Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 04/08/2024

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until Aug. 04, 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

JOSEANTONIO RIBEIRO DE CARVALHO

FONTES E DOSES DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CENOURA SOB CULTIVO ORGÂNICO

Botucatu

2023

JOSEANTONIO RIBEIRO DE CARVALHO

FONTES E DOSES DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CENOURA SOB CULTIVO ORGÂNICO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

Botucatu

2023

C331f

Carvalho, Joseantonio Ribeiro de
Fontes e doses de fósforo na produção e acúmulo de macronutrientes em cenoura sob cultivo orgânico / Joseantonio Ribeiro de Carvalho. -- Botucatu, 2023
82 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientadora: Antonio Ismael Inácio Cardoso

1. Daucus carota L.. 2. farinha de ossos. 3. termofosfato. 4. adubação orgânica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FONTES E DOSES DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM CENOURA SOB CULTIVO ORGÂNICO

AUTOR: JOSEANTONIO RIBEIRO DE CARVALHO
ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Horticultura), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO (Participaçao Presencial)
Producao Vegetal / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu

Prof. Dr. HÉLIO GRASSI FILHO (Participaçao Presencial)
Ciencia Florestal, Solos e Ambiente / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu - UNESP

Pesquisador Dr. RENAN LIMA DE SOUSA (Participaçao Presencial)
Secretaria de Desenvolvimento Rural e Abastecimento / Prefeitura Municipal de Flor

gov.br Documento assinado digitalmente
RENAN LIMA DE SOUSA
Data: 11/12/2023 09:48:28-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.

Botucatu, 04 de agosto de 2023

Aos meus pais, Giltonio Ribeiro de Vasconcelos e Mariceres Duque de Carvalho, minha base para todo o sempre.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

À Deus, nosso Pai, por ter me guiado e permitido superar os desafios da jornada acadêmica, me dando saúde e sabedoria para nunca desistir;

Imensamente grato aos meus pais, Giltonio Ribeiro de Vasconcelos e Mariceres Duque de Carvalho, por serem meus exemplos de vida, meu alicerce, que me ensinaram conviver com respeito, humildade e amor, estão sempre ao meu lado e me dão todo o apoio necessário;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Antonio Ismael Inacio Cardoso, pelas experiências compartilhadas, ensinamentos, paciência, disponibilidade, dedicação na realização deste trabalho e de outros;

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel e do Departamento de Horticultura da FCA pela ética, dedicação e auxílio para realização dos experimentos;

Aos produtores do Sítio Alvorada Demétria, em Botucatu-SP, Fabio Massocato e Christof Blaich, pela parceria e confiança em nossas pesquisas;

Aos amigos que me ajudaram nas pesquisas em campo e no laboratório, Emanuelle Possas, Sara Brito, César Santos, Débora Cavalcante, Jorgiane de Avila, Jolinda Mércia, Ricardo Tajra, Renan Sousa, Raíra Pelvine, Francisco Gilvan e aos estagiários;

À minha amiga e irmã de pós-graduação Thatiane Alves, por todo o carinho, companheirismo, experiência, paciência e cumplicidade;

Às amizades que a UNESP e Botucatu me proporcionaram foram essenciais durante todo o processo;

Grato a todos que colaboraram direta ou indiretamente para minha formação pessoal e profissional.

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

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de doses de fósforo na produção e acúmulo de macronutrientes em cenoura. O experimento foi desenvolvido no 'Sítio Alvorada', localizado em Botucatu-SP, no período de junho a outubro de 2022. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao caso, com doze tratamentos, resultantes de um fatorial 2 x 6, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído de dois adubos (farinha de ossos (FO) e termofosfato Yoorin® (TY)), e o segundo constituído de seis doses desses adubos (360; 720; 1080; 1440; 1800 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 0 (sem aplicação destes adubos)). Foi utilizado o híbrido Fernanda. As características avaliadas no final do ciclo foram: massa da matéria fresca da parte aérea, raiz e total, altura da planta, comprimento e diâmetro da raiz, número de folhas, produtividade das raízes, características físico-químicas da raiz (sólidos solúveis; acidez titulável; '*Ratio*' e pH), massa da matéria seca da parte aérea, raiz e total, acúmulo de macronutrientes na parte aérea, raiz e total. Para a maioria das características vegetativas e de produção da raiz obteve-se efeito quadrático, com máxima produtividade estimada em 103 e 115 t ha^{-1} na dose 974 e 1602 kg de P_2O_5 ha^{-1} para TY e FO, respectivamente. As características físico-químicas não apresentaram diferenças significativas. O melhor adubo foi a farinha de ossos para as condições deste experimento.Tanto a massa da matéria seca (parte aérea, raiz e total) como para o acúmulo de macronutrientes pela planta da cenoura apresentaram efeito quadrático para as doses de fósforo, com máximos acúmulos estimados para doses de 1080 e 1440 kg ha^{-1} de P_2O_5 para os adubos termofosfato Yoorin® e farinha de ossos, respectivamente. A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados na parte aérea da planta da cenoura foi K> Ca> N> Mg> S> P, na raiz foi K> N> Ca> P> Mg> S e no total foi K> N> Ca> P> Mg> S. O adubo farinha de ossos resultou em maiores produtividades de raízes de cenoura que o termofosfato Yoorin® em doses superiores a 1440 kg de P_2O_5 ha^{-1}.

