

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Ciências Agrárias

Curso de Agronomia

GUSTAVO MEIRELES RESENDE

RENDIMENTO PRODUTIVO DE FEIJÃO RAJADO MEDIANTE DIFERENTES
DOSES DE FÓSFORO E INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE INSETICIDA NATURAL

Monte Carmelo – MG

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Ciências Agrárias

Curso de Agronomia

GUSTAVO MEIRELES RESENDE

RENDIMENTO PRODUTIVO DE FEIJÃO RAJADO MEDIANTE DIFERENTES
DOSES DE FÓSFORO E INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE INSETICIDA NATURAL

Plano de Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao curso de
Agronomia, Campus Monte Carmelo, da
Universidade Federal de Uberlândia,
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Edson Simão

Monte Carmelo - MG

2023

GUSTAVO MEIRELES RESENDE

RENDIMENTO PRODUTIVO DE FEIJÃO RAJADO MEDIANTE DIFERENTES
DOSES DE FÓSFORO E INTERVALOS DE APLICAÇÃO DE INSETICIDA NATURAL

Monte Carmelo, 29 de junho de 2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Edson Simão

Prof. Dr. Jair Rocha do Prado

Dra. Édila Maria de Rezende

Monte Carmelo – MG

2023

AGRADECIMENTOS

Com a finalização do presente Trabalho de Conclusão de Curso, sinto-me na obrigação de expressar minha gratidão a todos que participaram de maneira ativa na condução deste trabalho científico.

Agradeço primeiramente ao Senhor Jesus Cristo, por ter me dado forças e condições diariamente, que me permitiram conduzir este experimento com êxito.

Aos meus pais, José e Élen, que tiveram um papel fundamental, me dando todo apoio, suporte e compreensão nos momentos mais difíceis que tive ao longo de todo o processo. Em meio a todos contratemplos que tive, eles sempre estavam lá para me estender a mão e me auxiliar na minha caminhada. Agradeço também a minha namorada Sarah, por toda a força que recebi por parte dela, por me escutar nos momentos árdios da minha jornada acadêmica e me dar conselhos para que eu sempre pudesse seguir em frente.

Agradeço também a minha parceira de experimento, Bárbara de Araújo por todo o companheirismo prestado por ela.

Ao meu orientador Prof. Edson Simão, por todo o apoio, por acreditar em mim nos momentos mais difíceis, por sempre estar ao meu lado para me auxiliar, assim como, para termos breves conversas informais que me distraíam e acalmavam nos momentos em que eu estava mais estressado e ansioso. Os professores Jair Rocha e Enio Tarso também tiveram papéis fundamentais neste trabalho, sempre com tempo e disposição para direcionarem seus esforços na resolução de problemas que apareciam ao longo da condução do trabalho.

A todas as pessoas envolvidas que puderam ajudar nas várias avaliações, independente do tempo que tinham disponível.

Aos técnicos de laboratório: Matheus e Édila Maria por me auxiliarem com boa vontade todas as vezes que solicitei.

E por fim, gostaria de agradecer à Universidade Federal de Uberlândia, por ceder o espaço para a realização do trabalho, e também pelos anos de conhecimento adquirido. Muito Obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. IMPORTÂNCIA DA CULTURA	9
2.2. CARACTERÍSTICAS DA CULTURA	10
2.3. PRINCIPAIS ESPÉCIES CULTIVADAS	10
2.3.1 CULTIVAR BRS RADIANTE	9
2.4. FATORES LIMITANTES À PRODUTIVIDADE DA CULTURA	11
2.5. QUESTÃO NUTRICIONAL	11
2.5.1 ORGANOMINERAL	11
2.5.2 SUPERFOSFATO TRIPLO	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	12
3.2. PREPARO DA ÁREA E MATERIAL VEGETAL	12
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E ESPAÇAMENTO	14
3.4. MANEJO FITOSSANITÁRIO DA ÁREA	14
3.5. COLETA DE DADOS	14
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

RESUMO

O fósforo participa de vários processos importantes nas células vegetais, com a carência do elemento em solos do cerrado sendo responsável por induzir a alocação de biomassa em maior proporção para o sistema radicular e em menor para parte aérea. A incidência de artrópodes-praga também é um ponto problemático na cultura e exige a utilização excessiva de defensivos químicos. Nesta pesquisa, o objetivo foi avaliar doses de organomineral como fonte de P_2O_5 e a aplicação de inseticida natural (óleo de neem) no rendimento produtivo do feijão rajado. O cultivo foi realizado em 3 canteiros (correspondendo a 3 blocos em Delineamento em Blocos Casualizados com esquema de subparcela dividida), com dimensões de 36 m x 3 m, e conduzido com manejo de irrigação por gotejamento. A adubação fosfatada foi realizada com fertilizante organomineral e superfosfato triplo. Para o controle fitossanitário, utilizou-se os seguintes produtos naturais: Óleo de Neem e o Bactericida MaxBlue. O esquema fatorial se constituía em 6x3 (doses de organomineral + dose de superfosfato X intervalos de aplicação de inseticida natural), totalizando 18 tratamentos. As doses de organomineral à base de fósforo foram: 0, 45, 90, 135 e 180 kg de P_2O_5 /hectare, já o superfosfato triplo, uma única dose de 90 Kg de P_2O_5 /ha. Para cada parcela contendo uma dose de fósforo, foram alocadas 3 subparcelas para aplicação com diferentes intervalos de óleo de neem (controle - tempo zero), aplicação de forma quinzenal e mensal). As variáveis avaliadas foram: altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso fresco e seco de vagens e produtividade, estimada em número de sacas por hectare. Considerando as condições nas quais o experimento foi conduzido, a dose de 135 Kg/ha de fósforo organomineral em média se sobressaiu às outras para as variáveis avaliadas. Na produtividade geral da subparcela, as doses de 90 e 180 Kg de P_2O_5 /ha obtiveram maiores produções, considerando os intervalos de 15 e 30 dias, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Fósforo; Controle fitossanitário; Óleo de neem; Produtividade.

1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L. - Fabaceae) é um dos grãos mais cultivados e exportados em todo o território brasileiro, o que conseqüentemente acaba exigindo uma produção em níveis elevados. O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produção de feijão, com uma área plantada de 2,927 milhões de hectares e uma produção média superior a 1060kg por hectare (CONAB, 2020).

Devido aos solos tropicais possuírem problemas de fertilidade natural, o uso de fertilizantes é fundamental para garantir produtividade (SILVA et al., 2015).

Segundo FERREIRA (2012), diversas variedades são cultivadas em todo território nacional, sendo elas: feijão comum do grupo carioca, do preto, feijão-caupi, vigna, feijão-de-corda, dentre outros.

Dentre os principais fatores limitantes à obtenção de altas produtividades na cultura do feijoeiro, está a ocorrência de artrópodes-praga, estes por sua vez podem surgir nas lavouras durante praticamente todo o ciclo, desde a semeadura até mesmo a armazenagem dos grãos. Os insetos e ácaros possuem um potencial danoso extremamente alto, podendo causar danos diretos à planta, afetando órgãos como: cotilédones, sistema radicular, brotos, folhas, hastes, vagens, grãos e sementes. Assim como danos indiretos, por meio da transmissão de viroses e microrganismos patogênicos. Entre as principais pragas da cultura do feijão, estão: Lagarta-rosca - *Agrotis ipsilon*, Lagarta-elasm - *Elasmopalpus lignosellus*, Percevejo-marrom - *Euschistus heros*, Vaquinha-verde - *Diabrotica speciosa*, Mosca-branca - *Bemisia tabaci*, Ácaro-rajado - *Tetranychus urticae*, Falsa-medideira - *Chrysodeixis includens*, Lagarta-da-soja - *Anticarsia gemmatilis* e diversas outras.

As principais alternativas utilizadas para minimizar os impactos gerados por esses fatores limitantes são: rotação de culturas, manejo integrado de pragas e defensivos agrícolas, controle biológico, utilização de cultivares resistentes, aumento do espaçamento de semeadura na linha e nas entrelinhas e tratamento de sementes. Para o controle de artrópodes-praga na cultura do feijão, destaca-se a utilização do óleo de neem, este é um inseticida totalmente natural que começou a ser utilizado como tal na Índia, sendo produzido a partir da extração de óleos essenciais de sementes e frutos de neem. Os óleos essenciais são substâncias naturais de fácil obtenção e baixo custo, não apresentando toxidez residual, podendo ser sintetizados por

diversos órgãos, como: raízes, caule, folhas, cascas, sementes, botões e frutos. Apresentam um importante papel no controle de microrganismos, como bactérias, fungos filamentosos e leveduras (COELHO et al., 2020).

O óleo de neem possui ação comprovada contra mais de 500 espécies de insetos e ácaros, auxiliando na maximização da produtividade através da eliminação eficiente de pragas das lavouras de feijão, soja, milho, café, tomate, algodão, dentre outras. Além de ser altamente eficiente no controle de artrópodes-praga, o óleo de neem possui a vantagem de ser um produto orgânico, não apresentando riscos de deixar resíduos tóxicos nos alimentos produzidos (ULTRASAFRA, 2020).

A escolha de uma área adequada ao plantio é essencial pois o feijão é uma planta bastante sensível e não tão resistente a fatores adversos, como clima e manejo. Áreas com solo encharcado devem ser evitadas, pois nesta condição muitas vezes a planta não atinge o desenvolvimento suficiente. O ideal é o plantio da leguminosa em uma área com boas condições de drenagem (EMBRAPA, 2019).

O Brasil se destaca no cenário mundial de produção de feijão, no entanto, a baixa fertilidade e presença de elementos tóxicos nos solos do cerrado brasileiro são alguns dos principais fatores responsáveis por quedas na produtividade da cultura. Dessa forma, é visto como necessária a utilização de adubos minerais para uma boa produção. Dentro dos nutrientes indispensáveis para o crescimento, reprodução e produtividade da planta, pode-se destacar o fósforo (OLIVEIRA et al., 2009 apud SILVA et al., 2015).

O fósforo é um nutriente essencial para o metabolismo das plantas, desempenhando importante função na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese, além de compor de forma estrutural os ácidos nucleicos, coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios (ZUCARELI et al., 2006 apud ROSAL, 2013). Caso haja limitações na disponibilidade de fósforo no início do desenvolvimento vegetativo, é possível a ocorrência da restrição do desenvolvimento da cultura (SOUTO et al., 2009 apud ROSAL, 2013).

