

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LAURA SILVA DUNKER

**CRAVEIRO (*Dianthus caryophyllus*) SOB DOSES DE POTÁSSIO EM SOLOS COM
DIFERENTES ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS**

**Itaqui
2023**

LAURA SILVA DUNKER

**CRAVEIRO (*Dianthus caryophyllus*) SOB DOSES DE POTÁSSIO EM SOLOS COM
DIFERENTES ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho

**Itaqui
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

D919c Dunker, Laura Silva

Craveiro (*Dianthus caryophyllus*) sob doses de potássio em solos com diferentes atributos físico-químicos / Laura Silva Dunker.
29 p.

Orientador: Paulo Jorge de Pinho
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pampa, Agronomia, Campus Itaqui, 2023.

1. Adubação em vasos. 2. Plantas ornamentais. 3. Nutrientes.


LAURA SILVA DUNKER

**CRAVEIRO (*Dianthus caryophyllus*) SOB DOSES DE POTÁSSIO EM SOLOS COM
DIFERENTES ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em
Agronomia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 15 de junho de 2023.


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 PAULO JORGE DE PINHO
Data: 03/07/2023 19:38:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho
Orientador
(UNIPAMPA)

Documento assinado digitalmente
 ELOIR MISSIO
Data: 04/07/2023 14:28:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eloir Missio
(UNIPAMPA)

Documento assinado digitalmente
 LUCIANA ZAGO ETHUR
Data: 03/07/2023 21:55:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª. Luciana Zago Ethur
(UNIPAMPA)

Dedico este trabalho especialmente à minha avó Celedi Seixas Silva e ao meu avô já falecido Alfredo Soares Silva a quem agradeço pela pessoa que sou hoje, e a todos que contribuíram de alguma forma ao longo deste percurso.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, a Deus, por ter me proporcionado saúde, determinação e ter permitido que meus objetivos fossem alcançados durante a graduação.

A minha avó Celedi Seixas Silva por me amparar e incentivar nas horas difíceis. Aos meus familiares por apoiarem e acreditarem na minha trajetória.

Ao meu namorado e colega de graduação Lucas Biscaglia Miranda por todo apoio e incentivo durante o curso e realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho por aceitar me acompanhar neste trabalho, pelo empenho em sanar dúvidas, acreditar e apoiar à medida que as dificuldades surgiram durante o percurso.

A Prof^a. Dr^a. Luciana Zago Ethur e o Prof. Dr. Eloir Missio por aceitarem participar da banca examinadora e pelas contribuições e correções deste trabalho.

Aos professores do curso de Agronomia, por todos os conselhos, incentivo e ajuda que guiaram o meu aprendizado necessário para a realização deste trabalho.

Aos demais colegas de curso e funcionários da instituição, minha gratidão por todo apoio e parceria ao longo da graduação.

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

O craveiro apresenta alta durabilidade e adapta-se bem em regiões com clima subtropical. Desta forma, conhecimento das exigências nutricionais da espécie em relação aos solos são necessárias para a introdução do cultivo na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul (RS). Neste contexto, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento do craveiro quanto à adubação potássica em vasos com solos de distintos atributos físicos e químicos. O experimento foi realizado em bancada coberta com plástico de polietileno na área experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui/RS. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (fator A x fator B) com quatro repetições. Foram utilizados como substrato dois solos com diferentes atributos físico-químicos coletados em dois locais (fator A). O fator B foi composto por diferentes doses de potássio, totalizando 40 vasos com capacidade de 10L. Foram realizadas a diagnose visual da aparência de plantas, análise da altura de plantas, matéria seca ao longo do tempo e matéria seca total. Os resultados apontaram que não houve diferença significativa entre as doses de potássio e os tipos de solos para a produção do craveiro. As doses de Máxima Eficiência Técnica e Máxima Eficiência Econômica conforme a Matéria Seca de Folhas ao longo do tempo é de 372,77 mg dm⁻³ e 335,49 mg dm⁻³ de K, enquanto com a Matéria Seca Total as doses são de 357 mg dm⁻³ e 321,3 mg dm⁻³ de K, respectivamente.

Palavras-Chave: Adubação em vasos; Plantas ornamentais; Nutrientes.

ABSTRACT

Carnation has high durability and adapts well in regions with a subtropical climate. Thus, knowledge of the nutritional requirements of the species in relation to soils is necessary for the introduction of cultivation in the West Frontier of Rio Grande do Sul (RS). In this context, the objective was to evaluate the growth and development of carnation in terms of potassium fertilization in pots with soils of different physical and chemical attributes. The experiment was carried out in the experimental area of the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui/RS. The experimental design used was completely randomized in a 2x5 factorial scheme (factor A x factor B) with four replications. Two soils with different physicochemical attributes collected in two locations (factor A) were used as substrates. Factor B was composed of different doses of potassium, totaling 40 vessels with a capacity of 10L. Visual diagnosis of the appearance of plants was carried out, analysis of plant height, dry matter over time and total dry matter were performed. The results showed that there was no significant difference between potassium doses and soil types for carnation production. The doses of Maximum Technical Efficiency and Maximum Economic Efficiency according to the Dry Matter of Leaves over time are 372.77 mg dm⁻³ and 335.49 mg dm⁻³ of K, respectively, while with the Total Dry Matter the doses are 357 mg dm⁻³ and 321.3 mg dm⁻³ of K, respectively.

