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

FCA
Faculdade de Ciências Agronômicas
UNESP | BOTUCATU

JORGIANI DE ÁVILA

PRODUÇÃO DE BERINJELA COM ADUBAÇÃO FOSFATADA ORGÂNICA

Botucatu

2023

JORGIANI DE ÁVILA

PRODUÇÃO DE BERINJELA COM ADUBAÇÃO FOSFATADA ORGÂNICA

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

Orientador: Antonio Ismael Inacio Cardoso

Botucatu

2023

A958p

Ávila, Jorgiani de

Produção de berinjela com adubação fosfatada orgânica / Jorgiani de Ávila. -- Botucatu, 2023

63 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

1. Cultivo orgânico. 2. Berinjela. 3. Adubação fosfatada. 4. Manejo sustentável. 5. Produtividade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), 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 TESE: PRODUÇÃO DE BERINJELA COM ADUBAÇÃO FOSFATADA ORGÂNICA

AUTORA: JORGIANI DE ÁVILA
ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

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

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

Prof. Dr. SEBASTIÃO FERREIRA DE LIMA (Participaçao Presencial)
Fitotecnia / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof.ª Dr.ª AMANDA REGINA GODOY BAPTISTÃO (Participaçao Virtual)
Fitotecnia e Fitossanidade / Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof.ª Dr.ª PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS (Participaçao Virtual)
Engenharia Agronômica / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT - Unesp

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

Botucatu, 12 de dezembro de 2023

Dedico

A todos que sonham...

AGRADECIMENTOS

Agradeço todos que estiveram ao meu lado nessa longa caminhada, foi difícil chegar até aqui, mas não impossível.

Deus coloca Anjos em nossas vidas e eu posso dizer que tive vários durante essa trajetória. Minha família, meus amigos e meus professores.

Agradeço especialmente ao Ismael pela paciência e orientação.

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

RESUMO

A berinjela é uma hortaliça fruto que tem apresentado um expressivo aumento no consumo nos últimos anos, devido à grande procura da população por opções de alimentos mais saudáveis. Por ser uma espécie que demanda poucos tratos culturais e que se adapta bem ao cultivo orgânico, os produtores têm apostado nesse sistema de cultivo para a berinjela. Porém, ainda existem poucas informações técnicas acerca das exigências nutricionais dessa hortaliça que auxiliem no cultivo mais eficiente e lucrativo. Diante disso, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito de doses de duas fontes de fósforo orgânico sobre o desempenho agronômico e o acúmulo de macronutrientes em frutos de berinjela. As plantas do experimento foram conduzidas em vasos, em ambiente protegido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) localizada em Botucatu, São Paulo, Brasil. Foram avaliados nove tratamentos no delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos resultaram do esquema fatorial 2 x 4 + 1, sendo o primeiro fator constituído por duas fontes de adubo fosfatado (farinha de ossos e termofosfato Yoorin®) e o segundo fator foi constituído por quatro doses de fósforo (160, 320, 480 e 640 kg ha^{-1} de P_2O_5), além do tratamento controle sem estes adubos fosfatados (considerado como dose 0). Foram avaliados o número e a massa de frutos total e comercial, massa média por fruto, comprimento e diâmetro de frutos comerciais, além da matéria seca e o acúmulo de macronutrientes nos frutos. Quando houve diferença entre os adubos para as características agronômicas, o termofosfato Yoorin® foi superior a farinha de ossos, com maior produção de frutos. Quanto as doses, recomenda-se de 402 e 479 kg ha^{-1} de P_2O_5 quando se utiliza o termofosfato Yoorin®. Por outro lado, o acúmulo de matéria seca e de P nos frutos de berinjela não foram influenciados pelos adubos fosfatados termofosfato Yoorin® e a farinha de ossos. No entanto, a aplicação de farinha de ossos resultou em maior acúmulo de N, K, Ca, Mg e S em frutos de berinjela em comparação ao termofosfato Yoorin®, com o maior acúmulo de matéria seca nos frutos de berinjela estimado na dose de 424 kg ha^{-1} de P_2O_5, e o acúmulo de macronutrientes em função das doses de fósforo seguiu o mesmo padrão de aumento da matéria seca. A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes nos frutos de berinjela foi: N > K > P> Mg > Ca > S.

Dessa forma, recomenda-se, para um solo pobre em fósforo, doses entre 402 e 479 kg ha^{-1} de P_2O_5.

Palavras-chave: *Solanum melongena*; fósforo; termofosfato; farinha de ossos; acúmulo de nutrientes.

ABSTRACT

Eggplant is a fruit vegetable that has shown a significant increase in consumption in recent years, due to the population's great demand for healthier food options. As it is a species that requires little cultural treatment and adapts well to organic cultivation, producers have opted for this cultivation system for eggplant. However, there is still little technical information about the nutritional requirements of this vegetable that assist in more efficient cultivation and profitable. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effect of doses of two sources of organic phosphorus on agronomic performance and macronutrient accumulation in eggplant fruits. The plants of the experiment were conducted in pots and in a protected environment at the Lageado Experimental Farm, belonging to the Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) located in Botucatu, São Paulo, Brazil. Nine treatments were evaluated in a randomized block experimental design, with five replications. The treatments resulted from the 2 x 4 + 1 factorial scheme, with the first factor consisting of two sources of phosphate fertilizer (bone meal and thermophosphate Yoorin®) and the second factor consisting of four doses of phosphorus (160, 320, 480 and 640 kg ha^{-1} of P_2O_5), in addition to the control treatment without these phosphate fertilizers (considered as dose 0). The number and mass of total and commercial fruits, average mass per fruit, length and diameter of commercial fruits, as well as dry matter and macronutrient accumulation in the fruits were evaluated. When there was a difference between fertilizers for agronomic characteristics, thermophosphate Yoorin® was superior to bone meal, with greater fruit production. On the other hand, the accumulation of dry matter and P in eggplant fruits were not influenced by thermophosphate Yoorin® and bone meal phosphate fertilizers. However, the application of bone meal resulted in greater accumulation of N, K, Ca, Mg and S in eggplant fruits compared to thermophosphate Yoorin®, with the greatest accumulation of dry matter in eggplant fruits estimated at a dose of 424 kg. ha^{-1} of P_2O_5, and the accumulation of macronutrients as a function of phosphorus doses followed the same pattern of increase in dry matter. The decreasing order of macronutrient accumulation in eggplant fruits was: N > K > P > Mg > Ca > S. Therefore, for soil poor in phosphorus, doses between 402 and 479 kg ha^{-1} of P_2O_5 are recommended.

Keywords: *Solanum melongena*; phosphorus; thermophosphate; bone meal; nutrient accumulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1- PRODUÇÃO DE FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS

Figura 1 -Dados climatológicos da fazenda experimental Lageado no período de condução do experimento. Botucatu, SP, 2023 24
Figura 2 -Produção total (A) e comercial (B) de frutos de berinjela por planta em função das doses de fósforo (P_2O_5) para cada fonte. Botucatu, SP. 2023 30
Figura 3 -Número total (A) e comercial (B) de frutos por planta, massa média de frutos (C) e diâmetro de frutos (D) de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023 31

CAPÍTULO 2 -ACÚMULO DE NUTRIENTES EM FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS

Figura 1 - Dados climatológicos da fazenda experimental Lageado no período de condução do experimento. Botucatu, SP, 2023.....43
Figura 2 - Massa da matéria seca de frutos por planta de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023 47
Figura 3 - Acúmulo de potássio (A) e nitrogênio (B) em frutos por planta de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023 51
Figura 4 -Acúmulo de fósforo (A) e magnésio (B) em frutos por planta de berinjela e função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023 52
Figura 5 -Acúmulo de cálcio (A) e enxofre (B) em frutos por planta de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023 53

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1- PRODUÇÃO DE FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS

Tabela 1 -Análise do solo antes da instalação da pesquisa. Botucatu, SP, 2023 25
Tabela 2 -Resultados das análises químicas dos adubos orgânicos termofosfato Yoorin® (TY), farinha de ossos (FO), torta de mamona (TM) e esterco de galinha (EG). Botucatu, SP, 2023.....26
Tabela 3 -Valores médios de número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC) por planta, produção de frutos totais por planta (PFT), diâmetro (DF), comprimento (CF) e massa média de frutos comerciais (MMFC) de berinjela em função dos adubos fosfatados farinha de ossos (FO) e termofosfato Yoorin® (TY). Botucatu, SP, 2023.....28
Tabela 4 -Valores médios de produção de frutos comerciais por planta de berinjela em função dos adubos fosfatados farinha de ossos (FO) e termofosfato Yoorin® (TY) para cada dose de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023 29

CAPÍTULO 2 -ACÚMULO DE NUTRIENTES EM FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS

Tabela 1 -Análise do solo antes da instalação da pesquisa. Botucatu, SP, 2023 44
Tabela 2 - Resultados das análises químicas dos adubos orgânicos termofosfato Yoorin® (TY), farinha de ossos (FO), torta de mamona (TM) e esterco de galinha (EG). Botucatu, SP, 2023.....45
Tabela 3 - Massa da matéria seca de frutos por planta de berinjela em função das fontes de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023.....47
Tabela 4 - Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em frutos por planta de berinjela em função das fontes de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023.....49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 19

CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO DE FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS..... 22

1.1 INTRODUÇÃO 24

1.2 MATERIAL E MÉTODOS 26

1.2.1 Localização e caracterização da área experimental 26

1.2.2 Tratamentos e delineamento experimental 27

1.2.3 Produção de mudas, transplante e manejo das plantas 28

1.2.4 Características avaliadas 28

1.2.5 Análise estatística 29

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 29

1.4 CONCLUSÕES 36

REFERÊNCIAS 36

CAPÍTULO 2 - ACÚMULO DE NUTRIENTES EM FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS..... 41

2.1 INTRODUÇÃO 43

2.2 MATERIAL E MÉTODOS 45

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental 45

2.2 2 Tratamentos e delineamento experimental 46

2.2.3 Produção de mudas, transplante e manejo das plantas 47

2.2.4 Determinação da massa da matéria seca e acúmulo de macronutrientes nos frutos 47

2.2.5 Análise estatística 48

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 48

2.4 CONCLUSÕES 56

REFERÊNCIAS 56

CONSIDERAÇÕES FINAIS 60

REFERÊNCIAS 61

INTRODUÇÃO GERAL

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma espécie pertencente à família Solanaceae, originada de regiões tropicais do Oriente e adaptada a ambientes quentes e úmidos (Filgueira, 2013). O produto comercial da cultura é um fruto carnoso de coloração geralmente arroxeada. Os benefícios promovidos pelo seu consumo são devido à presença de sais minerais (cálcio, fósforo, potássio e magnésio), vitaminas (A, timina, riboflavina, niacina e C) e saponinas nos frutos. Além de rica em fibras e baixo teor lipídico, contém uma variedade de fotoquímicos, como polifenóis (Chagas *et al*., 2019; Manach *et al*., 2004).

O mapeamento da produção de berinjela é ainda pouco explorado em estatísticas institucionais. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a produção mundial de berinjela em 2018 foi de 52.309.119 toneladas em mais de 1.858.253 hectares, com produtividade média estimada a nível mundial em 28,15 t ha^{-1} (Faostat, 2019), com a China e a Índia liderando a produção. No Brasil, a produtividade observada é variável, podendo alcançar até 100 t ha^{-1} em algumas regiões onde o ciclo de colheita é prolongado, atingindo 100 dias ou mais.

Em relação as exigências nutricionais, segundo Malavolta *et al*. (1997), a cultura extrai do solo, em ordem decrescente de valores, os nutrientes K, N, Ca, Mg, P e S. Apesar de não ser o mais extraído, o fósforo é um macronutriente essencial para o cultivo de berinjela, e, mesmo assim, a quantidade de trabalhos que relatam os efeitos do P é escassa.

Embora o fósforo seja um dos macronutrientes menos exigidos pelas plantas, trata-se do nutriente mais usado em adubações no Brasil. Devido à forte interação que esse elemento apresenta com microorganismos e partículas do solo, principalmente coloidais, o fósforo tem grande probabilidade de sofrer modificações no solo para formas menos disponíveis para as plantas, reduzindo sua absorção pelas raízes (Oliveira, 2017). Devido a isso, é o nutriente que mais limita o crescimento das plantas nos solos das regiões tropicais (Faquim e Andrade, 2004).

Alguns fatores podem aumentar a fixação de P no solo, e por isso precisam ser estudados e controlados. Entre esses fatores destacam-se a fonte do fertilizante, a granulometria e o pH do solo. Dessa forma, fontes de elevada solubilidade em água

podem aumentar a fixação de P, pois apesar da liberação rápida de fósforo para as plantas, fixa-se rapidamente aos óxidos de ferro e alumínio (Lima, 2020).

Fontes alternativas de fósforo estão sendo utilizadas para obtenção de maior eficiência da adubação fosfatada. O termofosfato Yoorin® é um fertilizante fosfatado oriundo de processos de produção que se baseiam no aquecimento da rocha fosfática entre 900 e 1500°C (Souza e Yasuda, 2008). Seus componentes são de alta eficiência nutritiva, de reação rápida e de efeito duradouro, podendo apresentar eficiência comparável à dos fosfatos solúveis. No entanto, diferente das fontes convencionais, o termofosfato Yoorin® apresenta silicato em sua fórmula, o que diminui a fixação do fósforo no solo. Torna-se solúvel em contato com os ácidos fracos do solo e das raízes, disponibilizando os elementos de acordo com a necessidade da planta (Gonçalves Junior *et al*., 2009).

Respostas positivas em hortaliças foram obtidas com o uso de termofosfato Yoorin® como fonte de fósforo. Silva *et al*. (2015) estudando a produtividade de raízes de beterraba em função de doses de termofosfato Yoorin® e cama de frango, concluíram que a maior produtividade (19,95 t ha^{-1}) foi obtida com a dose de 398 kg ha^{-1} de termofosfato Yoorin®.

