



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE IPAMERI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal



ADUBAÇÃO FOLIAR COM FÓSFORO NA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)

ROGÉRIO NUNES GONÇALVES

**M
E
S
T
R
A
D
O**

**Ipameri-GO
2014**

ROGÉRIO NUNES GONÇALVES

**ADUBAÇÃO FOLIAR COM FÓSFORO NA CULTURA DO FEIJOEIRO
COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Orientador: Prof. Dr. Adilson Pelá

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri-GO
2014

Gonçalves, Rogério Nunes.
Adubação foliar com fósforo na cultura do feijoeiro
comum (*Phaseolus vulgaris* L.)/ Rogério Nunes
Gonçalves. - 2014.
40 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Adilson Pelá.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
de Goiás/ Unidade Universitária de Ipameri, 2014.
Bibliografia.

1. Leguminosa. 2. Nutrição de Plantas. 3. Fosfato
Monoamônico. I. Título.



Unidade Universitária de Ipameri
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal
Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO
www.ppgpv.ueg.br e-mail: ppgpv.ipameri@gmail.com
Fone: (64)3491-5219



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ADUBAÇÃO FOLIAR COM FÓSFORO NA CULTURA DO FEJÓEIRO
COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)"

AUTOR: Rogério Nunes Gonçalves

ORIENTADOR: Adilson Pelá

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM
PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora.

Prof. Dr. Adilson Pelá
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Prof. Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Prof. Dr. PAULO CÉSAR RIBEIRO DA CUNHA
Instituto Federal Goiano/Câmpus Urutai

Data da realização: 28 de fevereiro de 2014.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Adilson Pelá, pelo incentivo, orientação, dedicação, ensinamentos, compreensão e amizade;

Ao Tiago Rodrigues de Sousa, pela ajuda na montagem dos textos;

Aos funcionários da Unidade Universitária de Ipameri;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (Capes) pela bolsa concedida durante o decorrer do curso;

A todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS.....	13
5. DISCUSSÕES.....	16
6. CONCLUSÕES.....	27
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	28

RESUMO

A baixa disponibilidade e mobilidade do fósforo em solos tropicais é um fator limitante à nutrição e produção do feijoeiro. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta do feijoeiro a doses crescentes de fósforo via foliar em diferentes estádios fenológicos, sob condições de adubação fosfatada de semeadura normal e reduzida. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, no campo Experimental da Unidade Universitária de Ipameri. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado (DBC), arranjos em esquema fatorial 2 x 7 com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu à adubação com fósforo na base, com 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; O segundo fator, em sete níveis, foram as épocas e doses de fósforo aplicadas via foliar: T1: 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2: 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T3: 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4: 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5: 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5 e 50% no estágio fenológico R6; T6: 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5 e 50% no estágio fenológico R6; T7: sem aplicação de P₂O₅ via foliar. Como fonte de fósforo foi utilizada o fosfato monoamônico no solo; Na adubação via foliar com fósforo, utilizou-se o ácido fosfórico como fonte. Houve interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na semeadura. Com a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionou a maior fitomassa da parte aérea, que foi de 71,32 gramas por planta. Quanto ao número de grãos por planta, houve interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na semeadura. Na acumulação de fósforo nos grãos, houve interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na semeadura. O teor de proteínas no grão apresentou interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na semeadura. Mas não diferiram significativamente em função da dose de fósforo aplicado ao solo. Houve interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na semeadura, na produtividade do feijoeiro. O número de vagens por planta; o número de grãos por vagem; a massa de 100 grãos; teores de fósforo na parte aérea; os teores de nitrogênio na parte aérea, não aumentaram significativamente com as doses de fósforo aplicada no solo ou via foliar.

Palavras-chave: Leguminosa; fosfato monoamônico; nutrição mineral.

ABSTRACT

The low availability and mobility of phosphorus in tropical soils is a limiting nutrition and production of bean factor. This study aimed to evaluate the response of bean to increasing doses of foliar phosphorus at different growth stages under conditions of phosphorus fertilization of normal and reduced seeding. The experiment was conducted at the State University of Goiás, in the Ipameri University Experimental Unit field. The soil of the area was classified as Typic loam, medium texture. The experimental design was a randomized block design (RBD), arranged in a 2 x 7 factorial with four replications. The first factor corresponded to P fertilization at the base, with 60 and 120 kg ha⁻¹ P₂O₅; The second factor, in seven levels, were the times and rates of phosphorus applied as foliar application: T1 1 kg ha⁻¹ P₂O₅ foliar phenological stage V3, T2: 0.5 kg ha⁻¹ P₂O₅ foliar phenological stage V3, T3 1 kg ha⁻¹ P₂O₅, leaf installments, 20% at the phenological stage V3, up 40% in phenological stage R5 and 40% at the phenological stage R6; T4: 0.5 kg ha⁻¹ P₂O₅, leaf installments, 20% at the phenological stage V3, over 40% at the phenological stage R5 and 40% at the phenological stage R6, T5: 1 kg ha⁻¹ P₂O₅ with foliar application of 50% at the phenological stage R5 and 50% at the phenological stage R6, T6: 0.5 kg ha⁻¹ P₂O₅ with foliar application of 50% at the phenological stage R5 and 50% at the phenological stage R6, T7 no application P₂O₅ foliar. As phosphorus source monoammonium phosphate was applied to the soil; On fertilization foliar phosphorus was used phosphoric acid as a source. There were significant interactions between the foliar fertilization and the dose used in the seeding. With 120 kg ha⁻¹ P₂O₅ resulted in the highest biomass of the shoot, which was 71.32 grams per plant. As for the number of grains per plant, there were significant interactions between the foliar fertilization and the dose used in the seeding. Accumulation of phosphorus in grains, there were significant interactions between the foliar fertilization and the dose used in the seeding. The protein content in the grain showed significant interactions between the foliar fertilization and the dose used in the seeding. But did not differ significantly as a function of the phosphorus applied to the soil. There were significant interactions between the foliar fertilization and the dose used in the seeding, the bean yield. The number of pods per plant, number of grains per pod, the weight of 100 grains; phosphorus concentration in the shoot, the nitrogen concentration in shoot was not increased with doses of phosphorus applied to the soil or foliar.

Key-words: Legumes, monoammonium phosphate, and mineral nutrition.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão destaca-se no mundo, por sua importância na alimentação da população, pois consistem em uma importante fonte de proteínas, carboidratos, fibras e minerais, principalmente ferro, na dieta alimentar destes nos países em desenvolvimentos das regiões tropicais e subtropicais, em especial para as classes economicamente menos favorecidas (Alwathnani et al., 2012; Barbosa e Gonzaga, 2012). Estima-se que a produção total das três safras de feijão no Brasil, respectivamente no ano agrícola 2013/2014 seja em 3.302,1 toneladas, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013).

A cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerada exigente em nutrientes devido ao seu ciclo vegetativo e reprodutivo curto e sistema radicular pouco profundo, limitando a exploração do solo (Leal e Prado, 2008). Segundo a Conab (2013), a média de produtividade no Brasil safra 2012/2013, foi de 909 kg ha⁻¹, valores muito baixo diante do potencial da cultura. Pois, produtores que utilizam as tecnologias já disponíveis são possíveis atingir produtividades médias de 3,2 t ha⁻¹ ano⁻¹ em lavouras de sequeiro e 4,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ em lavouras irrigadas (Dal Bello et al., 2011). Um dos motivos para a baixa produtividade do feijão no Brasil é a carência generalizada de fósforo nos solos, em condições naturais, em que seus teores são extremamente baixos, sendo insuficientes para o pleno desenvolvimento das culturas implantadas (Silva e Vahl, 2002). Segundo Marschner (2012), o fósforo é um elemento essencial ao crescimento e reprodução das plantas, as quais não alcançam seu máximo potencial produtivo sem um adequado suprimento nutricional deste nutriente.

Os solos agricultáveis das regiões tropicais e subtropicais são carentes em fósforo, em consequência do seu material de origem e da forte interação deste com o solo, assim o fósforo pode ser considerado o nutriente mais limitante no incremento de biomassa nas plantas cultivadas (Fernandez e Ascênsio, 1994; Raghothama, 1999; Fageria et al., 2004; Parra et al., 2004; Machado et al., 2011). Isso ocorre devido ao fato deste nutriente apresentar em formas pouco disponíveis aos vegetais e pelas características de elevada adsorção dos solos dessa região, o que proporciona pouca eficiência dos fertilizantes fosfatados utilizados na agricultura, onde algo em torno de 20% do nutriente será aproveitado pela cultura (Santos et al., 2008).

Além disso, grande número de fatores interfere na disponibilidade desse nutriente no solo, como a rocha matriz de sua formação, o grau de intemperismo, a sua textura, o teor e a qualidade da matéria orgânica constituinte, o tipo de mineral presente no solo (Novais e Smith, 1999). A composição mineral que predomina na argila, exerce influencia de maneira

diferenciada na superfície específica dos solos, o que provavelmente influenciara na adsorção de fósforo no solo, bem como, em sua disponibilidade as plantas (Novais e Mello, 2007).

Além desses fatores, a composição vegetal, a atividade biológica, e ainda, o manejo e o histórico de uso do solo, poderá influenciar na disponibilidade desse nutriente e, conseqüentemente, na sua absorção pelas plantas da solução aquosa do solo (Wright, 2009).

Além do mais, a compactação do solo afeta a absorção do nutriente, os teores foliares de fósforo decresceram em solos cultivados com arroz (irrigado e sequeiro), milho e soja. Na cultura do feijoeiro, houve redução nos teores de fósforo com o aumento do grau de compactação, por reduzir o crescimento radicular e/ou maior adsorção de fósforo pelos agregados do solo (Alves et al., 2003).