Palavras-chave: *Daucus carota* L.; farinha de ossos; termofosfato; adubação orgânica.

ABSTRACT

The purpose of this work was to verify the effect of phosphorus doses on the production and accumulation of macronutrients in carrots. The experiment was carried out at 'Sítio Alvorada', located in Botucatu-SP, from June to October 2022. The experimental design used was blocks, with twelve treatments, resulting from a 2 x 6 factorial scheme, with four replications. The first factor consisted of two fertilizers (bone meal and Yoorin® thermophosphate) and the second was six doses of phosphorus at planting (360; 720; 1080; 1440; 1800 kg ha^{-1} of P_2O_5 and 0 (without these fertilizers). Hybrid Fernanda was used. Fresh mass of shoots, roots and total plant, plant height; number of leaves; root diameter, length and productivity; physico-chemical roots characteristics (soluble solids; titratable acidity; 'Ratio' and pH), dry matter of shoots, roots ant total plant, accumulation of macronutrients in shoots, roots and total plants were evaluated at the end of the cycle. For most vegetative and root production traits, a quadratic effect was obtained, with maximum productivity estimated at 103 and 115 t ha^{-1} at the dose 974 and 1602 kg ha^{-1} of P_2O_5 for Yoorin® thermophosphate and bone meal, respectively. The physicochemical characteristics did not present significant differences. The best fertilizer was bone meal for the conditions of the experiment. For dry mass (shoot, root and total) and the accumulation of macronutrients by the carrot plant it was obtained a quadratic effect for phosphorus doses, with maximum accumulations estimated for doses of 1080 and 1440 kg ha^{-1} of P_2O_5 for the fertilizers Yoorin® thermophosphate and bone meal, respectively. The decreasing order of macronutrients accumulated in the shoots of the carrot plant was K> Ca> N> Mg> S> P, in the root it was K> N> Ca> P> Mg> S and in total it was K> N> Ca> P> Mg> S. The bone meal fertilizer resulted in higher carrot root yields than Yoorin® thermophosphate at doses greater than 1440 kg ha^{-1} of P_2O_5.

Key words: *Daucus carota* L.; bone meal; thermophosphate; organic fertilization.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL..... 15

REVISÃO DE LITERATURA 16

CAPITULO 1- PRODUÇÃO DE CENOURA COM A UTILIZAÇÃO DE DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS NO PLANTIO 23

1.1 INTRODUÇÃO..... 25

1.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 26

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 30

1.3.1 Análise de produtividade 30

1.3.2 Análises físico-químicas..... 39

1.4 CONCLUSÃO..... 41

REFERÊNCIAS…….. 42

CAPÍTULO 2- ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES NA CENOURA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ADUBOS FOSFATADOS EM SISTEMA DE PRODUÇÂO ORGÂNICO 46

2.1 INTRODUÇÃO..... 48

2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 49

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 52

2.3.1 Massa da matéria seca..... 52

2.3.2 Acúmulo de nutrientes..... 56

2.4 CONCLUSÕES..... 72

REFERÊNCIAS..... 73

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 76

REFERÊNCIAS..... 77

INTRODUÇÃO GERAL

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça pertencente à família Apiaceae de grande importância econômica no Brasil, sendo a raiz a parte de maior valor (Bezerra Neto *et al*., 2014). Conhecida por ser rica em *β*-caroteno, precursor da vitamina A, essa hortaliça também possui quantidades consideráveis de vitaminas B1, B2, carboidratos, cálcio, fósforo, ferro, magnésio e sais minerais (Krähmer *et al*., 2016).

A crescente demanda e exigência do mercado consumidor por hortaliças oriundas do sistema orgânico são fatores que impulsionam as áreas produtoras desse setor. Dentre os manejos utilizados na produção orgânica, a adubação visa fornecer nutrientes para as plantas, melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo (Trani *et al*., 1997; Moura *et al*., 2020). Se a quantidade de nutrientes fornecidos for acima ou abaixo das necessidades da cultura, tanto de forma orgânica como mineral, pode provocar desequilíbrios nutricionais nas plantas, podendo acarretar, também, outros efeitos indejesáveis, como contaminação do solo e da água pela lixiviação dos nutrientes para os córregos e mananciais.

