

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES DE FÓSFORO NO TEOR CRÍTICO DE P FOLIAR E
NA PRODUTIVIDADE DO QUIABEIRO**

Arilson De Jesus França Souza

Licenciado em Ciências Agrárias

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES DE FÓSFORO NO TEOR CRÍTICO DE P FOLIAR E
NA PRODUTIVIDADE DO QUIABEIRO**

Arilson de Jesus França Souza

Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho

Coorientadora: Profa. Dra. Sandra Maria cruz Nascimento

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2017

Souza, Arilson de Jesus França
S721d Doses de fósforo no teor crítico de P foliar e na produtividade do
quiabeiro / Arilson de Jesus França Souza. – Jaboticabal, 2018.
iii, 23 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018.
Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho
Coorientadora: Sandra Maria Cruz Nascimento
Banca examinadora: Juan Waldir Mendoza Cortez, Roberto Botelho
Ferraz Branco
Bibliografia

1. *Abelmoschus esculentus*. 2. Quiabeiro - produtividade. 3.
Fertilização Fosfatada. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.648:631.85

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DOSES DE FÓSFORO NO TEOR CRÍTICO DE P FOLIAR E NA
PRODUTIVIDADE DO QUIABEIRO**

AUTOR: ARILSON DE JESUS FRANÇA SOUZA

ORIENTADOR: ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO

COORIENTADORA: SANDRA MARIA CRUZ NASCIMENTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. JUAN WALDIR MENDOZA CORTEZ
Facultad de Agronomía / Universidad Nacional Agraria La Molina / Peru



Pesquisador Dr. ROBERTO BOTELHO FERRAZ BRANCO
APTA - Polo Regional do Centro Leste / Ribeirão Preto/SP

Jaboticabal, 19 de dezembro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Arilson de Jesus França Souza - Nascido em 10 de fevereiro de 1974 na cidade de Peri mirim – MA, filho de José Aroldo Souza e Nadir França Câmara, membro de uma família de 5 irmãos e 3 irmãs, casado com Katiana da Conceição Silva Souza. Em 1995 concluiu o curso Técnico em Agropecuária pela então Escola Agrotécnica Federal de São Luís-MA. Entre os anos 1997 a 2001 exerceu a função de Técnico em Agropecuária e Gerente na empresa Agropecuária Agrojaisa S/A. De 2002 a 2008 exerceu a função de Técnico em Agropecuária em Cooperativas e ONGs, atuando em Assistência Técnica e Extensão Rural em Áreas de Assentamentos da Reforma Agrária do INCRA. No ano de 2008 foi aprovado em concurso público e nomeado na função de Técnico em Agropecuária pela Prefeitura Municipal de Pinheiro – MA. Em 2009 foi aprovado em concurso público e nomeado na função de Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal Maranhão (IFMA) – Campus Codó (exerceu as funções de chefe do setor de zootecnia, assessor do departamento de produção e assessor da coordenação geral de cursos superiores), em 2013 foi removido para o IFMA – campus São Luis/Maracanã, na mesma função (exerceu também as funções de chefe do setor de carnes e derivados e chefe do setor de suínos e caprinos). Em 2015 Graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrárias pelo IFMA - Campus São Luis/Maracanã. Em 2016 ingressou no curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Educação do Campo pela Universidade Federal do Maranhão e em 2017 obteve o título de Especialista. Em 2016 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” – UNESP Campus de Jaboticabal, em um programa de qualificação de servidores (MINTER: UNESP / IFMA), cujo cumprimento dos créditos foi realizado no IFMA – Campus São Luis/Maracanã e as etapas: estágio à docência, escrita da dissertação, qualificação e defesa da dissertação foram realizadas na UNESP, Campus de Jaboticabal – SP no segundo semestre de 2017.

“Quando você tem um sonho, batalhe com todas as forças, corra sem olhar para trás e procure conforto nas pessoas que te amam”.

Camilo Aparecido

DEDICO

À Deus o grande responsável por esta conquista, Nossa Senhora mãe de Jesus, Santa Rita de Cássia, Nossa Senhora desatadora dos nós e à minha família.