De acordo com Fageria et al. (2003), o fósforo exerce grande influencia na cultura do feijoeiro por residir no aumento da produção de matéria seca da parte aérea e aumento do numero de vagens e massa de grãos, sendo estes, os principais determinantes da produtividade. Contudo, dentre os componentes da produção, o numero de vagens por unidade de área é o que mais contribui para o aumento da produtividade da cultura. Além do mais, a disponibilidade de fósforo na planta mãe, influi na formação do embrião e dos órgãos de reserva e na composição química da semente, afetando, conseqüentemente, a qualidade da semente. Também influi no vigor das sementes, influenciando no estabelecimento da cultura, no desenvolvimento da planta, a uniformidade da lavoura e conseqüentemente na produção de grãos (Carvalho e Nakagawa, 2000).

O fósforo desempenha importante papel no metabolismo dos vegetais, com atuação fundamental na transferência de energia na estrutura celular, durante os processos de fotossíntese e respiração, além de componente estrutural das moléculas de DNA e RNA (Taiz e Zeiger, 2013). Esse nutriente é componente de coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios (Evangelista et al., 2010).

Também participa da constituição do ATP, ADP, AMP e de enzimas; quando em baixos teores no solo, a planta tem seu desenvolvimento afetado negativamente (Kimani e Derera, 2009). Com função no metabolismo energético por causa de sua presença no pirofosfato (PPi) (Salisbury e Ross, 2012).

Além disso, é um componente vital no processo de conversão da energia solar em alimentos, fibras e óleos pelas plantas. Desempenha função no metabolismo de açúcares, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no alongamento das células e na transferência da informação genética, bem como na promoção da formação inicial e desenvolvimento da raiz e crescimento da planta. O uso adequado de fósforo, também

aumenta a eficiência da utilização de água pela planta, e contribui ainda para aumentar a resistência da planta a algumas doenças (Malavolta, 1996).

Com atuação no processo de assimilação de nutrientes, como a necessidade de grandes quantidades de energia para conversão eficiente dos compostos inorgânicos de baixa energia em compostos de alta energia. Sendo assim, em condições tropicais a disponibilidade adequada do fósforo é fundamental para a maior eficiência da assimilação de nutrientes, sobretudo do nitrogênio, sendo este o elemento mineral essencial mais assimilado pelas plantas (Fancelli, 2011). Nos vegetais o fósforo é um elemento extremamente móvel, facilmente redistribuído entre os órgãos, das folhas fonte para folhas dreno, para os frutos e sementes (Silva, 2006).

No caso da eficiência de uso e acúmulo de macronutrientes, há uma variação que depende do nutriente e órgão do vegetal. Ao analisar parte aérea, raízes e grãos, em comparação aos demais nutrientes, o fósforo apresentou a maior eficiência de uso na produção de matéria seca pela cultura do feijoeiro (Fageria et al., 2011). Além disso, o suprimento adequado de fósforo é, diferentemente dos demais nutrientes, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta, prosseguindo durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura (Grant et al., 2001), citado por Zucareli et al. (2006).

Na cultura do feijoeiro, o nutriente fósforo tem proporcionado as maiores e mais freqüentes respostas, quando sua utilização via solo, já foi bem definida (Cobucci, et al., 2011), já quanto em sua utilização na adubação foliar, sua eficiência tem motivado controvérsias em trabalhos de pesquisa (Castro, 2009), sendo esse nutriente de grande importância no seu desenvolvimento, responsável pela maioria das respostas significativa na produtividade de grãos da cultura (Cobucci, et al., 2011).

Diante da necessidade de um suprimento constante deste nutriente durante praticamente todo o seu ciclo vegetativo e reprodutivo. Mas a época em que a exigência da planta em termos do nutriente é maior no período entre o florescimento e enchimento de grãos, ou seja, entre os estádios R6 e R8 (Fageria et al., 2004). O período em que ocorrem as maiores exigências de absorção de macronutrientes acontece durante o florescimento e o início de enchimento dos grãos, para a maioria desses, as maiores quantidades são absorvidas após o florescimento. Com isso, aliado à alta taxa de translocação que se observa na planta nesta época, geram grande discussão a respeito da eficiência da adubação foliar nas culturas; em que estágio seja mais adequado para incrementar a absorção deste nutriente (Castro, 2009). Muitas vezes relegando-se a um segundo plano a capacidade do solo em suprir os nutrientes, além do grande volume que o sistema radicular deve possuir nestes estádios fenológicos em que a cultura apresenta (Rosolém e Boaretto, 1989).

Segundo Fageria (1992), a translocação de fotossintatos na parte aérea das culturas anuais, inclusive o feijoeiro, é maior em comparação com o sistema radicular da planta. De acordo com Fancelli e Tsumanuma (2007), o feijoeiro após o florescimento, por razões de relação fonte-dreno, os nutrientes em especial o nitrogênio, fornecido a cultura, somente é aproveitado se a aplicação for realizada por meio da adubação via foliar. Pois, após o início do enchimento dos grãos, por serem drenos mais fracos, o crescimento radicular cessa e a atividade das raízes diminui, o que leva à menor absorção dos nutrientes do solo, comprometendo o desempenho da cultura (Rosolém, 2002). O suprimento dos elementos minerais essenciais nas folhas, através de adubação foliar, poderia manter a taxa de fotossíntese por um período de tempo maior, o que possivelmente refletir-se-ia em maior produtividade de grãos pelas plantas (Cobucci et al., 2011).

O fornecimento de nutrientes via folha das plantas, com o objetivo de complementar ou suplementar as necessidades nutricionais das mesmas, tem sérias restrições. Pois, a utilização de sais solúveis de macronutrientes, como fósforo, nitrogênio e potássio, somente devem ser realizados em baixa concentração, sendo necessárias várias aplicações para atingir a adequada quantidade de nutrientes nas plantas, com o risco de afetar significativamente a produtividade, devido ao problema de ocorrer deficiência nutricional.

Quando utilizam soluções mais concentradas, pode ocasionar necrose e morte do tecido foliar que receberam a solução (Rosolém, 1984). O mesmo foi observado por Almeida et al (2000), dificilmente poderá nutrir a planta adequadamente por via foliar, uma vez que a aplicação de grandes quantidade de nutriente poderá ocasionar fitotoxidez.

A utilização da adubação foliar, desde que realizada adequadamente, a eficiência do fornecimento de nutrientes via foliar é geralmente maior que o fornecimento via solo, acarretando economia de fertilizantes utilizado no ciclo da cultura (Rosolém, 2002). O suprimento de nutrientes por meio da adubação foliar é de fácil aplicação e apresenta custos relativamente baixos, além de ser adaptável aos pulverizadores normalmente utilizados pelos produtores na aplicação de outros produtos, tais como inseticidas e fungicidas (Soratto et al., 2011).

Garcia e Hanway (1976), citado por Rezende et al (2005), propuseram dentre as variantes de aplicação via foliar, a adubação suplementar no estágio reprodutivo que, somada à adubação do solo, possibilitaria ao produtor um acréscimo de rendimento na produção de grãos. Também é possível efetuar a aplicação de fósforo foliar na fase vegetativa como efeito estimulante ao crescimento da planta com conseqüente aumento da absorção de nutrientes do solo, ou seja, aplicação de fósforo foliar para aumentar a eficiência de utilização do fósforo presente no solo pelo feijoeiro (Cobucci et al., 2011).

Existe na literatura extensa lista de trabalhos sem resposta á adubação foliar suplementar no estágio reprodutivo, o que contrasta com os resultados obtidos por Garcia e Hanway (1976), citado por Rezende et al (2005), estes autores, testaram a adubação suplementar no estágio reprodutivo em ensaios por dois anos com adubação foliar, na cultura da soja, com NPK, mas obtiveram resultados positivos em somente um dos anos dos ensaios avaliados. Segundo Borkert (1987), que descreve vários experimentos de diversos pesquisadores testando esta prática; somente dois deles obtiveram êxito, ou seja, mostraram resposta significativa quando avaliado o rendimento de grãos, demonstrando inconsistência e pouca segurança de sucesso no uso deste tipo de adubação foliar nas culturas de soja testadas. Já Ben (1983), também descreveu resultados de pesquisa realizados no Rio Grande do Sul e Paraná, associando-se a adubação via solo e foliar; o qual não verificou qualquer efeito positivo sobre o rendimento de grãos de soja em 18 experimentos avaliados com a aplicação de NPK e de nove com aplicação de fósforo em condições de baixa, média e alta disponibilidade de fósforo no solo.

Humbert (1983), citado por Rezende (2005), propôs o uso da adubação foliar estimulante (estádio vegetativo), pois verificou que ao utilizar formulações de NPK, aplicadas em pequenas doses às folhas da cultura de soja durante o período vegetativo, com aumento nas quantidades dos nutrientes nas plantas, as quais eram superiores às quantidades aplicadas, permitindo inferir o efeito estimulante da adubação foliar na absorção dos nutrientes pelo sistema radicular das plantas. Ensaios conduzidos por Primavesi (1981), com utilização da adubação foliar estimulante no estágio vegetativo da cultura da soja, não obtiveram resultados positivos, nos quais os incrementos no rendimento de grãos foram inferiores a 15%, quando comparado à testemunha. Já Souza et al. (1981), ao conduzir experimentos utilizando este tipo de adubação foliar (estádio vegetativo), não encontraram qualquer efeito de tratamentos sobre a produtividade de grãos avaliados.

De acordo com Haq e Mallarino (1998), avaliando aplicações de adubação foliares com a formulação de NPK no estágio fenológico V5, por um período de três anos consecutivos em 48 ensaios, verificaram aumentos de rendimento de grãos por hectare na cultura da soja, tendo chegado a estes resultados com doses de 28 l. ha^{-1} , um das mais baixas avaliadas nos ensaios. Apesar dos resultados positivos, em alguns locais em que foram conduzidos os ensaios, os resultados encontrados foram inconsistentes. Estes autores descreveram que as respostas a adubação foliar tendem a ser positivas em solos com determinadas características, tais como: alta capacidade de troca de cátions; baixos teores de fósforo na planta ou mesmo quando o ciclo da cultura, esta venha a sofrer com déficit hídrico. Em experimentos posteriores (Haq e Mallarino, 2000), avaliando resposta da cultura de soja submetida a aplicações foliares, no estágio vegetativo com NPK em 27 localidades distintas, com diferentes tipos de solos,

obtiveram respostas inconsistentes quando avaliado a produtividade de grãos por área. A falta de resposta, segundo estes autores, possa estar correlacionada por certos locais dos ensaios, apresentarem condições ótimas de fósforo e de potássio no perfil do solo.