Portanto, é necessário conhecer as necessidades nutricionais para uma cultivar atingir o seu potencial máximo de produção. A nutrição adequada das plantas é fundamental, tanto para as altas produtividades, como também para a melhoria da qualidade do produto final e redução de custos com adubação. Desse modo, dentre os vários fatores de produção, cada vez mais destaca-se a necessidade do uso da adubação equilibrada e do conhecimento da absorção e acúmulos de nutrientes pelas plantas (Nicolle *et al*., 2004; Singh *et al*., 2012; Candian *et al*., 2018).

O fósforo é amplamente utilizado na fertilização por ser um dos nutrientes mais limitantes para as culturas agrícolas, principalmente em solos tropicais ricos em óxidos de ferro e alumínio, que faz com que fique indisponível às plantas (Nascimento *et al*., 2017; Gonçalves, 2018). Como o fósforo é um recurso natural e finito, a otimização de sua utilização torna-se necessária para uma agricultura mais sustentável (Cardoso *et al*., 2019). Dentre as opções de adubos fosfatados permitidos no sistema orgânico tem-se o termofosfato Yoorin® e a farinha de ossos.

Essas fontes apresentam como principal característica a dissolução mais lenta do P em relação às fontes fosfatadas solúveis, conferindo efeito imediato e/ou residual em cultivos subsequentes.

Os componentes do termofosfato Magnesiano Yoorin® são de alta eficiência nutritiva, de reação rápida e efeito duradouro. A presença de silicato em sua fórmula diminui a fixação do fósforo. Torna-se solúvel em contato com os ácidos fracos do solo e das raízes, disponibilizando os elementos de acordo com a necessidade da planta. Além disso, é um excelente beneficiador e revitalizador do solo com efeitos corretivos principalmente em solos ácidos (Gonçalves *et al*., 2007).

Outra opção tradicional de fertilizante fosfatado orgânico é a farinha de ossos, que é um subproduto do abate de animais em matadouros. Possui baixa solubilidade em água e boa solubilidade em ácidos fracos, o que resulta na liberação do P no solo mais lentamente, diminuindo a sua fixação no solo (Cavallaro Júnior, 2006).

Embora esses produtos sejam utilizados por produtores no sistema orgânico, há pouca informação científica sobre o uso dos mesmos. As fontes orgânicas de fósforo não apresentam liberação imediata do nutriente às plantas e, talvez, as doses necessárias podem ser diferentes das doses recomendadas quando se utilizam fontes inorgânicas, ainda mais em hortaliças que, geralmente, apresentam ciclo curto.

Objetiva-se com esta pesquisa avaliar o efeito das doses dos adubos permitidos no sistema orgânico, farinha de ossos e termofosfato Yoorin®, na produção e acúmulo de macronutrientes na cenoura sob manejo orgânico.

REVISÃO DE LITERATURA

Características gerais da cenoura

A família Apiaceae é uma das famílias botânicas mais importantes da ordem Apiales, com cerca de 430 gêneros e 4000 espécies. Algumas destas espécies são de grande importância econômica para a olericultura, dentre elas cenoura (*Daucus carota*), coentro (*Coriandrum sativum*), funcho (*Foeniculum vulgare*), mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) e salsa (*Petroselinum crispum*) (Juud *et al*., 2009). Apesar de ser originária do Afeganistão, iniciou-se o processo de

melhoramento da cenoura a partir do século XVII na Europa, fundamental no surgimento de raízes alaranjadas e outros estudos referentes ao formato, tamanho das raízes e precocidade na colheita (Nick e Borém, 2016).

A cenoura é uma planta herbácea que, apesar de ciclo bienal, é cultivada de forma anual, possui caule pouco perceptível e folhas constituídas por folíolos finamente recortados, com pecíolos longos e afilados, que se arranjam em forma de tufo em posição vertical no caule ereto, podendo atingir 0,5 m de altura (Filgueira, 2013).

Os consumidores brasileiros têm preferência pela cenoura com raiz bem desenvolvida, carnuda, lisa, reta e sem ramificações, que apresenta formato cilíndrico ou cônico (Filgueira, 2013; Teixeira *et al*., 2011). A cenoura está em quinto lugar no ranking de maior importância econômica dentre as hortaliças cultivadas no Brasil. Segundo Kist *et al*. (2021), a produção nacional de cenoura em 2020 foi de 752.200 toneladas, em uma área de 22.200 hectares, com produtividade média de 33,8 toneladas por hectare. A produção de cenoura também é responsável por elevada geração de empregos, de forma direta e indireta (Vilela e Borges, 2008).

