; HAMOUDA, H. A.; ANANY, T. G. (2017). Improving seed production of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) plants as a response for Calcium and Boron. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, Special issue 211-219.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. E-book. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1107206/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos> acesso em 05 de novembro de 2021.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 209-250 p. ISBN 85-99144-03-0.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J .C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. ISBN: 978-85-86504-08-2. p. 205-274, Viçosa, MG. 2007.

EVANS, H. J.; SORGER, G. J. (1966). Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. **Annual Review of Plant Physiology** 17:47-76.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.390-395, 2000.

FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Interação entre fósforo, zinco e calcário em arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.2, p.88-92, 1979.

FARIAS, M. F.; SAAD, J. C. C.; BÔAS, R. L. V. Manejo da irrigação na cultura do Crisântemo em vaso, cultivar Rage, cultivado em ambiente protegido. **Eng. Agríc**., Jaboticabal, v.24, n.1, p.51-56, jan./abr. 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-69162004000100007.

FERREIRA, D. F. SISVAR: *a computer statistical analysis system.* **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, G. B. Dinâmica das frações de micronutrientes catiônicos e esgotamento de formas disponíveis de Boro, Cobre, Ferro, Manganês e zinco, em solos de Minas Gerais. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa – MG, 169p., 2003.

FERRO, A. E. M. M.; BORSOL, A.; SOUZA, L. C.; ROSSET, J. S. Atributos agronômicos da cultura do trigo sob diferentes fontes de adubação. **Acta Iguazu,** Cascavel, v.7, n.3, p. 50-59, 2018.

FRANCO, M. F. S.; AQUINO, L. A.; MACEDO, W. R.; MENFEZ, F. Q.; ARCEDA, E. U. Production of table beets (Beta vulgaris) in function of potassium sources and doses.

Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.9, p. 89696-89710 sep. 2021. DOI:10.34117/bjdv7n9-232

FRAZÃO, J. E. M.; PINHO, P. J.; CARVALHO, G. C.; ALMEIDA, E. F. A. **Caracterização da deficiência nutricional simples e conjunta de boro e zinco em plantas de antúrio (*Anthurium andraeanum*).** Belo Horizonte: EPAMIG, 2009. Circular Técnica, 69.

FREITAS, G. Q.; FILHO, F. R. C.; TEIXEIRA, M. B.; COSTA, A. S. S.; ALVES, D. K. M.; CUNHA, F. N.; SOARES, J. A. B.; GOMES, L. F. Leaf area and SPAD index of sunflower under irrigation and organomineral fertilization. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8. 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5654

GOH, K. J.; HÄRDTER, R. General oil palm nutrition. **In**: FAIRHURST, T.; HÄRDTER, R. Oil Palm: management for large and sustainable yields. Singapore : PPI/ PPIC; Basel: IPI, p. 191-230, 2003.

GUARIZ, H. R.; PICOLI, M. H. S.; CAMPANHARO, W. A.; RODRIGUES, B. P. Uso de cinzas de fornos de cerâmica como fonte de nutrientes para aproveitamento na agricultura. In: **Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos**, 1., 2009, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2009.

HANSEN, M.; BANG-ANDREASEN, T.; SORENSEN, H.; INGERSLEV, M. Micro vertical changes in soil pH and base cations over time after application of wood ash on forest soil. **Forest Ecology and Management**, v. 406, n. June, p. 274–280, 2017.

HANSTED, A. L. **Aproveitamento de cinzas de caldeira para calagem do solo**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu, p. 82. 2020.

IBRAFLOR – Instituto Brasileiro de Floricultura. Brasil deixa de exportar flores e passa a importar. **Informativo IBRAFLOR**. v. 5, n. 41, 2014. Disponível em< http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=216> acesso em 26 de novembro de 2021.

IBRAFLOR – Instituto Brasileiro de Floricultura. Critérios de classificação. **Informativo IBRAFLOR**. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=58>. Acesso em 25 de novembro de 2021.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Justus Perthes, Gotha. **Wall-map 150 x 200cm**. 1928.

LABANCA, E. R. G. **Impacto de bactérias promotoras de crescimento de plantas no microbioma radicular e na fisiologia da cana-de-açúcar em solo com excesso de alumínio**. / Elaine Regina Godoy Labanca (Tese). Campinas, 169p. 2019.

LEONI, B.; LOCONSOLE, D.; CRISTIANO, G.; LUCIA, B. Comparison between Chemical Fertilization and Integrated Nutrient Management: Yield, Quality, N, and P Contents in Dendranthema grandiflorum (Ramat.) Kitam. Cultivars. **Agronomy,** 9 (4), 202, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy9040202.