A cultura do feijoeiro Cobucci et al., (2011), conduziram sete ensaios, em diferentes locais e anos; ao avaliarem aplicações de fósforo via foliar nos estádios V4 e R5. A resposta a adubação foliar foi significativa, com aumento da produtividade. O efeito da adubação foliar fica evidente no tratamento onde não foi aplicado o adubo fosfato no solo. Pois, verifica-se um aumento do conteúdo de fósforo quando realizou a aplicação de fósforo via foliar, tanto na planta, quanto nos grãos.

De acordo com Muraoka e Neptune (1981), ao avaliarem os efeitos da aplicação via foliar de soluções de polifosfato de potássio, superfosfato triplo, uréia e yogen, obtiveram aumento na produtividade de grãos pelo feijoeiro, com exceção da uréia, no tratamento em que não recebeu adubação básica de nitrogênio.

Kubota (2005), com aplicação de fósforo via foliar, obteve aumento no teor de fósforo nas sementes, mas este aumento foi significativo apenas quando não se aplicou fósforo no solo. Por meio da adubação foliar suplementar no estágio reprodutivo, enchimento de grãos, realizado por Teixeira e Araujo (1999), obtiveram aumentos no teor de fósforo nas sementes de feijão. Já Conte e Castro e Boareto (2001), verificaram que com a adubação foliar, não influenciaram os teores de fósforo, dentre outros elementos minerais em grãos de feijoeiro. Também não influenciaram na qualidade e a produtividade da cultura.

Segundo Santos (2005), com o suprimento de fósforo foliar, aumentou o número de vagens por planta na cultivar Ouro Negro, mas não afetando os demais componentes de produção do feijoeiro. Pelá et al. (2003) obtiveram aumentos lineares nos teores do nutriente fósforo nas sementes, estes aumentos correlacionaram com o número de aplicações foliares do elemento. E Pelá et al. (2009), verificaram que a adubação foliar proporcionou aumento nos teores de fósforo nas sementes do feijoeiro.

As alternativas para uso eficiente dos nutrientes têm sido buscadas para que seja possível reduzir o custo e manter e/ou elevar a produtividade das culturas, são de extrema importância, devido ao alto custo dos fertilizantes. Ao viabilizar a utilização da aplicação foliar de fósforo, tão importante na cultura do feijoeiro, espera-se em proporcionar um uso mais racional das reservas minerais de rochas fosfáticas; pois, estas são de caráter não renovável, devido ao fato das doses aplicada via foliar ser bem menor que quando se aplica o fósforo no solo, além da adubação foliar com fósforo ser mais eficiente.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta do feijoeiro a doses crescentes de fósforo via foliar em diferentes estádios fenológicos, sob condições de adubação fosfatada de semeadura normal e reduzida.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, no campo Experimental da Unidade Universitária de Ipameri, no ano agrícola 2012/2013. A Latitude 17° 43' 07" S, Longitude 48° 08' 42" O), a 790 metros de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Tropical Semi-úmido (Aw), constando temperaturas elevadas, com médias anuais de 20 a 24 °C e 1300 a 1700 mm de precipitação, com umidade relativa do ar de 50%, com chuvas no verão e seca no inverno (**Figura 1**).

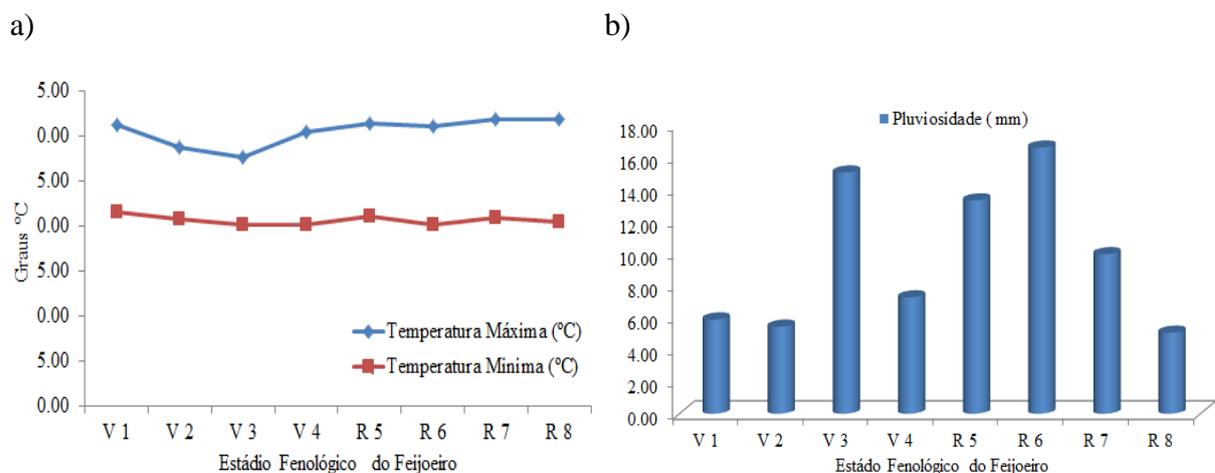


Figura 1. Condições climáticas no período de condução do ensaio: a) Temperatura Máxima e Mínima diária (°C), b) Precipitação pluvial (mm/ estágio fenológico).

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média (Embrapa, 2006). Aos 60 dias antes do preparo da área, foram coletadas 20 amostras simples da camada de 0 a 20 cm no solo para determinação dos atributos químicos, de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (2009). As características químicas do solo estão na (**Tabela 1**).

O genótipo utilizado no experimento foi a cultivar BRS Notável, que apresenta arquitetura de planta semiereta, adaptada à colheita mecânica direta. Essa cultivar se destaca pelo potencial produtivo, mesmo sendo uma cultivar semiprecoce. A BRS Notável é resistente a crestamento bacteriano e moderadamente resistente a antracnose, ferrugem e às murchas de *Fusarium e Curtobacterium*. Com massa de 100 grãos em média 26 gramas e ciclo semiprecoce com intervalo de 75 a 85 dias (Embrapa, 2013).

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área anterior a instalação do experimento e textura física do solo. Ipameri -GO. 2013.

pH	Sat. B	M.O.	CTC	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P(Mel)	S
CaCl ₂	%	g/dm ³		cmol _c /dm ³mg/dm ³
5,2	58,75	28,0	5,34	2,2	0,0	1,8	1,0	126,0	4,0	3,4

Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Argila	Limo	Areia
..... mg/dm ³ Textura (g/kg)		
0,4	2,9	0,23	1,3	61,1	19,5	0,5	320,0	90,0	590,0

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. Solocria – Goiânia (GO).

O solo da área foi corrigido com calcário dolomítico (PRNT 90%), aos 30 dias antes do plantio, incorporado com auxílio de arado de discos e grade niveladora, visando atingir uma saturação de bases de 60%, indicado para a cultura do feijoeiro em solos de cerrado (Sousa e Lobato., 2004).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado (DBC), arranjos em esquema fatorial 2 x 7 com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu à adubação com fósforo na base, com 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; Essas doses foram com base na interpretação da análise de solo e nas recomendações de (Chagas et al., 1999), (Nível tecnológico 3). O segundo fator, em sete níveis, foram as épocas e doses de fósforo aplicadas via foliar (**Tabela 2**).

Tabela 2. Tratamentos combinando adubação de fósforo na semeadura com a adubação foliar. Ipameri – GO, 2013.

1º Fator	2º Fator
60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	T1.1: 1 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar no estágio fenológico V3;
	T2.1: 0,5 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar no estágio fenológico V3;
	T3.1: 1 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ , foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6;
	T4.1: 0,5 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ , foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6;
	T5.1: 1 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5 e 50% no estágio fenológico R6;
	T6.1: 0,5 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5 e 50% no estágio fenológico R6;
	T7.1: sem aplicação de P ₂ O ₅ via foliar.
120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	T1.2: 1 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar no estágio fenológico V3;
	T2.2: 0,5 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar no estágio fenológico V3;
	T3.2: 1 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ , foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6;
	T4.2: 0,5 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ , foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6;
	T5.2: 1 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5 e 50% no estágio fenológico R6;
	T6.2: 0,5 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5 e 50% no estágio fenológico R6;
	T7.2: sem aplicação de P ₂ O ₅ via foliar.

O solo foi preparado com arado de disco e grade niveladora. Na adubação de semeadura foram aplicados 30 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de K₂O, 1,5 kg ha⁻¹ de B. Também foram aplicados 60 ou 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, distribuído em sulcos, localizado abaixo das sementes. As doses de N, K₂O e B foram estabelecidas com base nos resultados da análise do solo e nas

necessidades da cultura considerando o nível tecnológico três (NT3) (Chagas et al, 1999). A dose de 120 kg ha⁻¹ corresponde a 100% da dose do elemento e a de 60 kg ha⁻¹ a 50% desta. Como fonte de fósforo foi utilizada o fosfato monoamônico, com 51% de P₂O₅ e 11% de N, solúvel em água e CNA; a fonte de potássio foi o cloreto de potássio, com 60% de K₂O; como fonte de nitrogênio, utilizou-se o sulfato de amônio, com 21% de N e a fonte de boro o ácido bórico, com 17% de B.

As parcelas foram compostas por 6 linhas com quatro metros de comprimento e 0,5 metros entre linhas. As sementes, um pouco antes de serem semeadas, foram tratadas com fungicida sistêmico e de contato, Carbensazim 45 g do i. a. mais Tiram 105 g do i. a. e com inseticida sistêmico Tiametoxam, 300 g do i. a., ambos para 100 kg sementes, procurando aumentar a porcentagem de germinação, a velocidade de emergência e a maior sanidade das plântulas. A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se seis grupos de sementes por metro linear, com três sementes juntas. No quarto dia após emergência das plântulas (D.A.E.), foi realizado o desbaste, deixando-se seis plantas por metro linear, correspondente ao stand de 120 mil plantas por hectare. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada quando as plantas apresentaram o terceiro trifólio totalmente expandido (40 kg ha⁻¹ de nitrogênio), usando-se sulfato de amônio como fonte. Efetuou aplicação foliar de 60 g ha⁻¹ de molibdênio (111 g ha⁻¹ de molibdato de amônio), em V4.