A farinha de ossos também tem sido utilizada com sucesso como fonte alternativa de fósforo devido ao teor considerável desse elemento em sua composição e a capacidade de solubilização desse nutriente no solo em tempo hábil de aproveitamento pelas plantas. Há também a presença elevada de cálcio e outros íons em menores quantidade como o potássio (Kiehl, 1985; Pacheco, 2006; Santos e Rocha, 2009).

A farinha de ossos tem sido estudada como fonte de fósforo na adubação de pastagens (Arvelino *et al*., 2012; Balbino *et al*., 2012; Dalazen *et al*., 2018; Damasceno *et al*., 2019). Na literatura, o uso de farinha de ossos na adubação de hortaliças tem sido associado a misturas com outras fontes (Ferreira *et al*., 2017) ou na composição de biofertilizantes (Almeida *et al*., 2021; Batista *et al*., 2012;) e compostos orgânicos (Trindade *et al*., 2020).

Rabelo *et al*. (2020) estudando o uso de vermicompostos e farinha de ossos no desenvolvimento inicial de rabanete e rúcula, recomendaram o uso de 200 t ha^{-1} de vermicompostos a partir de esterco bovino e de aves juntamente com farinha de ossos na adubação da rúcula. Borges *et al*. (2019) avaliando a eficiência de farinha de ossos calcinada, em formulações organominerais, para o feijão-caupi observaram que a

utilização de fertilizantes organominerais granulados produzidos com farinha de ossos para crescimento de plantas de caupi é viável.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que relatam o uso de termofosfato Yoorin® e de farinha de ossos na produção de frutos de berinjela. No entanto, estudos apontam que o cultivo de berinjela em sistema orgânico tem sido viável devido, principalmente, a sua resposta positiva ao manejo da adubação orgânica (Silva, 2019). Existe uma valorização de produtos orgânicos no mercado consumidor, atribuído a proposta de consumo de alimentos livres de resíduos de agrotóxicos aliada às qualidades nutricionais dos alimentos. Porém, pouco se sabe sobre a composição de nutrientes nos frutos de berinjela sob esse tipo de manejo.

Diante do que foi exposto, objetivou-se estudar o efeito de doses destas duas fontes fosfatadas permitidas no sistema orgânico na produção e no acúmulo de macronutrientes em frutos de berinjela.

CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO DE FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS

RESUMO

O fósforo é o macronutriente que mais limita a produção agrícola no Brasil, pois, apesar de ser requerido em menor quantidade pelas plantas, em relação ao nitrogênio e ao potássio, apresenta elevada adsorção pelo solo, sendo necessária a aplicação de grandes volumes para o pleno desenvolvimento e produção das plantas. Além disso, as fontes convencionas de alta solubilidade podem apresentar maior fixação e, portanto, menor aproveitamento que fontes menos solúveis, além de que não são permitidas no sistema orgânico. Assim, objetivou-se avaliar a produção de frutos de berinjela em função de doses de farinha de ossos e de termofosfato Yoorin®. Foram avaliados nove tratamentos no delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos resultaram do esquema fatorial 2 x 4 + 1, sendo o primeiro fator constituído por duas fontes de adubo fosfatado (farinha de ossos e termofosfato Yoorin®) e o segundo fator foi constituído por quatro doses de fósforo (160, 320, 480 e 640 kg ha^{-1} de P_2O_5), além do tratamento controle sem estes adubos fosfatados (considerado como dose 0). Foram avaliados o número e a massa de frutos total e comercial por planta, massa média por fruto, comprimento e diâmetro de frutos comerciais. Quando houve diferença, o termofosfato Yoorin® foi superior a farinha de ossos, com maior produção de frutos. Recomenda-se, para um solo pobre em fósforo, doses entre 402 e 479 kg ha^{-1} de P_2O_5 quando se utiliza o termofosfato Yoorin®, dose próxima da recomendação no novo Boletim 100.

Palavras-chave: *Solanum melongena;* fósforo; farinha de ossos; termofosfato; nutrição.

ABSTRACT

Phosphorus is the macronutrient that most limits agricultural production in Brazil, because, despite being required in smaller amounts by plants in relation to nitrogen and potassium, it is highly adsorbed by the soil, requiring the application of large quantities for full plant development and production. In addition, conventional sources of high solubility may have greater fixation and, therefore, lower use than less soluble sources, in addition to being not allowed in the organic system. Thus, the objective was to evaluate eggplant fruit production as a function of doses of bone meal and thermophosphate Yoorin®. Nine treatments were evaluated in a randomized block design with five replications. The treatments resulted from the factorial 2 x 4 + 1, the first factor consisting of two sources of phosphate fertilizer (bone meal and thermophosphate Yoorin®) and the second factor consisting of four doses of phosphorus (160, 320, 480 and 640 kg ha^{-1} of P_2O_5), in addition to the control treatment without these phosphate fertilizers (considered as dose 0). The number and mass of total and commercial fruits per plant, average mass per fruit, length and diameter of commercial fruits were evaluated. When there was a difference, thermophosphate Yoorin® was superior to bone meal, with greater fruit production. It is recommended, for a soil with low phosphorus content, doses between 402 and 479 kg ha^{-1} of P_2O_5 when using thermophosphate Yoorin®, these doses close to the recommendation in the new Boletim 100.

Key words: *Solanum melongena;* phosphorus; bone meal; thermophosphate; nutrition.

1.1 INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças em sistema orgânico oferece ao mercado a opção de consumo de alimentos livre de resíduos de agrotóxicos e mais seguros do ponto de vista nutricional, fato esse que contribuiu significativamente para o aumento do consumo de vegetais produzidos a partir desse sistema nos últimos anos.

A berinjela (*Solanum melongena*) é uma hortaliça fruto que tem apresentado aumento na demanda de consumo devido as suas propriedades nutracêuticas, como redução do nível de colesterol e como fonte de sais minerais e vitaminas (Zonta *et al*., 2010). No entanto, a produção de berinjela em sistema orgânico ainda apresenta desafios relacionados sobretudo ao manejo nutricional, devido a proibição do uso de fertilizantes inorgânicos, restringindo as opções de fontes disponíveis no mercado, principalmente de fósforo.

A adubação orgânica de hortaliças é um importante componente dos sistemas de produção sustentável, pois, além de melhorar as propriedades físico-químicas e biológicas do solo, devido ao aumento no teor de matéria orgânica, aumenta também a disponibilidade de nutrientes, podendo reduzir a dependência externa da agricultura por fertilizantes inorgânicos oriundos de fontes limitadas e que, muitas vezes, apresentam maior fixação e lixiviação de nutrientes no solo.

A dependência externa do país por fontes inorgânicas pode se tornar um fator preocupante quando se verifica que o Brasil deverá responder por quase metade da produção mundial de alimentos nos próximos anos, aumentando proporcionalmente a demanda por esse insumo (Brasil, 2021). Por outro lado, o emprego de fontes orgânicas de nutrientes a partir de materiais disponíveis no país pode reduzir o custo da produção agrícola e a dependência externa, além de gerar menos impacto negativo e aumento da sustentabilidade agrícola.

O Brasil responde por 8% do uso de fertilizantes no mundo e ocupa a terceira posição no ranking de consumo de fósforo global (Brasil, 2021), o macronutriente que mais limita a produção agrícola no Brasil, sendo por isso necessária a aplicação de grandes volumes para o pleno desenvolvimento e produção das plantas (Reis, 2020). Além disso, as fontes convencionais de alta solubilidade podem apresentar maior fixação de fósforo, portanto, menor aproveitamento que fontes menos solúveis, além de que não são permitidas no sistema orgânico.

A agricultura orgânica pode aumentar a eficiência agrícola através do maior aproveitamento de resíduos gerados em diversas atividades agroindustriais, favorecendo a reciclagem de nutrientes através da incorporação desses resíduos nas lavouras. Resíduos de origens diversas têm sido estudados como fontes de nutrientes na adubação de hortaliças, como o esterco, torta de mamona, casco e chifre, cama de frango e farinha de ossos, entre outros.

Diante disso, a farinha de ossos tem sido estudada como fonte alternativa de fertilizante fosfatado, com resultados positivos na adubação de hortaliças como rúcula (Rabelo *et al*., 2020), beterraba e cenoura (Kivela *et al*., 2015). Na literatura, o uso de farinha de ossos na adubação de olerícolas tem sido associado a misturas com outras fontes (Ferreira *et al.*, 2017) ou na composição de biofertilizantes (Batista *et al*., 2012; Almeida *et al.*, 2021) e compostos orgânicos (Trindade *et al*., 2020).

A adubação com fontes alternativas de fósforo na produção de hortaliças também tem sido estudada a partir do fosfato natural de rocha (Hafez; Mahmoud, 2009; Cardoso *et al*., 2019). O termofosfato Yoorin® atualmente é o fosfato natural mais estudado, tanto em sistema convencional como em sistema orgânico, devido a sua alta eficiência nutritiva e efeito duradouro, comparável à dos fosfatos solúveis (Souza e Yasuda, 2008).

Prado (2018) estudando o uso de termofosfato Yoorin® em plantas de alface sob condições de casa de vegetação, observou que o uso de 50% a mais da dose de fósforo recomendada para o cultivo da alface proporcionou maiores valores de massa da matéria fresca e seca, e teor de fósforo foliar. Resultados positivos com o uso do termofosfato Yoorin® também tem sido relatado na adubação de outras hortaliças como beterraba (Silva *et al*., 2015), repolho (Giordani, 2018), brócolis (Cardoso *et al*., 2019) e berinjela (Cardoso *et al*., 2008).

No entanto, a eficiência da adubação fosfatada depende de fatores relacionados às características do fertilizante, do solo e da resposta da planta, diretamente influenciada pela quantidade de fertilizante aplicado. Assim, a determinação da dose do adubo é fundamental para se alcançar a eficiência desejada e a produtividade esperada para a cultura.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a produção de berinjela sob manejo orgânico em função de doses de farinha de ossos e de termofosfato Yoorin® como fontes de fósforo.

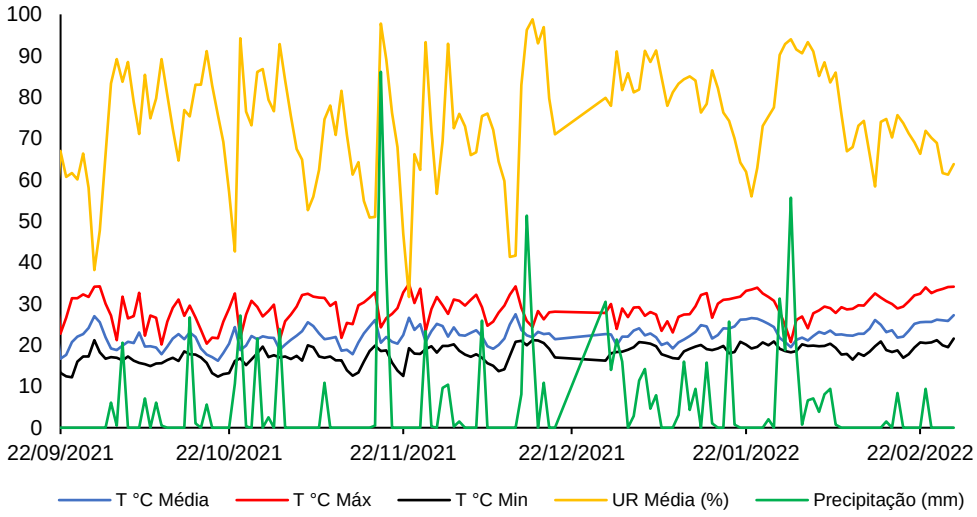
1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi instalada na Fazenda Experimental Lageado, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) campus de Botucatu-SP, localizado a altitude de 800 m, com latitude de 22° 52’ 20” S e longitude de 48° 26’ 37’’ O. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico do tipo Cwa subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco.

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em estufa do tipo arco, com pé direito de 2,5 m, com 7 m de largura por 20 m de comprimento, coberta com filme de polietileno de alta densidade (150 µm) e laterais fechadas com tela antiafídica. A temperatura máxima, média e mínima, a UR e a precipitação média diária para o período de agosto de 2021 a fevereiro de 2022 foram de 29 °C, 22 °C e 17 °C, 72% e 5 mm, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Dados climatológicos da fazenda experimental Lageado no período de condução do experimento. Botucatu, SP, 2023



As plantas foram conduzidas em vasos com capacidade de 8L, sendo apenas uma planta por vaso. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico. Antes da instalação do experimento foi retirada amostra de solo que

foi enviado para análise química realizada no Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da FCA/UNESP, campus de Botucatu-SP, fornecendo os seguintes resultados para os teores de macro e micronutrientes, expressos na Tabela 1. Foi realizada calagem do solo 50 dias antes do plantio para elevar a saturação por bases para 80%. O teor de fósforo (6 mg dm^{-3}) é considerado baixo.

Tabela 1 -Análise do solo antes da instalação da pesquisa. Botucatu, SP, 2023

pH ($CaCl_2$)	M.O.	P_{res}	H+Al	SB	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g dm^{-3}	mg dm^{-3}				$mmol_c$ dm^{-3}			%			mg dm^{-3}		
4,7	5	6	17	13	0,9	9	3	30	44	1,9	11	6,1	0,1	0,36

1.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram estudados nove tratamentos no delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos resultaram do esquema fatorial 2 x 4 + 1, sendo o primeiro fator constituído por duas fontes de adubo fosfatado (farinha de ossos e termofosfato Yoorin®) e o segundo fator foi constituído por quatro doses de fósforo (160, 320, 480 e 640 kg ha^{-1} de P_2O_5) além do tratamento controle sem estes adubos fosfatados (considerado dose 0 kg ha^{-1}). As quantidades de fósforo foram obtidas segundo a recomendação de Trani (2014), que recomenda a dose de 480 kg ha^{-1} para um solo com teor de fósforo de 6 mg dm^{-3}.