AGRADECIMENTOS

É difícil expressar esse sentimento de dever cumprido e a satisfação pessoal por ter conseguido galgar mais uma etapa de realização profissional no percurso difícil da vida. No entanto, nada disso seria possível se não houvesse a benção de Deus e Nossa Senhora, dos anjos e santos e as imprescindíveis contribuições recebidas de forma direta e indireta no decorrer desta caminhada e desta realização. Portanto, gostaria de agradecer do fundo do coração a cada um que fez e faz parte de mais essa etapa vitoriosa em minha vida.

À Deus (santíssima trindade) por ser meu tudo, por me fazer capaz de lutar e realizar meus sonhos e objetivos de vida. À Nossa Senhora mãe de Jesus, Santa Rita de Cássia, Nossa Senhora desatadora dos nós a quem sou devoto, filho e apadrinhado, por me proteger e me orientar na condução da vida.

Aos meus pais José Aroldo Souza e Nadir França Câmara por ter me proporcionado o dom da vida, pelo amor e apoio dado em todos os momentos de minha vida. Meu “eterno” muito obrigado!

À minha esposa e meu amor Katiana da Conceição Silva Souza, pelo amor, pelo companheirismo, amizade, por acreditar, incentivar e apoiar minha caminhada.

Às minhas irmãs Anett, Arlete e Aliny e aos meus irmãos Aginaldo, Arivelton, Arioston e Arielson pelo incentivo, apoio e carinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho pela imensa e valiosa orientação, pelos ensinamentos, pelo acolhimento, pela amizade e confiança, fatos imprescindíveis para concretização desta conquista. Muito obrigado!

À minha Coorientadora Profa Dra Sandra Maria Cruz Nascimento pela amizade, parceria, confiança e orientação, fato fundamental nesta realização.

À minha equipe executora da pesquisa de campo: Antonio Anísio Pinheiro, Cleilson de Sousa Oliveira, Isaac dos Santos Pereira, Israel Nunes Pereira, Jeremias Vieira da Costa, José Ribamar Sousa Dias, Katiana da Conceição Silva Souza, Rogério da Cruz Pereira Aguiar, Saymon dos Santos Rodrigues e Tenório Emerson Rodrigues, pela dedicação e compromisso com a condução dos trabalhos. Muito obrigado!

Aos amigos/irmãos Ariston Pinto Santos e Antonio Anísio Pinheiro por todo

apoio dado no decorrer do mestrado.

Ao Sr José Nascimento dos Santos pela imensa contribuição dada, principalmente nas etapas de instalação do experimento.

Aos colegas de turma do MINTER pelo apoio e incentivo nas etapas do curso.

Aos amigos doutorandos de Agronomia da UNESP - Jaboticabal: Alexson Filgueiras Dutra, Leonardo Correia Costa e Victor Manuel Vergara Carmosa pela imensa colaboração na etapa de escrita da dissertação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Produção vegetal da Universidade Estadual Paulista Campus Jaboticabal pela oportunidade.

Ao coordenador Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho coordenador da pós-graduação (mestrado) em Agronomia/Produção Vegetal na modalidade MINTER, convenio UNESP/IFMA, por tudo que fez para que o curso transcorresse de forma exitosa.

À bibliotecária Michelle Silva Pinto pela imensa contribuição na normalização desta dissertação.

Aos Professores e Professoras do MINTER – UNESP/IFMA pelo esforço e dedicação em fazer acontecer esse curso de Pós-Graduação, haja vista, a necessidade do deslocamento até São Luís do Maranhão para ministrar aulas.

Aos servidores da UNESP – Campus Jaboticabal, em especial aos servidores da Produção Vegetal/Olericultura pela receptividade, acolhimento e presteza no atendimento.

Aos professores do IFMA – Maracanã: Paulo Santos Medeiros, Alexandra Sousa Nascimento da Silva e ao agrônomo Thiago Palhares pelas importantes contribuições na execução da pesquisa de campo.

Ao GEPASA pela cessão de equipamentos para coleta de dados da pesquisa

Ao IFMA pelo financiamento do mestrado e pela bolsa concedida no período de estágio de docência realizado na UNESP campus Jaboticabal - SP

Ao IFMA – Campus São Luis / Maracanã por minha liberação para realizar a etapas: disciplina seminários, estágio docência, qualificação e defesa da dissertação na UNESP, Jaboticabal - SP.