O elemento em questão também é capaz de propiciar um aumento na resistência das plantas por meio da melhora do balanço nutricional ou aceleração da maturação das mesmas, auxiliando-as a escapar de infecções patológicas (ZAMBOLIM, 2014).

Também é válido destacar que o controle químico ainda é o método mais comum para o controle de pragas. Entretanto, o uso indiscriminado e geralmente de maneira incorreta dos princípios ativos em questão, tem aumentado a quantidade de aplicações e reduzido suas eficiências, contribuindo para o crescimento de populações de insetos resistentes. Desta forma, vê-se como essencial a busca por métodos alternativos de controle. E neste contexto,

extratos de plantas estão em estudo aprofundados, e em sua maioria já com efeito comprovado para o controle de insetos (LIMA, 2013 apud FERREIRA, 2019).

Nesta pesquisa o objetivo foi avaliar os fertilizantes fosfatados superfosfato triplo e diferentes doses de organomineral como fonte de P_2O_5 , bem como, a aplicação de inseticida natural (óleo de neem) no rendimento produtivo de feijão rajado, cultivado na região do Cerrado mineiro em Monte Carmelo – MG.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA DA CULTURA

A cultura do feijão desempenha um papel social de grande importância, sendo um dos alimentos básicos da população brasileira e uma das principais alternativas de exploração agrícola realizada em pequenas propriedades. Além do mais, o grão se constitui em um dos principais produtos fornecedores de proteína na dieta de grande parte da população (FUSCALDI et al., 2005 apud EMBRAPA, 2004).

O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produção de feijão, perdendo apenas para Myanmar e Índia, seguido por Estados Unidos, México e Tanzânia. Somente estes seis países são responsáveis por cerca de 57% de toda a produção mundial, equivalendo a 15,3 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2019 apud COELHO, 2019).

Na temporada 2019/2020, a produtividade do feijão foi estimada em 3,2 milhões de toneladas por safra. Como a cultura é de ciclo curto, há uma forte vantagem, a possibilidade de se adequar o plantio dentro de uma janela menor sem a necessidade de abdicar do cultivo de outros grãos no mesmo ano-safra. O Brasil apresenta três diferentes épocas de plantio, o que favorece a oferta constante do grão ao longo de todos os anos. A semeadura da primeira safra ocorre entre agosto e dezembro, da segunda entre janeiro e abril e a terceira entre maio e junho (CONAB, 2020).

2.2. CARACTERÍSTICAS DA CULTURA

O crescimento do feijoeiro pode ser classificado em determinado e indeterminado (DIDONET et al., 2014). O primeiro se caracteriza pela presença de uma inflorescência na

parte terminal do caule principal. Já o segundo, pela presença de uma gema vegetativa ou flora e vegetativa (COSTA, 2021).

De acordo com (EMBRAPA, 2018), as etapas de desenvolvimento do feijão dividem o ciclo biológico nas fases vegetativa e reprodutiva. Estas, por sua vez, são subdivididas em dez diferentes estádios. A fase vegetativa (V) é constituída dos estádios V0, V1, V2, V3 e V4, e a reprodutiva (R) dos estádios R5, R6, R7, R8 e R9. O estádio fenológico vegetativo caracteriza-se basicamente em: germinação, emergência, emissão de folhas primárias, emissão e expansão total da primeira folha composta (trifoliolada) e início do desenvolvimento dos primeiros ramos secundários, assim como o surgimento dos botões florais. Já o estágio fenológico reprodutivo, caracteriza-se basicamente em: período prefloração, floração, formação e enchimento de vagens e por fim, maturação (EMBRAPA, 2018).

2.3. PRINCIPAIS ESPÉCIES CULTIVADAS

O feijão-caupi é uma das principais culturas presentes no nordeste brasileiro, sendo utilizada como fonte de renda alternativa e alimento básico para a população. O feijão-caupi consumido no Brasil pertence a espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. A variedade em questão ocupa 60% das áreas cultivadas com feijão em todo o nordeste brasileiro (JUNIOR, 2015).

O feijão carioca pertence a espécie *Phaseolus vulgaris* L., sendo essa uma cultura que ocupa posição de destaque no atual cenário agrícola brasileiro. Em todo o território nacional o feijão carioca é cultivado, apresentando diferentes épocas de plantio, variando conforme o local.

Segundo a CONAB, a safra de 2019/20 indicou uma área plantada de 1,3 milhões de hectares e uma produção de 1,9 milhões de toneladas de feijão carioca, enquanto a produtividade é de, aproximadamente, 1,5 t ha⁻¹ (SILVA, 2020).

2.3.1. CULTIVAR BRS RADIANTE

A Cultivar BRS Radiante (avaliada neste estudo) é uma cultivar de feijão pertencente ao grupo comercial rajado. Esta possui hábito de crescimento determinado, ou seja, ocorre a finalização do desenvolvimento vegetativo após o florescimento. Possui porte ereto, e um ciclo médio de 80 dias. A cultivar é caracterizada por apresentar vagens verdes com estrias

vermelhas e grãos beges com estrias roxas. A mesma se destaca por possuir ótimas qualidades culinárias, sendo capaz de atender as demandas do mercado interno, assim como suprir alguns nichos do mercado exterior (EMBRAPA, 2021).

2.4. FATORES LIMITANTES À PRODUTIVIDADE DA CULTURA

Dentre os principais fatores limitantes à produtividade do feijão, está a ocorrência de artrópodes-praga, estes são considerados grandes complicadores das safras, pois possuem um potencial danoso tão alto, que em muitos casos chega a ser capaz de causar perdas totais à cultura caso medidas adequadas de manejo não sejam tomadas a tempo. Neste contexto, é visto como necessário a utilização de técnicas específicas com o intuito de minimizar os impactos gerados pelos artrópodes-praga, como rotação de culturas, manejo integrado de pragas e defensivos agrícolas (desde que sejam devidamente usados), controle biológico, dentre outros (CIRINO, 2006).

A crescente busca por métodos alternativos de controle associados a um manejo integrado para minimizar os danos, favorecer a redução populacional e moderar os prejuízos provenientes do ataque de artrópodes-praga é evidente, dentro deste tópico, é válido destacar a utilização do óleo de neem. Este é composto por dois grupos de moléculas: triterpenos e limonóides, sendo a azadiractina, o triterpeno com maior atividade inseticida encontrado no óleo. O efeito inseticida do óleo de neem sobre os insetos se deve ao fato da capacidade de inibir a alimentação, efeito dissuasor da postura de ovos, ação neuroendócrina, inibição do desenvolvimento de insetos imaturos, podendo causar a morte em decorrência de envenenamento agudo (ULTRASAFRA, 2020).

Para uma boa produtividade, a disponibilidade de água, e temperaturas variando entre 18 e 30°C são essenciais para o feijoeiro. Com relação à disponibilidade hídrica, considerando o coeficiente de cultura (K_c), este tende a ser baixo no estabelecimento da cultura, aumentando com o desenvolvimento das plantas e posteriormente se estabilizando. O (K_c) ideal para o período vegetativo da cultura do feijoeiro é de 0,83, já para o período de florescimento, o (K_c) ideal se encontra próximo a 1,14 e o (K_c) final, 0,34 (CARVALHO et al., 2013).

2.5. QUESTÃO NUTRICIONAL

A baixa fertilidade do solo de cerrado, destacando-se o fósforo, é de conhecimento geral, os solos em questão possuem teores extremamente baixos do nutriente e possuem alta capacidade de fixação do mesmo (FAGERIA, 1998). O que acaba tornando altamente necessário a suplementação do elemento nas lavouras, visando um melhor desenvolvimento vegetal.

A nutrição mineral de plantas exerce forte influência no crescimento e produção, causando modificações na morfologia, anatomia e composição química das mesmas. Os nutrientes minerais também são capazes de aumentar ou reduzir a resistência de plantas a patógenos, com a primeira podendo ser aumentada por modificações na anatomia, como: células da epiderme mais grossas, lignificadas e/ou silicificadas (ZAMBOLIM, 2014).

Vale destacar que alguns autores já observaram que quanto maior a disponibilidade de fósforo para o feijoeiro, maior é a tendência de a produtividade de grãos crescer de maneira linear, alinhando-se à dosagem aplicada do nutriente (KIKUTI et al., 2005 apud SILVA et al., 2015). Entretanto, em contraste a esta afirmação, há a Lei dos incrementos decrescentes, a qual afirma que caso um nutriente limitante à produção for aplicado em doses maiores, o resultado será um aumento de produtividade, até que este nutriente deixe de se tornar limitante, não havendo mais aumento de produção (OLIVEIRA, 2023).

O fósforo é capaz de aumentar a resistência das plantas por meio do aumento do balanço de nutrientes ou por acelerar a maturação da cultura, auxiliando-as a escapar de infecções patológicas que atacam preferencialmente tecidos jovens (ZAMBOLIM et al., 2014).

A deficiência de fósforo no feijoeiro é relativamente comum, pois o mesmo é o nutriente mais deficiente na maioria dos solos brasileiros. Dentre os sintomas de deficiência, vale destacar: redução de crescimento das plantas e coloração verde escura podendo se tornar arroxeadas em folhas mais velhas (EMBRAPA, 1996).

2.5.1. ORGANOMINERAL

Os organominerais são resultado da combinação de fertilizantes orgânicos (como esterco suíno e aviário) e minerais. Estes possuem alguns benefícios, como: fornecimento de matéria orgânica, macro e micronutrientes, elevação da CTC do solo, aumento da atividade

microbiana, da porosidade, dentre outros inúmeros benefícios (PESSOA, 2020). Na cultura do milho, o organomineral é capaz de fornecer um incremento inicial no diâmetro de colmo, altura de planta e teor de clorofila B, como verificado por MARANHÃO (2019). Já na cultura do feijão, a combinação das partes orgânicas e minerais é altamente benéfica, pois se mostra eficiente agronomicamente e com boa viabilidade técnica, quando comparado aos adubos minerais no cultivo do feijão, conforme constatado por CIVITEREZA (2021).