Keywords: Vases fertilization, Ornamental plants, Nutrients.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Transplante de mudas de cravo (<i>Dianthus caryophyllus</i>) para os vasos.....	18
Figura 2 – Adubação e incorporação dos fertilizantes no volume de solo total de cada vaso.....	19
Figura 3 – Avaliação do comprimento da parte aérea com a utilização de régua graduada....	19
Figura 4 – Sistema radicular do cravo (<i>Dianthus caryophyllus</i>) desenvolvido no Chernossolo.....	21
Figura 5 – Sistema radicular do cravo (<i>Dianthus caryophyllus</i>) desenvolvido no Plintossolo.....	21
Figura 6 – Ajuste do modelo de Verhulst aos dados relativos à altura de planta (cm) ao longo dos dias após a semeadura (DAS).....	22
Figura 7 – Curva de resposta para a variável Matéria Seca de Folhas (MSF) de plantas sob doses de potássio (K).....	24
Figura 8 – Curva de resposta para a variável Matéria Seca Total (MST) de plantas sob doses de potássio (K).....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química dos solos da Região de Itaqui, RS, utilizados como substrato para produção de Cravo (<i>Dianthus caryophyllus</i>).....	18
Tabela 2 – Médias* da matéria seca ao longo do tempo do fator Tipo de Solo (1 - Plintossolo; 2 - Chernossolo) para as variáveis Haste, Folha, Flor e Total.....	23
Tabela 3 – Médias* da matéria seca ao longo do tempo do fator Doses para as variáveis Haste e Flor.....	23
Tabela 4 – Médias* da matéria seca total do fator Tipo de Solo para as variáveis Haste, Folha, Flor e Total.....	26
Tabela 5 – Médias* da matéria seca total do fator Doses para as variáveis Haste, Folha, Flor e Total.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Craveiro (Dianthus caryophyllus).....	14
2.2 Atributos físicos e químicos do solo.....	14
2.3 Potássio (K).....	15
2.3.1 Dinâmica no solo.....	15
2.3.2 Mecanismos de absorção pela planta.....	16
2.3.3 Efeitos no crescimento das plantas.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1 Diagnose visual.....	20
4.2 Análise de altura de plantas.....	22
4.3 Análise de Matéria Seca ao Longo do Tempo.....	23
4.4 Análise de Matéria Seca Total (MST).....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O craveiro é uma flor, de corte e vaso, popular e amplamente utilizada na indústria florística, empregado nas mais diversas composições florais, destacando sua importância comercial (SOLIMAN; EL-SAYED, 2023). No entanto, estudos relacionados à nutrição e adubação de flores e plantas ornamentais são escassos, visto que a floricultura é uma atividade econômica relativamente recente quando comparada à outras culturas comerciais (FURTINI NETO et al., 2015).

O cultivo de espécies ornamentais em vasos requer cuidados, uma vez que a obtenção de nutrientes pelas plantas ocorre em volume limitado de substrato (CARDOSO et al., 2021). Os nutrientes fornecidos pelo solo classificam-se em macronutrientes e micronutrientes, dependendo da necessidade das plantas em absorver grandes ou pequenas quantidades (FERNANDES et al., 2018). Desse modo, a adubação suplementar torna-se imprescindível para suprir a demanda de nutrientes pelas plantas no sistema de cultivo em vasos (CARDOSO et al., 2021).

A falta de informações sobre as exigências nutricionais de flores e plantas ornamentais, ocasiona a aplicação dos fertilizantes minerais e orgânicos de forma empírica, gerando um produto final de baixa qualidade. O desbalanço nutricional, seja pela falta ou excesso de nutrientes, promove alterações no metabolismo das plantas, resultando em manifestações de sintomas característicos. No caso das flores e plantas ornamentais, a desordem nutricional influencia a durabilidade pós-colheita e no custo de produção, depreciando o produto ou inviabilizando a sua comercialização (FERNANDES et al., 2018).

O craveiro apresenta alta durabilidade como flor de corte e adapta-se bem em regiões com clima subtropical, destacando a importância econômica da introdução do cultivo na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul (RS) e do conhecimento sobre as exigências nutricionais da espécie, sabendo-se que o potássio é o nutriente mais exigido pela planta. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento do craveiro quanto à adubação potássica em vasos com solos de distintos atributos físicos e químicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Craveiro (*Dianthus caryophyllus*)

O cravo é uma das principais culturas ornamentais no mundo. É membro da família Caryophyllaceae e pertence ao gênero *Dianthus*, existem mais de 300 espécies de *Dianthus* registradas. Muitas estão distribuídas por toda a Europa e Ásia, e a distribuição do gênero se estende ao Ártico da América do Norte e a locais montanhosos na África. Várias espécies, incluindo *D. caryophyllus*, *D. barbatus*, *D. chinensis*, *D. plumarius*, *D. superbus* e seus híbridos são amplamente utilizadas como cultivares hortícolas. Novas variedades de cravos foram criados buscando características atraentes, como cor, tamanho, fragrância e longevidade da flor (YAGI et al., 2014).

As principais exigências da cultura envolvem aporte de macronutrientes, temperatura do solo relativamente alta e sem excesso de umidade, luminosidade devendo ser conduzida em ambiente ensolarado e arejado, desenvolvendo-se bem em clima subtropical a temperado. A semeadura é a forma de propagação mais utilizada no Brasil, podendo ser realizada de maio a julho. Em regiões quentes, o mais indicado é iniciar o cultivo no outono, sendo ideal para o período de germinação temperaturas de 15 a 20°C com floração a partir de 30 a 40 dias após o transplante (XU et al., 2021).

2.2 Atributos físicos e químicos do solo

A caracterização do solo por meio de suas características morfológicas, químicas, físicas, biológicas e ou mineralógicas permite o seu conhecimento. Este entendimento, pode ser utilizado para comparar as características e propriedades de cada solo, avaliar seu comportamento ou aptidão para determinado uso, ou, ainda, recomendar práticas de manejo. Alguns atributos diagnósticos são importantes devido a correlações com aspectos agronômicos (KER et al., 2012).