Na adubação via foliar com fósforo, utilizou-se o ácido fosfórico como fonte. Utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, com bico tipo cone, disco de 1,2 mm preto, e formato do jato em cone vazio, gotas pequenas, ângulo de 80 graus a 60 psl; no qual se aplicou o equivalente a 200 L ha⁻¹ da calda, no período matutino. Utilizou-se o adjuvante Polioxietileno alquifenol éter (1% volume de calda), para quebrar tensão superficial foliar.

Para o controle de plantas daninhas realizou-se uma aplicação de herbicida, em V4, após a implantação da cultura, com os seguintes produtos: Bentazona mais Imazamoxi e Quizalofop-p-metílico (628 e 75 g ha⁻¹ do i.a, respectivamente).

Para controle de insetos praga, realizaram-se pulverizações semanais preventivas após emergência das plântulas com pulverizador costal pressurizado com CO₂ com os seguintes inseticidas: Imidocloprido e Beta-Ciflutrina; Tiametoxam; Lambda-Cialotrina; Piriproxifem e Xileno; Novalurom (84,38 e 112,5; 50; 30; 100; 15 g ha⁻¹ do i.a. respectivamente), no qual se aplicou o equivalente a 200 l ha⁻¹ de calda para cada pulverização semanal.

O controle de doenças foi realizado preventivamente, no estágio fenológico V4, com a aplicação de Trifloxistrobina (75 g ha⁻¹ do i. a.) mais Tebuconazol (150 g ha⁻¹ do i. a.), sendo realizadas mais duas aplicações destes mesmos produtos nos intervalos após 15 e 30 dias da primeira aplicação. Também realizou-se uma aplicação de Tiofanato-metílico (300 g ha⁻¹ do

i. a.) no estágio fenológico R7, onde aplicou o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda em cada pulverização.

A emergência da maioria das plântulas ocorreu no quarto dia após a semeadura, e o florescimento, aos 31 DAE. A cultura apresentou ciclo de 71 DAE.

Por ocasião de 15 dias após a última aplicação foliar de fósforo (R7), quatro plantas de cada parcela foram coletadas e secas em estufa de circulação de ar forçada até peso constante, sendo posteriormente, determinada sua massa seca, trituradas e analisadas no Laboratório de Solos da Unidade Universitária de Ipameri – (UEG), para determinação dos teores totais de fósforo e de nitrogênio (Miyazawa et al., 2009).

Amostras dos grãos de cada parcela foram coletadas e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, moídas e posteriormente analisadas, no Laboratório de Solos da Unidade Universitária de Ipameri – UEG, determinando os teores de fósforo e nitrogênio (Miyazawa et al., 2009).

Após a determinação do teor de nitrogênio dos grãos (Embrapa, 2009), foi convertido, mediante a multiplicação do valor de nitrogênio pelo índice 6,25 (AOAC, 1990, citado por Petrilli, 2007), o teor de proteínas.

Para quantificar o número de vagens por planta, no final do ciclo foi efetuado o arranquio de dez plantas da área útil de cada parcela e suas vagens foram contadas e colocadas em sacos de papel. O número de vagens por planta foi obtido pela relação entre o número total de vagens e o número de plantas coletadas de cada parcela.

O número de grãos por planta foi obtido pela relação entre o número total de grãos e as dez plantas coletadas da área útil de cada parcela. Já o número de grãos por vagem foi obtido pela relação entre o número total de grãos e o número total de vagens das dez plantas. A massa dos grãos coletados das dez plantas de cada parcela foi determinada, corrigindo-se para 13% de umidade.

A produtividade foi determinada pela colheita manualmente das plantas e secadas ao sol, até atingirem o ponto de debulha, quando foi feita a trilha manual, em seguida foram feitos a limpeza e a pesagem dos grãos. Os dados foram corrigidos para umidade de 13 % e a produtividade foi expressa em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos ao teste F para análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

4. RESULTADOS

Houve interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na sementeira. Com a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na sementeira, a fitomassa da parte aérea foi de 71,32 gramas por planta, enquanto que com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi de 63,00. Com a maior dose de P na sementeira, os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos T7.2 e T6.2, ou seja, sem aplicação de P₂O₅ via foliar (T7.2) e com aplicação parcelada do fósforo nos estádios fenológicos V3, R5 e R6 (T4.2), e R5 e R6 (T6.2); cujas fitomassas foram 74,75 e 75,25 respectivamente, superiores apenas ao tratamento T1.2, com produção de fitomassa por planta de 58,75 gramas por planta por planta. Já com a menor dose de P na sementeira a aplicação de 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar, no estágio fenológico V3, proporcionou a maior produção de massa seca por planta, 75,75 gramas, superior estatisticamente aos tratamentos T6.1 e T5.1, cujas fitomassas foram de 54,50 e 59,75 gramas, respectivamente (**Tabela 3**). Entre as duas doses aplicadas no solo, maior fitomassa da parte aérea foi obtida com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com média de 71,32 gramas planta, sendo superior aos 63,00 gramas de fitomassa na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Não houveram diferenças significativas no número de vagens entre os tratamentos com adubação foliar ou via solo (**Tabela 4**). O número de vagens variou de 15,5 a 21, 25 vagens por planta. Com a menor dose de fósforo no sulco de sementeira, a adubação foliar conseguiu compensar a falta do fósforo, pois na média a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionou 18,89 vagens por planta, que não diferiu significativamente da dose de 60 kg ha⁻¹, que foi de 18,00 vagens por planta.

As diferentes doses e épocas de aplicações do fósforo foliar, bem como os dois níveis do fósforo aplicado na sementeira não influenciaram significativamente, a 5% de probabilidade, o número de grãos por vagem, não houve interação entre esses fatores. Os valores variaram de 3,75 a 4,25 grãos por vagem (**Tabela 5**).

Quanto ao número de grãos por planta, houve interação significativa entre adubação foliar e a dose usada na sementeira. Com a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ o número de grãos por planta foi em média 72,46 enquanto que com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi de 65,35 grãos. Com a maior dose de P na sementeira o maior número de grãos foi obtido sem aplicação de P₂O₅ via foliar T7.2, com 82,50 grãos planta e a aplicação de 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3 (T2.2), com 81,25 grãos, superior apenas ao tratamento T5.2, cujo número de grãos por planta foi de 58,50. Já com a menor dose de P na sementeira a aplicação de 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3, proporcionou maior número de grãos por planta, 73,00, superior estatisticamente ao tratamento T3.1, com 52,00 grãos planta (**Tabela 6**).

A massa de 100 grãos não apresentou diferença significativa em função dos dois níveis de fósforo aplicado na sementeira. Também, não apresentou diferença em função das doses e épocas de aplicação do fósforo foliar, bem como não houve interação entre os tratamentos, os valores variaram de 22,25 a 23,75 gramas por 100 grãos (**Tabela 7**).

Os teores de fósforo na fitomassa da parte aérea do feijoeiro coletadas aos 15 dias após a última aplicação de fósforo foliar (R7) (**Tabela 8**), não diferiram significativamente em função da adubação foliar e dos dois níveis de fósforo aplicado na sementeira, bem como não houve interações significativas entre esses fatores.

Quanto a concentração de fósforo nos grãos, houve interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na sementeira (**Tabela 9**). Com a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a concentração de fósforo no grão, foi de 2,78 g kg⁻¹, enquanto que com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi de 2,25 g kg⁻¹. Com a maior dose de P na sementeira a maior concentração de fósforo foi obtida com a aplicação de 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5, e 40% no estágio fenológico R6, (T4.2) com 4,25 g kg⁻¹, e a menor concentração (T1.2) foi de 1,25. Já com a menor dose de P na sementeira, maior concentração de fósforo no grão foi obtida com a aplicação de 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5, e 40% no estágio fenológico R6, (T4.1) com 3,50 g kg⁻¹, e a menor concentração ao tratamento (T5.1), cuja concentração foi de 1,00 g kg⁻¹.

Os diferentes tratamentos de adubação foliar não proporcionaram diferenças significativas no conteúdo de nitrogênio e em nenhum dos níveis de fósforo aplicado na sementeira (**Tabela 10**). Os tratamentos de adubação foliar com fósforo não apresentaram aumento no conteúdo de nitrogênio na parte aérea das plantas, o mesmo nos dois níveis de fósforo aplicado ao solo. Com a menor dose de fósforo no sulco de sementeira, a adubação foliar conseguiu compensar a falta do fósforo, pois na média a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionou concentração de 23,07 gramas de nitrogênio na parte aérea das plantas, que não diferiu significativamente da dose de 60 kg ha⁻¹, que foi de 22,21 gramas de nitrogênio.

O teor de proteínas no grão apresentou interações significativas entre a adubação foliar e a dose usada na sementeira. Mas não diferiram significativamente em função da dose de fósforo aplicado na sementeira (**Tabela 11**). Com a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na sementeira, o maior teor de proteínas foi obtida com a aplicação de 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5, e 40% no estágio fenológico R6, (T4.2) com 25,62%, superior apenas aos tratamentos T1.2 e T3.2, cujos teores foram 22,32 e 21,67%, respectivamente. Já com a menor dose de P na sementeira, o tratamento (T7.1) sem aplicação de P₂O₅ via foliar proporcionou o maior teor,

25,62% nos grãos, porém superior estatisticamente aos tratamentos T5.1 e T1.1, cujas concentrações foram de 22,10 e 21,45%, respectivamente.