Para a adubação de base, além dos adubos fosfatados, foram utilizados esterco de galinha (10 t ha^{-1}), torta de mamona (40 kg ha^{-1} de N) e sulfato de potássio (40 kg ha^{-1} de K_2O), como fontes de matéria orgânica, nitrogênio e potássio, respectivamente. Os adubos foram incorporados ao solo com auxílio de uma betoneira. A adubação de cobertura foi realizada a cada 14 dias utilizando-se torta de mamona e sulfato de potássio, nas doses 120 kg ha^{-1} de N e 120 kg ha^{-1} de K_2O, respectivamente, conforme análise de solo e recomendação de Trani e Raij (1997).

Foram realizadas análises químicas de todos os adubos orgânicos utilizados, com os resultados expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das análises químicas dos adubos orgânicos termofosfato Yoorin® (TY), farinha de ossos (FO), torta de mamona (TM) e esterco de galinha (EG). Botucatu, SP, 2023

Fontes	N	P_2O_{5Total}	P_2O_{5Ac}**	K_2O	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- * % (ao natural) ----------							----*mg/kg(ao natural)-----			
TY	0,50	16,00	15,00	ND***	ND	19,0	8,00	-	-	-	-
FO	0,96	13,66	-	0,70	4,0	8,81	0,65	82	1908	414	279
TM	4,41	1,47	-	0,70	0,22	1,53	1,09	11	989	51	5
EG	1,15	1,30	-	1,57	0,20	1,14	0,47	150	9790	324	137

*Teores totais. **Fósforo solúvel em ácido cítrico 2%. ***Não detectado.

1.2.3 Produção de mudas, transplante e manejo das plantas

Foi utilizado o híbrido de berinjela Sharapova RZ. As mudas foram produzidas em bandeja de polipropileno de 162 células contendo substrato Carolina, acondicionadas sob bancadas em viveiros de mudas do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da FCA/UNESP, campus de Botucatu-SP. As mudas foram transplantadas no dia 22/09/2021 para vasos com capacidade para 8 L de solo, dispostos no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Ao longo do ciclo, foi realizada a retirada das brotações até o aparecimento da bifurcação com a primeira flor. As irrigações foram realizadas pelo sistema de gotejamento, com emissores espaçados a 0,50 m, sendo realizadas duas irrigações por dia, de manhã e de tarde. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (Filgueira, 2013).

1. 2.4 Características avaliadas

As colheitas iniciaram aos 72 dias após o transplantio das mudas (DAT), sendo realizadas uma vez por semana e finalizaram no dia 18 de fevereiro de 2022. Os frutos foram colhidos quando atingiam o ponto de colheita para consumo, de acordo com o padrão de mercado, ou seja, quando estavam com comprimento entre 12 e 20 cm, diâmetro mínimo de 6 cm e coloração da casca roxa e brilhante. Em seguida,

separavam-se os frutos sem defeitos visuais aparentes, considerados como comerciais. Deste modo foram avaliadas as seguintes características:

a) Número de frutos total por planta: obtido pela soma de todos os frutos colhidos ao longo do ciclo por parcela e dividindo-se pelo número de plantas por parcela.
b) Produção (g) total de frutos por planta: obtido pela soma dos pesos de todos os frutos colhidos ao longo do ciclo por parcela e dividindo-se pelo número de plantas por parcela.
c) Número de frutos comerciais por planta: obtido pela soma de todos os frutos classificados como comerciais colhidos ao longo do ciclo por parcela e dividindo-se pelo número de plantas por parcela.
d) Produção (g) de frutos comerciais por planta: obtido pela soma dos pesos de todos os frutos comerciais colhidos ao longo do ciclo por parcela e dividindo-se pelo número de plantas por parcela.
e) Massa (g) média por fruto comercial: obtida dividindo-se a produção (g) pelo número de frutos comerciais por planta.
f) Comprimento (cm) e diâmetro (cm) médios: obtidos a partir da média dos comprimentos e diâmetros dos frutos de cada parcela.

1.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade de variância (Shapiro-Wilk). O teste F ($p \leq 0,05$) foi realizado para verificação de efeito entre os tratamentos e comparação das médias entre as fontes de adubos fosfatados, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011). Um procedimento de ajustamento de curvas de regressão foi utilizado para estimar o comportamento de cada variável em função das doses de fósforo (P_2O_5), utilizando-se o software Table Curve (Jadel Scientific, 1991).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença significativa entre as fontes de fósforo para as características diâmetro, comprimento e massa média de frutos comerciais, com médias de 7,4 cm, 12,1 cm e 225 g por fruto, respectivamente (Tabela 3). Quanto as doses de fósforo, não afetaram o comprimento dos frutos e tiveram pequeno efeito no diâmetro (Figura 3D), com variação de apenas 3 mm entre o maior e o menor valor. Isso pode ser devido à colheita ser realizada com frutos ainda imaturos, sem atingirem o seu máximo desenvolvimento. A colheita dos frutos foi realizada semanalmente e estes foram colhidos quando apresentavam comprimento entre 12 e 20 cm e pelo menos 6 cm de diâmetro, ou seja, qualquer efeito da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento final do fruto não pôde se expressar pela colheita ser realizada com os frutos ainda em fase inicial de desenvolvimento. Polverente *et al*. (2005) relataram que o fruto de berinjela quando colhido maduro pode passar de 25 cm de comprimento.

Tabela 3 - Valores médios de número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC) por planta, produção de frutos totais por planta (PFT), diâmetro (DF), comprimento (CF) e massa média de frutos comerciais (MMFC) de berinjela em função dos adubos fosfatados farinha de ossos (FO) e termofosfato Yoorin® (TY). Botucatu, SP, 2023

Fontes	NFT	NFC	PFT	DF	CF	MMFC
			(g planta^{-1})	(cm)	(cm)	(g fruto)
FO	5,23 a*	4,14 b	1073 b	7,4 a	14,2 a	229 a
TY	5,83 a	5,33 a	1302 a	7,5 a	14,0 a	222 a

*Medias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a nível de 5% de probabilidade.

Tem-se relatos na literatura de diferentes tamanhos dos frutos de berinjela, com valores variando desde 14 cm até mais de 20 cm (Araméndiz-Tatis *et al*., 2014; Cantero *et al*., 2015; Mistry *et al*., 2016; Pelvine, 2019). Normalmente a nutrição não afeta as dimensões dos frutos imaturos de berinjela, exceto em condições de grande estresse nutricional (Pelvine, 2019), sendo as dimensões afetadas principalmente pelo genótipo e estádio de colheita dos frutos, visto que a berinjela é colhida imatura, com dimensões muito inferiores ao do fruto maduro.

Apesar de não ter diferença entre os adubos para o número total de frutos por planta, a utilização do termofosfato Yoorin® resultou em maior número de frutos comerciais e produção, em massa, de frutos totais em comparação a farinha de ossos, independentemente da dose (Tabela 3) e maior produção, em massa, de frutos comerciais nas duas maiores doses (Tabela 4).

Tanto a farinha de ossos como o termofosfato são pouco solúveis em água, comparativamente aos fosfatos inorgânicos normalmente utilizados pelos produtores, como os superfosfatos simples e triplo (Cavallaro Júnior, 2006; Ferreira e Balbino, 2014; Cardoso *et al*., 2019), disponibilizando o fósforo gradualmente na presença de ácidos fracos, normalmente presentes na rizosfera. Porém, estes dois adubos não apresentam a mesma composição. A presença do silicato na fórmula do termofosfato Yoorin® pode diminuir a fixação do fósforo no solo, aumentando a sua disponibilidade e eficiência (Gonçalves Júnior *et al*., 2009), conforme observado na presente pesquisa.

Tabela 4 -Valores médios de produção de frutos comerciais por planta de berinjela em função dos adubos fosfatados farinha de ossos (FO) e termofosfato Yoorin® (TY) para cada dose de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023

Fontes de P_2O_5	Doses de P_2O_5 (kg ha^{-1})			
	160	320	480	640
	Produção de frutos comerciais (g $planta^{-1}$)			
FO	1142 a*	1196 a	755 b	775 b
TY	1192 a	1310 a	1075 a	1363 a

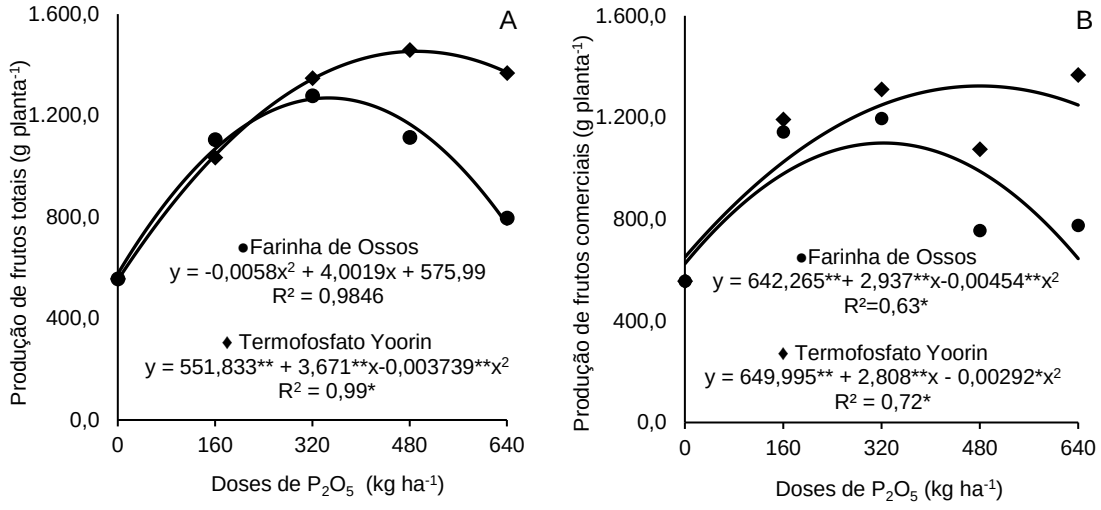
*Medias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo F a nível de 5% de probabilidade.

Não foram encontrados trabalhos comparando essas duas fontes de fósforo. No entanto, Hafez e Mahmoud (2009) relataram aumento de 30% na produtividade de berinjela com a utilização de superfosfato (16,5% de P_2O_5) em comparação a uma rocha fosfatada natural (22% de P_2O_5) de lenta liberação. Cardoso *et al*. (2019) relataram que, na produção de brócolis, o termofosfato só foi inferior ao superfosfato simples, entre as fontes de fósforo testadas, e, quando houve diferença, o termofosfato foi superior às outras fontes fosfatadas permitidas no sistema orgânico,

mostrando a qualidade deste adubo como fonte de fósforo permitida neste sistema de produção.

Foi observada interação significativa entre os fatores fontes e doses de fósforo para as características de produção de frutos totais e comerciais, e para as duas fontes os dados se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 2A e 2B). Para a produção total de frutos observou-se aumento até as doses de 339 e 490 kg ha^{-1}, com estimativa de valores máximos de 1269 e 1453 g por planta, quando se utilizou a farinha de ossos e o termofosfato Yoorin®, respectivamente, decrescendo em seguida até a maior dose estudada (Figura 2A). Resultados semelhantes foram observados para a produção de frutos comerciais, com máximas estimadas em 1099 e 1324 g por planta para as doses de 314 e 479 kg ha^{-1} de farinha de ossos e de termofosfato Yoorin®, respectivamente (Figura 2B), com redução nas maiores doses, principalmente para a farinha de ossos. O excesso de determinado nutriente no solo pode provocar efeito tóxico e/ou diminuir o aproveitamento de outros nutrientes, provocando redução na produção (Almeida *et al*., 2015). Segundo Peryea (1990) e Seno *et al*. (1996), excesso de P no solo pode causar toxicidade, reduzindo o desenvolvimento das raízes e da parte aérea das plantas ou pode causar deficiência de zinco nas plantas, reduzindo a produtividade.