As propriedades físicas e os processos do solo estão envolvidas no suporte ao crescimento radicular, armazenagem e fornecimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica. Estas propriedades podem sofrer diversas alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal. Os principais indicadores físicos utilizados e recomendados são textura, profundidade, densidade do solo, resistência à penetração, porosidade, capacidade de retenção de água, condutividade hidráulica e estabilidade de agregados que diferem de acordo com o tipo de solo (PINOTTI, 2023).

As propriedades químicas envolvem a composição mineralógica do solo, teor de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, presença de elementos tóxicos e metais pesados (PINOTTI, 2023). A saturação por bases é um dos atributos mais utilizados, pois informa o quanto do complexo de troca está saturado por bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) permitindo inferir sobre a fertilidade do solo. Quanto maior o valor desta saturação, maior o conteúdo de bases no solo. Solos com elevada saturação por bases e de capacidade de troca de cátions, como a classe dos Chernossolos, apresentam reserva de nutrientes muito maior e conseqüentemente um período de tempo maior para se esgotarem. Na interpretação da potencialidade dos solos é importante considerar a saturação por bases em conjugação com os valores absolutos de soma de bases ou da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) (OLIVEIRA, 2008).

2.3 Potássio (K)

O K é essencial na síntese proteica e promove a turgidez das células, dessa forma ajudando a manter a pressão interna dos tecidos. Indiretamente, auxilia no transporte de nutrientes para a fotossíntese. As plantas que possuem deficiência de K, apresentam manchas cloróticas nas folhas mais velhas, que começam pelo ápice das folhas e se estendem ao longo de todo o bordo foliar, ao intensificar-se tornam-se necróticas. A deficiência desse nutriente também prejudica a textura, a cor, o conteúdo de açúcar e a consistência dos frutos (SEGOVIA, 2020).

Fernandes et al. (1971) avaliando a absorção de macronutrientes pelo craveiro, destacaram que os teores dos macronutrientes são encontrados nas diversas partes da planta, apresentando maior oscilação nas folhas, sendo que o nitrogênio (N) e o K mantêm-se constantes durante o ciclo da planta. Ainda, concluíram que entre a ordem de exigência por macronutrientes segue da seguinte forma: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$.

2.3.1 Dinâmica no solo

O K encontra-se nos solos em diferentes formas, mas somente o K dissolvido na solução do solo como íon monovalente (K^+) é passível de absorção pelas plantas. Este na solução do solo está em equilíbrio com o K ligado eletrostaticamente às cargas superficiais negativas dos colóides do solo como complexo de esfera externa, servindo como reserva imediata para as plantas, pois está em equilíbrio rápido com a solução, repondo o K^+ da solução à medida que é absorvido ou perdido. As formas de perda ocorrem com as partículas

de solo erodidas ou pela lixiviação, principalmente em solos com CTC muito baixa, que possuem baixos teores de argila e de matéria orgânica (FERNANDES et al., 2018).

Os argilominerais 2:1 são reguladores da dinâmica do K no solo. Quando esse nutriente é adsorvido por argilominerais 2:1, torna-se parcial ou potencialmente biodisponível para as plantas. O K faz parte da estrutura de minerais primários (K estrutural), como nas micas e nos feldspatos, e minerais secundários, como vermiculita e esmectitas. Essa forma é denominada K não trocável. O K total é a soma de todas as formas em que o elemento se encontra em solos: K estrutural + K não trocável + K trocável + K solução. A forma predominante de K no solo é a estrutural, ou seja, que faz parte da estrutura de minerais primários e, ou, secundários. A liberação do K estrutural para a solução do solo é um processo lento, não atendendo à demanda das plantas a curto prazo. O K pode ser adicionado ao solo via fertilizante ou via resíduos culturais e dejetos animais (FERNANDES et al., 2018).

2.3.2 Mecanismos de absorção pela planta

As proteínas transportadoras integrais transmembranas (transportadores ou canais iônicos) possuem a função de carregar solutos contra o seu gradiente de concentração, permitindo manter os solutos em concentrações altas dentro das células quando comparado com o meio extracelular. Muitos fatores podem afetar de modo significativo a absorção do K pelas raízes das plantas, como a própria planta, genótipo, idade da raiz, idade da planta, e fatores de natureza química e física, como interações ou antagonismo entre íons, teor de O₂ na rizosfera, temperatura, entre outros. Diversos estudos apontam que a presença de outros nutrientes na solução, diferenças na capacidade de absorção entre genótipos e a idade das plantas afetam o influxo de K pelas plantas (FERNANDES et al., 2018).

2.3.3 Efeitos no crescimento das plantas

O K é essencial para o crescimento, desenvolvimento e maturação dos grãos e frutos dos vegetais. Quando os solos apresentam baixos teores do nutriente, as plantas respondem à adubação potássica (FERNANDES et al., 2018). Em relação aos principais efeitos nas plantas, Rios et al. (2022) destacam que o K proporciona melhorias na qualidade dos frutos de pimentão, em razão do processo de transpiração e síntese de carboidratos. Além da diferença significativa na maior taxa de crescimento absoluta média, altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar e número de folhas. Já no cultivo de rúcula em solução nutritiva salinizada enriquecida de nitrato de potássio, em trabalho conduzido por Cordeiro et al., (2019),

observaram que o K contribui de forma significativa na área foliar (AF), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF).