A hortaliça pode ser usada de forma *in natura*, podendo também servir de matéria-prima para indústrias processadoras de alimentos, sejam na forma minimamente processada, como na forma seleta de legumes, para alimentos infantis e sopas instantâneas (Embrapa e Sebrae, 2010). A cenoura possui boa conservação pós-colheita, assim pode ser produzida em locais afastados dos grandes centros urbanos. Além dessas características, somadas à introdução de novas tecnologias na produção da cultura, que têm ocasionado melhor adaptação efadoclimática nas diferentes regiões brasileiras, permitiram uma grande expansão da cultura (Carvalho *et al*., 2021).

A produção de cenoura é favorecida por temperaturas médias situadas entre 10 e 15 °C, para a formação de raízes. Algumas cultivares também podem desenvolver-se em temperaturas entre 18 e 25°C. Sob temperaturas mais elevadas, acima de 30°C, a cenoura tem ciclo vegetativo reduzido, afetando as raízes quanto ao desenvolvimento e produtividade. Em ambientes mais frios associados ao longo fotoperíodo, ocorre indução de florescimento precoce, principalmente em cultivares desenvolvidas para ambientes mais quentes (Vieira e Pessoa, 2008).

No estádio reprodutivo, a planta emite um pendão floral de até 1,5 m de altura que termina em uma inflorescência chamada umbela primária, ou de primeira ordem. Nas axilas foliares do pendão floral surgem ramificações laterais que sustentam as umbelas chamadas de secundárias. As hastes destas ramificam-se emitindo as umbelas terciárias. À medida que aumenta a ordem, as umbelas são cada vez mais numerosas e menores (Borthwick, 1931; Cardoso, 2000). O florescimento individual das umbelas de uma determinada ordem pode variar de 7 a 10 dias e uma planta pode prmanecer em processo de florescimento por 30 a 50 dias (Finger, 2005).

Para o cultivo visando a produção da raiz tuberosa, os solos areno-argilosos, franco arenosos e turfosos apresentam características mais favoráveis por serem mais leves e bem drenados, e isso permite que as raízes se desenvolvam lisas e retas, com alto valor comercial. Recomenda-se aplicar matéria orgânica quando se cultiva em solo argiloso (Souza e Resende, 2014).

A utilização de híbridos de cenoura mostra ser uma alternativa para maiores produtividades, lançados ao mercado para cultivo em condições de clima quente no Brasil. Apresentam também características desejáveis na colheita e homogeneidade de raízes (Vieira *et al*., 2012). Os produtores optam pelos híbridos, apesar de seu custo elevado, devido ao potencial produtivo que pode compensar o investimento inicial no cultivo da hortaliça (Pereira *et al*., 2015).

Adubação orgânica

A produção agrícola busca constantemente por técnicas de cultivos que visem reduzir custos na implantação das lavouras e danos ao solo, utilizando-se de práticas conservacionistas, como a adubação verde, a aplicação de insumos orgânicos (inclusive adubos) e técnica de rotação de culturas, dentre outras (Nordi *et al*., 2022). Devido aos benefícios observados na cultura da cenoura, muitos agricultores investem gradualmente no manejo mais eficaz com a aplicação de fertilizantes específicos com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto (Colombari *et al*., 2018).

A adubação tem importante influência na produtividade da cenoura, na qualidade da raiz, no armazenamento e na rentabilidade do cultivo (Müller, 1982;

Luz *et al*., 2009b; Menegazzo, 2010; Cecílio Filho e Peixoto, 2013; Colombari *et al*., 2018).

A recomendação de adubação de plantio para cenoura por Trani *et al*. (1997) e Cantarella *et al*. (2022), utilizando fontes inorgânicas, é de 20 kg de N ha^{-1}, 180 a 360 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 60 a 180 kg de K_2O ha^{-1}. Em cobertura recomendam de 60 a 120 kg de N ha^{-1} e 30 a 60 kg de K_2O ha^{-1}, devendo as doses serem parceladas em três vezes, aos 15, 30 e 50 dias após a emergência. Sob fontes orgânicas, a recomendação destes autores é aplicar 30 a 50 t ha^{-1} de esterco de curral bem curtido ou composto orgânico, sendo a maior dose para solos arenosos. No uso de esterco de galinha, recomendam aplicar ¼ da dose de esterco de curral.