Houve interação significativa entre a adubação foliar e a dose usada na semeadura. Com a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a produtividade média foi de 1482 kg ha⁻¹ enquanto que com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi de 1315 kg ha⁻¹. Com a maior dose de P na semeadura a maior produtividade foi obtida com a aplicação de 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3 (T2.2) com 1843 kg ha⁻¹ de grãos, superior apenas aos tratamentos T1.2 e T5.2, cujas produtividades foram 1152 e 1175 kg ha⁻¹, respectivamente. Já com a menor dose de P na semeadura a aplicação de 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar, parcelada 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6, proporcionou a maior produtividade, 1613,0 kg ha⁻¹ de grãos, porém somente superior estatisticamente ao tratamento T3.1, cuja produtividade foi de 944,0 kg ha⁻¹. (**Tabela 12**).

5. DISCUSSÕES

As aplicações foliares de fósforo foram mais eficientes em termos de fitomassa da parte aérea, quando aplicados nos estádios iniciais e maiores doses sob reduzida disponibilidade de fósforo na sementeira (**Tabela 3**). Respostas semelhantes também foram obtidas em outros trabalhos. Pelá et al. (2009), ao utilizarem fontes de fósforo para adubação foliar na cultura do feijoeiro, mais adubação com fósforo via solo, obtiveram aumento da fitomassa da parte aérea quando comparada com a testemunha.

Tabela 3. Fitomassa da parte aérea das plantas de feijoeiro em função de doses de P foliar em diferentes estádios de desenvolvimento e de aplicações de 120 e 60 kg ha⁻¹ de P na sementeira. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Fitomassa da parte aérea (gramas por planta)	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	58,75 a	75,75 b
T2	74,25 ab	63,25 ab
T3	72,75 ab	62,75 ab
T4	74,75 b	60,50 ab
T5	67,00 ab	59,75 a
T6	75,25 b	54,50 a
T7	76,50 b	64,50 ab
Media	71,32 B	63,00 A
DMS1		15,83
DMS2		11,19
C.V.%		10,73

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estádio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estádio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estádio fenológico V3, mais 40% no estádio fenológico R5 e 40% no estádio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estádio fenológico V3, mais 40% no estádio fenológico R5 e 40% no estádio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estádio fenológico R5, mais 50% no estádio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estádio fenológico R5, mais 50% no estádio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na sementeira. CV%: coeficiente de variação.

Souza et al. (2006), trabalharam com aplicação de calcário e matéria orgânica, verificaram aumentos na fitomassa da parte aérea do feijoeiro, devido a redução da adsorção do fósforo no solo e maior disponibilidade a cultura. Em trabalho conduzido por Santos (2005), a fitomassa da parte aérea submetida a déficit hídrico e com aplicação de fósforo foliar, foi superior à testemunha, submetido às mesmas condições sem fósforo foliar, mas, no entanto não diferiu dos demais tratamentos (controle irrigado), na cultura do feijoeiro.

De acordo com Santos et al. (2011), em trabalho com feijoeiro submetido a adubação fosfatada, com as doses, 0, 120, 240 e 480 mg dm⁻³ de fósforo, houve aumento na produção de fitomassa da parte aérea, com aumento de forma linear com a adição de fósforo em todos os solos submetidos a avaliação, sendo estes influenciados pelo seu histórico de uso. Resposta

semelhante ao do presente trabalho, onde a maior dose de fósforo na base produziu maior fitomassa da parte aérea.

O processo de produção e acúmulo de biomassa é considerado uma importante característica para se alcançar alta produtividade de grãos em leguminosas graníferas (Rosales-Serna et al., 2004). O déficit hídrico afeta quase todos os aspectos do crescimento da planta, como parte aérea e raiz, o que leva a uma redução na expansão celular, condutância estomática, fotossíntese e como consequência, no acúmulo de matéria seca nos vegetais (Hsiao, 1990).

Os tratamentos com adubação foliar ou via solo, não promoveram incrementos significativos no número de vagens por planta (**Tabela 4**). Esse comportamento está possivelmente relacionado com estresse hídrico em que a cultura foi submetida em campo durante o seu ciclo.

Tabela 4. Número de vagens por planta do feijoeiro em função de doses de P aplicados via foliar em diferentes estádios fenológicos sob condições de aplicação de 60 e 120 kg ha⁻¹ de P na sementeira. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Número de Vagem por Planta	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	18,75 a	19,25 a
T2	19,50 a	18,25 a
T3	18,75 a	15,50 a
T4	20,00 a	18,25 a
T5	16,00 a	18,50 a
T6	18,00 a	17,75 a
T7	21,25 a	18,50 a
Media	18,89 A	18,00 A
DMS1		6,00
DMS2		4,24
C.V.%		14,82

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na sementeira. CV%: coeficiente de variação.

De acordo com Zucarelli (2005), avaliando o cultivar Carioca Precoce, cultivado na safra das “águas”, em função de doses de P₂O₅ aplicados no sulco de plantio, encontrou uma média de 13,2 vagens por planta na maior dose (150 kg ha⁻¹); e um número significativamente menor para o tratamento sem recebimento de fósforo em sulco de plantio. Segundo Fageria et al. (2003), o fósforo participa de vários processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas,

influenciando o número de vagens produzido pelo feijoeiro. Além disso, efeito favorável da adubação fosfatada sobre o número de vagens por planta do feijoeiro também foi observado por meio de ensaio conduzido por Zucarelli et al., (2003).

Segundo Ramalho et al. (1993), o componente com maior participação na produtividade de grãos do feijoeiro e com maior potencial no processo seletivo é o número de vagens por planta. Já Fageria et al. (2003) afirmam que entre os componentes de produção, o número de vagens por unidade de área contribui mais para o aumento da produtividade do feijoeiro do que quaisquer outros parâmetros avaliados na cultura.

Stone e Silveira (2005), que conduziram ensaios com a cultivar Pérola, obtiveram dados relativos à produtividade e seus componentes de produção por cinco anos, o número máximo de vagens obtido por planta foi de 21, com população de plantas menor que 240.000 plantas ha⁻¹. Ressalta-se, neste caso, a importância de se considerar o número de plantas por metro quadrado na comparação dos componentes da produção, pois, a medida que se diminui o número de plantas, os demais componentes tendem a aumentar principalmente o número de vagens por planta (Zagonel, 1997). No presente trabalho, o número de vagens por planta foi em média de 18, 00, valor inferior aos encontrados por Stone e Silveira (2005), em um estande de 120. 000 plantas. Isso pode estar relacionado com as condições climáticas que a cultura foi submetida em campo, como déficit hídrico e altas temperaturas.

Resultado diferente também foi obtido por Kubota (2006), com o fornecimento de 50 kg de fósforo ha⁻¹ aplicado ao solo aumentou o número de vagens por planta da cultivar Carioca, na média dos diferentes tratamentos com adubação foliar com fósforo. O número de vagens foi o componente que mais influenciou o aumento de produtividade.

Aumentos no número de vagens por planta também foram encontrados por Pelá et al. (2009), com aplicação de doses de fósforo ao solo e foliar na cultura do feijoeiro. O mesmo foi observado por Zucarelli et al. (2006), com o aumento das doses de fósforo fornecida ao solo. De acordo com Fageria et al. (2004), o nutriente fósforo aumenta o número de vagens por planta no feijoeiro. Já Zucarelli et al. (2006), afirmaram que o número de vagens por planta é o componente de produção que mais contribui com o aumento de produtividade na cultura do feijoeiro, sendo influenciado pelas condições do ambiente onde está sendo cultivado, entre elas a adubação fosfatada, que pode ser implementada ao solo ou via foliar.

Não houve diferenças significativas no número de grãos por vagem e seus valores foram baixos quando correlacionam com outras fontes (**Tabela 5**). Esse comportamento pode estar relacionado com estresse hídrico em que a cultura foi submetida em campo durante o seu ciclo, tendo início no estágio R6 e permanecendo até ao estágio R8.

Esses resultados corroboram aos obtidos por Zucareli et al. (2006), Petrilli (2007) e por Pelá et al. (2009). Mas discordam dos obtidos por Zucareli (2005), que obtiveram efeito significativo no número de grãos por vagem, do cultivar Carioca Precoce; cultivado na safra das “águas”, em função de doses de fósforo aplicados em sulco de semeadura, e também de Kubota (2006), que com aplicação ao solo de 50 kg ha⁻¹ de fósforo, aumentou o número de grãos por vagem na cultivar Manteigão, nas médias dos diferentes tratamentos de adubação foliar, quando comparado a testemunha.

Tabela 5. Número de grãos por vagem do feijoeiro em função de doses de P aplicados via adubação foliar em diferentes estádios fenológicos sob as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de P. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Número de Grãos por Vagem	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	4,00 a	4,00 a
T2	4,25 a	3,75 a
T3	4,00 a	4,00 a
T4	3,75 a	4,00 a
T5	3,75 a	4,00 a
T6	4,00 a	3,50 a
T7	4,00 a	4,00 a
Media	3,96 A	3,89 A
DMS1		0,67
DMS2		0,47
C.V.%		7,86

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estádio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estádio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estádio fenológico V3, mais 40% no estádio fenológico R5 e 40% no estádio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estádio fenológico V3, mais 40% no estádio fenológico R5 e 40% no estádio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estádio fenológico R5, mais 50% no estádio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estádio fenológico R5, mais 50% no estádio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na semeadura. CV%: coeficiente de variação.

Zagonel (1997), avaliando o cultivar IAC Carioca na safra das “águas”, no campo, obteve média de 5,14 grãos por vagem em função de diferentes profundidades de aplicação do fertilizante. Já na safra de “inverno”, o número foi de 4,80, não houve variação tão acentuada de uma época de safra para outra. Já Ramos Júnior (2002), obteve 5,5 grãos por vagem no cultivar Pérola, quando verificou o comportamento de cultivares de feijão do grupo Carioca utilizando comercialmente.

A adubação foliar com fósforo incrementou pouco no número de grãos por planta, sendo a adubação no solo mais determinante (**Tabela 6**). Os valores estão próximo aos obtidos por outros autores. Ramos Junior (2002), ao observar o comportamento de cultivares de feijão do grupo Carioca, em campo, obteve um número médio de 77,3 grãos por planta no cultivar

Pérola. Já Stone e Silveira (2005), obtiveram o número máximo de 62,2 grãos por planta de feijoeiro, cultivar Pérola, obtido com stand de plantas inferiores a 225.000 plantas ha⁻¹. Já Petrilli (2007), com diferentes doses de fósforo, obteve aumentos significativos no número de grãos produzidos por planta, de forma linear com o aumento da dose aplicada.