Não se tem conhecimento de toxidez causada pelo K em plantas, apesar desse nutriente ser absorvido por muitas espécies em quantidades superiores às necessárias (consumo de luxo). No entanto, o excesso de K pode interferir, positiva ou negativamente, na absorção de outros cátions pelas plantas, considerando que a taxa de absorção de um íon pode ser afetada por outro, desde que estejam competindo de modo direto pelo mesmo sítio de absorção. O teor de K na planta aumenta a taxa de absorção de Óxido Nítrico (NO) e pode inibir as de Cálcio (Ca) e de Magnésio (Mg) (FERNANDES et al., 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) Campus Itaqui, definida geograficamente pelas coordenadas 29° 09' 22,5"S e 56° 33' 03,7"W, localizada na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul (RS) no ano agrícola 2022/23. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima do local é do tipo Cfa, logo, apresenta clima subtropical sem estação seca definida e verões quentes (BRANDOLT, 2019).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (fator A x fator B) com quatro repetições. Foram utilizados como substrato dois solos com diferentes atributos físico-químicos (Tabela 1) coletados em dois locais (fator A). Os solos são classificados como Plintossolo Argilúvico Distrófico e Chernossolo Ebânico Carbonático (SANTOS et al., 2018). O Plintossolo foi coletado na Área Experimental do curso de Agronomia Campus Itaqui - Unipampa (29° 09' 23,7"S e 56° 33' 14,6"W) e o Chernossolo na Granja Pessegueiro, localidade de Pintado (29° 01' 47"S e 56° 20' 12"W) no município de Itaqui, ambos coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade. O fator B foi composto por doses de K convertido a cloreto de potássio (KCl) definidas conforme a adubação básica para vaso. A dose recomendada de 300 mg dm⁻³ de K refere-se à adubação básica para vasos independente da espécie (NOVAIS et al., 1991). Os tratamentos foram representados por: controle sem aplicação (T0), 50% da dose recomendada, aplicação de 3,08 g vaso⁻¹ (T1), dose recomendada 100% com aplicação de 6,16 g vaso⁻¹ (T2), 150% da dose recomendada, aplicação de 9,24 g vaso⁻¹ (T3) e 200% da dose recomendada, aplicação de 12,33 g vaso⁻¹ (T4). Os vasos utilizados tinham 10L de capacidade de volume de solo.

Tabela 1. Análise química dos solos da Região de Itaqui, RS, utilizados como substrato para produção de Cravo (*Dianthus caryophyllus*) antes da correção.

Solo	Argila %	SMP	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³	H+Al cmol _c dm ⁻³	CTC _{pH7,0} cmol _c dm ⁻³	S.B. %	M.O. %
Plintossolo	26	5,5	5,1	3	24	3,03	0,96	0,5	7,7	11,7	34,6	1,7
Chernossolo	28	5,8	5,9	0,3	49	29,5	10,6	0,1	5,5	45,8	88	1,2

Através do índice SMP foram definidas as doses de calcário para elevação do pH à 6,0. Os vasos foram mantidos com a capacidade de campo entre 50 e 70% e as plantas foram irrigadas por pesagem quando necessário. A produção de mudas foi em bandeja de poliestireno expandido contendo o Plintossolo sem correção e adubação, estas foram irrigadas periodicamente e após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste.

O transplante das mudas (Figura 1) foi efetuado 48 dias após a semeadura, quando as mudas atingiram aproximadamente 6 cm de altura. Na mesma ocasião foi realizada a adubação potássica fornecida através de KCl (60% de K₂O), fosfatada e nitrogenada (93,69 mg dm⁻³) via Fosfato monoamônico (MAP) (44% de P₂O₅ e 9% de N), sendo aplicado 10,65 g vaso⁻¹ de MAP (Figura 2). Os fertilizantes foram incorporados no volume total de cada vaso (Figura 2). A fonte de N utilizada para as aplicações em cobertura foi ureia (45% de N) e a dose definida foi de 2,42 g vaso⁻¹ de ureia para cada um dos 40 vasos.

Figura 1. Transplante de mudas de cravo (*Dianthus caryophyllus*) para os vasos.



Fonte: Autor (2023).

Figura 2. Adubação e incorporação dos fertilizantes no volume total de cada vaso.



Fonte: Autor (2023).

Em relação ao controle de pragas, não se observou o desenvolvimento de doenças. No estágio vegetativo ocorreu incidência de pulgões (*Aphis spiraecola*) e o controle utilizado foi alternativo com uso de calda de fumo.

As variáveis analisadas semanalmente, foram: altura de planta, número de folhas da haste principal, número de ramos, comprimento da maior folha desde a inserção na haste até a extremidade, número de botões e flores. O comprimento da parte aérea foi determinado medindo desde o nível do solo até a extremidade, além disso as plantas foram tutoradas com auxílio de fitilho plástico de polipropileno (Figura 3). As avaliações foram feitas através de contagem e observação visual, com a utilização de régua graduada.

Figura 3. Avaliação do comprimento da parte aérea com a utilização de régua graduada.



Fonte: Autor (2023).

O tempo de condução das plantas foi de aproximadamente 160 dias. As plantas foram colhidas em intervalos distintos conforme encerraram o ciclo e colocadas em estufa de circulação forçada de ar sob temperatura de 60 °C por um período de 72h ou até que permanecessem com peso constante. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa e avaliou-se a matéria seca em balança analítica, sendo que os valores desta avaliação foram determinados em gramas (g). As partes vegetativas (hastes e folhas) abortadas pela planta foram coletadas ao longo do tempo e levadas para a estufa para compor a matéria seca total. As flores foram coletadas conforme secagem ainda na haste.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ($p < 0,05$). Para os fatores qualitativos foi aplicado o teste Tukey e para os fatores quantitativos a análise de regressão, quando necessário. As pressuposições de normalidade e homocedasticidade foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) e Bartlett ($p < 0,05$), respectivamente. O software utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer deste tópico são apresentados os principais resultados obtidos com o presente estudo. Dentre estes, diagnose visual da aparência de plantas, análise da altura de plantas, matéria seca ao longo do tempo e matéria seca total.

4.1 Diagnose visual

Aos 60 dias após a semeadura, foi possível observar que nas doses de 0% e 50% no Plintossolo as plantas apresentavam senescência foliar precoce. Ainda, pode-se observar que a estrutura das hastes eram frágeis, ocasionando quebras nas mesmas. As plantas no Chernossolo eram mais vigorosas com hastes eretas e coloração verde vívido. A coloração amarela das flores no Chernossolo era visivelmente mais intensa.