2.5.2. SUPERFOSFATO TRIPLO

O superfosfato triplo é um fertilizante fosfatado de origem mineral amplamente utilizado, juntamente o superfosfato simples, estes correspondem a aproximadamente 90% de todo P_2O_5 utilizado na agricultura brasileira. Todavia, o superfosfato triplo apresenta algumas limitações, como a incompatibilidade com a ureia, calcário e outras fontes de fósforo, como o DAP (DUARTE, 2020). Na cultura do feijão, o superfosfato triplo apresenta uma maior eficiência na absorção de fósforo pelas raízes, quando comparado ao superfosfato simples, conforme observado por ARAÚJO (2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido entre agosto e novembro de 2022, na área demonstrativa do Jardim Experimental da Botânica da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo-MG, Unidade Araras, situada no seguinte endereço: km 1, LMG-746, Monte Carmelo - MG, 38500-000, a cidade de Monte Carmelo se encontra nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 18° 44' 5" Sul, Longitude: 47° 29' 47" Oeste, Altitude: 890 m. De acordo com a classificação climática de Koppen, a cidade de Monte Carmelo é classificada como AW, clima tropical. Há muito mais pluviosidade no verão que no inverno. Monte Carmelo tem uma temperatura média de 21.2 °C e pluviosidade média anual 1444 mm.

3.2. PREPARO DA ÁREA E MATERIAL VEGETAL

Inicialmente foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20cm para a realização de análise química. A partir destas amostras, as quantidades de fertilizantes foram definidas, levando em consideração também a exigência nutricional da cultura. Na adubação de plantio,

foi aplicado via solo o fertilizante organomineral (30% de P_2O_5), que tem como fonte orgânica, esterco aviário, e Superfosfato triplo (45% de P_2O_5). Também foram realizadas duas adubações nitrogenadas, utilizando 36 Kg/ha de N no plantio e 64 Kg/ha em cobertura (ureia como fonte), sendo a primeira realizada 15 dias após a emergência (DAE) e a segunda, 30 DAE. Também ocorreram aplicações de KCl (60% de K_2O) parceladas em duas vezes, nas dosagens de 40Kg/ha (no sulco de plantio) e 67 Kg/ha (em cobertura). Já os Sulfatos de Magnésio (9% de Mg) e Zinco (20% de Zn), foram aplicados com as seguintes dosagens: 650 Kg/ha de sulfato de magnésio e 10 Kg/ha de sulfato de zinco.

De acordo com (RECOMENDAÇÕES PARA O USO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES EM MINAS GERAIS – 5º APROXIMAÇÃO), o teor de fósforo no solo é considerado entre médio e bom (mediante análise de solo, a qual apresentou um P_{rem} equivalente a $8,4 \text{ mg/dm}^3$). Dessa forma, a dose central deste estudo foi 90 Kg de P_2O_5 /ha, pois engloba uma média disponibilidade de fósforo no solo e um nível tecnológico 4 (NT₄).

Os canteiros receberam tubos gotejadores autocompensantes (com 30 cm de espaçamento entre os gotejadores) para irrigação via gotejo superficial. Os mesmos foram inseridos na entrelinha das linhas de plantio, despejando uma vazão de 1,5 L/h.

O material vegetal de cultivo utilizado foi o feijão rajado, Cultivar BRS Radiante.

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E ESPAÇAMENTO

O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC) com a utilização do sistema de parcela sub-dividida. Foram testados 18 tratamentos provenientes do esquema fatorial 6 x 3 (6 doses de P x 3 épocas de aplicação de óleo de neem) em três repetições. O experimento ocupou uma área total de 324 m^2 , com os blocos sendo divididos em 6 parcelas de 6 metros de comprimento e 3 metros de largura, contendo 6 linhas de plantio espaçadas em 0,5 m, sendo as quatro linhas centrais como área útil da parcela e as duas linhas externas, como bordadura. Os canteiros foram estruturados com sistema de irrigação por gotejamento. Nas parcelas foram alocados os tratamentos com cinco diferentes doses do organomineral (30% de fósforo): 0, 45, 90, 135 e 180 kg de P_2O_5 por hectare e a única dose de superfosfato triplo (45% de fósforo): 90 kg por hectare. Ademais, as parcelas foram sub-divididas em seções de 2 metros, onde foram instituídos três métodos de controle fitossanitário com o inseticida natural óleo de neem – NIM BRASIL em três diferentes intervalos de aplicação: tempo zero (emergência), 15 e 30 dias, respectivamente). As aplicações foram realizadas no

fim da tarde nas parcelas correspondentes, de modo que todas as folhas recebessem o produto na superfície.

A população utilizada foi de 3024 plantas por bloco, com uma densidade de semeadura correspondente a 14 sementes por metro linear. As parcelas (5 doses de organomineral e 1 dose de superfosfato triplo) apresentaram 18 metros quadrados de área total cada uma. Já as subparcelas (tratamento fitossanitário), 6 metros quadrados (de área total) cada. Para cada coleta, foram selecionadas por sorteio 4 plantas por tratamento para compor as análises e coleta de dados.

3.4. MANEJO FITOSSANITÁRIO NA ÁREA

O controle fitossanitário de pragas e doenças na área experimental foi realizado por meio de aplicações via foliar com o auxílio de um pulverizador costal com capacidade de 20 L de água, adicionando-se à dose de 100 ml do inseticida biológico Óleo de Neem – Nim Brasil, 100 gramas de ProtectSil – GLOBOFÉRTIL (fonte de silício). Ademais, foi realizada uma aplicação do fertilizante foliar e bactericida MaxBlue – Nim Brasil. Os produtos foram colocados na bomba costal com o auxílio de dosadores próprios para defensivos químicos, seguindo as orientações do fabricante. Para todos os preparos e aplicações de calda, utilizou-se o equipamento de proteção individual adequado (EPI).

Para o controle de plantas daninhas, os seguintes métodos de manejo foram realizados: capinas manuais periódicas e controle químico com aplicação de herbicida. A mesma foi realizada aos 20 DAS, utilizando o produto Cartago (Cletodim) na dosagem de 0,45 L/ha.

3.5. COLETA DE DADOS

Avaliações agronômicas:

Na fase de desenvolvimento inicial de botões florais foi realizada uma análise foliar química na folha diagnóstica com o objetivo de determinar o teor de fósforo na folha. A coleta foi realizada seguindo a metodologia proposta por (MARTINEZ, H. et al.1999), na qual folhas do terço mediano (3 folíolos completamente desenvolvidos) presentes no terceiro nó a partir do ápice, são coletadas no período de florescimento da cultura do feijoeiro. A análise foi realizada no laboratório Safrar, em Uberlândia-MG, visando a determinação dos teores foliares de N, P e K.

Para a análise de desempenho produtivo, foram observados os seguintes parâmetros: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de vagens bem formadas, altura de inserção da primeira vagem, massa fresca de fruto bem formado e massa seca de fruto bem formado, respectivos a cada subparcela. Para o cálculo específico da produtividade por hectare (em sacas de 60Kg), utilizou-se dois parâmetros, sendo eles: massa fresca de grãos e umidade, também respectivos a cada subparcela.

As avaliações foram realizadas tomando como base as 4 plantas, retiradas por sorteio de cada subparcela, as quais foram cortadas ao nível do solo e conduzidas para o Laboratório de Botânica, local no qual foram realizadas as análises. A avaliação dos dados produtivos ocorreu na fase de desenvolvimento que representa a transição dos estádios fenológicos R8 e R9, no momento em que mais de 70% das vagens apresentavam-se em estágio de maturação e início de dessecação.

Na colheita das plantas, foi catalogada o número de vagens por planta, número de sementes por vagem e número de vagens bem formadas e peso fresco das vagens. Para a determinação da massa seca, o material foi colocado em sacos de papel Craft, identificando com números e letras o respectivo bloco, parcela e subparcela, e sendo posteriormente colocados para secar em estufa a 72°C por 24 horas. Após a secagem, os frutos foram retirados e novamente pesados para obtenção da massa seca. A massa fresca (de frutos bem formados) e a massa seca avaliada foram mensuradas com o auxílio de uma balança analítica Semi-Micro AUW 220D Shimadzu. Já a variável: altura de inserção da 1º vagem, foi medida com uma régua milimetrada.

As estimativas de produtividade atingidas nos tratamentos se basearam na produção por subparcela, levando em consideração 4 plantas colhidas entre os estádios R8 e R9. Para tanto, utilizou-se como base uma população de 280.000 plantas/ha (densidade de semeadura de 14 sementes por metro linear e espaçamento de 0,5 m) e correção de umidade dos grãos para 13%, seguindo a seguinte expressão:

$$P_c \text{ (Peso corrigido)} = ((100 - U (\%)) * \text{Peso da amostra}) / (100 - 13)$$

Na qual:

U (%) = Umidade média das 4 plantas coletadas em cada subparcela correspondente;

Peso da amostra = Massa fresca média de grãos coletados em cada subparcela correspondente.

$$\text{Produtividade (sacas de 60 Kg)} = (((P_c / N^\circ \text{ de plantas colhidas}) * \text{População} / \text{ha}) /$$

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o R Core Team (2023), realizando análises de variâncias e avaliando os efeitos da interação entre os fatores e dos efeitos principais. Para fatores qualitativos com efeito significativo, foram realizadas comparações via Teste de Scott-Knott a nível de 5% de significância. Já para fatores quantitativos com efeito significativo, fez-se comparações via análise de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise foliar constitui-se como uma importante ferramenta no manejo da lavoura visando grandes produtividades. De acordo com (EMBRAPA, 2000), a diagnose nutricional realizada por meio de análises foliares, tem como objetivo: diagnosticar problemas nutricionais não identificados de forma visual, avaliar se determinado nutriente foi absorvido pela planta de forma eficiente, mapeamento de áreas com deficiências nutricionais, dentre outros fatores. Neste contexto, foi realizada uma análise foliar química em cada parcela do experimento, visando determinar os teores de N, P e K foliares, conforme as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Teores médios de N, P e K para 5 diferentes dosagens de fósforo organomineral.

Doses (Organomineral)	Teor de N (g / Kg)	Teor de P (g / Kg)	Teor de K (g / Kg)
0 Kg de P ₂ O ₅ /ha	46,2 a	2,7 a	29,0 a
45 Kg de P ₂ O ₅ /ha	36,9 a	2,6 a	40,3 a
90 Kg de P ₂ O ₅ /ha	46,2 a	2,4 a	41,7 a
135 Kg de P ₂ O ₅ /ha	47,5 a	2,8 a	33,3 a
180 Kg de P ₂ O ₅ /ha	44,8 a	2,7 a	28,0 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste F a 5% de significância.