A utilização da adubação orgânica no cultivo de hortaliças tem aumentado nos últimos anos, principalmente pelos efeitos benéficos que a matéria orgânica proporciona nas características físicas, químicas e biológicas dos solos (Almeida Júnior *et al*., 2011). Algumas vantagens são a ampliação da capacidade de retenção de água e de permeabilidade do solo, melhorando o potencial na estabilidade de agregados e, portanto, contribui para o crescimento das plantas e retenção de nutrientes do solo. Além disso, também elevam a biomassa micriobiana do solo, elevam a capacidade de troca catiônica e a disponibilidade dos macro e micronutrientes (Souza e Resende, 2014; Karazija *et al*., 2015).

Existem várias recomendações de adubação orgânica para produção de hortaliças. No entanto, na definição de doses mais precisas e formas de parcelamento, são necessárias informações como a análise do solo, histórico do local a ser adubado e tipo de adubo orgânico (Candian *et al*., 2018; Cardoso *et al*., 2020). Os nutrientes na forma orgânica devem ser mineralizados para aproveitamento pela planta. Sua decomposição é lenta e os nutrientes são liberados ao longo do ciclo das plantas. Por outro lado, contribuem para o acúmulo de matéria orgânica no solo (Finatto *et al*., 2013).

Dentre os nutrientes essenciais, o fósforo é amplamente utilizado na fertilização por ser um dos nutrientes mais limitantes para as culturas agrícolas, principalmente em solos tropicais ricos em óxidos de ferro e alumínio (Araújo, 2011). O ferro “livre”, a quantidade de alumínio em substituição ao ferro e, em menor quantidade, o ferro “amorfo” e a caulinita são os principais responsáveis pela fixação do fósforo, determinando a baixa eficiência dos fertilizantes fosfatados

(Santos *et al*., 2008; Wang *et al*., 2010). De acordo com Novais *et al*. (2007), a deficiência de fósforo é um dos principais responsáveis pela limitação da produção agrícola na maioria dos solos do Brasil.

A deficiência de fósforo em cultivo de cenoura aumenta a ocorrência de raízes não comerciais, confirmando a dependência do nutriente na eficiência do processo fotossintético, com efeito na formação de raízes (Araújo, 2000). Em pesquisa de Assunção *et al*. (2016), a maior produtividade comercial foi observada quando se aplicou 300 kg ha^{-1} de P_2O_5, dentro dos valores recomendados para cenoura por Trani *et al*. (1997) e Cantarella *et al*. (2022).

As características físico-químicas da raiz da cenoura também são influenciadas pela adubação, como observados no aumento na concentração de sólidos solúveis e firmeza da raiz na pesquisa de Figueiredo Neto *et al*. (2011), utilizando 20 t ha^{-1} de adubo orgânico.

Existem diversas fontes de fósforo disponíveis para a produção orgânica, dentre estas fontes tem-se o termofosfato Yoorin® e a farinha de ossos, fonte que utiliza resíduos da indústria de carnes (Cavallaro Júnior, 2006).

Os componentes do termofosfato magnesiano Yoorin® são de alta eficiência nutritiva, de reação rápida e efeito duradouro. Em sua fórmula há a presença do silicato, que diminui a fixação do fósforo e dos excessos de alumínio e manganês, reduz a incidência de doenças e pragas, mantém o balanço hídrico e aumenta a atividade fotossintética. O termofosfato torna-se solúvel em contato com os ácidos fracos do solo e das raízes, podendo, dessa forma, disponibilizar os elementos de acordo com a necessidade da planta. Ademais, o termofosfato Yoorin® é um excelente beneficiador e revitalizador do solo com efeitos corretivos principalmente em solos ácidos (Gonçalves Júnior *et al*., 2007).

Já a farinha de ossos é um adubo orgânico de reação um pouco lenta nas regiões de clima frio e temperado. Em climas tropicais, essa reação é mais rápida e ocorre logo após alguns dias após sua aplicação. Em horticultura e em floricultura utiliza-se cerca de 180 g por metro quadrado, antes da semeadura (Malavolta *et al*., 2002). Segundo Trani (2007), a utilização de farinha de ossos melhora o equilíbrio de microrganismos no solo, o que dificulta a proliferação de nematoides.

A agricultura orgânica mostra-se vantajosa para os agricultores, pois os consumidores estão buscando alimentos mais saudáveis e que possam diminuir o

impacto negativo ao meio ambiente (Silva *et al*., 2013). No entanto, somente com a utilização de fertilizantes orgânicos as plantas podem não conseguir receber a quantidade de nutrientes necessários para que possam apresentar altas produtividades. Por isso, os fertilizantes organominerais tendem a suprir esta deficiência, tanto na disponibilidade de nutrientes como de matéria-orgânica (Melo *et al*., 2021).

Acúmulo de nutrientes

O conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de crescimento da cultura é essencial, permitindo, dessa maneira, determinar as quantidades e o momento em que os nutrientes são mais exigidos pela planta e corrigir caso venham apresentar alguma deficiência (Villas Bôas, 2001).