O diagnóstico visual é uma ferramenta utilizada para avaliar visualmente os sintomas de deficiência ou toxicidade de um elemento com base na aparência das plantas, principalmente através da coloração (ENRIQUEZ et al., 2022). O sintoma de deficiência nutricional necessariamente deve ocorrer em simetria e em gradiente. Neste caso, os nutrientes podem ser classificados quanto à mobilidade e posição no tecido vegetal. Em nutrientes móveis (N, P, K e Mg) os sintomas de deficiência ocorrem em folhas velhas (SAMPAIO et al., 2019). O princípio geral da diagnose é que os nutrientes possuem a mesma função em diferentes plantas. Os principais sintomas de deficiência de K são

encarquilhamento de folhas, redução do crescimento, clorose e necrose, cor de flores e frutos menos intensa. Dessa forma, pode-se inferir a ocorrência de deficiência de K mais perceptível no Plintossolo.

Avaliando visualmente as raízes das plantas, na ocasião da colheita, foi percebido que as que cresceram no Chernossolo não apresentaram grande volume (Figura 4).

Figura 4. Sistema radicular do cravo (*Dianthus caryophyllus*) desenvolvido no Chernossolo.



Fonte: Autor (2023).

Já as raízes das plantas que cresceram no Plintossolo apresentaram mais ramificações (Figura 5), explorando um maior volume de solo buscando a absorção de nutrientes. Marques et al. (2009) verificaram em mudas de Jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) que solos com melhores características químicas e físicas potencializam as condições para a absorção de nutrientes e água.

Figura 5. Sistema radicular do cravo (*Dianthus caryophyllus*) desenvolvido no Plintossolo.

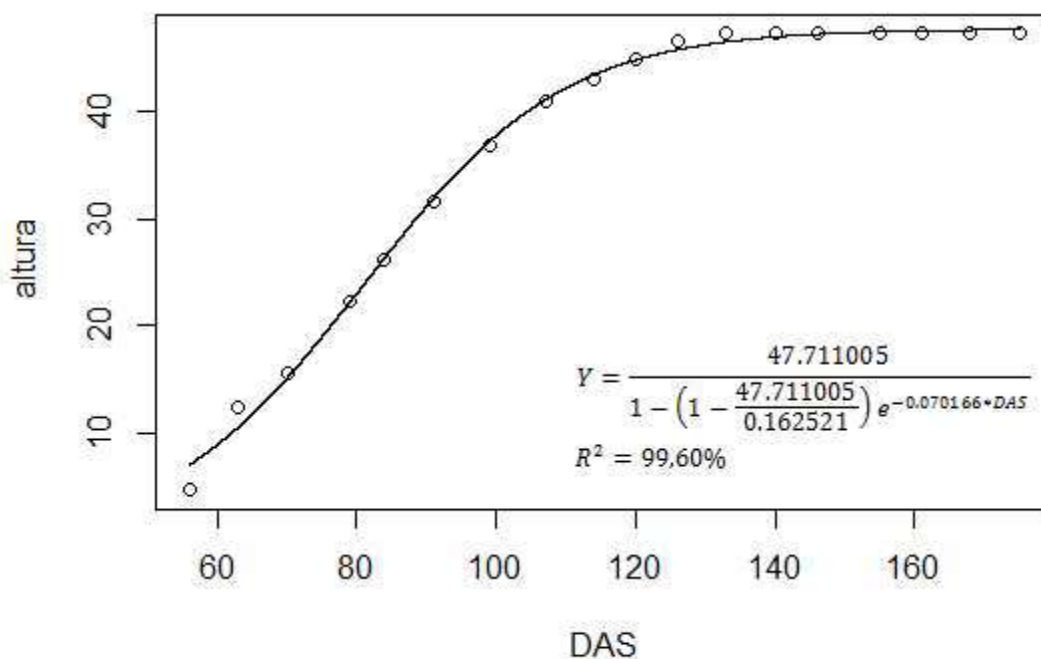


Fonte: Autor (2023).

4.2 Análise de altura de plantas

Para a variável altura de planta foi realizada a análise de variância, onde se observou que o efeito dos dias após a semeadura foi independente das doses e do tipo de solo ($p > 0,05$). Diante disso, foi ajustado o modelo não linear de Verhulst, com o objetivo de descrever o comportamento da altura das plantas ao longo do tempo (Figura 6).

Figura 6. Ajuste do modelo de Verhulst aos dados relativos à altura de planta (cm) ao longo dos dias após a semeadura (DAS).



Fonte: Autor (2023).

O modelo ajustado indicou que a altura máxima atingida foi de 47,71 cm, sendo que a taxa de crescimento foi de 0,0702. Além disso, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 99,6%, indicando que a variabilidade ocorrida na altura é devido aos dias após a semeadura, explicada pelo modelo. Resultados semelhantes foram descritos por Silva et al. (2019) ao averiguar a influência de doses de K no desenvolvimento do crisântemo, onde a altura da planta apresentou um aumento seguindo um modelo linear em relação às doses utilizadas, com coeficiente de determinação (R^2) de 77%, sendo crescente conforme as doses de K utilizadas. De acordo com Ferreira et al. (2019), o K é um nutriente envolvido na translocação do floema de assimilados, podendo desencadear um maior crescimento e desenvolvimento da planta.

4.3 Análise de Matéria Seca ao Longo do Tempo

Com relação a análise de matéria seca ao longo do tempo, observa-se na Tabela 2 que não houve efeito de interação (Doses x Solo), ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, para nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$), o que indica que os fatores são independentes.

Analisando os efeitos principais observou-se, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, que também não houve efeito significativo do fator Solo. As médias são apresentadas a seguir.

Tabela 2. Médias* da matéria seca ao longo do tempo do fator Tipo de Solo (1 - Plintossolo; 2 - Chernossolo) para as variáveis Haste, Folha, Flor e Total.