LIMA, J.A.; DEFELIPO, B.V.; NOVAIS, R.F.; THIÉBAUT, J.T.L. Efeitos das relações Ca/Mg e (Ca+Mg)/K na correção da acidez de dois latossolos e na produção de matéria seca do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill) cv Kada. **Revista Ceres**, Viçosa, v.28, n.156, p.103-115, mar./abr. 1981.

LIMA, J. C. P. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; LIMA, J. G. C.; JUNIOR, M. A. L. Níveis críticos e tóxicos de boro em solos de Pernambuco determinados em casa de vegetação. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. 31 (1), Fev, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000100008.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; FERREIRA, G. B.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M. Capacidade da cinza de madeira e do esterco bovino para neutralizar o alumínio trocável e promover o crescimento da mamoneira. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v.13, n.1, p.9-17, jan/abr. 2009.

LIMA, R. F.; SANTOS, R. S.; VIÉGAS, I. J. M.; SILVA, A. O.; SILVA, B. C.; SILVA, D. A.; GALVÃO, J. R.; DIAS, P. H. B. Estado de crescimento e nutricional de plantas de ásteres (*aster ericoides*) CV. Renna primeiro ciclo, devido à omissão nutriente na textura média de oxisol amarelo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.6, p.33589-33608, ISSN 2525-8761. Jun. 2020.

LINDSAY, W. L. Inorganic equilibria affecting micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M. & WELCH, R. M., eds. **Micronutrients in agriculture**. 2 ed. Madison, SSSA, p. 89-144, 1991.

LI, Y.; LI, Z.; CUI, S.; ZHANG, Q. Trade-off between soil pH, bulk density and other soil physical properties under global no-tillage agriculture. **Geoderma**, v. 361, 2020, 114099. DOI: http://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114099.

MAEDA, N.; KATAKURA, T.; FUKASAWA, T.; HUANG, A.; KAWANO, T.; FUKUI, K. Morphology of woody biomass combustion ash and enrichment of potassium components by particle size classification. **Fuel Processing Technology**, 156, 2017.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. / Eurípedes Malavolta. – 5ª ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1989. 292 p. ISBN 85-318-0002-1.

MALAVOLTA, E. **A prática da calagem**. (Boletim Técnico 2). 3. ed. Sorocaba: Indústria Mineradora Pagliato Ltda, 1984.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Ed Agronômica Ceres. 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, p. 319, 1997.

MARRENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2009.

MELO, R. M.; VIEIRA, M. C.; CARNEVALI, T. O.; GONÇALVES, W. V.; TORALES, E. P.; TOLOUEI, S. E. L.; SANTOS, C. C. Calagem e textura do substrato afetam o

desenvolvimento de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 42, n. 1, 2019. DOI: https://doi.org/10.19084/RCA18283

MERINO, A.; OMIL, B.; HIDALGO, C.; ETCHEVERS, J. D.; BALBOA, M. A. Characterization of the organic matter in wood ash from biomass power plants in relation to the potential use as amendments in agriculture. **Land Degradation and Development ,** v.28, p. 2166 – 2175, 2017. DOI: https://doi.org/10.1002/ldr.2743

MEURER, E. J.; TIECHER, T.; MATTIELLO, L. Potássio. *In*: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2. ed. Viçosa - MG: SBCS, 2018. cap. XII, p. 429-464. ISBN 978-85-86504-23-5.

MILANI, M.; PRADELLA, E. M.; HEINTZE, W.; SCHAFER, G.; BENDER, R. J. Gerbera leaf nutritional status as a cut flower cultivated with different doses of nitrogen and calcium. ISSN 2447-536X. **Ornamental Horticulture.** v. 27, nº. 4, p. 462-469. 2021.

MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G. de; EVANGELISTA, A. R. Influência da relação cálcio:magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 249-255, 1999.

MUNIZ, M. A.; YUMBLA-ORBES, M.; BARBOSA, J. G.; OLIVEIRA, L. G. Acúmulo de micronutrientes em tango em função do número de hastes cultivadas. **Horticultura Brasileira** 31: p. 273-278. 2013.

MUZILLI, O. (2002). Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações agronômicas**,100, 6-10.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:1475-1485, 2007.

NAVARRO, C. C. **Desenvolvimento de *Lactuca sativa L*. sobre diferentres doses de cinza vegetal em solo argiloso**. / Cassilene Cristiane Navarro, Universidade Cesumar, Maringá – PR, 2021.