Em média, as plantas possuem cerca de 5% de nutrientes minerais na matéria seca total, mas há grande variação entre as espécies estudadas. Dependendo do estágio de crescimento, os vegetais absorvem diferentes quantidades de nutrientes (Souto *et al*., 2018). Além disso, a absorção dos nutrientes pelos vegetais também depende de diversos fatores, como a influência dos elementos climáticos, do solo, da espécie vegetal, dentre outros.

Os macronutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, por exemplo, são limitadores de produção, principalmente quando estão disponíveis para as plantas em pequenas proporções, podendo causar sérios prejuízos. O potássio, tão importante quanto o nitrogênio, também é outro nutriente de elevada exigência pelas plantas, sendo assim necessárias quantidades maiores que o fósforo, considerando-se a quantidade dos três elementos na planta (Malavolta *et al*., 2002). De modo geral, as absorções de nitrogênio, fósforo e potássio seguem a mesma tendência que o acúmulo de biomassa da planta (Kano *et al*., 2011).

Souza *et al*. (2003) verificaram que, em cenouras do grupo Brasília, nas folhas ocorreu a seguinte ordem decrescente de acúmulo K> N> Ca> S> P> Mg, enquanto na raiz a ordem verificada foi K> N> P> Ca> Mg> S.

A extração de nutrientes nas folhas de hortaliças tuberosas como a cenoura e a beterraba foi avaliada por Furlani *et al*. (1978), que verificaram que a ordem de extração foi: K> N> Ca> S> Mg> P e K> N> Mg> Ca> P> S, respectivamente.

Cecílio Filho e Peixoto (2013) obtiveram a seguinte ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes nas raízes da cenoura ‘Forto’: K> N> Ca> P> S> Mg, mesma sequência citada por Filgueira (2013).

Corrêa e Cardoso (2017) observaram que a ordem decrescente de extração na parte aérea da planta de cenoura foi K> Ca> N> Mg> S> P, enquanto nas raízes foi K> N> Ca> P> S> Mg e a extração total foi K> N> Ca> P> Mg> S. Na pesquisa de Colombari *et al*. (2018), com a aplicação de diferentes fracionamentos de nitrogênio, a ordem decrescente de remoção dos macronutrientes foi: K> N> Ca> P> Mg> S.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se que o produtor onde foi realizada a pesquisa comercializa as plantas de cenoura em maços, com raiz tuberosa e folhas, as quantidades exportadas de nutrientes com a colheita corresponde ao total acumulado pela planta. No entanto, a maioria dos produtores de cenoura costumam cortar as folhas e comercializar apenas a raiz tuberosa e, neste caso, a exportação equivale ao acúmulo apenas na raiz. Independentemente de como se comercializa a cenoura, a colheita representa importante componente de perda de nutrientes do solo que deverão ser restituídos. O conhecimento do conteúdo de nutrientes nas plantas é importante para se realizar as recomendações econômicas de adubação para se evitar perda de potencial produtivo da área.

Porém, outros fatores devem ser considerados, como a disponibilidade dos nutrientes, condições climáticas, manejo das culturas, dentre outros. Por exemplo, apesar da grande importância do fósforo para o bom desenvolvimento das plantas, e por ser o nutriente mais recomendado em quantidade na adubação de plantio para a maioria das espécies hortícolas (RAIJ *et al*.,1997), a eficiência de aproveitamento do fósforo é muito baixa, pela elevada fixação do mesmo pelo solo. Portanto, mesmo sendo pouco acumulado, é importante manter-se bom nível de fósforo no solo, pois a falta do mesmo disponível às plantas acarretam grandes perdas de produção (Kano *et al*., 2011).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W.; SOBRAL, M. F.; SILVA, F. B.; GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p. 1004-1013, 2011.

ARAÚJO, A. P. Eficiência vegetal de absorção e utilização de fósforo, com especial referência ao feijoeiro. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (org.). **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa: SBCS, v. 1, p. 163-212, 2000.

ARAÚJO, F. F. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, p. 355-360, 2011.

ASSUNÇÃO, N. S.; CLEMENTE, J. M.; DE AQUINO, L. A.; DEZORDI, L. R.; DOS SANTOS, L. P. D. Produtividade e eficiência de recuperação pela cenoura de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 859-865, 2016.

BEZERRA NETO, F. B.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS. A. P.; LIMA, J. S. S.; SILVA, I. N. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitirana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014.

BORTHWICK, H. A. Carrot seed germination. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, v. 28, p. 310-314, 1931.

CAVALLARO JÚNIOR, M. L. **Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agronômico, Campinas, 2006.

CANDIAN, J. S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físico-químicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2018.