De acordo com o Teste F realizado a 5% de significância, as médias dos teores de N, P e K obtidas para as diferentes dosagens de fósforo organomineral, não diferiram, ou seja, foram estatisticamente iguais.

Tabela 2. Teores médios de N, P e K para duas fontes de fósforo distintas.

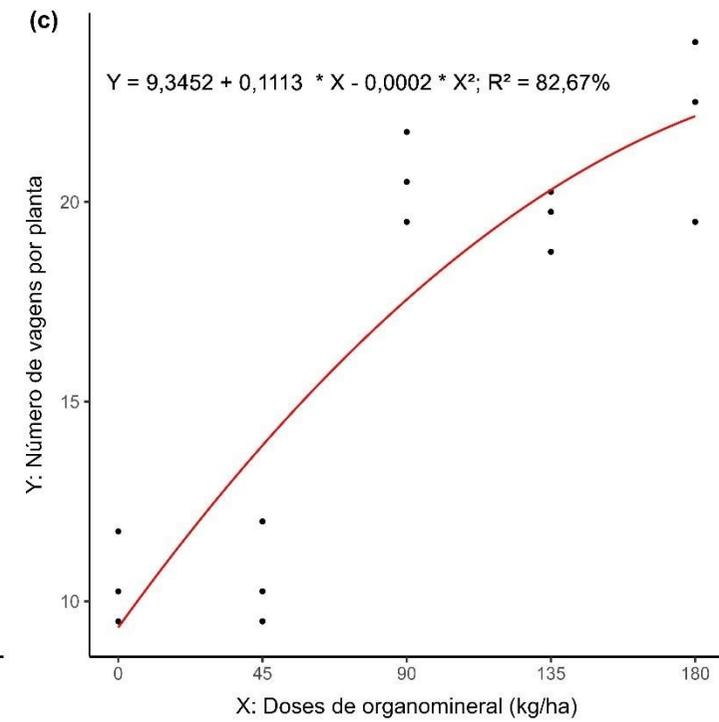
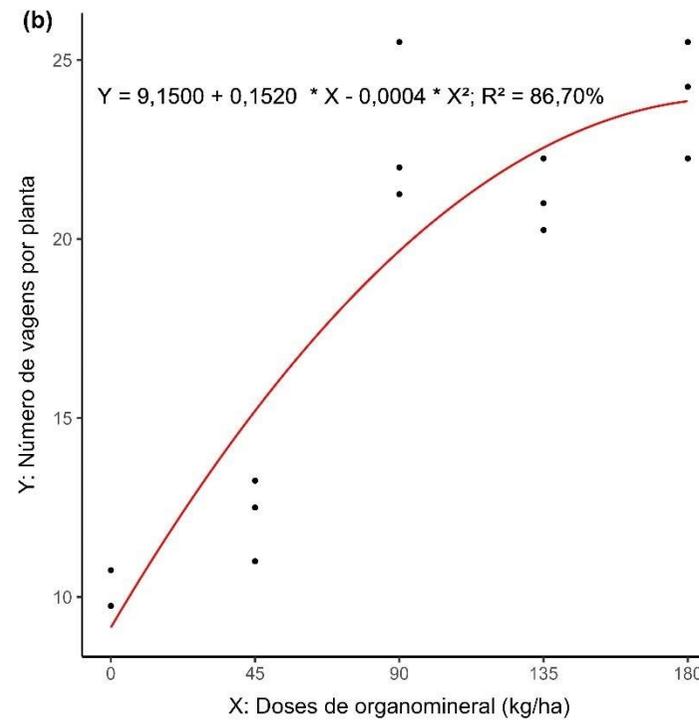
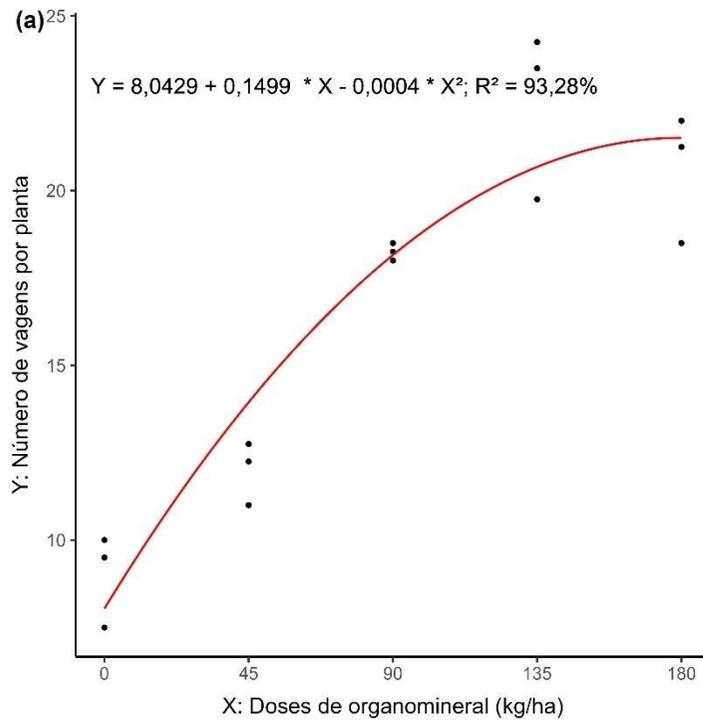
Fontes	Teor de N (g / Kg)	Teor de P (g / Kg)	Teor de K (g / Kg)
Organomineral: 90 Kg/ha de P ₂ O ₅	46,2 a	2,4 a	41,7 a
Superfosfato: 90 Kg/ha de P ₂ O ₅	46,2 a	2,4 a	41,0 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste F a 5% de significância.

De acordo com Teste F realizado a 5% de significância, as médias dos teores de N, P e K obtidas para as diferentes fontes de fósforo utilizadas, não diferiram, ou seja, são estatisticamente iguais.

Analisando os resultados de produtividade na Figura 1, para a variável número de vagens por planta, é possível observar que houve interação significativa entre o fator dose e o fator intervalos de aplicação, gerando um comportamento crescente, ou seja, houve uma tendência de aumento da produção de vagens conforme o aumento da dose de fósforo organomineral, com a dose de 180 Kg de P₂O₅/ha se sobressaindo às demais com relação à variável avaliada.

Figura 1. Análise gráfica da relação: Doses de organomineral x Intervalos de aplicação de óleo neem (testemunha (a), 15(b) e 30 dias (c)) para a variável – Número de vagens por planta.



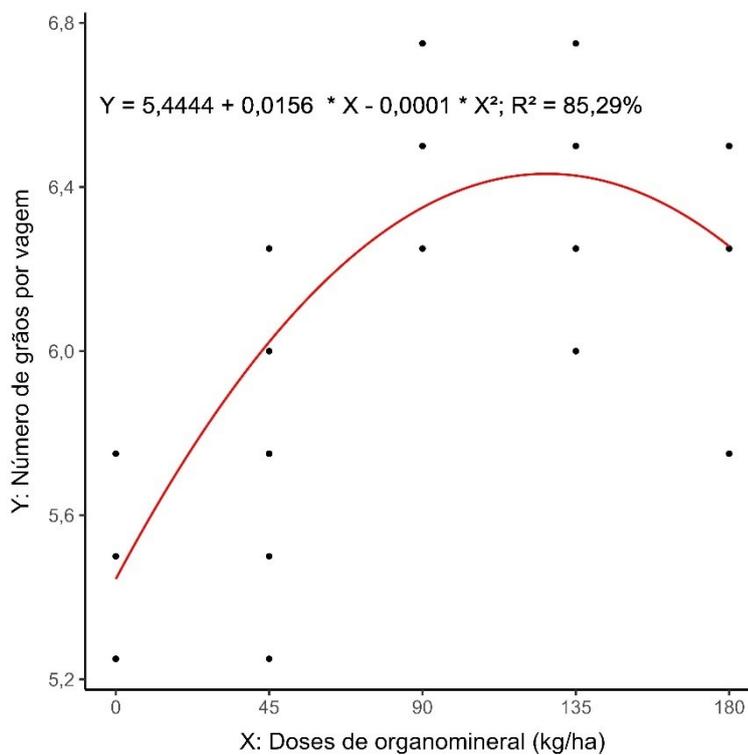
Levando em consideração a interação (significativa) do óleo de neem com a disponibilidade do elemento fósforo, é possível observar que os intervalos de 15 e 30 dias (b) e (c), respectivamente), obtiveram um rendimento superior à testemunha, com um maior número de vagens produzidas por planta. Os intervalos de 15 e 30 dias atingiram médias relativamente similares, demonstrando que intervalos mais curtos de aplicação do inseticida natural promovem uma maior proteção contra insetos, impactando diretamente na produtividade final (é válido salientar que todos os tratamentos receberam uma aplicação inicial aos 7 DAE).

Num contexto geral, houve interação entre os dois fatores (doses e intervalos). Embora o aumento da dose de fósforo contribua com uma maior produtividade por planta, é possível maximizá-la com intervalos adequados de aplicação, que no caso deste estudo, se destacam as aplicações a cada 15 e 30 dias. A dose de organomineral para 180 Kg de P_2O_5 /ha apresentou um rendimento superior aos demais intervalos. O que corrobora com a tese de (ZAMBOLIM et al., 2014 apud MARSCHNER, 1986; PERRENOUD, 1990), a qual salienta a importância da nutrição mineral realizada de maneira equilibrada, possibilitando resistência a patógenos por conta da formação de barreiras mecânicas através da lignificação da parede celular (conferindo maior rigidez e resistência a ataque de pragas) e síntese de fitoalexinas, que servem como um fator resposta a estresses químicos e físicos (EMBRAPA, 2008).

Sugere-se que mesmo não recebendo aplicações calendarizadas de óleo de neem (caso do intervalo testemunha – Figura 1), as plantas presentes na parcela de 180 Kg de P_2O_5 /ha na fonte organomineral apresentaram melhores condições nutricionais, conferida pela produtividade.

Para o parâmetro de produtividade: número de grãos por vagem (Figura 2), não houve interação significativa entre o fator doses e o fator intervalos. Dessa forma, o foco da análise foi direcionado às doses, nas quais foi possível observar um aumento gradual do número de grãos por vagem, conforme aumenta-se a quantidade de fósforo disponibilizado até os 135 Kg de P_2O_5 /ha, conforme a Figura 2.