Tabela 6. Número de grãos por planta de feijoeiro em função da aplicação de P via foliar em diferentes estádios fenológicos sob condições de aplicação de 60 e 120 kg ha⁻¹ de P na semeadura. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Número de Grãos por Planta	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	65,25 ab	73,00 b
T2	81,25 b	67,75 ab
T3	72,00 ab	52,00 a
T4	76,25 ab	67,00 ab
T5	58,50 a	71,00 ab
T6	71,50 ab	57,25 ab
T7	82,50 b	69,50 ab
Media	72,46 B	65,35 A
DMS1		20,40
DMS2		14,42
C.V.%		13,48

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na semeadura. CV%: coeficiente de variação.

Os tratamentos com fósforo foliar e os dois níveis de fósforo aplicado no sulco de semeadura não promoveram aumento na massa de 100 grãos (**Tabela 7**). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Zucareli (2005), em que não obteve diferença significativa na massa de 100 grãos, do cultivar Carioca Precoce, em função de doses de fósforo distribuído em sulco de plantio. Em todos os modos de aplicação do fósforo, seja foliar ou via solo, a massa de 100 grãos foi inferior a média da BRS Notável, isso pode estar condicionado ao déficit hídrico em que a cultura foi submetida em campo.

Tabela 7. Massa de 100 grãos do feijoeiro em função da aplicação de P via foliar em diferentes estádios fenológicos sob condições de aplicação de 60 e 120 kg ha⁻¹ de P na semeadura. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Massa de 100 grãos (g)	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	22,25 a	23,25 a
T2	23,75 a	22,75 a
T3	23,75 a	23,50 a
T4	23,25 a	23,25 a
T5	23,00 a	23,50 a
T6	23,25 a	22,50 a
T7	23,25 a	23,00 a
Media	23,21 A	23,10 A
DMS1		1,85
DMS2		1,31
C.V.%		3,65

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na semeadura. CV%: coeficiente de variação.

Petrilli (2007) obteve aumento linear na massa de 100 grãos com o aumento da dose de fósforo aplicada no solo. O mesmo foi observado por Vidal e Junqueira Neto (1982), com aumento na massa de 100 grãos, em dois cultivares de feijão, em função da adubação fosfatada aplicada em sulco de plantio. Kubota (2006), com a cultivar Manteigão obteve aumento na massa de 100 grãos com aplicação de 50 kg de fósforo hectare aplicada ao solo, nas médias dos diferentes tratamentos por meio da adubação foliar com fósforo.

A massa de 100 grãos considerada adequada para cultivar BRS Notável é 26 g (Embrapa, 2013). De acordo com Costa e Vieira (2000), com base em informações obtidas junto aos comerciantes e produtores, o tamanho preferencial dos grãos deve ser igual ao do cultivar Cariquinha, para os grãos do tipo Carioca, com a massa de 100 grãos, de no mínimo, 24 gramas.

Em trabalho conduzido por Zagonel (1997), com o cultivar IAC Carioca no plantio da safra das “águas”, no campo, obteve massa de 100 grãos de 19,7 g em função de diferentes profundidades de aplicação do fertilizante e, na safra de “inverno”, uma massa de 20,5 gramas.

Para que a produção do feijoeiro seja máxima, esta depende da combinação de vários componentes, tais como a quantidade de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa dos grãos. Obtém-se a produção máxima quando todos esses componentes alcançam o seu nível máximo em termo de produção (Fageria, 1989).

Foram observados teores de fósforo na parte aérea das plantas, inferiores à faixa de concentração adequada (**Tabela 8**), foram obtidos valores entre 0,8 a 1,7 g kg⁻¹, inferior a concentração adequada, que varia de 1,3 a 8,1 g kg⁻¹ de matéria seca, (R6) pleno florescimento (Oliveira e Thung, 1988). O acúmulo de fósforo na parte aérea do feijoeiro pode ter sido influenciado pelo déficit hídrico pelo qual as plantas em campo foram submetidas, pois este em sua absorção é fortemente influenciado pela água presente no perfil do solo. Em trabalho conduzido por Miranda et al. (2002), os teores de fósforo nas folhas do feijoeiro aumentaram com as doses de adubação fosfatada disponibilizada à cultura.

Tabela 8. Fósforo na parte aérea de plantas do feijoeiro em função da aplicação de P via foliar em diferentes estádios fenológicos sob condições de aplicação de 60 e 120 kg ha⁻¹ de P na sementeira, em R7. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Fósforo na Planta (g kg)	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	1,00 a	1,00 a
T2	1,00 a	1,00 a
T3	1,00 a	1,00 a
T4	1,00 a	1,00 a
T5	1,00 a	1,25 a
T6	1,00 a	1,00 a
T7	1,25 a	1,00 a
Media	1,03 A	1,03 A
DMS1		0,42
DMS2		0,29
C.V.%		7,29

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na sementeira. CV%: coeficiente de variação.

As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo se regularizando o suprimento de fósforo. O suprimento adequado de fósforo é, pois, diferentemente dos demais nutrientes, essencial seu suprimento desde os estádios iniciais de crescimento da planta, até completar o seu ciclo produtivo (Grant et al. 2001).

Os tratamentos com fósforo foliar e via solo proporcionaram maior acúmulo de fósforo nos grãos (**Tabela 9**). Corroboram com esses resultados os obtidos por Teixeira e Araujo (1999), Pelá et al. (2003) e Pelá et al. (2009), que também verificaram aumentos nos teores de fósforo nos grãos de feijão com aplicação deste via foliar. Isso demonstra a absorção do fósforo pela área foliar e o seu translocamento da folha para o grão, por ser um elemento extremamente móvel no interior da planta (Malavolta, 1980). Isso poderá permitir um melhor vigor das sementes e melhorar na composição nutricional na alimentação humana.

Tabela 9. Fósforo no grão do feijoeiro em função de doses de P aplicados via adubação foliar em diferentes estádios fenológicos sob as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de P na semeadura. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Fósforo no Grão (g kg)	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	1,25 a	1,50 ab
T2	2,50 b	1,75 abc
T3	2,75 b	2,25 bcd
T4	4,25 c	3,50 e
T5	3,00 b	1,00 a
T6	3,25 bc	3,00 de
T7	2,50 b	2,75 cde
Media	2,78 B	2,25 A
DMS1		1,22
DMS2		0,86
C.V.%		22,08

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na semeadura. CV%: coeficiente de variação.

Esse resultado concorda com os obtido por Kubota (2006), em que a adubação foliar com fósforo elevou os teores de fósforo nos grãos de plantas cultivadas em solos com baixa disponibilidade do nutriente, isso pode estar relacionado com as condições hídricas em que as culturas foram submetidos. Estes teores de fósforo nas plantas sob adubação foliar demonstram o potencial da adubação foliar em elevar os teores de fósforo nas sementes e a grande capacidade de translocação e armazenamento neste órgão.

O fósforo é o nutriente que mais influi na produtividade do feijoeiro; entretanto, é um dos nutrientes menos exportados da área de cultivo (Arf, 1994). De acordo com Fageria et al. (2004), a eficiência de recuperação do fósforo é muito baixa (< 10%), em razão de uma alta

capacidade de fixação do fósforo nos solos. Mas a eficiência no uso do fósforo é muito maior do que a dos demais nutrientes essenciais.

De acordo com Kikuti et al. (2005), a diagnose foliar, baseada nos teores de macro e micronutrientes do tecido vegetal, é eficiente, pois correlaciona-se com os níveis críticos previamente estabelecidos para a cultura. Valores inferiores aos da faixa crítica são indicativos de carência nutricional e da necessidade de correção, enquanto valores superiores o são para toxicidade ao metabolismo da planta.

Os teores de nitrogênio na parte aérea do feijoeiro aos 15 dias (R7) após a última aplicação foliar com fósforo, ficaram abaixo do adequado (**Tabela 10**), com oscilação entre 19,6 a 29,4 g kg⁻¹ de matéria seca, enquanto o adequado está em torno de 30 g kg⁻¹. Isso pode estar relacionado com os baixos teores de fósforo encontrado nas plantas. Pois, o fósforo é de grande importância na absorção do nitrogênio do solo, uma vez que a redução do nitrato em amônio é um processo que requer muita energia e é fundamental na fosforilação da serina, enzima responsável pela regulação do nitrato redutase no processo de assimilação do nitrogênio (Provan et al., 2006).

Tabela 10. Nitrogênio na parte aérea do feijoeiro em função de doses de P foliar em diferentes estádios de desenvolvimento e de aplicações de 120 e 60 kg ha⁻¹ de P na semeadura, em R7. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Nitrogênio na Parte Aérea (g kg)	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	22,25 a	22,00 a
T2	22,75 a	22,25 a
T3	24,00 a	24,00 a
T4	25,25 a	23,25 a
T5	22,00 a	21,00 a
T6	23,50 a	21,25 a
T7	21,75 a	21,75 a
Media	23,07 A	22,21 A
DMS1		4,11
DMS2		2,90
C.V.%		8,26

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na semeadura. CV%: coeficiente de variação.

Os teores de proteínas dos grãos (**Tabela 11**) discordam dos obtidos por Zucareli (2005), que não encontrou diferença significativa no teor de proteína do feijão Carioca Precoce em função

de diferentes doses de fósforo aplicadas no solo; onde os maiores valores foram observados na ausência e na menor dose de adubação fosfatada (23,43% e 23,07% de proteína em função de 0 e 30 kg de P_2O_5 ha^{-1} , respectivamente). As porcentagens obtidas por Zucareli (2005) são intermediárias em relação as porcentagens do presente trabalho (com oscilação de 20,1% a 28% de proteínas) e acima dos 19,7% obtidos por Ramos Junior (2002), no mesmo cultivar de feijão. Já Petrilli (2007), trabalhando com a cultivar Perola, em função de diferentes doses de adubação fosfatada aplicada ao solo, as porcentagens obtidas foram de 22,8 a 24,1% de proteína nos grãos.