OLIVEIRA, A. A.; FERRARI, J. L.; SOUZA, M. N.; AMARAL, A. A.; BENTO, C. S. Panorama of floriculture in the municipality of Alegre, Espírito Santo. **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v.7, n.11, p. 105771-105791 nov. 2021.

OLIVEIRA, C. B.; NASCIMENTO, T. R.; SILVA, R. G. R.; LOPES, I. C. A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no brasil: uma revisão sobre o segmento. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo,** v. 6, n. 2, p. 180-200, mar-abr, 2021 ISSN: 2448-2889.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.329-335, abr./jun. 2001.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. 4.ed. Priracicaba: FEALQ, 2011. 592p.

OLIVEIRA, M. R.; FERNANDES, D. M.; BÔAS, R. L. V.; BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; SANTOS, A. J. M. Soil correction for planting bermudagrass using steel slag or limestone. **Ornamental Horticulture**. ISSN 2447-536X. V. 26, No . 3, 2020 p. 475-485. 2020.

PEIXOTO, D. J. G.; JÚNIOR, L. A. Z.; MIOLA, V.; PEREIRA, N.; ANDRADE, E. A. tributos químicos de solo após incubação com produtos com cálcio e magnésio. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.8, n.3, p. 62-68, 2019.

PEREIRA, M. T. J.; SILVA, T. J. A., BONFIM-SILVA, E. M.; MAZZINI-GUEDES, R. B. Applying wood ash and soil moisture on gladiolus (*'Gladiolus grandiflorus'*) cultivation. **Australian Journal of Crop Science**. v. 10, p. 393-401, 2016.

PETRIM, I. C.; ALMEIDA, G. R. R. Avaliação do teor de clorofila em lavoura cafeeira podada e em produção e em diferentes exposições ao sol. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**. v. 2, n. 1. 2020.

PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. de M.; NATALE, W. Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira. **Acta Scientiarum**, v. 24, p.1493-1500, 2002.

PUKALCHIK, M.; MERCL, F.; TEREKHOVA, V.; TLUSTOŠ, P. Biochar, wood ash and humic substances mitigating trace elements stress in contaminated sandy loam soil: Evidence from an integrative approach. **Chemosphere**, 203, 228–238, 2018.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba, IPNI, 420 p., 2011.
REGO, J. L.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; ARAÚJO, W. F.; FURLAN, R. A.; BASTOS, F. G. C. Produtividade de crisântemo em função de níveis de irrigação. **Hortic. bras.,** v. 27, n. 1, jan.-mar. 2009.

REIS, L. O.; MISTURA, C.; AIRES, E. S.; NUNES, T. S. S.; SILVA, E. M.; MENDES, D. B.; FILHO, P. A. F.; SANTANA, A. G. S.; ALMEIDA, B. A. S.; PENHA, L. G. Biomass production of Brachiaria decumbens cv. Basilisk fertilized with vegetable ash. **Braz. J. Anim. Environ. Res**., Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1636-1641, jul./set. 2020

REZENDE, J. S.; CARVALHO, A. C. C.; MOURA, G. A.; SANTOS, J. R. M. M.; SOUSA, R. S.; SOUSA, V. P. C.; ARAÚJO, V. S.; LUZ, P. S. Uso da cinza vegetal na germinação e produção de mudas de pimentão. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 19, n. 2, p. 85-93, 2021.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa – MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999, 360 p.

RIVERA-COLÍN, A. R.; MEJÍA-CARRANZA, J.; MARTÍNEZ-ESTRADA, I.; REYES-ALEMÁN, J. C.; GONZÁLEZ-HUERTA, A.; RAMÍREZ-GERARDO. Variación morfológica de híbridos F1 de Gerbera. **Rev. Fitotec. Mex.** Vol. 44 (3): 381 - 389, 2021.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais** / Carlos Cesar Ronquim. ISSN 1806-3322 – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, p. 26, 2010.

RYAN, P. R.; DELHAIZE, E. Adaptatiom to Aluminium Toxicity. In: Shabala, S. (Ed.). **Plant Stress Physiology**. 2. ed. Boston: CABI, 2017. p. 178–200.