Figura 2. Análise gráfica da relação das doses de organomineral (interação não significativa entre doses X intervalos) com a variável – Número de grãos por vagem.



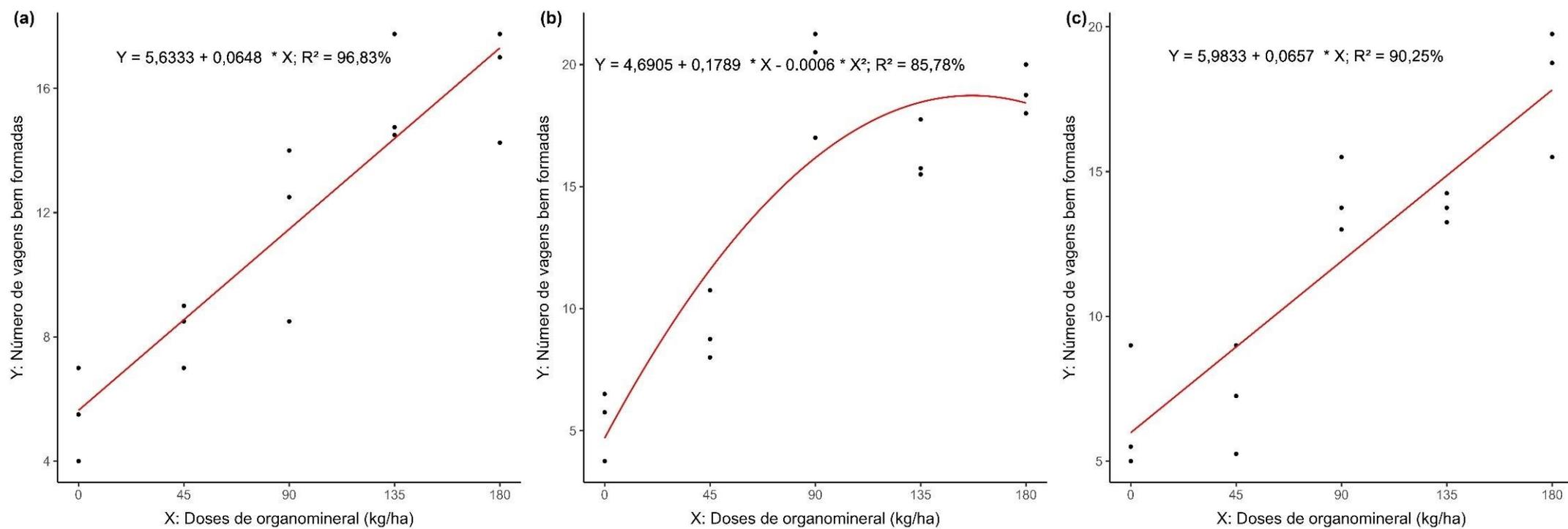
As doses de 90 e 135 Kg de P_2O_5 /ha se destacaram com o melhor desempenho, atingindo uma média de 6,3 e 6,4 grãos por vagem, respectivamente. Vale salientar que o fósforo é um macronutriente, estando diretamente ligado ao desenvolvimento do sistema radicular, dessa forma, ele precisa estar totalmente disponível para a planta nos estágios iniciais de desenvolvimento. Quando há carência do nutriente em questão no solo, a planta tende a direcionar suas reservas para o crescimento das raízes na tentativa de encontrar o nutriente, concordando com a tese de (RAGHOTHAMA, 1999 apud SILVA, 2015), a qual afirma a ocorrência de modificações no crescimento e arquitetura de raízes como forma de resposta à deficiência de fósforo.

Entretanto, como o feijoeiro é uma planta de ciclo curto (em especial o feijão rajado Cultivar BRS Radiante), ocorre uma forte defasagem no desenvolvimento de parte aérea, tornando a planta incapaz de se recuperar posteriormente por conta da redução da área fotossinteticamente, com os folíolos das folhas mais velhas apresentando áreas internervais cloróticas e pequenas pontuações escuras, segundo (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994). Resultando assim, em perdas de produtividade. Na dose de 180 Kg de P_2O_5 /ha, é possível

observar um relativo decréscimo médio na variável avaliada, porém, ainda superior às dosagens de 0 e 45 Kg de P_2O_5 /ha. Segundo ROSAL (2013), solos saturados com fósforo podem interferir de forma direta na absorção e transporte do micronutriente Zinco, o qual é responsável por diversos fatores, dentre eles, a produção de sementes (AIRES, 2009). De acordo com a expressão encontrada, a dosagem que maximizou o número de grãos por vagem foi a de aproximadamente 100 Kg/ha, a qual atingiu uma produção média de 6,4 grãos por vagem.

A Figura 3 corresponde à variável número de vagens bem formadas (completamente preenchidas), houve interação significativa entre o fator doses e o fator intervalos de aplicação do inseticida.

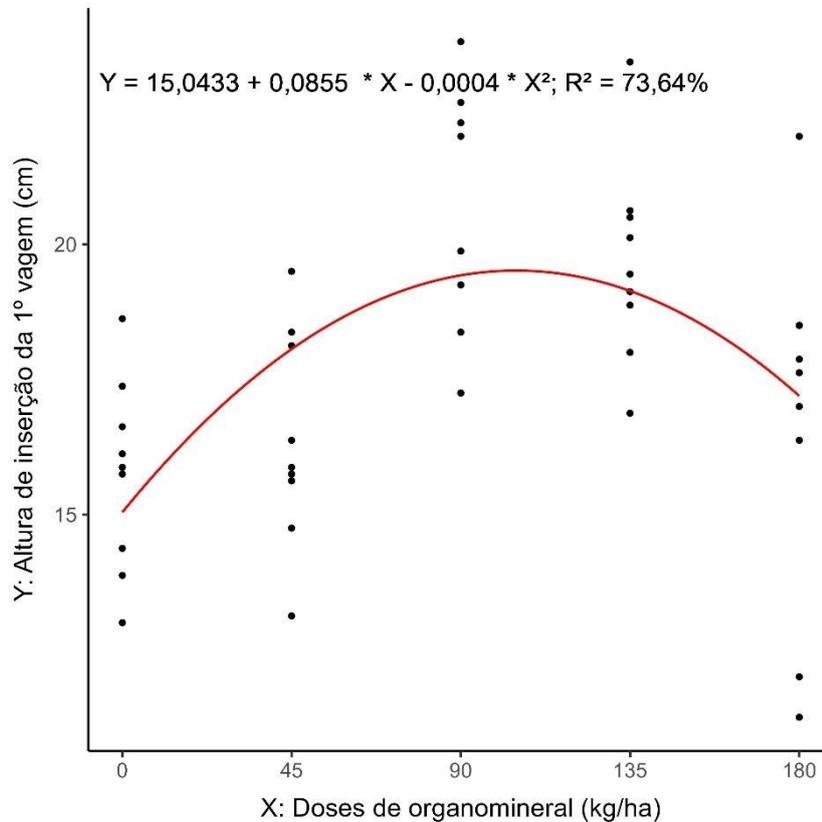
Figura 3. Análise gráfica da relação: Doses de organomineral x Intervalos de aplicação de óleo de neem (testemunha, 15 e 30 dias) para a variável – Número de vagens bem formadas.



É possível observar no gráfico um comportamento linear da variável com relação ao aumento da dosagem de fósforo organomineral no intervalo testemunha e 30 dias ((a) e (c), respectivamente), enquanto que no intervalo de 15 dias ((b)), não há a aparição de nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as doses de 135 e 180 Kg/ha. Esta, se destacou positivamente em todos os intervalos de aplicação, com uma média de vagens bem formadas superior a 15, em contraste ao seu extremo (dose 0 Kg/ha), a qual apresentou uma média de aproximadamente 5 vagens bem formadas em todos os intervalos avaliados. O que confirma a tese de (Ventimiglia et al., 1999; Zucareli et al., 2006; Oliveira Júnior et al., 2011 apud BATISTELLA FILHO et al., 2013), a qual afirma que em leguminosas, a deficiência de fósforo é responsável por diminuir o potencial de rendimento produtivo por conta da menor produção de flores e vagens, maior taxa de aborto das mesmas e pela produção de sementes com menor massa (mal formadas). Apesar da variação dos intervalos de aplicação do inseticida biológico, o feijoeiro respondeu de forma relativamente similar em todas as condições. Dessa forma, destacando a variável número de vagens bem formadas em particular, é possível observar que mesmo nas condições de controle (com relação a aplicação de óleo de neem), as plantas foram capazes de atingir um desempenho satisfatório quando comparadas às demais.

Não houve interação significativa entre os dois fatores (doses e intervalos) para a variável altura de inserção da 1^o vagem, conforme Figura 4. Estes resultados corroboram com as referências de (FERNANDES, 2023), as quais sugerem que o fósforo consiste num elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, por estar diretamente envolvido na produção de proteínas e lipídios, logo, plantas em situações de carência do nutriente, tendem a ter um porte mais baixo e uma menor altura de inserção da primeira vagem. Na Figura 4, é possível observar que com relação às doses, ocorre um leve comportamento de parábola com concavidade para baixo na análise da variável, destacando-se negativamente as dosagens de 0, 45 e 180 Kg de P₂O₅/ha, com estas fornecendo alturas inferiores quando comparadas às doses de 90 e 135 Kg de P₂O₅/ha. A menor altura de inserção da primeira vagem pode denunciar uma antecipação do florescimento e este pode limitar o crescimento vegetativo total da planta. Esta resposta pode afetar a altura do estande e implicar em menor biomassa aérea e produtividade inferior.

Figura 4. Análise gráfica da relação das doses de organomineral (interação não significativa entre doses X intervalos) com a variável – Altura de inserção da 1º vagem.