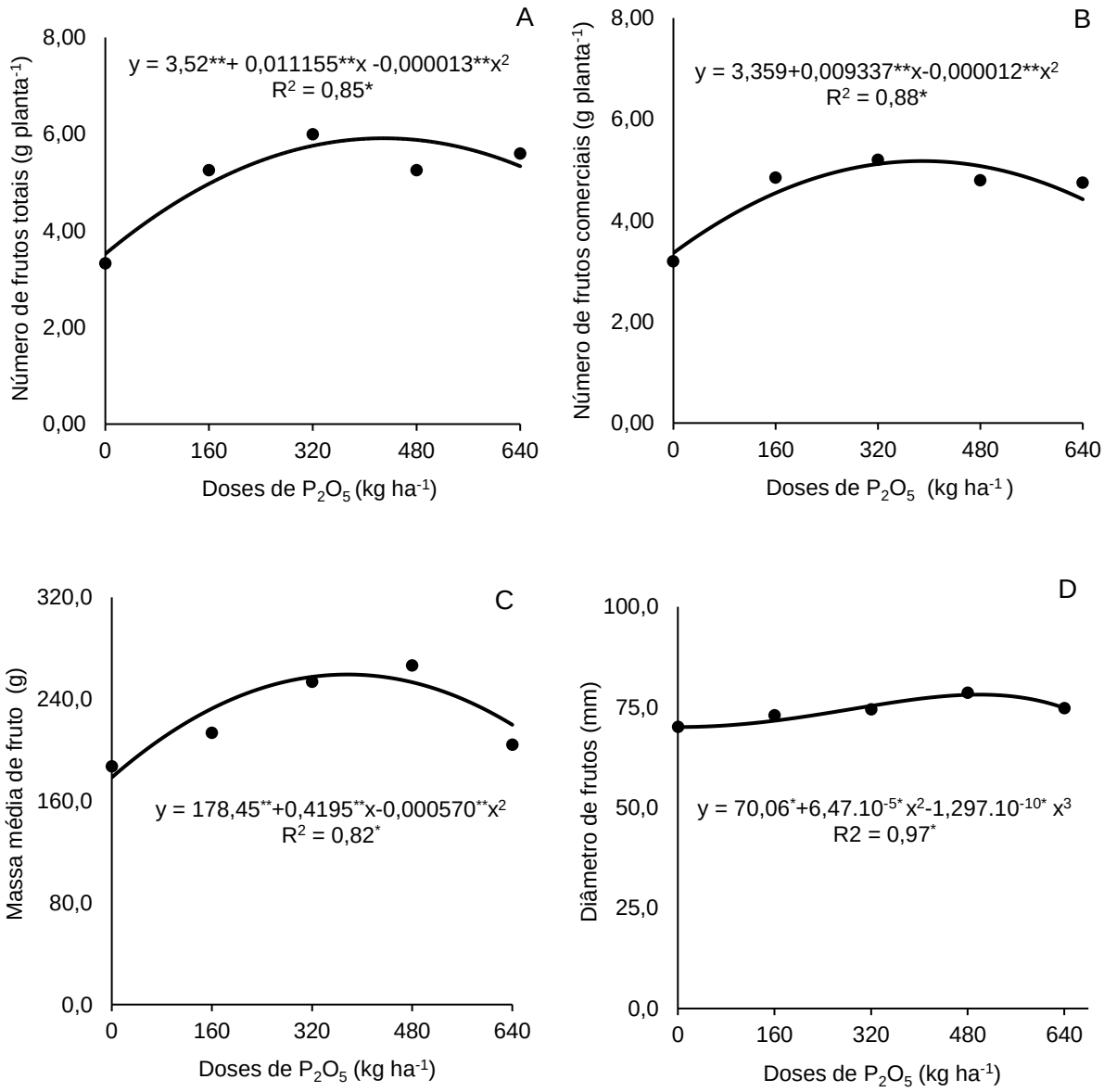
Figura 2 - Produção total (A) e comercial (B) de frutos de berinjela por planta em função das doses de fósforo (P_2O_5) para cada fonte. Botucatu, SP. 2023



As doses de fósforo afetaram a massa média de fruto, com aumento até a dose 376 kg ha^{-1} de P_2O_5, com redução em doses superiores (Figura 3C), ou seja,

provavelmente as doses de fósforo afetaram a densidade dos frutos, pois os tratamentos não alteraram o comprimento e pouco afetarem o diâmetro.

Figura 3 -Número total (A) e comercial (B) de frutos por planta, massa média de frutos (C) e diâmetro de frutos (D) de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023



Tanto para o número de frutos total como comerciais os dados também se ajustaram ao modelo quadrático em função das doses de fósforo (P_2O_5), com estimativa de até 5,9 e 5,2 frutos total e comerciais, respectivamente, para doses de

402 e 385 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Figura 3A e 3B). Comparando-se com o controle (dose 0 kg ha^{-1}) tem-se um aumento de 68% e 55% no número de frutos total e comerciais, respectivamente, mostrando a importância da adubação fosfatada na produção de berinjela em um solo com teor baixo de fósforo (6 mg dm^{-3}).

Manfio (2007) relatou aumento de 65% no número de frutos em plantas de berinjela na comparação com o controle sem fósforo para a dose 246 kg ha^{-1} de P_2O_5 em um solo com teor de 13,41 mg dm^{-3} de P. No entanto, Cardoso *et al*. (2009) relataram que o efeito da adubação com termofosfato foi pouco significativo na produção de berinjela, mesmo o solo sendo pobre em fósforo (3,7 mg dm^{-3}). No entanto, estes autores utilizaram grandes quantidades de esterco bovino, que deve ter sido suficiente para nutrir as plantas, inclusive com fósforo.

Apesar do tratamento controle ter sido considerado dose 0 kg ha^{-1} de P_2O_5, foi aplicado 10 t ha^{-1} de esterco de galinha, que continha 1,3% de P_2O_5 total (Tabela 2), ou seja, havia um potencial de mineralizar e disponibilizar às plantas até 130 kg ha^{-1} de P_2O_5. No entanto, como essa aplicação foi feita igualmente para todas as plantas e considerando-se que não foi feita nenhuma análise de mineralização, a discussão das doses foi feita considerando-se apenas o que foi aplicado com os dois adubos avaliados: farinha de ossos e termofosfato Yoorin®. Mesmo que houvesse liberação de 130 kg ha^{-1} de P_2O_5 pela mineralização do esterco de galinha, essa quantidade foi insuficiente para que as plantas pudessem expressar seu potencial produtivo, pois com a dose 402 kg ha^{-1} de P_2O_5 com estes dois adubos utilizados as plantas produziram 68% a mais de frutos em comparação ao controle tendo apenas o esterco de galinha como fonte de fósforo.

Quando houve diferença entre os adubos, o termofosfato Yoorin® foi superior a farinha de ossos e as maiores produções de frutos em número ou massa variaram com doses entre 402 e 479 kg ha^{-1} de P_2O_5, doses semelhantes a recomendada (480 ha^{-1} de P_2O_5) por Trani (2014), mesmo sendo essa recomendação para fontes solúveis de P que liberam rapidamente o nutriente, enquanto o termofosfato tem uma liberação mais lenta. Segundo Ylivainio *et al*. (2008), fontes orgânicas de baixa solubilidade tendem a disponibilizar os nutrientes para a solução do solo mais lentamente, sendo possível observar resultados positivos até o segundo ano de cultivo.

No entanto, os valores estimados como as melhores doses com termofosfato Yoorin® (402 e 479 kg ha^{-1} de P_2O_5) estão muito próximos da nova recomendação

para o estado de São Paulo (Trani *et al*., 2022) para um solo pobre em P que é de 480 kg ha^{-1} de P_2O_5, ou seja, a presente pesquisa mostra que esta nova recomendação deve ser mais próxima do ideal considerando-se os novos híbridos de berinjela, com maior potencial produtivo em comparação às cultivares utilizadas quando foi publicado o boletim 100.

Lima *et al*. (2014) relataram maior produção de frutos em berinjela com a dose de 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 em um solo com teor de P de 26 mg dm^{-3}, com redução na maior dose (200 kg ha^{-1} de P_2O_5). Zonta *et al.* (2010) relataram máxima produção com doses próximas de 360 kg ha^{-1} de P_2O_5 utilizando superfosfato simples em um solo com 5 mg kg^{-1} de P. Por outro lado, Begun *et al*. (2019) obtiveram a maior produção de frutos de berinjela com uma dose ainda menor, de 70 kg ha^{-1} de P_2O_5. Porém, estes autores não descreveram o nível de P no solo. Segundo Cecílio Filho *et al*. (2020), a dose necessária para se obter máxima produtividade é menor em solos com elevados níveis de P, conforme observaram para a cultura do tomate tipo indústria. Estes autores relataram aumento na produtividade de frutos com até 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 em um solo rico em P (145 mg dm^{-3}). No entanto, com doses superiores houve grande perda de produção, sendo que com 1000 kg ha^{-1} de P_2O_5 a produtividade foi inferior ao tratamento sem aplicação de P.

O fornecimento de quantidades adequadas de fósforo favorece o desenvolvimento do sistema radicular, melhorando a absorção de água e nutrientes, favorecendo a frutificação e o aumento da produção em culturas oleráceas (Filgueira, 2013). Também possui grande importância no desenvolvimento da planta, atuando na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e outros processos nas plantas, sendo um dos nutrientes essenciais para as plantas e sua presença em níveis adequados na solução do solo proporciona um desenvolvimento adequado e potencializa a produção das hortaliças (Matos *et al*., 2016; Cardoso *et al*., 2019). Por outro lado, a redução observada na produção nas maiores doses confirma que em excesso o fósforo pode prejudicar o desenvolvimento e produção da planta.

Grande parte dos solos brasileiros são ácidos, de baixa fertilidade e elevada capacidade de retenção do P, o que torna necessária a adubação com altas doses de adubos fosfatados. No entanto, em áreas de cultivo intensivo de hortaliças é comum encontrar-se teores elevados de P (Cecílio Filho *et al*., 2015) e mesmo assim realizar-

se adubação com este nutriente o que pode comprometer o equilíbrio nutricional no solo e prejudicar a produção a médio prazo.

Apesar de não terem sido encontrados trabalhos com a utilização de termofosfato e farinha de ossos na produção de berinjela, existem pesquisas em outras hortaliças que mostram que estas fontes podem ser utilizadas com bons resultados, como em cenoura e beterraba (Kivela *et al*., 2015; Silva *et al*., 2015), alface (Prado, 2018), repolho (Giordani, 2018) e brócolis (Cardoso *et al*., 2019). No entanto, os resultados obtidos com esta pesquisa sugerem que a farinha de ossos e o termofosfato Yoorin® podem ser utilizados como fontes de fósforo no cultivo de berinjela em sistema orgânico.

1.4 CONCLUSÕES

Quando houve diferença, o termofosfato Yoorin® foi superior a farinha de ossos, com maior produção de frutos.

Recomenda-se, para um solo pobre em fósforo, doses entre 402 e 479 kg ha^{-1} de P_2O_5 quando se utiliza o termofosfato Yoorin®.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. E. S.; BEZERRA NETO, F.; COSTA, L. M.; SILVA, M. L. S.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. B. Eficiência agronômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n.3, p.79-85, 2015.

ALMEIDA, L.G.; CANDIAN. J.S.; CARDOSO, A.I.I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. **Comunicata Scientiae,** v.12, e3275, 2021.

ARAMÉNDIZ-TATIS, H.; CARDONA-AYALA, C.; CORREA-ÁLVAREZ, E. Componentes de varianza en berenjena. **Revista Actualidad & Divulgación Científica**, Colombia, v. 17, v. 2, p. 361 – 369, 2014.

BATISTA, M. A. V.; VIEIRA, L. A.; SOUZA, J. P.; FREITAS, J. D. B; BEZERRA NETO, F. Efeito de diferentes fontes de adubação sobre a produção de alface no município de Iguatu-CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 8-11, 2012.

CANTERO, J.; ESPITIA, L.; CARDONA, C.; VERGARA, C.; ARAMÉNDIZ, H. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. **Revista de Ciências Agrícolas**, Colombia v. 32, v. 2, p. 56 – 67, 2015.

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, M. O.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, A. P.; SOUZA, A. P. Eggplant growth as affected by bovine manure and magnesium thermophosphate rates. **Scientia Agricola**, v.65, n.1, p.77-86, 2008.

CARDOSO, M.O.; OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, W.E.; SOUZA, A.P. Eggplant growth as affected by cattle manure and magnesium thermophosphate in association with cow urine. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p.307-313, 2009.

CAVALLARO JÚNIOR, M. L. **Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate**. 2006. 47 f. Dissertação. Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola. Campinas: Instituto Agronômico, 2006.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SILVA, A.L.P.; CORTEZ, MENDOZA, J. W.; BARBOSA, J. C. Cauliflower and broccoli productivity as influenced by phosphorus fertilizer doses in a P - rich soil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, p. 709-712, 2015.

CECÍLIO FILHO A. B.; TREVIZANELI, B.; RUGELES-REYES, S. M. Phosphorus (P) improves industrial tomato quality and yield in soil with high phosphorus content. **Australian Journal of Crop Science,** v. 14, n.8, p.1335-1341, 2020.

DAMACENO, J. B. D. Farinha de ossos calcinada: sustentabilidade na nutrição fosfatada de pastagens. **Revista Desarrollo Local Sostenible**, n. 28, 2017.

FERREIRA E.; BALBINO T. **Carta de cores para a avaliação qualitativa da farinha de ossos calcinada**. Instituto Nacional de Propriedade Industrial, Protocolo: BR2020140083923. Diretoria de Patentes, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotectecnologia**, Lavras, v.35, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, I.; SOBRINHO, J. L. B.; FERREIRA, M. P. G. F. Avaliação da farinha de osso em combinação com outras fontes orgânicas sobre a produtividade de alface (*Lactuca sativa* L.) no município de Ituiutaba (MG). Intercursos Revista Científica, v. 11 n. 1, p. 42-59, 2017.

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

GIORDANI, E. C. **Adubação fosfatada no comportamento produtivo de repolho (cultivares Avatar e Atlanta) em sistema de plantio convencional**. 2018. 35 f. 19 Dissertação (Mestrado em Olericultura). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, 2018.

GONÇALVES JÚNIOR, M. G.; DECARLOS NETO, A.; YASUDA, M; IEIRI, A. Y.; KIHARA, C.; FERREIRA, E. C.; VASCONCELOS, C. M.; PALMA NETO, H.; REIS, T. M. Determinação da eficiência do termofosfato magnesiano yoorin mg em disponibilizar fósforo, a partir do índice de disponibilidade relativa de fósforo (IDRP). In: 6 Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2009, **Anais** [...] Brasília: Embrapa - Café, 2011.

HAFEZ, M. M.; MAHMOUD, A. R. Effect of the Natural and Chemical Phosphorus Fertilization as Individually and/or Mixed on the Productivity of Eggplant. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 5, n. 4, p. 344-348, 2009.

JANDEL SCIENTIFIC. **Table curve**: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280 p.

KIVELÄ, J.; CHEN, L.; MUURINEN, S.; KIVIJÄRVI, P.; HINTIKAINEN, V.; HELENIUS, J. Effects of meat bone meal as fertilizer on yield and quality of sugar beet and carrot. **Agricultural and Food Science**, v. 24, p.68–83, 2015.

LIMA, P. R.; CARLESSO, R. E.; BORSOI, A.; ECCO, M. FERNANDES, F. V.; MEZZALIRA JUNIOR, E. RAMPIN, L.; ROSSET, J. S.; BATTISTUS, A. G.; MALAVASI, U. C.; FONSECA, P. R. B. Effects of different rates of nitrogen (N) and phosphorus pentoxide (P_2O_5) on eggplant yield. **African Journal of Agricultural Research**, Grahamstown, v. 9, n. 19, p. 1435–1441, 2014.