CANTARELLA, H.; MATTOS JR, D.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 3. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100), p. 387, 2022.

CARDOSO, A. I. I. Produção e qualidade de sementes de cenoura das cultivares Brasília e Carandaí. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 77-81, 2000.

CARDOSO, A. I. I.; SILVA, P. N. L.; COLOMBARI, L. F.; LANNA, N. B. L.; FERNANDES, D. M. Phosphorus sources associated with organic compound in broccoli production and soil chemical attributes. **Horticultura Brasileira**, v.37, n.2, p. 228-233, 2019.

CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA, J. B.; LANNA, N. B. L.; CANDIAN, J. S.; CASTRO, J. L.M. Fontes e parcelamentos da adubação orgânica em cobertura na produção de repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 230-234, 2020.

CARVALHO, A. D. F. *et al*. **Cenoura Daucus carota L. Brasília: Embrapa Hortaliças (Sistema de Produção 2)**, 2021.

CECÍLIO-FILHO, A, B.; PEIXOTO, F. C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'Forto'. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 26, n.1, p. 64-70, 2013.

COLOMBARI, L. F; LANNA, N. B.; GUIMARÃES, L. R.; CARDOSO, A. I. I. Production and quality of carrot in function of split application of nitrogen doses in top dressing TT - Produção e qualidade da cenoura em função do parcelamento de doses de nitrogênio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 306–312, 2018.

COLOMBARI, L. F.; LANNA, N. D. B. L.; GUIMARÃES, L. R. P.; MARTINS, B. N. M.; CARDOSO, A. I. I. Resposta da produção de matéria seca e remoção de nutrientes pela cenoura a diferentes fracionamentos e doses de azoto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 36-45, 2018.

CORRÊA, C. V.; CARDOSO, A. I. I. Extração de macronutrientes em cenoura em função das doses de potássio em cobertura. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 10, n. 3, p. 278-285, 2017.

EMBRAPA E SEBRAE. **Catálogo brasileiro de hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país**, 2010. Brasília-DF. Disponível em: https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/C22F9A4962A6E2E68325771C0065A2E4/$File/NT0004404E.pdf Acesso em: 08 abr. 2023.

FIGUEIREDO NETO, A.; OLIVEIRA, S. B.; LIMA, M. S.; AMORIM, M. R.; FIGUEIREDO, R. M. Influência de composto orgânico nas características físico-químicas de cenoura "Brasília" no município de Petrolina (PE). **Revista Semiárido De Visu**, Sertão, v.1, n.1, p. 3-9, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed, Viçosa: UFV, p. 421. 2013.

FINGER, F. L.; DIAS, D. C. F. S; PUIATTI, M. **Cultura da cenoura.** In: FONTES, P. C. R (Ed.) Olericultura: teoria e prática. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 371-384. 2005.

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M. C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 5, n. 4, p. 85-93, 2013.

FURLANI, A. M. C. *et al*. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 33-44, 1978.

GONÇALVES, M. G.; YASUDA, M.; IEIRI, A. Y.; KIHARA, C.; NASCIMENTO, A. F. D. **Efeito do termofosfato magnesiano yoorin Mg, aplicado na implantação do cafeeiro, em diferentes sistemas de plantio e solo com baixa disponibilidade de fósforo,** 2007.

GONÇALVES. F. A. R. **Modos de aplicação de fósforo na cultura da cenoura e adsorção iônica em Biochar de batata**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2018.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C**. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** Potafos - associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Informações agronômicas nº 95 – setembro/2001.

JUDD, W. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 612, 2009.

KARAZIJA, T.; COSIC, T.; LAZAREVIC, B.; HORVAT, T.; PETEK, M.; PALCIC, I. Effect of organic fertilizers on soil chemical properties on vineyard calcareous soil. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 80, n. 2, p. 79-84, 2015.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L**.** Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 70-77, 2011.

KRÄHMER, A. *et al*. Quantifying biochemical quality parameters in carrots (*Daucus carota* L.) – FT-Raman spectroscopy as efficient tool for rapid metabolite profiling. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 212, n. 1, p. 495-502, 2016.

KIST B.B.; CARVALHO C.; BELING R.R (2021) **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti 2020**. Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul. Disponível em: https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2020/. Acesso em: 08 abr. 2023.

LUZ, J. M. Q.; JÚNIOR, J. A. S.; TEIXEIRA, M. S.; SILVA, M. A.; SEVERINO, G. M.; MELO, B. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia- MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 96-99, 2009a.

LUZ, J. M. Q.; ZORZAL FILHO, A.; RODRIGUES, W. L.; RODRIGUES, C. R.; QUEIROZ, A. A. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura brasileira**, v. 27, n. 4, p. 543-548, 2009b.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubação**. São Paulo: Nobel, 2002.