Tipo de Solo	Variáveis			
	Haste (g)	Folha (g)	Flor (g)	Total (g)
1	24,02 a	17,41 a	2,59 a	44,02 a
2	22,97 a	15,24 a	2,57 a	40,78 a
CV	24,80%	28,93%	58,30%	21,22%

* As médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. O Total refere-se à soma das variáveis. O Total refere-se à soma das variáveis.

Em relação ao fator Doses, observou-se que para as variáveis Haste e Flor, não houve efeito significativo, de acordo com o teste F ao nível de 5% de probabilidade. A seguir na Tabela 3, são apresentadas as médias para as variáveis Haste e Flor.

Tabela 3. Médias* da matéria seca ao longo do tempo do fator Doses para as variáveis Haste e Flor.

Doses	Variáveis	
	Haste (g)	Flor (g)
0	19,93 a	2,19 a
50	23,53 a	2,73 a
100	25,64 a	2,78 a
150	26,46 a	2,38 a
200	21,92 a	2,82 a
CV	24,80%	58,30%

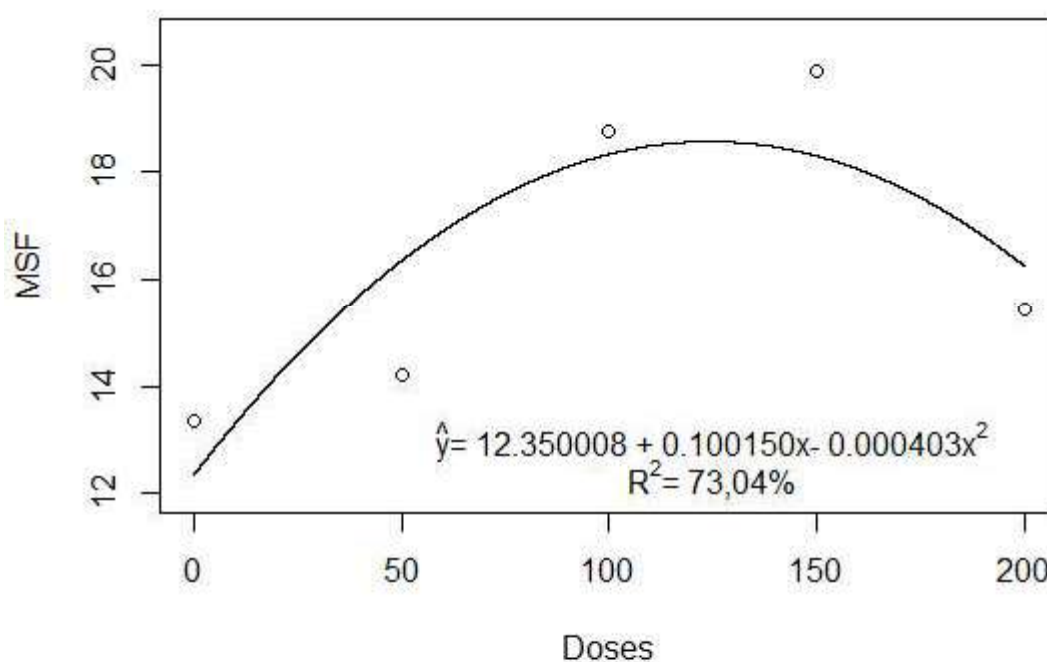
* As médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para as variáveis Folha e Peso Total ao longo do tempo, houve efeito significativo das

Doses ($p < 0,05$) e, sendo assim, foi realizada a análise de regressão. O uso de equações de regressão são satisfatoriamente empregados em diversos estudos, descrevendo fenômenos e possibilitando otimizações. As equações juntamente com as curvas de resposta, permitem a determinação da Máxima Eficiência Técnica (MET) definindo doses que aprimoram a variável de interesse e dose ótima considerando a Máxima Eficiência Econômica (MEE) (ROSA et al., 2021).

A curva ajustada para a variável Matéria Seca de Folhas (MSF) pode ser observada na Figura 7. Ao realizar os cálculos para inflexão da curva da MSF foi evidenciado uma dose de $372,77 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo 124,3% da dose recomendada para a MET e $335,49 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo 111,8% da dose recomendada para a MEE.

Figura 7. Curva de resposta para a variável Matéria Seca de Folhas (MSF) de plantas sob doses de potássio (K).

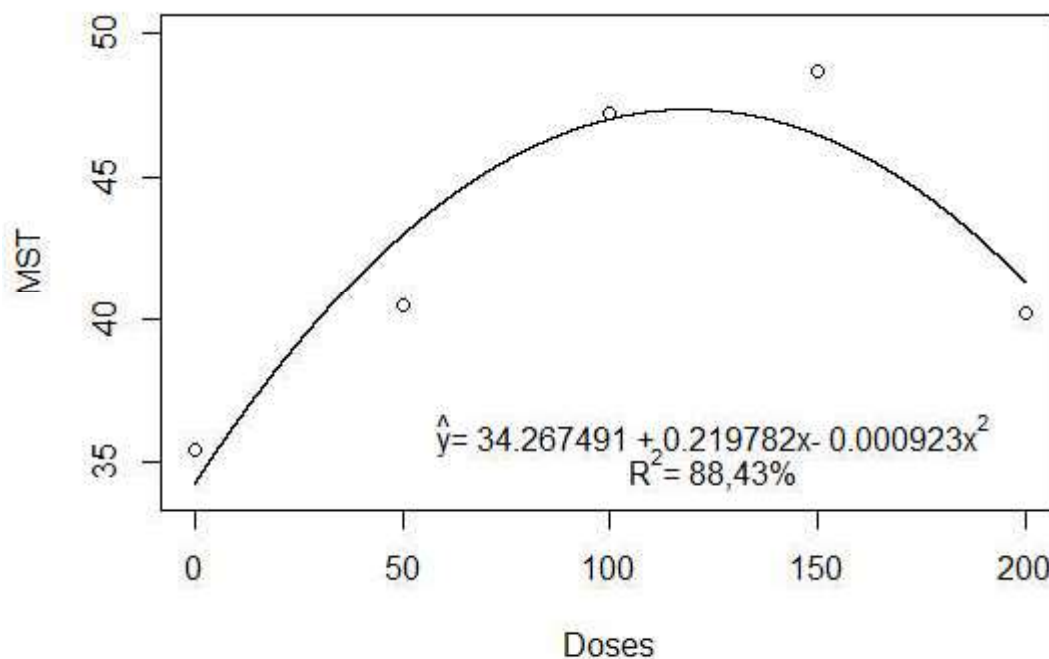


Fonte: Autor (2023).