MANFIO, M. **Rendimento da berinjela em função de doses de P_2O_5**. 2007. Dissertação. 71 f. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

MISTRY, C.; KATHIRIA, K. B.; SABOLU, S.; KUMAR, K. Heritability and gene effects for yield related quantitative traits in eggplant. **Annals of Agricultural Science**, Egito, v. 61, n.2, p. 237–246, 2016.

PELVINE, R. A. **Produção, teor e acúmulo de macronutrientes em frutos de berinjela com aplicação de biofertilizantes**. 2019. Dissertação. 76 f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2019.

PERYEA, F. J. Phosphate: fertilizer: induced salt toxicity of newly planted apple trees. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 54, n. 6, p. 1778-1783, 1990.

POLVERENTE, M.R.; FONTES, D.C.; Cardoso, A.I.I. Produção e qualidade de sementes de berinjela em função do horário de polinização manual. **Bragantia**, v.64, n.3, p.467-472, 2005.

PRADO, E. R. **Avaliação de termofosfato em plantas de alface sob condições de casa de vegetação.** 2018. 36 f. Dissertação (Mestrado em Oliveira). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, 2018.

RABELO, H. O.; LINARES, J. C.; LIBRELON, T. S.; YAMASHITA, O. M. CARVALHO, M. A. C. Vermicompostos e cinza de ossos no desenvolvimento inicial de rabanete e rúcula. **Revista Agroecossistemas**, v.12, n.20, 2020.

REIS, W. **Aplicação de pó de rocha e enxofre elementar associado a plantas de cobertura do solo, na disponibilidade de nutrientes para a cultura do milho.** 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

SENO, S.; SALIBA, G. G.; PAULA, F. J.; KOGA, P. S. Efeito de fósforo e húmus de minhoca, na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 76-78, 1996.

SILVA, E. S.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Produtividade de raízes de beterraba em função de doses de termofosfato magnesiano e cama de frango. *In*: 19 Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 15 Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e 5 Encontro de Iniciação à Docência, 2015, São José dos Campos, **Anais [...]** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2015, p.1-5.

SOUZA, E. C. A.; YASUDA, M. **Uso agronômico do termofosfato no Brasil**. 3 ed. Poços de Caldas: Fertilizantes Mitsui, 2008. 50P.

TRANI, P. E. **Calagem e Adubação para hortaliças sob cultivo protegido**. Campinas: IAC, 2014. 25p.

TRANI, P.E.; RAIJ, B. 1997. Hortaliças*. In*: RAIJ B; CANTARELLA H; QUAGGIO J; FURLANI AMC**. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2ª ed. p. 155-185. Campinas: Instituto Agronômico/ Fundação IAC, (Boletim técnico,100).

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; FIGEUIREDO, G. J. B. 2022. Hortaliças. *In*: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; BORETTO, R. M.; RAIJ, B. V**.** 2022. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo** 3º ed. p. 339-427. Campinas: Instituto Agronômico/ Fundação IAC, (Boletim técnico,100).

TRINDADE, G.; DORIGON, E. B.; PASSOS, M. G. Composto orgânico fermentado do tipo bokashi, obtido com matérias secas alternativas e diversos inoculantes. *In*: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 11, 2020, Vitoria, ES. **Anais[...]** Vitoria: IBEAS, 2020, p. 1-8.

YLIVAINIO, K.; UUSITALO, R.; TURTOLA, E. Meat bone meal and fox manure as P sources for ryegrass (*Lolium multiflorum*) grown on a limed soil. **Nutrient Cycling Agroecosystems,** v.8, p.267–278, 2008.

ZONTA, T. T.; BISCARO, G. A.; TOSTA, M. S.; MEDEIROS, L. F.; SORATTO, R. P.; TOSTA, P. A. F. Doses de superfosfato simples na produção da berinjela 'ciça' em Cassilândia (MS) Brasil. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 1, p. 7-13, 2010.

CAPÍTULO 2

ACÚMULO DE NUTRIENTES EM FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS FOSFATADOS

RESUMO

Na cultura da berinjela em sistema orgânico a nutrição mineral é um dos fatores que mais contribuem na qualidade dos frutos. O fósforo tem sido objeto de estudo de inúmeras pesquisas, visto que as reservas deste no mundo tem diminuído. Assim, buscar alternativas de fontes eficientes em suprir a demanda de fósforo tem sido prioridade. Por outro lado, pouco se conhece ainda sobre os efeitos dessas fontes sobre o acúmulo de nutrientes nos órgãos das plantas, notadamente os órgãos utilizados na alimentação humana. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o acúmulo de massa seca e de macronutrientes em frutos de berinjela sob manejo orgânico em função de doses de farinha de ossos e de termofosfato Yoorin®. Foram avaliados nove tratamentos no delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos resultaram do esquema fatorial 2 x 4 + 1, sendo o primeiro fator constituído por duas fontes de adubo fosfatado (farinha de ossos e termofosfato Yoorin®) e o segundo fator foi constituído por quatro doses de fósforo (160, 320, 480 e 640 kg ha^{-1} de P_2O_5), além do tratamento controle sem estes adubos fosfatados (considerado como dose 0 kg ha^{-1} de P_2O_5). Foram avaliados o acúmulo de matéria seca e de macronutrientes nos frutos por planta. O acúmulo de matéria seca e fósforo nos frutos de berinjela não foi afetado pelo uso de termofosfato Yoorin® ou farinha de ossos, enquanto o acúmulo de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre foi maior com a farinha de ossos. A maior matéria seca foi estimada com a dose 424 kg ha^{-1} de P_2O_5, com tendência semelhante para os acúmulos dos macronutrientes. A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes nos frutos de berinjela foi K>N>P>Mg>Ca>S.

Palavras-chave: *Solanum melongena*; sistema orgânico; nutrientes; farinha de ossos; termofosfato Yoorin®.

ABSTRACT

In the eggplant production in organic system, mineral nutrition is one of the factors that most influenced the quality of the fruits. Phosphorus has been the subject of numerous studies, as its reserves in the world have decreased. Therefore, seeking alternative sources that are efficient in meeting the demand for phosphorus has been a priority. On the other hand, the effects of these sources on the accumulation of nutrients in plant organs, notably the organs used in human nutrition, are still unknown. Therefore, the objective of this work was to evaluate the accumulation of macronutrients in eggplant fruits under organic management as a function of doses of bone meal and Yoorin® thermophosphate. Nine treatments were evaluated in a randomized block design with five replications. The treatments resulted from the factorial scheme 2 x 4 + 1, the first factor consisting of two sources of phosphate fertilizer (bone meal and Yoorin® thermophosphate) and the second factor consisting of four doses of phosphorus (160, 320, 480 and 640 kg ha^{-1} of P_2O_5), in addition to the control treatment without these phosphate fertilizers (considered as dose 0 kg ha^{-1} of P_2O_5). Dry matter accumulation in fruits and macronutrient accumulation in fruits were evaluated. The accumulation of dry matter and phosphorus in eggplant fruits was not affected by the use of Yoorin® thermophosphate or bone meal, but the accumulation of N, P, K, Mg and S was significantly higher with bone meal. The highest dry matter accumulation was observed with 424 kg ha^{-1} of P_2O_5, and the increasing trend was similar for the macronutrients. The decreasing ordem of macronutrient accumulation in eggplant fruits were K>N>P>Mg>Ca>S.

Key words: *Solanum melongena*; organic system; nutrients; bone meal; Yoorin® thermophosphate.

2.1 INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena*) é uma hortaliça fruto valorizada por suas propriedades nutracêuticas, como redução do nível de colesterol e como fonte de sais minerais e vitaminas (Zonta *et al.*, 2010), o que tem aumentado a demanda por parte dos consumidores, principalmente no sistema orgânico. No entanto, a produção de berinjela neste sistema ainda apresenta desafios relacionados sobretudo ao manejo nutricional, devido a impossibilidade do uso de fertilizantes inorgânicos, restringindo as opções de fontes disponíveis no mercado, principalmente de fósforo.

O fósforo possui grande importância no desenvolvimento da planta, atuando na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e outros processos, sendo um dos nutrientes essenciais para as plantas, e sua presença em níveis adequados na solução do solo proporciona um desenvolvimento adequado e potencializa a produção das hortaliças (Cardoso *et al*., 2019).

Dentre os macronutrientes, o fósforo é o nutriente que mais limita a produção agrícola no Brasil, pois muitos solos são ácidos, de baixa fertilidade e elevada capacidade de retenção do fósforo, sendo necessária a aplicação de grandes volumes para o pleno desenvolvimento e produção das plantas (Reis, 2020). No entanto, o fósforo é um recurso natural finito e a otimização de sua utilização torna-se necessária para uma agricultura mais sustentável.

O sistema de cultivo orgânico permite somente a utilização de adubos que possibilitam uma disponibilização mais lenta dos nutrientes, em comparação aos adubos inorgânicos, característica importante quando se trata do fósforo, devido ao nutriente possuir tendência a fixação e adsorção. Desta forma, quando a liberação ocorre de maneira lenta, tem-se um aumento na chance da absorção pela planta ao longo de seu ciclo.

Comumente utilizados como fontes de fósforo na agricultura convencional, os superfosfatos (simples e triplo) não são permitidos no sistema de cultivo orgânico. Neste sistema somente são permitidas fontes naturais de fósforo. Uma das opções para uso é o Termofosfato Yoorin®, que tem sido muito utilizado na produção de hortaliças tanto no sistema convencional como no orgânico (Giordani, 2018; Prado, 2018; Cardoso *et al*., 2019).

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 fósforo no solo mais lentamente, diminuindo a sua fixação (Cavallaro Júnior, 2006). Além disso, a utilização desse material permite o uso sustentável de um produto que seria um descarte e se tornaria um resíduo, sendo, portanto, a farinha de ossos uma alternativa para suprir as necessidades de fósforo sem a necessidade de se utilizar as fontes naturais que são finitas.

Embora apresente inúmeras funções, o fósforo encontra-se em baixa quantidade nas plantas. Em berinjela, Faquin e Andrade (2004) determinaram que o P, juntamente com o enxofre (S), foram os macronutrientes menos extraídos pela planta de berinjela, e relataram a seguinte ordem decrescente de extração: K>N>Ca>Mg>P=S. No entanto, Pelvine (2019) relatou que o P foi o terceiro nutriente com maior teor nos frutos, obtendo a seguinte ordem decrescente: K>N>P>Ca>Mg>S.

Informações sobre o teor e a extração de nutrientes pelas plantas são de grande importância para o manejo correto da adubação e podem variar em função da espécie, adubação, época do ano, dentre outros fatores (Araújo *et al*., 2015). Estudos voltados à validação de recomendações de adubação são de fundamental importância a fim de garantir aplicações de doses e épocas adequadas, evitando excesso ou escassez de disponibilidade de nutrientes para a planta e contribuindo para uma prática agrícola sustentável. O conhecimento sobre o conteúdo de nutrientes nas plantas é importante para avaliar a capacidade de remoção de nutrientes de cada cultura. Esta informação pode ser utilizada na definição das recomendações econômicas de adubação (Kano *et al*., 2010; Araújo *et al*., 2015). Se bem manejada, as plantas de berinjela podem produzir por vários meses em ambiente protegido, sendo considerada uma hortaliça com grande potencial de extração e exportação de nutrientes do solo, que devem ser repostos para a manutenção da fertilidade.

A realização de adubações não deve apenas repor os nutrientes exportados na colheita, mas também deve suprir as quantidades necessárias para a formação de outros órgãos vegetais não retirados na colheita e as perdas por lixiviação, fixação e outros processos (Faquim e Andrade, 2004).

Considerando-se a importância da adubação fosfatada e a falta de informações sobre as doses de fontes fosfatadas permitidas no sistema de produção orgânica e sobre a extração e exportação de nutrientes nos frutos de berinjela neste sistema, objetivou-se com esse trabalho avaliar o acúmulo de matéria seca e de

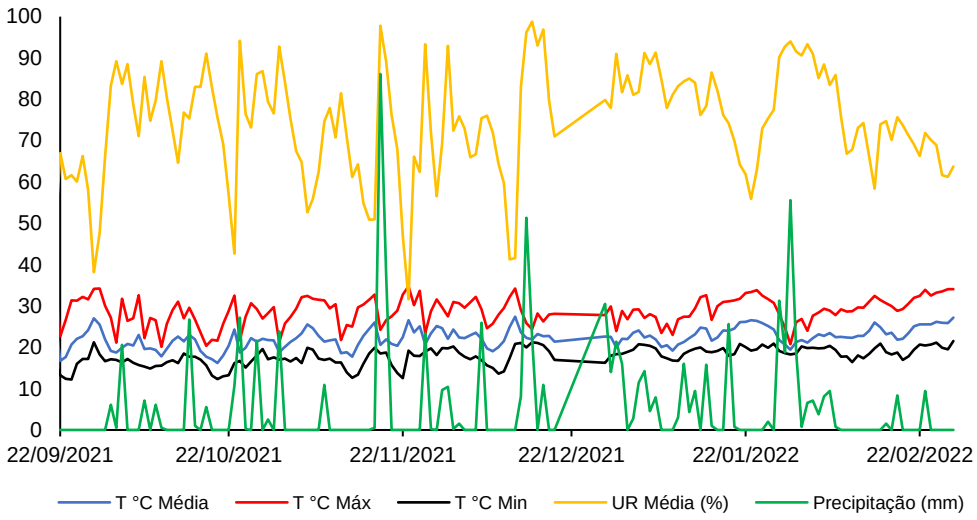
macronutrientes em frutos de berinjela sob manejo orgânico em função de doses de farinha de ossos e de termofosfato Yoorin®.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi instalada na Fazenda Experimental Lageado, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) campus de Botucatu-SP (altitude de 800 m, latitude de 22° 52' 20" S e longitude de 48° 26' 37'' O). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico do tipo Cwa subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. Os dados climatológicos para o período de condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 -Dados climatológicos da fazenda experimental Lageado no período de condução do experimento. Botucatu, SP, 2023



O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em estufa do tipo arco, com pé direito de 2,5 m, com 7 m de largura por 20 m de comprimento, coberta com filme de polietileno de alta densidade (150 µm) e laterais com tela antiafídica.