SALES, M. L. S.; SANTOS, M. L. C.; COSTA, A. G.; LIMA, J. C.; SOUZA, L. S.; SANTOS, A. R. **Diagnose visual em *Physalis angulata* sob omissão de nutrientes**. I Seminário de Pesquisa em Engenharia de Água e Solo. UFRB, Cruz das Almas-BA, p. 61-64, 2019.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**., Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-32, jan./mar. 2011

SANTOS, H. J. P.; OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L. B. **Efeito da cinza da agroindústria de dendê na produção de matéria seca de milho (Zea mays L.)**. Ciência e tecnologia com inclusão social: anais EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém, PA: UFRA, 2005. Disponível em < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44685/1/HUGOJORGEPEREIRA2.pdf > acesso em 05 de fevereiro de 2022

SANTOS, S. J.; DALBEM, A. E.; SOUZA, K. A. J. Determinação do potencial hidrogeniônico e sua relação a diferentes texturas do solo. **Revista Científica Eletrônica De Ciências Aplicadas da Fait**. ISSN 1806-6933. n. 1. maio, 2021.

SEGOVIA, J. F. O. Princípios de nutrição e adubação de flores e plantas ornamentais tropicais. In: Floricultura Tropical - Técnicas e inovações para negócios sustentáveis. p. 67-112. Brasília, DF: **Embrapa**, 2020.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; MARANGONI, J. M. Ash biomass forest: alteration in the atributes of acid soils from santa catarina plateau and eucalyptus plants. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.6, p.475-482, Nov./Dec. 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i6.15530

SILVA, S. M. F.; POSSE, R. P.; VALANI, F.; PARTELLI, R. L.; FORNACIARI, G.; BORGHI, E. J. A.; SCALDAFERRO, S. G.; OLIVEIRA, E. C.; ALMEIDA, R. F.; QUARTEZANI, W. Z.; ILVEIRA, V. S. Efeito do potássio e magnésio no desenvolvimento e produtividade de crisântemo conduzido no noroeste do estado do Espírito Santo. **International Journal of Development Research.** Vol. 09, Issue, 12, p. 32478-32483, 2019.

SOARES, M. R.; CASAGRANDE, J. C.; ALLEONI, R. F. Adsorção de boro em solos ácricos em função da variação do pH. **Rev. Bras. Cienc. Solo**. v. 32, n. 1, p. 111-120, 2008.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos / Lafayette Franco Sobral ... [et al.] – Aracaju : **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2015. 13 p.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; FERNANDES, F. M.; ASSUNÇÃO, N. S. Correção do solo e manejo de nutrientes. In: MERENDA, A. M. C. M. P. **Batata: Desafios fitossanitários e manejo sustentável**. 1. ed. – ISBN 978-65-00-15675-1. Jaboticabal, SP: Angélica Maria de Campos Machado Pitelli Merenda, 2020.

SOUSA, A.; RATKE, E. F.; VIEIRA, J. W. P.; SOUZA, F. V.; ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G. Production of Leucaena leucocephala seedlings using mineral and organic mineral fertilizer. **Research, Society and Development**, v. 10, n.2, e28710212095, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12095

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J .C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. ISBN: 978-85-86504-08-2. p. 205-274, Viçosa, MG. 2007.

SOUZA, J. L.; PREZOTTI, L.C. Estudos de solos em função de diversos sistemas de adubação orgânica e mineral. In: Congresso Brasileiro De Olericultura, 37., Manaus. **Horticultura Brasileira**, n.16, v.1, p. 300. 1997.

SOUZA, J. N. C.; DINIZ, J. W. M.; SILVA, F. A. O.; & ALMEIDA, N. D. R. (2020). Economic overview of ornamental flowers and plants in Brazil**. Scientific Electronic Archives,** 13(5), p. 96–102. DOI: https://doi.org/10.36560/1352020943

SOUZA, L.H.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; VILLANI, E. M. A. Efeito do pH do solo rizosférico e não rizosférico de plantas de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na absorção de boro, cobre, ferro, manganês e zinco. **Revista Brasileira de Ciências do Solo,** 34: 1641-1652, 2010.

SPADETO, M. F. **Desenvolvimento e produção de crisântemo submetido a diferentes níveis de déficit hídrico no solo**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, p. 60. 2016.

TEIXEIRA, A. J. **A cultura do crisântemo de corte.** Nova Friburgo: EMATER-RIO, 2004.

TOMBOLATO A. F. C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agronômico. p. 211. 2004.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed.rev.atual. Campinas, Instituto Agronômico / Fundação IAC, 1997. 285p.

VINHA, A. P. C.; CARRARA, B. H.; SOUZA, E. F. S.; SANTOS, J. A. F.; ARANTES, S. A. C. M. Adsorção de fósforo em solos de regiões tropicais. **Nativa,** Sinop, v. 9, n. 1, p. 30-35, jan./fev. 2021. DOI: https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10973.

ZOCCOLI, D. M. **Ferrugem branca do Crisântemo: Epidemiologia, controle e mecanismos de resistência**. Tese (doutorado) – Universidade de Brasília, 161p. Brasília, 2008.