A curva ajustada para a variável Matéria Seca Total (MST) pode ser observada na Figura 8. Neste caso, as doses encontradas foram 357 mg dm^{-3} sendo 119% da dose recomendada para a MET e $321,3 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo 107,1% da dose recomendada para a MEE. Silva et al. (2019) encontraram resultados similares, onde a aplicação de $393,54 \text{ mg vaso}^{-1}$ de KCl seria a dose ideal para o parâmetro diâmetro da copa do crisântemo, as diferentes concentrações de KCl provocaram distinção na resposta da matéria seca da parte aérea das

plantas de crisântemos, sendo que o peso máximo de 21,92 g na matéria seca da parte aérea foi alcançado na concentração de 561,24 mg vaso⁻¹.

Figura 8. Curva de resposta para a variável Matéria Seca Total (MST) de plantas sob doses de potássio (K).



Fonte: Autor (2023).

Este comportamento das curvas para as variáveis avaliadas segue a lei dos incrementos decrescentes, sendo fundamental para a análise econômica de experimentos de adubação na qual os incrementos em produção são cada vez menores. A curva de crescimento é caracterizada por três fases: aumento, estabilização e redução do crescimento, correspondendo a um fornecimento baixo, suficiente e excessivo de nutrientes (RAIJ, 2011).

4.4 Análise de Matéria Seca Total (MST)

Na MST não houve efeito de interação (Doses x Solo), ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, para nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$), o que indica que os fatores são independentes. As médias são apresentadas a seguir. Analisando os efeitos principais observou-se, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, que não houve efeito significativo do fator Solo.

Tabela 4. Médias* da matéria seca total do fator Tipo de Solo para as variáveis Haste, Folha, Flor e Total.

Tipo de Solo	Variáveis			
	Haste (g)	Folha (g)	Flor (g)	Total (g)
1	24,82 a	18,40 a	14,85 a	58,07 a
2	23,54 a	15,71 a	14,62 a	53,88 a
CV	24,48%	26,93%	29,70%	18,05%

* As médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Solo 1 - Plintossolo e 2 - Chernossolo. O Total refere-se à soma das variáveis.

Em ambos os solos as hastes detêm o maior acúmulo de Matéria Seca (MS) chegando no final do ciclo a acumular 42,74% da MST no Plintossolo e 43,69% da MST no Chernossolo. Resultados semelhantes foram obtidos por Lima e Haag (1987) ao estudarem o crescimento e acúmulo de matéria seca do crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) em que o acúmulo de matéria seca nas hastes e nas folhas das plantas foi sempre crescente, sendo que ao final do ciclo as hastes assumiram o papel dominante no acumulado.

No que se refere ao fator Doses, também não houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 5). Entretanto, assim como no fator solo, as hastes obtiveram o maior acúmulo de MS em todas as variáveis e para todas as doses. Tais resultados foram similares aos encontrados por Silva et al. (2019) avaliando a influência da aplicação de diferentes concentrações de K e magnésio (Mg) no desenvolvimento de plantas de crisântemo, constatou que a matéria fresca da parte aérea das plantas no cultivo sob campo aberto, não foram influenciadas significativamente pelas diferentes doses de KCl empregadas.

Tabela 5. Médias* da matéria seca total do fator Doses para as variáveis Haste, Folha, Flor e Total.

Doses	Variáveis			
	Haste (g)	Folha (g)	Flor (g)	Total (g)
0	21,50 a	15,09 a	13,31 a	49,90 a
50	24,09 a	14,81 a	16,54 a	55,43 a
100	25,84 a	19,14 a	13,44 a	58,41 a
150	26,86 a	20,26 a	14,52 a	61,63 a
200	22,62 a	15,98 a	15,88 a	54,48 a
CV	24,48%	26,93%	29,70%	18,05%

* As médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. O Total refere-se à soma das variáveis. O Total refere-se à soma das variáveis.

Conforme Ferreira et al. (2019) o K incrementou o crescimento das plantas e o comprimento da parte aérea.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As doses de Máxima Eficiência Técnica e Máxima Eficiência Econômica conforme a Matéria Seca de Folhas ao longo do tempo é de 372,77 mg dm⁻³ e 335,49 mg dm⁻³, respectivamente, enquanto com a Matéria Seca Total ao longo do tempo as doses são de 357 mg dm⁻³ e 321,3 mg dm⁻³, respectivamente. Ainda, pode-se concluir que não houve diferença significativa entre os tipos de solos para a produção do craveiro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDOLT, R. de J. Releitura da classificação de köppen para demonstrar a variabilidade climática: proposta para formação de professores. **Revista do Programa de Pós-graduação em Geografia**, v. 12, n. 2, p. 252-261, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22456/1982-0003.97552>

CARDOSO, E. M. L.; COSTA, C. G. da; SOUSA, L. A. S. de; RIBEIRO, E. S. do; SOUSA, J. M. de; CARNEIRO, F. da S.; LIMA, A. C. R. de; AMORIM, M. B. Biometria e trocas gasosas de palmeiras ornamentais em diferentes fontes de adubação. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. 1-18, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14001>

CORDEIRO, C. J. X.; SOUZA NETO, J. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALVES, F. A. T.; MIRANDA, F. A. C.; OLIVEIRA, F. A. Cultivo de rúcula em fibra de coco utilizando solução nutritiva salinizada enriquecida com nitrato de potássio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 1, p. 3212-3225, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v13n100960>

ENRIQUEZ, E. A. E.; RODRIGUEZ, L. K. L.; BARRERA, L. P. P.; CEDEÑO, J. M. L. Deficiencia nutricional de macronutrientes en plantas de pimiento (*Capsicum annuum linneo*) cultivadas en solución nutritiva. **Revista de Investigación TALENTOS**, v. 9, n.1, p. 69-82, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33789/talentos.9.1.162>

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. de; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2018. p. 432.