Foram utilizados vasos com capacidade de 8 L, preenchidos com solo (Latossolo Vermelho Distrófico Típico) que foi analisado no laboratório de solos do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da FCA/UNESP, campus de Botucatu-SP (Tabela 2). Foi realizada calagem do solo 50 dias antes do plantio para elevar a saturação por bases para 80%.

Tabela 1 -Análise do solo antes da instalação da pesquisa. Botucatu, SP, 2023

pH ($CaCl_2$)	M.O.	P_{res}	H+Al	SB	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	$mmol_c\ dm^{-3}$						%	mg dm^{-3}				
4,7	5	6	17	13	0,9	9	3	30	44	1,9	11	6,1	0,1	0,36

2.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram estudados nove tratamentos no delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos resultaram do esquema fatorial 2 x 4 + 1, sendo o primeiro fator constituído por duas fontes de adubo fosfatado (farinha de ossos e termofosfato Yoorin®) e o segundo fator foi constituído por quatro doses de fósforo (160, 320, 480 e 640 kg ha^{-1} de P_2O_5), além do tratamento controle sem estes adubos fosfatados (considerado como dose 0 kg ha^{-1} de P_2O_5). As quantidades de fósforo foram obtidas segundo a recomendação de Trani (2014), que recomenda a dose de 480 kg ha^{-1} de P_2O_5 para um solo com teor de fósforo de 6 mg dm^{-3}.

Para a adubação de base, além dos adubos fosfatados, foram utilizados esterco de galinha (10 t ha^{-1}), torta de mamona (40 kg ha^{-1} de N) e sulfato de potássio (40 kg ha^{-1} de K_2O), como fontes de matéria orgânica, nitrogênio e potássio, respectivamente. Os adubos foram incorporados ao solo com auxílio de uma betoneira. A adubação em cobertura foi realizada a cada 14 dias utilizando-se torta de mamona e sulfato de potássio, nas doses 120 kg ha^{-1} de N e 120 kg ha^{-1} de K_2O, parcelado em quatro aplicações, conforme análise de solo e recomendação de Trani e Raij (1997).

Foram realizadas análises químicas de todos os adubos orgânicos utilizados, com os resultados expressos na Tabela 2.

Tabela 2 -Resultados das análises químicas dos adubos orgânicos termofosfato Yoorin® (TY), farinha e ossos (FO), torta de mamona (TM) e esterco de galinha (EG). Botucatu, SP, 2023

Fontes	N	P_2O_{5Total}	P_2O_{5Ac}**	K_2O	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- * % (ao natural) ----------							---*mg/kg (ao natural) ---			
TY	0,50	16,00	15,00	ND***	ND	19,0	8,0	-	-	-	-
FO	0,96	13,66	-	0,70	4,00	8,81	0,65	82	1908	414	279
TM	4,41	1,47	-	0,70	0,22	1,53	1,09	11	989	51	5
EG	1,15	1,30	-	1,57	0,20	1,14	0,47	150	9790	324	137

*Teores totais. **Fósforo solúvel em ácido cítrico 2%. ***Não detectado.

2.2.3 Produção de mudas, transplante e manejo das plantas

As mudas de berinjela, híbrido Sharapova RZ, foram produzidas em bandeja de polipropileno de 162 células contendo substrato Carolina, no viveiro de mudas do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da FCA/UNESP, campus de Botucatu-SP. As mudas foram transplantadas no dia 22/09/2021 para vasos com capacidade para 8 L de solo, dispostos no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Ao longo do ciclo foi realizada a retirada das brotações até o aparecimento da bifurcação com a primeira flor. As irrigações foram realizadas pelo sistema de gotejamento, com emissores espaçados a 0,50 m, sendo realizadas duas irrigações por dia, de manhã e de tarde. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (Filgueira, 2013).

2.2.4 Determinação da massa da matéria seca e acúmulo de macronutrientes nos frutos

As colheitas iniciaram aos 72 dias após o transplantio das mudas (DAT), sendo realizadas uma vez por semana, e encerraram-se no dia 18 de fevereiro de 2022. Os frutos foram colhidos quando atingiam o ponto de colheita para consumo, de acordo com o padrão de mercado, ou seja, quando estavam com comprimento entre 12 e 20 cm, diâmetro mínimo de 6 cm e coloração da casca roxa e brilhante. Em seguida foram avaliadas as seguintes características dos frutos:

Matéria seca: amostras dos frutos foram picadas e acondicionadas em sacos de papel e procedeu-se a secagem em estufa com circulação de ar forçada com temperatura de 65 °C até atingir massa constante. Após a estabilização da massa, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, e os resultados foram expressos g planta^{-1}.

Acúmulo de macronutrientes: foi obtido multiplicando-se o teor de macronutrientes pela matéria seca dos frutos e os resultados foram expressos em mg planta^{-1}. Para obtenção do teor de cada macronutriente, as amostras secas foram moídas e encaminhadas para o laboratório de análises de plantas do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da FCA/UNESP. A metodologia para as análises dos nutrientes foi feita de acordo com descrito em Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), utilizando-se a digestão sulfúrica para a determinação de nitrogênio e digestão nítricoperclórica para fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Os resultados foram obtidos em g kg^{-1} de matéria seca e foram utilizados no cálculo para obtenção do acúmulo de macronutrientes.

2.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade de variância (Shapiro-Wilk). O teste F ($p \leq 0,05$) foi realizado para verificação de efeito significativo entre os tratamentos e comparação das médias entre as fontes de adubos fosfatados, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011). Um procedimento de ajustamento de curvas de regressão foi utilizado para estimar o acúmulo de cada nutriente em função das doses de fósforo (P_2O_5).

2. 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença significativa entre as fontes de fósforo para o acúmulo de matéria seca de frutos por planta (Tabela 3), com média de 145,8 g planta^{-1}. No entanto, para o fator doses os dados se ajustaram ao modelo quadrático, com valor máximo estimado de 163 g planta^{-1} na dose de 424 kg ha^{-1} de P_2O_5, decrescendo até a maior dose estudada (Figura 2). Este valor máximo é 174% superior ao valor obtido na ausência dos adubos fosfatados (dose 0 kg ha^{-1} de P_2O_5), ou seja, com a

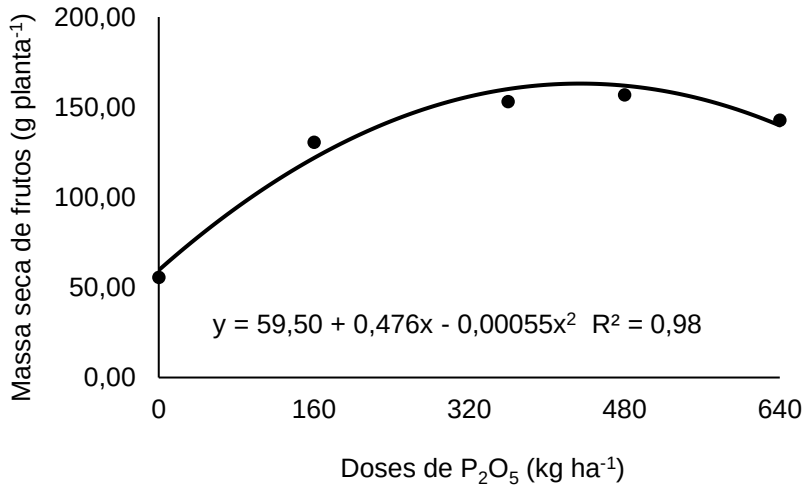
ausência destes adubos fosfatados o desenvolvimento das plantas e a produção de frutos (matéria seca) foi muito prejudicada, confirmando a importância da adubação fosfatada na produção de berinjela, ainda mais em um solo com teor baixo neste nutriente (6 mg dm^{-3}). Por outro lado, excesso de fósforo, além de ser desperdício do insumo e de recursos, prejudicou o acúmulo de matéria seca de frutos por planta, mostrando que o excesso também é prejudicial à produção, conforme relatado por Seno *et al.* (1996), que explicaram que excesso de P no solo pode causar toxicidade, reduzindo o desenvolvimento das raízes e da parte aérea das plantas ou pode causar deficiência de zinco nas plantas, reduzindo a produtividade.

Tabela 3 -Matéria seca de frutos por planta de berinjela em função das fontes de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023

Fontes	Matéria seca de frutos (g $planta^{-1}$)
Farinha de ossos	158,74 a*
Termofosfato Yoorin®	132,80 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 2 -Matéria seca de frutos por planta de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP. 2023.



Os valores de matéria seca de frutos obtidos neste estudo estão dentro da faixa relatada por Pelvine (2019), com o mesmo híbrido, que obteve valores entre 86,9 e 238,3 g $planta^{-1}$ com aplicação de biofertilizante de torta de mamona e esterco de

galinha, sendo o menor valor no tratamento controle, sem adubação com estes biofertilizantes orgânicos. Souza *et al*. (2017), com o híbrido Ciça, relataram valores de matéria seca total (folhas + caule + frutos) variando de 126 a 368 g planta^{-1} com diferentes doses de K e N via fertirrigação, sendo que o maior aumento foi com as doses de N, quando o máximo valor estimado foi 191% maior que o controle. Entretanto, estes autores não descreveram a matéria seca apenas dos frutos.

Apesar do tratamento controle ter sido considerado dose 0 kg ha^{-1} de P_2O_5, foi aplicado 10 t ha^{-1} de esterco de galinha, que continha 1,3% de P_2O_5 total (Tabela 2), ou seja, havia um potencial de mineralizar e disponibilizar às plantas até 130 kg ha^{-1} de P_2O_5. No entanto, como essa aplicação foi feita igualmente para todas as plantas e considerando-se que não foi feita nenhuma análise de mineralização, a discussão das doses foi feita considerando-se apenas o que foi aplicado com os dois adubos avaliados: farinha de ossos e termofosfato Yoorin®. Mesmo que houvesse liberação de 130 kg ha^{-1} de P_2O_5 pela mineralização do esterco de galinha, essa quantidade foi insuficiente para que as plantas pudessem expressar seu potencial produtivo, pois com a dose 424 kg ha^{-1} de P_2O_5 a planta acumulou 174% a mais de matéria seca em comparação ao controle que teve aplicação de esterco de galinha.

Houve diferença significativa para o acúmulo de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em função das fontes de P_2O_5, com maiores valores com a farinha de ossos em comparação ao termofosfato Yoorin® (Tabela 4). A superioridade da farinha de ossos para o acúmulo de N, K e S pode ser explicada pela presença de níveis mais elevados desses nutrientes em sua composição. Os resultados para a composição química dos adubos não revelaram a presença de K e S no termofosfato Yoorin® (Tabela 2). Por outro lado, o termofosfato apresenta elevados teores de Ca e Mg, mas isto não refletiu em maior acúmulo destes nutrientes nos frutos. A quantidade adicionada de Ca pela calagem e pelo esterco de galinha pode ter sido suficiente para se atingir o teor ideal deste nutriente nos frutos e o excesso pela aplicação de termofosfato Yoorin® não deve ter sido absorvido. Existem relatos na literatura para absorção de luxo quando há excesso de potássio (Araújo *et al*., 2015), o que ajuda a explicar maior acúmulo deste nutriente com a utilização de farinha de ossos, mesmo com grande quantidade de K aplicado tanto antes do plantio como em cobertura. Além disto, em espécies da família Solanaceae, a maior quantidade de Ca é acumulada nas folhas e pouco nos frutos e nas sementes (Marcussi *et al.*, 2004; Aguilar *et al*., 2020).

Não houve diferença para o acúmulo de P nos frutos entre os adubos, com média de 436,1 mg planta^{-1} (Tabela 4). Este resultado é o esperado tendo em vista que a quantidade de P aplicada com cada adubo foi a mesma e que não houve diferença entre os adubos para a matéria seca de frutos por planta (Tabela 3).

Tabela 4 -Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em frutos de berinjela em função das fontes de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023

Fontes	N	P	K	Ca	Mg	S
			mg planta^{-1}			
Farinha de ossos	2305,9 a	459,5 a*	4621,9 a	245,2 a	308,6 a	250,9 a
Termofosfato Yoorin®	1928,2 b	412,6 a	3786,0 b	204,1 b	245,6 b	183,0 b

* Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O acúmulo de macronutrientes em função das doses de fósforo (Figuras 3 a 5) seguiu o padrão da curva de acúmulo de matéria seca dos frutos (Figura 2). Os acúmulos máximos de N, P, K, Ca, Mg e S foram estimados em 2375,90, 485,86, 466,94, 253,37, 312,12 e 240,67 mg planta^{-1}, com as doses de 426, 443, 443, 409, 447 e 488 kg ha^{-1} de P_2O_5, respectivamente (Figuras 3 a 5), com decréscimo após essas doses. Estas doses são semelhantes a observada para o acúmulo de matéria seca nos frutos (Figura 2), quando o máximo foi estimado com a dose 424 kg ha^{-1} de P_2O_5. Normalmente há forte correlação entre matéria seca e acúmulo de nutrientes, tendo em vista que o acúmulo é obtido em função da matéria seca (Pelvine, 2019).

A ordem decrescente de acúmulo médio de macrunutrientes nos frutos de berinjela foi: K>N>P>Mg>Ca>S. Esse resultado é semelhante ao relatado por Pelvine (2019) que obteve a seguinte ordem de acúmulo: K>N>P>Ca>Mg>S, ou seja, apenas com a inversão do Ca e do Mg. No entanto, Haag e Homa (1968) relataram a seguinte ordem: K>N>Ca>Mg>P>S, ou seja, com o P sendo o segundo menos acumulado. Em todos estes trabalhos, o K e o N foram os macronutrientes mais acumulados nos frutos, enquanto o S foi o menos acumulado. Por outro lado, ao avaliarem apenas as sementes de berinjela, Aguilar *et al*. (2020) obtiveram a seguinte ordem: N>K>P>Mg>S>Ca, ou seja, o N foi o mais acumulado, provavelmente pelas sementes

serem ricas em proteínas. Porém, quando se colhe o fruto imaturo, as sementes ainda não estão plenamente formadas, sendo o N mais acumulado nas sementes durante a maturação das mesmas, ou seja, depois do ponto de colheita do fruto de berinjela para o mercado *in natura*.