A todos e todas que contribuíram de forma direta e indireta para a concretização deste sonho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 O quiabeiro.....	3
2.2 Fósforo.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	8
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	9
3.3 Instalação e condução do experimento.....	9
3.4 Características avaliadas.....	10
3.5 Análise estatística.....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5 CONCLUSÃO.....	18
6 REFERÊNCIAS.....	19

DOSES DE FÓSFORO NO TEOR CRÍTICO DE P FOLIAR E NA PRODUTIVIDADE DO QUIABEIRO

RESUMO - O quiabeiro é uma malvácea de grande importância econômica e social para o Estado do Maranhão; porém, há carência de informação para recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura no Estado, baseando-se em recomendações de outros Estados. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses de P no crescimento e produtividade do quiabeiro e obter o teor crítico do nutriente. O experimento foi realizado de 15-02 a 09-05-2017, em campo, em São Luís, MA. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, os tratamentos corresponderam às doses de fósforo (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅), com quatro repetições. A adubação fosfatada aumentou a precocidade do florescimento, incrementou a altura da planta e a massa seca da folha e do caule. Comprimento e número de frutos ajustaram-se à equação quadrática, assim como a produtividade de frutos, que foi máxima com 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O teor crítico de P, para produzir 90% da produtividade máxima, foi de 3,4 g kg⁻¹ na massa seca da folha padrão para avaliação do estado nutricional.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus*, fertilização fosfatada, nutrição mineral.

PHOSPHORUS DOSES UPON CRITICAL CONTENT FOLIAR P AND PRODUCTIVITY OF OKRA

ABSTRACT - The okra is a Malvaceae specie with large economic and social importance for the State of Maranhão, however, there is a shortage of information for corrective and fertilization recommendations for the okra crop in the State, and farmers use recommendations from other states. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of P doses on growth and productivity of the okra and to obtain the critical content of the nutrient as a function of the phosphorus dose. The experiment was carried out from 1-15 to 5-9 2017, in the field, in São Luis, MA. The experimental design was a randomized block. The treatments corresponded to the phosphorus doses (0, 80, 160, 240 and 320 kg ha⁻¹ of P₂O₅), with four replications. Phosphate fertilization increased precocity of flowering, increased plant height, and leaf and stem dry mass. Length and number of fruits adjusted to the quadratic equation, as well as fruit yield, which was maximal with 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅. The critical content of foliar P to produce 90% of the maximum yield was 3.4 g kg⁻¹ in the dry mass of the standard leaf for evaluation of nutritional status.

Keywords: *Abelmoschus esculentus*, phosphate fertilization, mineral nutrition.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o quiabeiro encontra condições climáticas excelentes para seu desenvolvimento, em especial nas regiões Nordeste e Sudeste, uma cultura bastante cultivada por pequenos agricultores. (MOTA *et al.*, 2008). O Estado do Maranhão apresenta condições agroclimáticas favoráveis ao cultivo do quiabeiro, que vem desempenhando papel estratégico socioeconômico para a agricultura familiar, além de sua importância alimentar e nutricional.

Nos municípios que fazem parte da Ilha de São Luís (MA), o quiabeiro é uma das mais tradicionais hortaliças cultivadas nos polos produtores (SILVA; PEREIRA, 2008). O quiabeiro é cultivado principalmente por agricultores familiares por ser uma cultura rústica, tolerante ao calor, de fácil cultivo e com retorno econômico. É cultivado tanto no período chuvoso como no de estiagem com uso de irrigação (SANTOS-CIVIDANES, 2011). Vale salientar que o cultivo no período chuvoso é amplamente predominante.

No entanto, apesar da expressiva importância socioeconômica do quiabeiro para a grande São Luís a forma de cultivo que ainda predomina é a familiar com baixo nível tecnológico, com escassez de informações sobre a fertilização da cultura. Praticada de forma empírica, a aplicação de corretivos e fertilizantes, geralmente, leva mais desordens nutricionais, baixa eficiência, baixa produtividade, além de possível impacto ambiental. No Estado Maranhão, não há estudos sobre recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura do quiabeiro, sendo utilizadas recomendações de outros Estados.