Tabela 11. Proteínas no grão do feijoeiro em função de doses de P foliar em diferentes estádios de desenvolvimento e de aplicações de 120 e 60 kg ha^{-1} de P na sementeira. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Proteínas no Grão (%)	
	120 kg ha^{-1} P_2O_5	60 kg ha^{-1} P_2O_5
T1	22,32 a	21,45 a
T2	22,55 ab	22,77 ab
T3	21,67 a	22,77 ab
T4	25,62 b	23,67 ab
T5	24,07 ab	22,10 a
T6	23,65 ab	22,52 ab
T7	22,97 ab	25,62 b
Media	23,67 A	22,98 A
DMS1		34,48
DMS2		24,38
C.V.%		6,78

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha^{-1} de P_2O_5 via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha^{-1} de P_2O_5 via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha^{-1} de P_2O_5 , foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha^{-1} de P_2O_5 , foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha^{-1} de P_2O_5 via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha^{-1} de P_2O_5 via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P_2O_5 via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na sementeira. CV%: coeficiente de variação.

Ao trabalhar com 12 cultivares de feijão, Moraes e Angelucci (1971), citado por Arf (1994), encontraram uma variação de 21,5 a 28,3% no teor de proteínas, enquanto Sgarbieri (1987), utilizando 150 cultivares de feijão, verificou variação dos teores de proteína bruta entre 19,0 a 34,0%, com uma média entre as cultivares de 25%.

A produtividade do feijoeiro foi influenciada pela aplicação de fósforo foliar e via solo (**Tabela 12**). Esses resultados discordam dos obtidos por Santos (2005), Kubota (2006) e Pelá et al. (2009), verificaram que a adubação foliar com fósforo não influenciou a produtividade do feijoeiro. E corroboram com os obtidos por Rezende et al. (2005), na cultura da soja, Pelá et al. (2003) e Cobucci et al. (2011), na cultura do feijoeiro, verificaram que houve efeito

significativo da adubação do fósforo foliar na produtividade, com aumento na produção de grãos nas plantas avaliadas.

Tabela 12. Produtividade do feijoeiro em função de doses de P aplicados via adubação foliar em diferentes estádios fenológicos sob as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de P na sementeira. Ipameri – GO. 2013.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	120 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	60 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅
T1	1156 b	1486 a b
T2	1843 a	1507 a b
T3	1440 a b	944 b
T4	1547 a b	1250 a b
T5	1175 b	1613 a
T6	1539 a b	1068 a b
T7	1679 a b	1340 a b
Media	1482 A	1315 B
DMS1		600,0
DMS2		147,6
C.V.%		19,52

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3; T2 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar no estágio fenológico V3.; T3 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T4 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foliar parcelado, sendo 20% no estágio fenológico V3, mais 40% no estágio fenológico R5 e 40% no estágio fenológico R6; T5 = 1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T6 = 0,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via foliar com aplicação de 50% no estágio fenológico R5, mais 50% no estágio fenológico R6; T7 = sem aplicação de P₂O₅ via foliar. DMS1: desvio médio significativo para a adubação foliar. DMS2: desvio médio significativo para doses de P na sementeira. CV%: coeficiente de variação.

Houve interação entre as formas de aplicação do fósforo (solo e foliar), isso provavelmente ocorreu em virtude das condições climáticas, em que a cultura foi submetida em campo por um longo veranico, passando por déficit hídrico nos estádios R6 a R8. Pois, a ocorrência do estresse hídrico, por ocasião da pré-florada (período de maior sensibilidade da cultura, quando ocorre a polinização), causa grande redução na produção (Santos 2005). Períodos de veranico, com duração aproximada de dez dias fazem com que o fluxo difusivo de fósforo do solo para a planta seja praticamente interrompido, podendo causar perdas significativas de produtividade à cultura, visto que a absorção de fósforo é dependente da disponibilidade de água no solo. (Novais e Smyth, 1999). Há perda de produtividade por falta de um estoque de fósforo intenso capaz de manter o crescimento da planta, por longos períodos, sem sua reposição do solo. Deficiência de água e fósforo é alguns dos mais importantes fatores limitantes ao crescimento dos vegetais nas regiões tropicais (Fageria et al., 1997). Contudo mais estudos são necessários para compreender o efeito do fósforo na produção do feijoeiro comum, quando eles recebem um suprimento de fósforo via foliar.

6. CONCLUSÕES

Os dois níveis de fósforo aplicados na semeadura e as doses de fósforo foliar e aplicados nos diferentes estádios fenológicos, proporcionaram pequenos incrementos nos componentes de produção do feijoeiro comum.

A adubação foliar com fósforo, aplicada em estádios diferentes afetou o rendimento de grãos no feijoeiro.

A adubação foliar com fósforo elevou os teores de fósforo nos grãos de plantas cultivadas em solos com maior disponibilidade de fósforo.

O teor de proteína foi influenciado pelas doses de fósforo aplicado via foliar.

Os componentes de produção: número de vagens por planta, número de grãos por planta e a massa de 100 grãos não aumentaram significativamente em função das doses de fósforo aplicado ao solo e via foliar.

Melhores resultados de produtividade de grãos foram obtidos quando se aplicou 1 kg ha^{-1} de P_2O_5 via foliar, 50% no estágio fenológico R5 mais 50% em R6 com a dose de 60 kg ha^{-1} de fósforo na adubação de semeadura, ou $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 via foliar no estágio fenológico V3 quando se utilizou a dose de 120 kg ha^{-1} na base.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. e BUZZETI, S. **Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro**. *Scientia Agrícola*, v. 57, n. 3, p. 293-296, 2000.
- ALVES, V. G.; ANDRADE, M. J. B.; CORRÊA, J. B. D.; MORAES, A. R. e SILVA, M. V. **Concentração de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da compactação e classes de solos**. *Ciência Agrotecnologia, Lavras*. V. 27, n. 1, p. 44-53, 2003.
- ALWATHNANI, H. A.; PERVEEN, K.; TAHMAZ, R.; ALHAQBANI, S. **Evaluation of biological control potencial of locally isolated antagonist fungi against *Fusarium oxysporum* under in vitro and pot conditions**. *African Journal of Microbiology Research*. v. 6, p. 312-319, 2012.
- ARF, O. Importância da Adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M. E. e BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. Ícone. São Paulo, 1994. p. 233-255.
- BARBOSA, F. R. e GONZAGA, A. C. D. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2012 – 2014**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Brasil. p. 272, 2012.
- BEN, J. R. **Adubação foliar na cultura da soja**. Embrapa-CNPT. Passo Fundo, 1983, 13 p. (Documentos, 4).
- BORKERT, C. M. **Soja: adubação foliar**. Embrapa – CNPSo. Londrina, 1987, 34 p. (Documentos, 22).
- CARVALHO, A. M.; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P. e KINJO, T. **Resposta do feijoeiro á aplicação de fósforo em solos dos cerrados**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 19, n. 1, p. 61-67, 1995.
- CARVALHO, N. M. e NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. FUNEP. Jaboticabal, 2000. 429 p.
- CASTRO, P. R. C. **Princípios da adubação foliar**. FUNEP. Jaboticabal, 2009. 42 p.
- CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R. M. Q. e RIBEIRO, A. C. Feijão. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.
- COBUCCI, T.; LIMA, D. A. P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, P. e NASCENTE, A. S. **Aumento da eficiência de utilização de fósforo do solo em razão de aplicações foliares do nutriente**. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás.
- CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Safra de grãos: série histórica milho total. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_10_16_06_56_boletim_portugues_dezembro_2013.pdf>. Acesso em: 11/12/2013.

CONTE e CASTRO, A. M. e BOARETO, A. F. **Adubação foliar do feijoeiro com nutrientes, vitamina b1 e metionina.** Scientia Agrária, v. 2, n. 1-2, p. 117-121, 2001.

COSTA, J. G. C. e VIEIRA, N. R. Qualidade, classificação comercial e manejo pós-colheita. In.: YOKOYAMA, L. P. e STONE, L. F. **Cultura do feijoeiro no Brasil:** características da produção. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 51-64.

DAL BELLO, H.; COBUCCI, T.; CORDELLINI, M. e VISEU, L. Principais problemas da cultura de feijão irrigado. p 23-37. In: FANCELLI, A. L. (Ed). **Feijão:** tecnologia da produção. Piracicaba, ESALQ/USP/LPV, 2011. 164 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Catálogo de cultivares de feijão comum.** Santo Antônio de Goiás, 2013. 24p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2 Ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, J. A.; BOTELHO, F. J. E.; CARVALHO, B. O.; VILELA, F. L. e OLIVEIRA, G. E. **Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de feijão oriundas de sementes tratadas com enraizante e nutrição mineral das plantas.** Ciência Agrotecnologia. Lavras, v. 34, p. 1664-1668, 2010.

FAGERIA, N. K. **Effects of phosphorus on growth, yield and nutrient accumulation in the common bean.** Tropical Agriculture, v. 66, p. 249-255, 1989.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. e JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops.** CRC Press. Boca Raton, 2011, 560 p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. e JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops.** Marcel Dekker. New York, 1997. p. 441-489.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. e STONE, L. P. **Nutrição de fósforo na produção do feijoeiro.** In: Anais do Simpósio sobre Fósforo na Agricultura Brasileira. Potafos. Piracicaba, 2004, p. 435 – 455.

FAGERIA, N. K. **Maximizing crop yields.** Marcel Dekker. New York, 1992. 274 p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. e STONE, L. F. **Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada.** In.: Potafos. Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira. Informações Agronômicas. Piracicaba, n. 102, p. 1-9, 2003.

FANCELLI, A. L. Nutrição e adubação da cultura de feijão. p 129-164. In: FANCELLI, A. L. (Ed). **Feijão:** tecnologia da produção. Piracicaba, ESALQ/USP/LPV, 2011. 164 p.