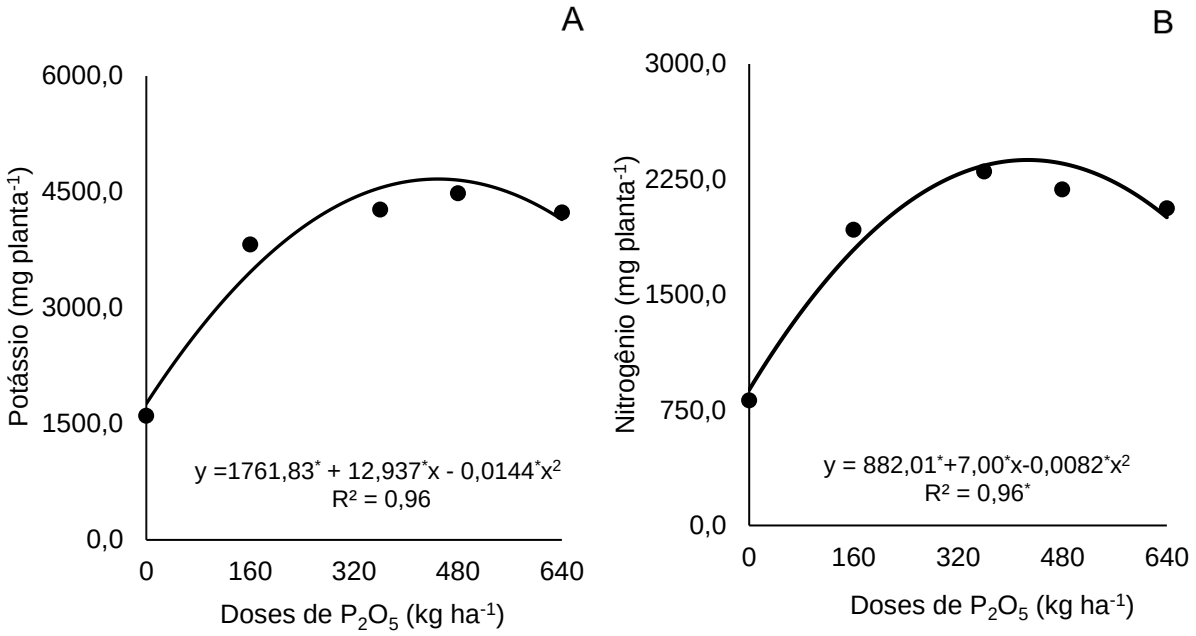
O potássio (K) foi o macronutriente mais acumulado nos frutos (Figura 3A) com valor médio de 4204,0 mg planta^{-1} (Tabela 4). Normalmente, o K é encontrado em concentrações mais elevadas em hortaliças (Furlani *et al*., 1978), principalmente nos frutos de diferentes hortaliças-fruto, como o tomate (Almeida *et al*., 2023; Lucena *et al*., 2013; Purquerio *et al*., 2016) e também nas cucurbitáceas (Araújo *et al.*, 2012; 2015). Além desse elemento apresentar alta mobilidade dentro das plantas, esse resultado também pode ser atribuído ao fato do potássio encontrar-se prontamente disponível em fertilizantes orgânicos, que, em função das quantidades aplicadas, podem fornecer grandes quantidades desse nutriente nos cultivos imediatamente após sua aplicação (Magro *et al.*, 2015) e pela possibilidade de absorção de luxo (Araújo *et al*., 2015). Foram aplicadas 10 t ha^{-1} de esterco de galinha, com 1,57% de K_2O (Tabela 2), ou seja, com potencial de liberar até 157 kg ha^{-1} de K_2O, além da aplicação de sulfato de potássio tanto antes do plantio como em cobertura.

O potássio (K) é um nutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, embora não faça parte da composição orgânica dos tecidos vegetais, influenciando propriedades osmóticas, controlando o movimento dos estômatos, promovendo a ativação de enzimas, facilitando a síntese de proteínas, participando no transporte de carboidratos e desempenhando outras funções vitais (Taiz; Zeiger, 2013).

O nitrogênio foi o segundo macronutriente mais acumulado nos frutos (Figura 3B), com valor médio de 2115,6 mg planta^{-1} (Tabela 4). Também em outras hortaliças-fruto o N foi o segundo nutriente mais acumulado nos frutos (Araújo *et al*., 2012; 2015; Purquerio *et al*., 2016; Almeida *et al*., 2023).

O nitrogênio por ser um constituinte dos ácidos nucléicos, clorofilas e coenzimas, moléculas fundamentais para todos os processos biológicos, muitas vezes é o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas (Taiz; Zeiger, 2013). Entre os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta, o nitrogênio é um dos elementos que mais contribuem para o metabolismo, influenciando diretamente o crescimento vegetativo (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1997).

Figura 3 -Acúmulo de potássio (A) e nitrogênio (B) em frutos por planta de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023

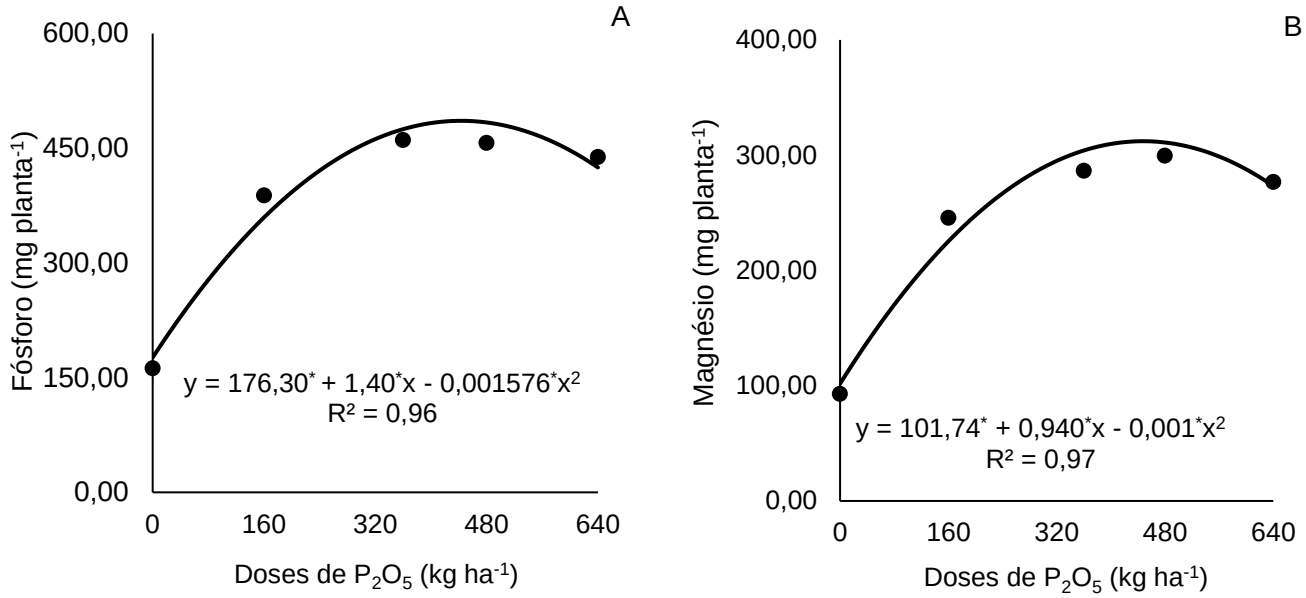


O fósforo foi o terceiro macronutriente mais acumulado nos frutos de berinjela (Figura 4A), com média de 436,1 mg planta^{-1} (Tabela 4), diferindo de Haag e Homa (1968) que relataram que o P foi o segundo menos acumulado. O fósforo possui grande importância no desenvolvimento da planta, atuando na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e outros processos, sendo um dos nutrientes essenciais para as plantas, e sua presença em níveis adequados na solução do solo proporciona um desenvolvimento adequado e potencializa a produção das hortaliças (Matos *et al*., 2016; Cardoso *et al*., 2019). A importância do nutriente foi observada nesta pesquisa, sendo que a aplicação de fósforo até a dose 424 kg ha^{-1} de P_2O_5 proporcionou aumento na matéria seca de frutos por planta, com aumento de até 174% em comparação a dose 0 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Figura 2).

O magnésio foi o quarto nutriente mais acumulado nos frutos de berinjela (Figura 4B), com acúmulo médio de 277,1 mg planta^{-1} (Tabela 4). Este resultado contrasta com o estudo de Pelvine (2019) e Haag e Homa (1968), que registraram acúmulo de magnésio menor do que o de cálcio em frutos de berinjela. Pelo fato de o magnésio ser parcialmente móvel no floema, ao contrário do cálcio que é imóvel, e pela grande

quantidade aplicada de ambos, principalmente com o termofosfato Yoorin® (Tabela 2), este nutriente se sobressaiu em relação ao cálcio. Normalmente o Mg está relacionado a molécula de clorofila e, portanto, com grande importância nas folhas e para o processo fotossintético.

Figura 4 -Acúmulo de fósforo (A) e magnésio (B) por planta em frutos de berinjela e função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023



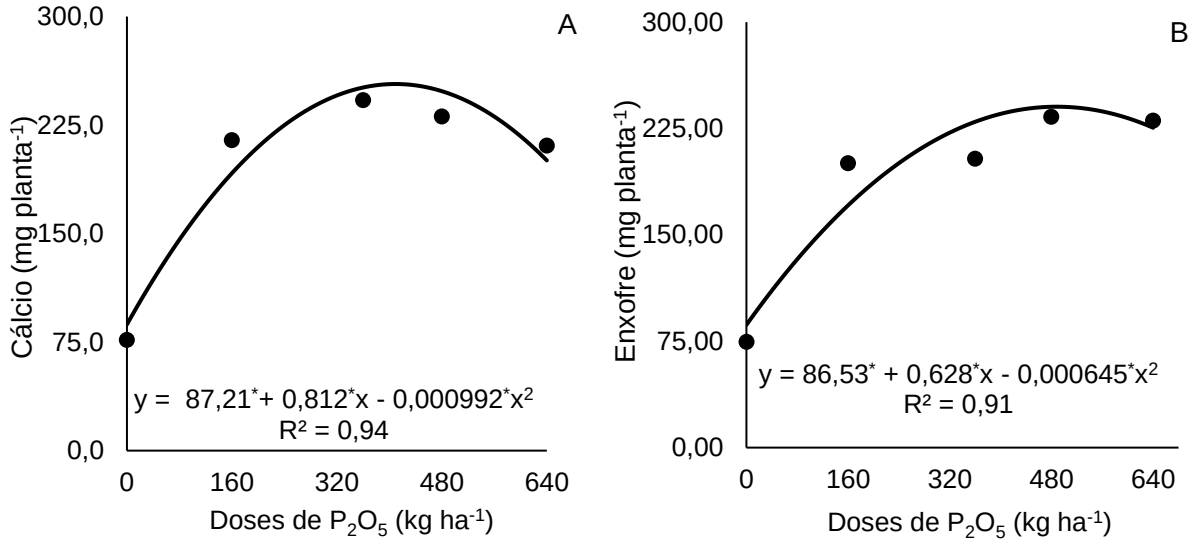
O cálcio (Figura 5A) foi o quinto macronutriente mais acumulado nos frutos quando se utilizou o termofosfato Yoorin®, superior apenas ao enxofre. No entanto, quando se utilizou a farinha de ossos, que apresenta 4% de S em sua composição, o cálcio foi o menos acumulado, com valores inferiores ao do S (Tabela 4). Em média foram acumulados 224,7 e 217,0 mg planta^{-1} nos frutos de berinjela de Ca e S, respectivamente. O Ca apresenta como rota de transporte a corrente transpiratória, pelo xilema, e o seu acúmulo depende basicamente da taxa de transpiração dos tecidos das plantas. Dessa forma, ocorre maior acúmulo nos tecidos que possuem maior transpiração, como as folhas (Millaway; Wiersholm, 1979) e menor nos frutos e sementes (Cardoso *et al.*, 2016).

Na maioria dos solos tropicais, a abundância natural de macronutrientes normalmente segue uma ordem decrescente, com o cálcio (Ca^{2+}) sendo mais

abundante do que o magnésio (Mg^{2+}) e o potássio (K^{+}). No entanto, essa relação se inverte no tecido vegetal, onde as concentrações de potássio superam as de cálcio e magnésio (Benites *et al*., 2010). Na maioria das hortaliças, o K é encontrado em concentrações mais elevadas dentre os macronutrientes e o Mg, nas mais baixas (Furlani *et al.*, 1978).

O enxofre foi o macronutriente com menor acúmulo nos frutos de berinjela (Figura 5B) na média de todos os tratamentos (Tabela 4), o que também foi observado por outros autores (Haag e Homa, 1968; Pelvine, 2019), sendo esta hortaliça pouco exigente neste nutriente. Porém, a ausência do mesmo pode provocar grandes perdas de produção por ser um elemento essencial (Haag; Homa, 1968). Para a maioria das hortaliças é o nutriente menos acumulado nos frutos, sendo as brássicas a exceção (Cardoso *et al*., 2016; Corrêa *et al*., 2017).

Figura 5 -Acúmulo de cálcio (A) e enxofre (B) em frutos por planta de berinjela em função das doses de fósforo (P_2O_5). Botucatu, SP, 2023



Os adubos orgânicos podem ser fonte de fósforo para a solução do solo, na dependência, entre outros, da atividade microbiana e de enzimas como as fosfatases, que catalisam a reação de transformação do fósforo orgânico em inorgânico (Novais e Smith, 1999). Nesse estudo, as fontes de fósforo utilizadas disponibilizaram quantidades adequadas de fósforo até certo ponto, onde nas doses superiores o acúmulo de matéria seca e de nutrientes, inclusive o fósforo, nos frutos foi reduzido.