Dentre os nutrientes, o fósforo desempenha papel importante na planta, sendo requerido em muitos dos processos metabólicos (transferência de energia) e também como componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos (GRANT, 2011). Sendo um dos nutrientes que mais limita a produtividade das culturas, devido aos baixos níveis de fósforo disponíveis às plantas em solos tropicais intemperizados.

Nesse sentido, inferiu-se que a partir da aplicação de doses de fósforo no cultivo do quiabeiro, pode-se obter dose adequada para maior desempenho

agronômico da cultura e nível crítico de P foliar no quiabeiro. Assim, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho agrônômico do quiabeiro e obter o teor crítico de P foliar para esta cultura em função de doses de fósforo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O quiabeiro

O quiabeiro é uma hortaliça muito cultivada por agricultores familiares do Nordeste e Sudeste brasileiro, sendo muito apreciada na culinária dessas regiões. Contém bom teor de fibras, é rica em proteínas, cálcio, ferro, fósforo, vitaminas A e B, além de apresentar propriedades medicinais. (FILGUERIA, 2013).

É caracterizada como planta arbustiva, de porte ereto e caule semilenhoso, pode atingir três metros de altura. As folhas são grandes, com limbo profundamente recortado, lobadas e pecíolos longos. O sistema radicular é profundo, com raiz pivotante, podendo atingir até 1,9 m de profundidade. (FILGUEIRA, 2013). No entanto, o quiabeiro 'Speedy', objeto deste estudo, é uma planta com desenvolvimento precoce e porte baixo, o ciclo dessa cultura é em torno de 100 dias. O ciclo vegetativo é em torno de até 45 dias e o ciclo reprodutivo dos 46 aos 100 dias após emergência.

A cultura do quiabeiro é muito popular em regiões de clima tropical e subtropical devido à rusticidade das plantas e principalmente à tolerância ao calor, além de não exigir grande tecnologia para seu cultivo (OMOTOSE; SHITTU, 2007). As temperaturas médias apropriadas para seu cultivo estão na faixa de 21 a 29 °C. Temperaturas acima de 35 °C e abaixo de 18,3 °C provoca quedas de flores e frutos novos (EZEAKUNNE, 1984; GUILHERME et al., 2011). Esta hortaliça é de ciclo curto, fácil cultivo e bem disseminada, principalmente no Nordeste do Brasil. Possui características desejáveis para os pequenos produtores sendo resistente à seca e bem adaptada ao clima tropical. Apresenta expressiva expansão em todo o Brasil e, apesar disso, ainda existem poucos estudos a respeito dessa cultura (SOUZA, 2012).

O emprego de tecnologias no cultivo do quiabeiro ainda é irrisório comparado com outras hortaliças de finalidades comerciais, assim como, também são poucos os investimentos empregados em práticas agrícolas que promovam ganhos de produtividade (OLIVEIRA et al., 2013). A adubação mineral é a prática que mais afeta a produção de hortaliças. No entanto, para o quiabeiro, ainda pouco se conhece sobre

as quantidades ideais de adubação a serem utilizadas (SOUZA, 2012).

O quiabo é uma das mais tradicionais hortaliças cultivadas no Estado do Maranhão, muito apreciado na culinária local, estando sempre presente nos pólos produtores, especialmente nos municípios que fazem parte da Ilha de São Luís.

2.2 Fósforo

Dentre os nutrientes, o fósforo é o segundo que mais limita a produtividade de culturas em solos tropicais. (GATIBONI, 2003). Isto acontece devido à grande capacidade que o elemento possui em formar compostos estáveis com os colóides do solo, sob fortes ligações, ou ainda, pela capacidade de ser adsorvido por óxidos de ferro e alumínio, e filossilicatos de camada 1:1, materiais estes que são comuns em solos intemperizados. (TIECHER, 2011).

O fósforo no solo está desigualmente distribuído em cinco compartimentos: precipitado com alumínio, ferro ou cálcio, adsorvido aos óxidos de ferro e alumínio da fração argila, em solução, na forma orgânica ou fazendo parte de compostos marcadamente insolúveis. Esses compartimentos exibem variadas capacidades de fixação e, portanto, de liberação do nutriente disponível às raízes das plantas na solução do solo. Em função do pH, o fósforo ocorre nas formas aniônicas H_2PO_4^- , e HPO_4^{2-} , ou PO_4^{3-} (RAIJ, 1991).