FERNANDES, P. D.; WATANABE, S.; OLIVEIRA, G. D. DE; HAAG, H. P. Nutrição mineral das plantas ornamentais II absorção de macronutrientes pelo craveiro. In: E.S.A. "Luiz de Queiroz", 1971, Botucatu. **Anais** (E.S.A. "Luiz de Queiroz"). p. 135-143.

FERREIRA, K. S.; RUFINI, J. C. M.; FAGUNDES, M. C. P.; MOREIRA, S. G.; FERREIRA, E. V. de; BARBOSA, M. A. P. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleiras em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio.

Colloquium Agrariae, v. 15, p. 37-50, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n2.a283>

FURTINI NETO, A. E.; BOLDRIN, K. V. F.; MATTSON, N. S. Nutrition and quality in ornamental plants. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 21, p. 139-150, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14295/aohl.v21i2.809>

KER, J.C.; CURI N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia; Fundamentos**. Viçosa, MG, SBCS, 2012. 343p.

LIMA, A. M. L. P.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de plantas ornamentais XIV: Crescimento do crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) cultivar Golden Polaris. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 44, p. 1331-1340, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0071-12761987000200020>

MARQUES, L. S.; PAIVA, H. N. D.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; SOUZA, P. H. D. Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* JF Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, v. 33, p. 81-92, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000100009>

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D. de; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. p. 189-253.

OLIVEIRA, J. B. de. **Classificação de solos e seu emprego agrícola e não agrícola**. 2008. p. 17.

PINOTTI, C. R. **Produtividades de arroz e feijão relacionadas com atributos físicos e químicos de um latossolo tratado com composto orgânico no cerrado**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira, p. 82. 2023.

R CORE TEAM. **R. A language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. p. 420.

RIOS, C. V.; SOUZA, G. V. D.; BRITO, E. P. de; PAGLIOSA, M.; SILVA, C. P. da. Efeito do cálcio, boro e potássio no crescimento inicial de hortelã-verde (*Mentha spicata* L.) em solução nutritiva. **Cientific@-Multidisciplinary Journal**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2022.

ROSA, J. A. da; MANTAI, R. D.; KRAISIG, A. R.; SILVA, J.A.G. da; CARVALHO, I.R.; PEREIRA, L.M.; PANSERA, V.; ALESSI, O. Modelos para estimativa da eficiência econômica e de estabilidade de uso de nitrogênio na produtividade da aveia. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 8, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5540/03.2021.008.01.0449>

SAMPAIO, I. M. G.; SILVA JÚNIOR, M. L. da; BITTENCOURT, R. F. P. de M; NETO, H. D. S. L.; SOUZA, D. L. de; NUNES, F. K. M.; SILVA, L. C. da; FIGUEIREDO, S. P. R. Sintomas de deficiências nutricionais e produção de massa seca em plantas de jambu

(*Acmella oleraceae*) submetidas às omissões de nutrientes. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 31549-31563, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-246>

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 355.

SEGOVIA, J. F. O. **Princípios de nutrição e adubação de flores e plantas ornamentais tropicais**. In: SEGOVIA, J. F. O. Floricultura tropical: técnicas e inovações para negócios sustentáveis na Amazônia. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 67-111.

SILVA, L. G. F.; SOUZA, J. C. D.; ALMEIDA, R. F. D.; OLIVEIRA, E. C. D.; LEITE, M. C. T.; BERILLI, S. D. S. Influência de doses de potássio no desenvolvimento de plantas de crisântemo. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 40, n. 3, p. 1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v40i330365>

SILVA, S. M. F. da; POSSE, R. P.; VALANI, F.; PARTELLI, R. L.; FORNACIARI, G.; BORGHI, E. J. A.; SCALDAFERRO, S. G.; OLIVEIRA, E. C. de; ALMEIDA, R. F. de; QUARTEZANI, W. Z.; SOUZA OLIVEIRA, V. de. Efeito do potássio e magnésio no desenvolvimento e produtividade de crisântemo conduzido no noroeste do estado do espírito santo. **International Journal of Development Research**, v. 9, n. 12, p. 32478-32483, 2019. Disponível em: <https://www.journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/17542_0.pdf>.

SOLIMAN, D. M.; EL-SAYED, I. M. Study postharvest characteristics, chemical composition and antimicrobial activity of *Dianthus caryophyllus* L., cut flowers using some essential oils. **Ornamental Horticulture**, v. 29, n. 1, p. 37-47, 2023. Disponível em: <<https://ornamentalthorticulture.com.br/rbho/article/view/2540/1928>>.

XU, H.; LUO, D.; ZHANG, F. DcWRKY75 promotes ethylene induced petal senescence in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). **The Plant Journal**, v. 108, n. 5, p. 1473-1492, 2021.

YAGI, M.; KOSUGI, S.; HIRAKAWA, H.; OHMIYA, A.; TANASE, K.; HARADA, T.; TABATA, S. Sequence analysis of the genome of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). **DNA Research**, v. 21, n. 3, p. 231-241, 2014.