Esse resultado demonstra que o excesso de fósforo, mesmo proveniente de fontes orgânicas, pode causar efeitos deletérios, e ainda gerar um desperdício de recursos, afetando também o meio ambiente.

2.4 CONCLUSÕES

O acúmulo de matéria seca e de P nos frutos de berinjela não foram influenciados pelos adubos fosfatados termofosfato Yoorin® e a farinha de ossos.

A utilização de farinha de ossos resultou em maior acúmulo de N, K, Ca, Mg e S em frutos de berinjela em comparação ao termofosfato Yoorin®.

O maior acúmulo de matéria seca nos frutos de berinjela foi estimado na dose de 424 kg ha^{-1} de P_2O_5 e o acúmulo de macronutrientes em função das doses de fósforo seguiu o mesmo padrão de aumento da matéria seca.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, A. S.; VASQUE, H.; FELITO, R. A.; ACEVEDO, F. G.; BARDIVIESSO, E. M.; PELVINE, R. A.; CARDOSO**,** A. I. I.; LEMES, E. M. Macronutrient contents of

eggplant seeds with different ages and postharvest resting times. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 26, n. 6, p. 1171-1178, 2020.

ALMEIDA, L. G. ; CARDOSO, A. I. I. ; CANDIAN, J. S. ; SARTORI, M. M. P. ; GRASSI FILHO, H. . Growth and macronutrient accumulation in tomato cultivated in an organic system. **Horticultura Brasileira**, v. 41, p. e2532, 2023.

ARAUJO, H. S.; CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. X.; MAGRO, F. O. Teores e extração de macronutrientes em abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 389-395, 2015.
ARAUJO, H. S.; QUADROS, B. R.; CARDOSO, A. I. I.; CORREA, C. V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** v. 42, n. 4, p. 469-475, 2012.

BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C. S.; RESENTE, A. V.; POLIDORO, J. C.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. Potássio, cálcio e magnésio. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.) BOAS PRÁTICAS PARA O USO DE FERTILIZANTES: NUTRIENTES. Simpósio sobre boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes, 2, 2010, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: IPNI -Brasil, 2010.

BRASIL. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. **Plano Nacional de Fertilizantes 2050**. Brasília: SAE, 2021, 195 p.

CARDOSO, A.I.I.; CLAUDIO, M.R.T.; MAGRO, F.O.; NAKADA-FREITAS, P.G. Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production**. Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p.196-201, 2016.

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.

CAVALLARO JÚNIOR, M. L. **Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate**. 2006. 47 f. Dissertação. Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola. Campinas: Instituto Agronômico, 2006.

CORRÊA, C.V.; GOUVEIA, A.M.S.; TAVARES, A.E.B.; EVANGELISTA, R.M.; Cardoso, A.I.I.; MENDONÇA, V.Z.; MARTINS, B.N.M.; LANNA, N.B.L. Sulphur (S) topdressing and organic compost in the production, quality and nutrients accumulation in broccoli seeds at planting. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v.11, n. 5, p.542-547, 2017.

FAQUIM, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, Lavras, 88 p., 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotectecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

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

FURLANI, A. M. C.; FUKLANI, P. R.; BATAGLIA; O. C.; HIKOCE R.; GALLO, J. R. Composição mineral de diversas hortaliças**. Bragantia**. Campinas, v. 37, n. 5, p. 33-44, 1978.

GIORDANI, E. C. **Adubação fosfatada no comportamento produtivo de repolho (cultivares avatar e atlanta) em sistema de plantio convencional**. 2018. 35 f. 19 Dissertação (Mestrado em Olericultura). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Morrinhos, 2018.
HAAG, H. P.; HOMA, P. Nutrição mineral de hortaliças: deficiências de macronutrientes em berinjela. **Anais da Escola- Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 25, p. 149-159, 1968.

KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS-BOAS, R.L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 287-291, 2010.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A.T.M.; LOPES, W.A.R. Acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro ‘SM-16’ cultivado em solo com diferentes coberturas. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 401-409, 2013.

MAGRO, F. O.; SILVA, E. G.; TAKATA, W. H. S.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M.; EVANGELISTA, R. M. Organic compost and potassium top dressing fertilization on production and quality of beetroot. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, n.10, p. 962-967, 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. *In*: MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (org.) **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p. 115-230.

MARCUSSI, F.; VILLAS BÔAS, L. R., GODOY, J. G. L.; GOTO, R. Macronutrient accumulation and partioning in fertigated sweet pepper plants. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 1, p. 62-68, 2004.

MILLAWAY, R. M; WIERSHOLM, L. Calcium and metabolic disorders. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 10, n. 1-2, p. 1-28, 1979.
NOVAIS, R. F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV / DPS, 1999. 399 p.

PELVINE, R. A. **Produção, teor e acúmulo de macronutrientes em frutos de berinjela com aplicação de biofertilizantes**. 2019. Dissertaçao. 76 f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2019.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; BARBOSA, J.C. Acúmulo de macronutrientes pela cebola ´Optima‘ estabelecida por semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 470-475, 2006.

PRADO, E. R. **Avaliação de termofosfato em plantas de alface sob condições de casa de vegetação.** 2018. 36 f. Dissertação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, 2018.

PURQUERIO, L. F. V.; SANTOS, F. F. B.; FACTOR, T. L. Nutrient uptake by tomatoes ‘Dominador’ and ‘Serato’ grown in São Paulo State, Brazil. **Acta Horticulturae**, v.11, n. 23, p. 35-40, 2016.

REIS, W. **Aplicação de pó de rocha e enxofre elementar associado a plantas de cobertura do solo, na disponibilidade de nutrientes para a cultura do milho.** 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

SANTOS, C. A.; RIBEIRO, J. C.; CARMO, M. G. F. Berinjela desperta atenção do mundo. **Campos & Negócios**. 2021. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/berinjela-desperta-atencao-do-mercado/> Acesso em: 25 Nov 2022.

SENO, S.; SALIBA, G. G.; PAULA, F. J.; KOGA, P. S. Efeito de fósforo e húmus de minhoca, na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 76-78, 1996.

SOUZA, A. H. C.; REZENDE, R.; LORENZONI, M. Z.; SERON, C. C.; HACHMANN, T. L.; LOZANO, C. S. Response of eggplant crop fertigated with doses of nitrogen and potassium. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 21-26, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, L**. Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: ARTMED, 2013. 5. ed. 918p.

TRANI P.E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2ª ed., 1997, p. 155-185. Campinas: Instituto Agronômico/ Fundação IAC, (Boletim técnico,100).

ZONTA, T. T.; BISCARO, G. A.; TOSTA, M. S.; MEDEIROS, L. F.; SORATTO, R. P.; TOSTA, P. A. F. Doses de superfosfato simples na produção da berinjela ‘ciça’ em Cassilândia (MS) Brasil. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 1, p. 7-13, 201

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do termofosfato Yoorin® na produção de berinjela demonstrou maior produção de frutos. Por sua vez, a farinha de ossos foi a fonte de fósforo que resultou em maior acúmulo de macronutrientes N, K, Ca, Mg e S em frutos de berinjela.

Considerando que para um solo pobre em fósforo, o intervalo de doses entre 402 e 479 kg ha^{-1} de P_2O_5 é o mais adequado para maior produção de frutos quando se utiliza o termofosfato Yoorin® e o maior acúmulo de matéria seca nos frutos de berinjela foi estimado na dose de 424 kg ha^{-1} de P_2O_5 independente da fonte, recomenda-se o uso de uma destas fontes de fósforo na dose de 424 ha^{-1} de P_2O_5.

Este valor é próximo a quantidade de fósforo indicada pelo novo Boletim 100 (Trani *et al*., 2022) de 480 kg ha^{-1} de P_2O_5 para um solo que contenha menos do que 26 mg P dm^{-3} (P resina), mas é interessante fazer esta adequação principalmente visando a questão econômica, já que seria possível utilizar 56 kg ha^{-1} a menos de fontes fosfatadas.

Levando em consideração que tanto o termofosfato Yoorin® quanto a farinha de ossos resultaram em bons resultados para a produção de berinjela, a escolha por uma fonte fosfatada orgânica deve ser feita de acordo com a disponibilidade de mercado e preço para que o produtor consiga obter a melhor viabilidade econômica possível em seu campo de produção.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.G.; CANDIAN. J.S.; CARDOSO, A.I.I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. **Comunicata Scientiae,** v.12, e3275, 2021.

ARVELINO, G. M.; VIEIRA, E. O.; CAVALI, J.; DIAS, J. R. M.; FRANÇA NETO, A. C.; FERREIRA, E**.** Farinha de ossos calcinada na produção de capim elefante. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**. v. 1, n.1, p. 170-175, 2012.

BALBINO, T. G. REINICKE, F.; MODES, K. BEZERRA, I. L.; DIAS, J. R. S.; FERREIRA, E. Farinha de ossos calcinada na produção de capim tifton. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 1, n. 1 (edição especial), p. 182-186, 2012.

BORGES, W. L., GARCIA, J. P., MATTOS, B. B., POLIDORO, J. C., & TEIXEIRA, P. C. Eficiência de farinha de ossos calcinada, em formulações organominerais, para o feijão-caupi. *In*: Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 5., 2019, Fortaleza. Sustentabilidade e inovações tecnológicas para o feijão-caupi: desafios e perspectivas. **Anais** [...]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: Embrapa Meio-Norte, 2019. p. 1-5.

CHAGAS, A. A. A.; OLIVEIRA, L. A.; CARLOS, L. A.; SILVA, E. C. Níveis de adubação na composição centesimal e atividade antioxidante de berinjela. **Revista Perspectivas Online: Biológicas & Saúde**, v.9, n.30, p. 50-61, 2019.

DALAZEN, J. R.; MENDEIRO, W. S.; NUNES, U. G.; PERLEZ, D.; SILVA, P. K. M.; SOBREIRA, M.; CUMILO, J. M.; FOLI, T. J. G.; SANTOS, C. A; OLIVEIRA, L. V. A.; ALONSO, N. B.; FERREIRA, E. Farinha de ossos calcinada tratada com ácido clorídrico na produtividade do capim tifton. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, SP, v.34, n.4 (Suplemento), 168-205, 2018.

DAMACENO, J. B.; FERREIRA E.; OLIVEIRA, D. M.; GUIMARÃES, R. S. GAMA, R. T.; PADILHA, F. J. Produção de biomassa de Brachiaria ruziziensis adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 83 -93 2019.

FAOSTAT. **Statistical Database** (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. 2019. Disponive em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> Data de acesso: 01 Nov 2022.

FAQUIM, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 88p.

FERREIRA, I.; SOBRINHO, J. L. B.; FERREIRA, M. P. G. F. Avaliação da farinha de osso em combinação com outras fontes orgânicas sobre a produtividade de alface (*Lactuca sativa* L.) no município de Ituiutaba (MG). Intercursos Revista Científica, v. 11 n. 1, p. 42-59, 2017.

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

GONÇALVES JÚNIOR, M. G. ; DECARLOS NETO, A. ; YASUDA, M ; IEIRI, A. Y.; KIHARA, C. ; FERREIRA, E. C. ; VASCONCELOS, C. M. DE ; PALMA NETO, H. ; REIS, T. M. Determinação da eficiência do termofosfato magnesiano yoorin mg em disponibilizar fósforo, a partir do índice de disponibilidade relativa de fósforo (IDRP). In: 6 Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2009, **Anais** [...] Brasília: Embrapa - Café, 2011.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica CERES, 1985. 492p.

LIMA, L. F. A. Micorrizas arbusculares e absorção de fósforo em função da capacidade de fixação de fósforo do solo e da competição com a microbiota. **Revista Brasileira de Geografia Física.** v.13, n.3, p. 1062-1079, 2020.

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

MANACH, C.; SCARLBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉZY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Ann Arbor, v. 79, p. 727-747, 2004.

OLIVEIRA, L. P. **Influência da adubação fosfatada e potássica nas características agronômicas, físico-químicas e nos compostos bioativos da berinjela**. 2017. 45 f. Dissertação (Mestre em Ciências Agrárias). Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, 2017.

PACHECO, J. W. **Guia técnico ambiental de graxais**. São Paulo: Cetesb, 2006. 76p.

RABELO, H. O.; LINARES, J. C.; LIBRELON, T. S.; YAMASHITA, O. M. CARVALHO, M. A. C. Vermicompostos e cinza de ossos no desenvolvimento inicial de rabanete e rúcula. **Revista Agroecossistemas**, v.12, n.20, 2020.

SANTOS, C.M.F.; ROCHA, S.D.F. Obtenção de ácido fosfórico de alta pureza a partir de carvão ativado de ossos bovinos. **Relatório de Iniciação Científica**, 2009.

SILVA, E. S.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Produtividade de raízes de beterraba em função de doses de termofosfato magnesiano e cama de frango. *In*: 19 Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 15 Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e 5 Encontro de Iniciação à Docência, 2015, São José dos Campos, **Anais [...]** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2015, p.1-5.

SILVA, G. C. **Produção de berinjela cultivada com cama de frango**. 2019. 22 f. Monografia. Faculdade da Amazônia, Vilhena, 2019.

SOUZA, E. C. A.; YASUDA, M. **Uso agronômico do termofosfato no Brasil**. 3 ed. Poços de Caldas: Fertilizantes Mitsui, 2008. 50P.

TRINDADE, G.; DORIGON, E. B.; PASSOS, M. G. Composto orgânico fermentado do tipo bokashi, obtido com matérias secas alternativas e diversos inoculantes. *In*: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 11, 2020, Vitoria, ES. **Anais[...]** Vitoria: IBEAS, 2020, p. 1-8.