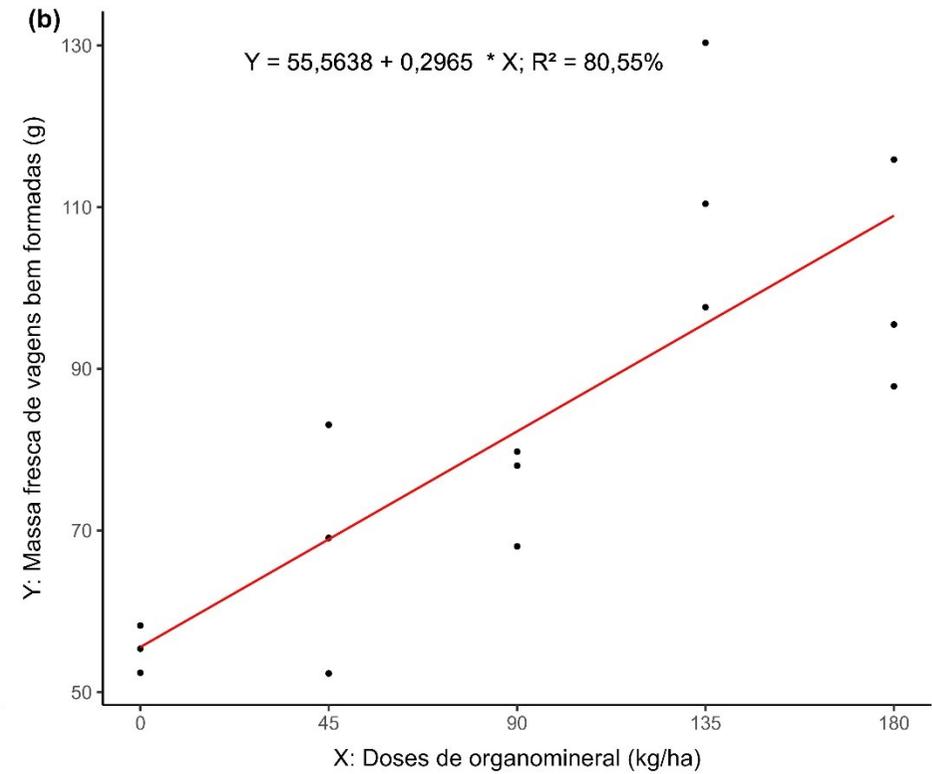
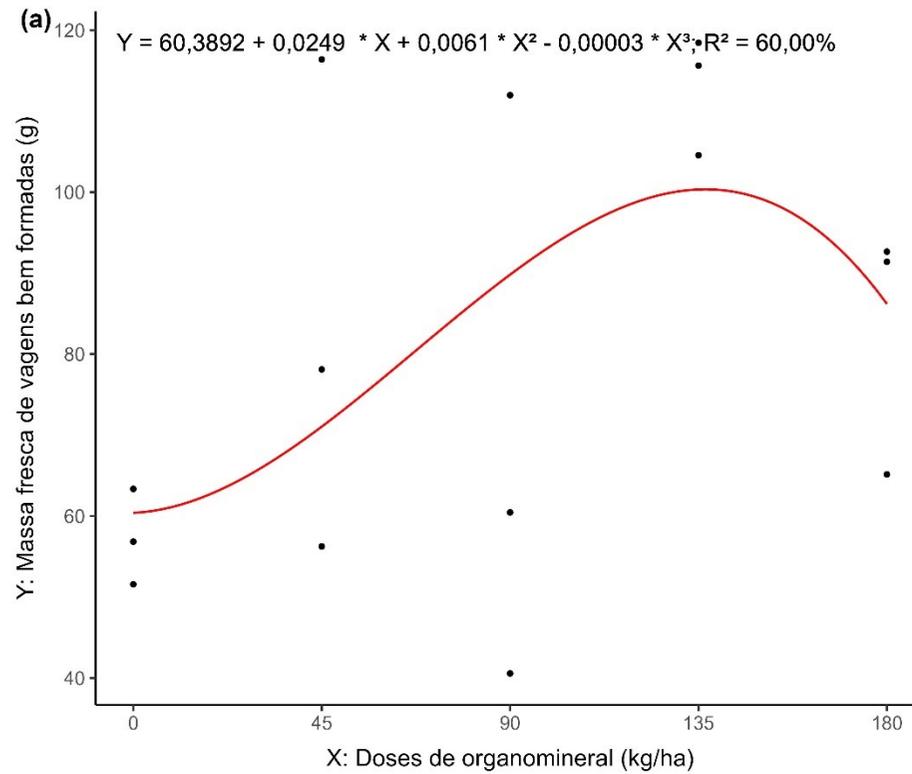


A altura de inserção da 1º vagem é uma variável de extrema relevância para a cultura do feijoeiro, pois além de ser um importante indicativo de um possível stress na planta, quanto menor a altura de inserção, maior a chance de se ter vagens no solo, contribuindo com o aparecimento de doenças, apodrecimento das vagens, além de um menor aproveitamento no processo de colheita, com o maquinário deixando grãos para trás no momento de passagem da colheitadeira, por conta da dificuldade de se colher mecanicamente vagens rasteiras. Quando a planta está sob condições de stress, há uma tendência à ocorrência de uma rápida passagem do período vegetativo para o reprodutivo, fazendo com que a planta não acumule massa verde o suficiente para suprir o forte dreno dos frutos, resultando em frutos com falhas, grãos chochos. Segundo EMBRAPA, (2018), quando o feijoeiro é submetido à deficiência de fósforo, ocorre uma coloração bronzeada ou verde-clara nas folhas, caules curtos e finos e menor desenvolvimento geral da planta. As doses de 90 e 135 Kg de P_2O_5 /ha atingiram uma média superior às demais, demonstrando que as plantas conseguiram alcançar uma quantidade de massa verde adequada antes que ocorresse a passagem do período vegetativo para o

reprodutivo, e conseqüentemente a formação da primeira vagem. É possível observar um decréscimo na altura de inserção da primeira vagem na dose de 180 Kg/ha. Associando novamente com a indisponibilidade do elemento Zinco, (MARSCHNER, 1986 apud ROSAL, 2013), afirma que o elemento em questão é necessário para a síntese do triptofano, que consiste num precursor da auxina, hormônio que tem como função estimular o desenvolvimento das partes jovens das plantas. Logo, com uma menor síntese do hormônio do crescimento, obtém-se plantas de menor porte e com uma menor altura de inserção da 1ª vagem.

Para a variável massa fresca de vagens bem formadas (Figura 5), houve interação significativa entre doses e os intervalos de 15 dias (b) e testemunha (a). Nesta, é possível observar que desdobrando doses dentro de cada nível de intervalos, os intervalos testemunha e 15 dias foram significativos, obtendo-se um comportamento crescente da massa fresca até a dose de 135 Kg de P_2O_5 /ha, após o aumento desta, a massa tende a cair (no intervalo testemunha). Nos 2 intervalos analisados, as doses de 0 e 45 Kg de P_2O_5 /ha proporcionaram desempenho inferior, havendo um aumento acentuado da massa fresca nas dosagens acima de 90 Kg de P_2O_5 /ha de fósforo organomineral.

Figura 5. Análise gráfica da relação: Doses de organomineral x Intervalos de aplicação de óleo de neem (testemunha e 15 dias) para a variável – Massa fresca de vagens bem formadas.

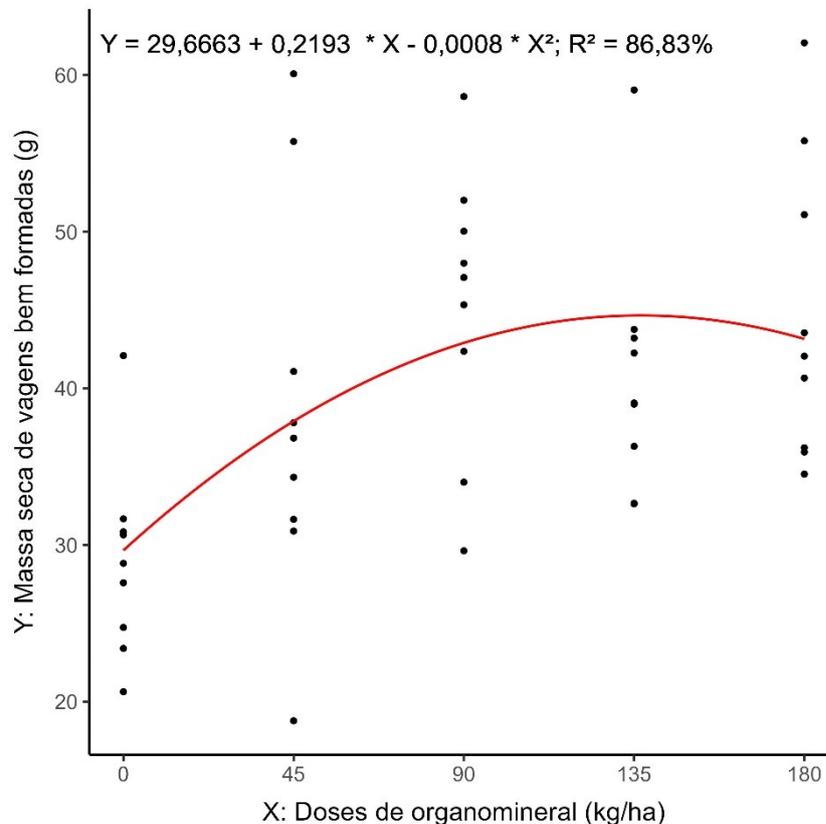


Segundo (RABOY, 2009 apud BATISTELLA FILHO et al., 2013), aproximadamente 75% do fósforo das sementes está presente na forma de ácido fítico, sendo este responsável pela reserva de fósforo e energia, também atuando como um imobilizador de cátions multivalentes (necessários para o controle do processo celular) e como regulador dos níveis de fosfato inorgânico (COSGROVE, 1963 apud QUIRRENBACH et al., 2009). É possível observar a ocorrência de estresse nutricional nas plantas (nas doses de 0 e 45 Kg de P_2O_5 /ha), fazendo com que as mesmas sentissem a necessidade de desenvolver o sistema radicular em contraste à parte aérea (por conta da baixa reserva de fósforo culminada pelo baixo teor de ácido fítico), resultando em uma menor área fotossinteticamente ativa, logo, havendo menos açúcares disponíveis para contribuir com o desenvolvimento de frutos bem formados, resultando em uma menor quantidade dos mesmos.