MELO, E. N.; SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; CAVALCANTE, I. H. L.; FERREIRA FILHO, R. M.; MELO, P. A. F. R. Leaf mineral composition and noni fruit production under vegetal mulching and potassium fertilization. **Scientia Horticulturae**, v. 281, p. 109990, 2021.

MENEGAZZO, T. M. Cenoura. **Revista Hortifruti Brasil**, v. 9, n. 93, p. 25, 2010.

MOURA, Á. Q.; CORRÊA, E. B.; FERNANDES, J. D.; MONTEIRO FILHO, A. F.; LEÃO, A. C.; BOAVA, L. P. Eficiência agronômica da alface submetida a diferentes compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 155-163, 2020.

MÜLLER, J. J. V. **Aspectos do armazenamento de cenoura (*Daucus carota* L.)**. In: MÜLLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (ed.). Seminários de Olericultura. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 5, p.01-25, 1982.

NASCIMENTO. Mariana Vieira *et al*. Adubação fosfatada no cultivo de hortaliças produtoras de raízes. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, v. 1, p. 8-16, dez. 2017.

NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de hortaliças**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 464p., 2016.

NICOLLE, C.; SIMON, G.; ROCK, E.; AMOUROUX, P.; RÉMÉSY, C. Genetic variability influences carotenoid, vitamin, phenolic, and mineral content in white, yellow, purple, orange, and dark-orange carrot cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 129, n. 4, p. 523-529, 2004.

NORDI, N. T.; CARDOSO, A. I. I.; ALVES, T. N.; MORAES, V. P.; CARVALHO, J. R. Organic fertilization in top dressing in jambu production. **Comunicata Scientiae**, v.14. n.3827, p. 1-10, 2022.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS. p. 471-550, 2007.

PEREIRA, R. B.; CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J. B.; SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V. Avaliação de híbridos experimentais de cenoura no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 34-39, 2015.

SANTOS, D.R; GATIBONI, L.C; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 576-586, 2008.

SILVA, M. L. DA *et al*. Produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda (Calotropis procera (Ait.) R.Br.) TT - Production of carrots fertilised with roostertree (Calotropis procera (Ait.) R.Br.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 732–740, 2013.

SINGH, D.P.; BELOY, J.; MCINERNEY, J.K.; DAY, L.; Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota* L.). **Food Chem**, Amsterdam, 132. ed. p.1161-1170, 2012.

SOUTO, G. C.; GRANGEIRO, L. C.; GUSMÃO, S. A. L.; SOUSA, V. F. L. CAVALCANTE, A. E. C.; FRANÇA, F. D. Agronomic performance of jambu (*Acmella oleraceae*) using organic fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 151-156, 2018.

SOUZA, A. F.; MESQUITA FILHO. M.V.; VIEIRA, J.V.; SOUZA, R.B.; MEIRELE, S.M. Teores de macronutrientes e produção de matéria seca em cenouras do Grupo Brasília, cultivadas em solos sob cerrado. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 21, n. 2, suplemento CD-ROM, 2003.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014.

TEIXEIRA, L. J. Q.; POLA, C. C.; JUNQUEIRA, M. S.; MENDES, F. Q.; RODRIGUES JUNIOR, S. R. **Cenoura (*Daucus carota*): processamento e composição química.** Enciclopédia Biosfera**,** Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-21, 2011.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100), p. 174, 1997.

TRANI, P.E. **Farinha dos ossos bovinos é opção a adubos químicos**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, Resumos, 2007. Disponível em: http://www.sindicarne.com.br/arquivos/Farinha%2520dos%2520ossos%2520bovinos2520como%2520opcao%2520a%2520adubos%2520quimicos. Acesso em: 04 set. 2021.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V. **Cultivares e clima**. In: Cenoura. Sistemas de produção, 5**.** Embrapa Hortaliças, Brasília, 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 10 ago. 2021.

VIEIRA, J. V.; SILVA, G. O.; CHARCHAR, J. M.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; NASCIMENTO, W. M.; BOITEUX, L. S.; PINHEIRO, J. B.; REIS, A.; RESENDE, F. V.; CARVALHO, A. D. F. BRS Planalto: cultivar de cenoura de polinização aberta para cultivo de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 359-363, 2012.

VILELA, N. J.; BORGES, I. O. **Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil.** Brasília: Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, n. 59, p. 9, 2008.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001. Tese (Livre docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

WANG, X.; SHEN, J.; LIAO, H. Acquisition or utilization, which is more critical for enhancing phosphorus efficiency in modern crops? Plant Science, **Amsterdam**, v. 179, n. 4, p. 302-306, 2010.