FERNANDES, D. S. e ASCÊNCIO, J. **Acid phosphatase activity in bean and cowpea plants grown under phosphorus stress.** Journal of Plant Nutrition, v. 17, p. 229-241, 1994.

GARCIA, L. R. e HANWAY, J. J. **Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period.** Agronomy Journal. Madison, v. 4, n. 68, p. 653-657, 1976.

GRANT, C. A.; PLATEND, D. N.; TOMAZIEWICZ, D. J. e SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**. Potafós, n. 95, 2001, p. 1-5.

HAQ, M. U. e MALLARINO, A. P. **Foliar fertilization of soybean at early vegetative stages**. Agronomy Journal. Madison, v. 90, n. 6, p. 763-769, 1998.

HAQ, M. U. e MALLARINO, A. P. **Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization**. Agronomy Journal. Madison, v. 92, n. 1, p. 16-24, 2000.

HSIAO, T. C. e ACEVEDO, E. A. **Plant responses to water deficit, water-use efficiency, and drought resistance**. Agricultural Meteorology. Madison, v. 14, p. 59-84, 1990.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G. e MORAES, A. R. Teores de macronutrientes no feijoeiro em função de nitrogênio e de fósforo. In.: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão. 8., 2005, Goiânia. **Anais...**Goiania, 18 a 20 de outubro de 2005. Santo Antonio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, v. 2, 2005. p. 1093-1096.

KIMANI, J. M.; e DERERA, J. **Combining ability analysis across environments for some traits in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under low and high soil phosphorus conditions**. Euphytica, v. 166, n. 3, p. 1-13, 2009.

KUBOTA, F. Y. Aumento dos teores de fósforo e de molibdênio em sementes de feijoeiro via adubação foliar. In.: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** . Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, v. 2. p. 673-676.

KUBOTA, F. Y. **Aumento dos teores de fósforo e de molibdênio em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) via adubação foliar**. 2006, 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

LEAL, R. M. e PRADO, R. M. **Desordens nutricionais no feijoeiro por deficiência de macronutrientes, boro e zinco**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. Recife, v. 3, n. 4, p. 301-306, 2008.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; ANDRADE, B. B.; LANA, R. M. Q. e KORNDORFER, G. H. **Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico**. Bioscience Journal. Uberaba, v. 27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres. São Paulo, 1980, 254 p.

MALAVOLTA, E. **Nutri-Fatos**: informação agronômica sobre nutrientes para as culturas. Potafós, Piracicaba, 1996. 24 p. (arquivo do agrônomo – n. 10).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. In.: (ed.) MARSCHNER, P. 3º ed. Academic Press, 2012. p. 651.

MIRANDA, L. N.; AZEVEDO, J. A.; MIRANDA, J. C. C. e GOMES, A. C. **Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regimes de irrigação em solo de cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, n. 4, 2000.

MIRANDA, L. N.; AZEVEDO, J. A.; MIRANDA, J. C. C. e GOMES, A. C. **Calibração de métodos de análise de fósforo e resposta do feijão ao fósforo no sulco.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 37, n. 11, p. 1621-11627, 2002.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S. e MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: (ed.) CESAR da SILVA, F. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2º ed. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2009. p. 191-233.

MURAOKA, T. e NEPTUNE, A. M. L. Efeito da aplicação foliar de polifosfato, superfosfato, uréia e yogen na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In.: Simpósio de Adubação Foliar, 1., 1981, Botucatu. **Anais.** FEPAF. Botucatu, 1981, p. 120.

NASCIMENTO, M. S.; ARF, O. e SILVA, M. G. **Resposta do feijoeiro á aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar.** Acta Scientiarum Agronomy. Maringá, v. 26, n. 2, p. 153-1559, 2004.

NOVAIS, R. F. e SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

NOVAIS, R. F. e MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. e NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 134-177.

OLIVEIRA, I. P. e THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In.: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M. e YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. 589 p.

PARRA, C.; MARTÍNEZ-BARAJAS, E.; ACOSTA, J. e COELHO, P. **Phosphate deficiency responses of bean genotypes contrasting in their efficiency capacity to grow in low-phosphorus soils.** Agrociência, v. 38, p. 131-139, 2004.

PELÁ, A.; SILVA, M. G. e MELLO, J. W. V. Aplicação de fósforo via foliar durante o desenvolvimento do feijoeiro. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29. 2003. Ribeirão Preto. **Anais...** . Ribeirão Preto, 2003.

PELÁ, A.; RODRIGUES, M. S.; SANTANA, J. S. e TEIXEIRA, I. T. **Fontes de fósforo para adubação foliar na cultura do feijoeiro.** Scientia Agrária. Curitiba, v. 10, n. 4, 2009, p. 313-318.

PETRILLI, L. R. T. C. **Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro Cultivar Pérola.** 2007. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

PRIMAVESI, O. Resultados de nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: Simpósio de Adubação Foliar, 1., 1980. Botucatu. **Anais.** FEPAF. Botucatu, 1981, p. 73-109.

PROVAN, F.; HAAVIK, J. e CATHRINE, D. L. **The regulatory phosphorylated serine in full-length nitrate reductase is necessary for optimal binding to a 14-3-3 protein.** Plant Science. Ireland, v. 170, p. 394-398, 2006.

RAGHOTHAMA, K. G. **Phosphate acquisition**. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v. 50, p. 665-693, 1999.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. e ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 1993. 271 p.

RAMOS JÚNIOR, E. U. **Componentes do rendimento, qualidade de sementes e características tecnológicas em cultivares de feijoeiro**. 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L. e BOTTINO, L. **Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja**. Ciência Agrotecnologia. Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

ROSALES-SERNA, R.; SHIBATA, J. K.; GALLEGOS, J. A. A.; LÓPEZ, C. T.; CERECERES, J. O. e KELLY, J. D. **Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars**. Field Crops Research, v. 85, p. 203-211, 2004.

ROSOLÉM, C. A. e BOARETTO, A. E. **Adubação foliar**. In: Simpósio brasileiro de adubação foliar, 2. Fundação Cargill. Campinas. Anais, v. 2, p. 513 – 545, 1989.

ROSOLÉM, C. A. **Adubação foliar**. In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura brasileira. Embrapa. Brasília. Anais, p. 419-449, 1984.

ROSOLÉM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. UFLA/FAEPE. Lavras, 2002. 99 p.

SALISBURY, F. B. e ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**. Cengage Learning, São Paulo, 2012. 774 p.

SANTOS, M. G. **Aplicação foliar de fósforo, metabolismo fotossintético e produtividade do feijoeiro comum sob déficit hídrico**. 2005, 74 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C. e KAMINSKI, J. **Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solo sob sistema plantio direto**. Ciência Rural, v. 38, n. 4, p. 576-586, 2008.

SANTOS, J. Z.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; CARNEIRO, L. F.; CURI, N. e MORETTI, B. S. **Resposta do feijoeiro à adubação fosfatada em solos de cerrado com diferentes históricos de uso**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. V. 35, p. 193-202, 2011.

SGARBIERI, V. C. Composição e valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: **Feijão: fatores de produção e qualidade**. Fundação Cargil. Campinas, 1987, p. 257-326.

SILVA, P. R. C. **Processo de produção de adubos foliares**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (Rede de tecnologia da Bahia). Salvador, 2006, 5 p.

SILVA, R. J. S. e VAHL, L. C. **Resposta do feijoeiro á adubação fosfatada num neossolo litólico distrófico da região sul do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrociência. Pelotas, v. 8, n. 2, p. 129-132, 2002.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZA, E. F. C. e SOUSA-SCHLICK, G. D. **Produtividade e qualidade dos grãos de feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar.** Revista Brasileira de Ciência do solo. Viçosa, v. 35, n. 3, p. 2019-2028, 2011.

SOUSA, D. M. G. e LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G. e LOBATO, E. (Eds). **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2 Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p 283-316.

SOUZA, G. A.; PRIMAVESI, O. e COUTINHO, E. L. M. Adubação foliar em soja. In: Simpósio de Adubação Foliar, 1., 1980. Botucatu. **Anais,...** . FEPAF. Botucatu, 1981. p. 125.

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A. e AVILA, F. W. **Nutrição fosfatada e rendimento do feijoeiro sob influência da calagem e adubação orgânica.** Ciência Agrotecnologia. Lavras, v. 30. n. 4, p. 656-664, 2006.

STONE, L. F. e SILVEIRA, P. M. **Limites de competição dos componentes da produtividade da cultivar de feijoeiro Pérola.** In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 18 a 20 de outubro de 2005. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, v. 2, 2005. p. 827-830.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5 ed. Artmed. Porto Alegre, 2013. 954 p.

TEIXEIRA, M. G. e ARAÚJO, A. P. Aumento do teor de fósforo em sementes de feijoeiro através da adubação foliar. In.: Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, 6., Salvador, 1999. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 756-759.

VIDAL, L. S. e JUNQUEIRA NETO, A. J. **Efeito da densidade de plantas e de doses de fósforo sobre algumas características de duas cultivares de feijão.** Ciência Prática, v. 6, n. 2, p. 195-207, 1982.

WRIGHT, A. L. **Soil phosphorus stocks and distribution in chemical fractions for long – term sugarcane, pasture, turfgrass, and Forest systems in Florida.** Nutr. Cycling Agroec., v. 83, n. 5, p. 223-231, 2009.

ZAGONEL, J. **Produtividade e componentes da produção de duas cultivares de feijão em função da profundidade de aplicação de adubo.** 1997. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARREIRO, A. P.; NAKAGAWA, J. e CAVARIANI, C. **Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão.** Revista Brasileira de Sementes. Curitiba, v. 28, n. 1, p. 09-15, 2006.

ZUCARELI, C. **Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro CV. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã.** 2005. 183 f. Tese (Doutorado em

Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

ZUCARELI, C.; CAMPOS, A. F. e FRARE, V. C. Componentes de produção e produtividade de sementes de feijão CV. IAC Carioca em função da adubação fosfatada. In.: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24.; 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2003. 1. CD ROM.