O fósforo é demandado em altas quantidades na cultura do feijoeiro, esta, por ser uma cultura rica em aminoácidos, demanda altas quantidades do nutriente e também o exporta em grandes quantidades. Uma possível explicação para a queda da massa fresca (na testemunha) na dose de 180 Kg de P_2O_5 /ha, é a saturação do solo com o fósforo, que interfere diretamente na absorção e transporte para a parte aérea de nutrientes essenciais como o Zinco (ROSAL, 2013). O qual consiste num cofator de reações enzimáticas e participante de diversos ciclos bioquímicos das plantas, como a fotossíntese e formação de açúcares, síntese de proteínas e produção de sementes (AIRES, 2009). A dose de 135 kg de P_2O_5 /ha proporcionou o melhor desempenho no tratamento controle, demonstrando que a dose de fósforo aplicada foi suficiente para a planta atingir uma boa produtividade de frutos, embora não tenha ocorrido aplicações calendarizadas de inseticida natural.

A variável massa seca de vagens bem formadas (Figura 6) não apresentou interação significativa entre os fatores: doses e intervalos, ou seja, os diferentes intervalos de aplicação do óleo de neem não foram capazes de exercer interferência na resposta da variável nos momentos em que as doses variaram.

Figura 6. Análise gráfica da relação das doses de organomineral com a variável - Massa seca de frutos bem formados.



A massa (ou matéria) seca é uma variável de grande importância para análise, pois com ela é possível mensurar quanto efetivamente da biomassa acumulado foi direcionada para produção do fruto. Realizando a avaliação da variável em questão, é possível observar uma maior exportação de nutrientes para os frutos na dosagem de 135 Kg de P_2O_5 /ha (levemente superior às doses de 90 e 180 Kg de P_2O_5 /ha). De acordo com FERNANDES (2023), o fósforo é um componente fundamental da adenosina trifosfato (ATP), a molécula responsável pelo armazenamento e fornecimento de energia nas células vegetais, além de participar ativamente da fotossíntese, como um componente fundamental das células ATP e NADP, produzidas durante o processo.

Dessa forma, torna-se viável associar a formação de ATP (uma das principais funções do fósforo nas plantas) com a exportação de energia para os frutos, além da contribuição do nutriente na formação de um sistema radicular eficiente na absorção de água do solo, a qual é essencial na translocação de nutrientes dentro dos vasos condutores.

SILVA (2015) afirma que a deficiência de fósforo é capaz de alterar a bioquímica celular, a alocação de biomassa e a morfologia radicular, visando atender as exigências do nutriente pela planta. A dose 0 Kg de P_2O_5 /ha de fósforo se destacou negativamente mais uma

vez, assim como a de 45 Kg de P_2O_5 /ha, demonstrando médias inferiores às demais no acúmulo de matéria seca de frutos. As demais doses apresentaram um desempenho satisfatório, demonstrando que a disponibilidade de fósforo no solo está diretamente ligada a translocação de nutrientes e energia para os frutos. De acordo com a expressão encontrada, a dosagem que maximizou a variável foi a de aproximadamente 137 Kg de P_2O_5 /ha, com uma massa seca de 45 g).

Para as mesmas variáveis resposta anteriormente avaliadas, também houve submissão de diferentes doses de fósforo para análise de desempenho, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Médias das variáveis respostas avaliadas para duas diferentes fontes de fósforo na dosagem de 90 Kg/ha de P_2O_5 .

Variáveis avaliadas	Fontes de Fósforo - P	
	Organomineral – 90 Kg de P_2O_5 /ha	Superfosfato – 90 Kg de P_2O_5 /ha
Nº de vagens por planta	20,6 a	15,5 a
Nº de grãos por vagem	6,6 a	6,0 a
Nº de vagens bem formadas	17,5 a	9,7 a
Altura de inserção da 1º vagem	20,3 a	17,8 a
Massa fresca de fruto B.F.	84,0 a	89,0 a
Massa seca de fruto M.F.	45,2 a	38,0 a

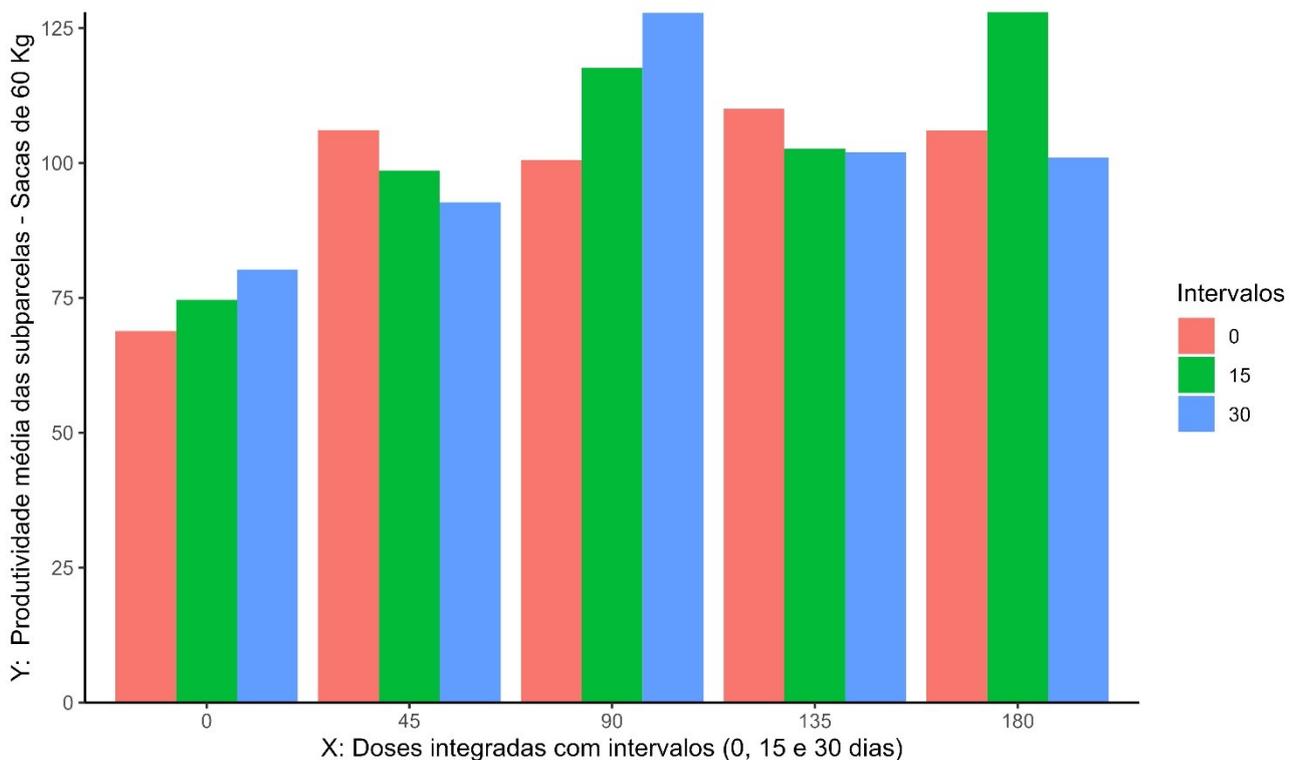
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste F a 5% de significância.

Não houve interação significativa entre a dose de fósforo recomendada para cultura para as fontes organomineral e superfosfato triplo associadas aos diferentes intervalos de aplicação de óleo de neem. As variáveis resposta responderam às diferentes fontes de P_2O_5 utilizadas de maneira independente aos intervalos, ou seja, os mesmos não foram capazes de exercer influência significativa sobre as variáveis resposta no momento em que as fontes de fósforo variaram. Analisando a tabela 3, é possível observar que as diferentes fontes não apresentaram diferença significativas para as variáveis avaliadas, dessa forma, é possível afirmar que na tomada de decisão de qual fonte de fósforo utilizar, o fator custo-benefício

deve ser levado em consideração, já que para as variáveis avaliadas, as diferentes fontes não apresentaram diferença significativa.

Analisando a estimativa de produtividade para as diferentes doses de fósforo organomineral associadas aos diferentes intervalos de aplicação do óleo de neem (Figura 6), é possível observar o destaque das dosagens de 90 e 180 Kg de P_2O_5/ha , associadas aos intervalos de aplicação de 30 e 15 dias, respectivamente. Demonstrando a eficiência do óleo de neem no controle de pragas e doenças que poderiam afetar negativamente a produtividade. Como já abordado por (RAGHOTHAMA, 1999 apud SILVA, 2015), a planta tende a alterar a arquitetura de raízes em condições de deficiência de fósforo, demandando alta quantidade de energia nas fases iniciais para o desenvolvimento radicular, fazendo com que a planta fique carente do mesmo nos períodos finais do ciclo, e conseqüentemente resultando em perdas de produtividade.

Figura 6. Estimativa de produtividade em sacas por hectare, respectiva a cada dosagem de fósforo organomineral associada aos diferentes intervalos de aplicação de óleo de neem.



5. CONCLUSÃO

Considerando as variáveis avaliadas, para as cinco diferentes doses de fósforo organomineral avaliadas, apenas as variáveis: número de vagens por planta, número de vagens bem formadas e massa fresca de vagens bem formadas apresentaram interação significativa entre doses e intervalos de aplicação do inseticida.

A resposta do feijoeiro com relação à dose de 135 Kg de P_2O_5 /ha correspondeu a um desempenho médio superior às demais doses, levando em consideração as variáveis avaliadas.

As doses de 90 e 180 Kg de P_2O_5 /ha associadas aos intervalos de aplicação de 30 e 15 dias, respectivamente, representaram as maiores médias de produtividade por hectare.

A dose de 0 Kg de P_2O_5 /ha foi inferior às demais em todas as variáveis avaliadas.

Independente do intervalo de aplicação e dosagem de fósforo, o óleo de neem se mostrou eficiente no controle de pragas e doenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, Carolina de Barros. **Zinco, fator fundamental para aumento e melhora da produção agrícola.** 2009. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/noticia/zinco--fator-fundamental-para-aumento-e-melhora-da-producao-agricola_94756.html.

ARAÚJO, Érica *et al.* DOSES E FONTES DE FÓSFORO SOB A EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 149, 20 jun. 2018. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2018a/agrar/Doses%20e%20fonte%20feijao.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2023.

BATISTELLA FILHO, Felipe *et al.* **Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja.** 2013. 8 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/dssR9PGdC3Q7CWMHZ9tj5YQ/?format=pdf&lang=pt>.

CARVALHO, Ivan Ricardo *et al.* Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo. **Enciclopédia Biosfera**, Frederico Westphalen, p. 975-976, 1 dez. 2013. Disponível em:

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/DEMANDA%20HIDRICA.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2021.

CIVITEREZA, Gustavo. Fertilizantes organominerais para a plantação de feijão. *In: TERRA DE CULTIVO. Como os organominerais podem maximizar sua plantação de feijão?*. Machado, 15 jul. 2021. Disponível em: <https://www.terradecultivo.com.br/como-os-organominerais-podem-maximizar-sua-plantacao-de-feijao/#:~:text=Fertilizantes%20organominerais%20para%20a%20planta%C3%A7%C3%A3o%20de%20feij%C3%A3o&text=A%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20organominerais%20%C3%A9,termos%20de%20produtividade%20e%20qualidade>. Acesso em: 9 jul. 2023.

COELHO, Beatriz Sousa *et al.* Efeito dos óleos essenciais de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e citronela (*Cymbopogon nardus*) na germinação de sementes de feijão-caupi. *In: BIODIVERSIDADE*, 2020, Rondonópolis. **Anais [...]**. Vitória da Conquista: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/11318#:~:text=A%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20extratos%20de,utilizadas%20e%20da%20caracter%C3%ADstica%20analisada>. Acesso em: 2 dez. 2021.

COELHO, Jackson Dantas. Produção de grãos: Feijão, milho e soja. **Caderno Setorial ETENE**, [s. l.], ano 4, n. 81, 20 dez. 2021. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5014256/81_Graos.pdf/b4faa20e-6855-fdf6-1629-741afbf0748f#:~:text=Os%20maiores%20produtores%20mundiais%20de,toneladas%20\(FAO%20STAT%2C%202019\)](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5014256/81_Graos.pdf/b4faa20e-6855-fdf6-1629-741afbf0748f#:~:text=Os%20maiores%20produtores%20mundiais%20de,toneladas%20(FAO%20STAT%2C%202019)). Acesso em: 2 dez. 2021

CONAB. Décimo segundo levantamento. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**, Brasília, v. 7, n. 12, p. 31-38, 2020. Disponível em: ISSN 2318-6852. Acesso em: 2 dez. 2021.

CONHECENDO A FENOLOGIA DO FEIJOEIRO. Brasília, Df: Embrapa, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Propriet%C3%A1rio/Downloads/CNPAF-2018-lv-2edrevamp-fenologiafeijoeiro-mar-2019.pdf>.

COSTA, Joaquim. Cultivo do feijão. *In: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Cultivo do feijão*. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/morfologia#:~:text=As%20plantas%20de%20feijoeiro%20podem,vegetativa%20ou%20floral%20e%20vegetativa>. Acesso em: 24 jun. 2023.

DIDONET, Agostinho Dirceu *et al.* Fisiologia. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**, Brasília, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1015023/fisiologia>. Acesso em: 2 dez. 2021.

- DUARTE, Giuliana. Superfosfato triplo:: o que é e como tirar o máximo proveito desse fertilizante fosfatado. *In: AEGRO. Blog da Agro para negócios rurais*. Porto Alegre, 17 jun. 2020. Disponível em: <https://blog.agro.com.br/superfosfato-triplo/>. Acesso em: 5 jul. 2023.
- EMBRAPA. Estádios de desenvolvimento da planta de feijoeiro. *In: OLIVEIRA, Márcia Gonzaga et al. Conhecendo a Fenologia do Feijoeiro e Seus Aspectos Fitotécnicos*. Brasília: [s. n.], 2018. p. 11-22. Disponível em: ISBN 978-85-7035-770-0. Acesso em: 2 dez. 2021.
- EMBRAPA. Manejo correto garante a qualidade do feijão, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42704896/manejo-correto-garante-a-qualidade-do-feijao>. Acesso em: 2 dez. 2021.
- EMBRAPA. **MÉTODOS DE ANÁLISE DE TECIDOS VEGETAIS UTILIZADOS NA EMBRAPA SOLOS**. 6 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62212/1/ Metodo-de-analise-de-tecido.pdf>.
- EMBRAPA. **Manual de Identificação das Principais Doenças do Feijoeiro-Comum**. Brasília, 2018. Disponível em: ISBN 978-85-7035-862-2. Acesso em: 1 dez. 2021.
- FAGERIA, Nand. **Deficiências nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções**. Goiânia: EMBRAPA, 1996. 40 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/203309/1/doc65.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- FERNANDES, Deborah. **Fósforo nas plantas:: qual a importância deste nutriente. qual a importância deste nutriente**. 2023. Disponível em: <https://nutricaodesafra.com.br/importancia-do-fosforo-nas-plantas#:~:text=E%20o%20f%C3%B3sforo%20%C3%A9%20um,e%20outros%20nutrientes%20do%20solo..> Acesso em: 10 jun. 2023.
- FERREIRA, Lucas Tadeu *et al.* Principais espécies de feijão cultivadas no Brasil. *In: EMBRAPA. O feijão nosso de todo dia*. Brasília: [s. n.], 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1462995/o-feijao-nosso-de-todo-dia>. Acesso em: 2 dez. 2021.
- FERREIRA, Tatiane Gonçalves. Óleo de neem. *In: FERREIRA, Tatiane Gonçalves. Óleo de neem e inseticida no controle de mosca branca na cultura do feijoeiro*. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA, Anápolis, 2020. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1910/1/TCC%20Tatiane%20G.%20Ferreira.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2021.

FUSCALDI, Kelliane *et al.* **Análise econômica da cultura do feijão**. 1. ed. Brasília: [s. n.], 2005. 14 p. Disponível em: <file:///C:/Users/Propriet%C3%A1rio/Downloads/527-1134-1-SM.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2023.

LEONARDO CUNHA MELO (org.). **Cultivo do feijão**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/cultivares/rajado>.

MARANHO, Jussiguelli. Conclusão. *In*: MARANHO, Jussiguelli. **EFICIÊNCIA DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHO E FEIJÃO**. 2019. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31246/3/EficienciaFertilizantesOrganominerais.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2023.

Moda-Cirino, V. **Desafios ao controle de pragas na cultura do feijoeiro: desafios na região sul**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em:

http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/DesafiosSul/Index.htm. Acesso em: 20/12/2021
Naturais do Cerrado) - Universidade Estadual de Goiás, Pirenópolis, 2015. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/5967>. Acesso em: 2 dez. 2021.

OLIVEIRA, Carina. Conheça as leis fundamentais e derivadas da adubação. **MF Magazine: Conteúdo autoridade no campo**, Marília, 4 abr. 2023. Disponível em: <https://blog.mfrural.com.br/leis-da-adubacao/>. Acesso em: 1 jul. 2023.

PESSOA, Thaís. Por que fertilizantes organominerais são uma alternativa interessante para sua lavoura. *In*: AEGRO. **Por que fertilizantes organominerais são uma alternativa interessante para sua lavoura**. Porto Alegre: Aegro, 19 nov. 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/fertilizantes-organominerais/>. Acesso em: 1 jul. 2023

PRAGAS E DOENÇAS DO FEIJÃO: DIAGNOSE, DANOS E ESTRATÉGIAS DE MANEJO. Florianópolis: Epagri, 2020- . 2021. ISSN 2674-9513. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/11318#:~:text=A%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20extratos%20de,utilizadas%20e%20da%20caracter%C3%ADstica%20analizada>. Acesso em: 2 dez. 2021.

QUIRRENBACH, Hanna Raquel *et al.* **Comportamento do ácido fítico na presença de Fe(II) e Fe(III)**. 2009. 9 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Campinas, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/cta/a/wg8FdfyLbdnRsSDnYHnPNyV/?format=pdf#:~:text=O%20papel%20fisiol%C3%B3gico%20do%20%C3%A1cido,nico%20\(COSGROVE%2C%201963\)](https://www.scielo.br/j/cta/a/wg8FdfyLbdnRsSDnYHnPNyV/?format=pdf#:~:text=O%20papel%20fisiol%C3%B3gico%20do%20%C3%A1cido,nico%20(COSGROVE%2C%201963)).

R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RICARDO ALEXANDRE DA SILVA (Rio de Janeiro). Embrapa (comp.). **Defesa de Plantas contra Ataque de fitopatógenos**. Seropédica: Embrapa, 2008. 49 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/630318/1/doc250.pdf>.

ROSAL, Carlota Joaquina. Fósforo no solo e na planta. *In*: ROSAL, Carlota Joaquina. **Doses de fósforo e zinco na cultura do feijão-caupi**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, 2013. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/108442/000740008.pdf;jsessionid=3BDB27B42673653CD228A3F2E5FCDFAE?sequence=1>. Acesso em: 2 dez. 2021.

ROSOLEM, Ciro A.; MARUBAYASHI, Osvaldo M.. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Arquivo do Agrônomo**, Botucatu, v. 68, n. 7, p. 1-3, dez. 1994. Disponível em: [https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3143/\\$File/Seja%20Feijoeiro.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3143/$File/Seja%20Feijoeiro.pdf).

Acesso em: 22 out. 2022.

SILVA, Ana Carolina Caetano *et al.* **Resposta do feijoeiro a diferentes dosagens e fontes de fósforo em sistema de plantio direto**. 2015. Tese (Pós-Graduação em Recursos

SILVA, Daiana Alves da. **Eficiência do uso do fósforo em feijoeiro comum**. 2015. 141 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Instituto Agronômico, Campinas, 2015. Disponível em:

<https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/repositorio/storage/pb1208611.pdf>.

SILVA, Gerarda Beatriz. Tecnologia de produção de feijão carioca para altas produtividades. **Instituto Agro: Excelência no agronegócio**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://institutoagro.com.br/feijao-carioca/>. Acesso em: 2 dez. 2021.

ULTRASAFRA. **Conheça os benefícios do óleo de neem, um inseticida 100% natural**. Urupês: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.ultrasafra.com.br/blog/conheca-os-beneficios-do-oleo-de-neem-um-inseticida-100-natural/>. Acesso em: 2 dez. 2021.

ZAMBOLIM, Laércio. Resistência a doenças de plantas induzidas pela nutrição mineral. *In*: ZAMBOLIM, Laércio *et al.* **O essencial da fitopatologia: Controle de doenças de plantas**. 632.9. ed. Viçosa: [s. n.], 2014. cap. 12, ISBN 978-85-60027-38-5.