O pH do solo, como fator isolado, é o que mais afeta a disponibilidade de fósforo no solo, sendo o pH próximo de 6,5 o que promove a maior disponibilidade na solução do solo. (PRADO, 2008). O fósforo ocorre nas formas aniônicas H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , ou PO_4^{3-} , as formas absorvidas de fósforo pelas raízes são H_2PO_4^- ou HPO_4^{2-} , entretanto, a primeira predomina, porque em solos tropicais, predomina a reação ácida ($\sim\text{pH}=5,5$), e com isso a forma iônica predominante na solução do solo, seria H_2PO_4^- , (PRADO, 2014).

A baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais tem provocado, ao longo dos anos, um aumento considerável na adição de fertilizantes fosfatados, não apenas, para suprir a exigência das culturas, mas também para compensar as quantidades que se tornam indisponíveis pelos sítios de adsorção. Como consequência, grandes

doses de fósforo são utilizadas nas fertilizações e o acúmulo do nutriente é inevitável. (SILVA, 2013).

Embora o fósforo seja um dos nutrientes que proporcione maior resposta em termos de produção de frutos no quiabeiro, pouco se conhece, ainda, a respeito das quantidades a serem utilizadas, permitindo produtividades satisfatórias nessa cultura. No Estado do Maranhão, não existe pesquisa que demonstre o efeito de doses de P no quiabeiro.

Moura (2004) apresenta a constituição do solo de São Luís (MA) como sendo formado por arenitos finos argilosos ou muito argilosos, ricos em argilas do grupo das caulinitas, podendo estar intercaladas por folhelhos. Sob forte influência do intemperismo, as desagregações dos sedimentos deram origem aos solos que predominam naquela região: Argissolos, Latossolos e Plintossolos, com suas características peculiares no que se refere à química, física e biologia destes solos. Silva (2013) ressalta que devido a fragilidade da estrutura das camadas superficiais associadas ao elevado regime de chuvas e a carência de adoção de práticas de conservação, os indicadores físicos do solo ganham tanta importância quanto os químicos, no que se refere à disponibilidade do fósforo.

Para adubação fosfatada do quiabeiro no Estado de São Paulo, Trani et al. (1997) recomendam aplicar, no plantio, 360, 180 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ quando os teores de P_(resina) no solo estão nas faixas de 0 a 25, 26 a 60, e maior que 60 mg dm⁻³, respectivamente. Como o Estado do Maranhão não dispõe de pesquisas para este fim, agricultores e técnicos se baseiam em recomendações de outros Estados, como a de São Paulo. Assim, em razão de diferenças quanto ao solo, clima e cultivares, há necessidade de se avaliar a resposta do quiabeiro às doses de fósforo

Uma das condições para que a planta otimize a absorção de fósforo é que a reserva do ânion no solo seja mantida constante. (SILVA, 2013). O contato íon raiz acontece por difusão. Dentro da planta, o fósforo se move na forma em que é absorvido (H₂PO₄⁻), acumulando-se bastante na planta adulta, em órgãos como sementes e frutos. A redistribuição acontece na forma orgânica com a alta mobilidade do nutriente sendo representada pela grande concentração da forma orgânica que é encontrada no floema. (PRADO, 2008).

A resposta das culturas à adubação fosfatada está relacionada a fatores

internos e externos à planta. Dentre os fatores externos, o pH do solo, a umidade do solo, os tipos de minerais de argila e a textura do solo, podem ser considerados fundamentais na identificação da disponibilidade de P e sua absorção pelas plantas (SANTOS et al., 2008). Assim, as variações na disponibilidade de P nos solos indicam a necessidade de se identificar os teores não limitantes ao crescimento das plantas e que proporcionem máxima produtividade agrícola, sendo este denominado nível crítico de P no solo. (OLIVEIRA et al., 2013). A determinação do nível crítico de P em diferentes solos de capacidade de adsorção do elemento é fundamental para a determinação das doses adequadas de fertilizantes. (CORRÊA et al., 2008).

Apesar da pequena exigência da cultura, 473,8 mg por planta (GALATI et al., 2013), são obtidas respostas positivas à adubação fosfatada, conforme observado por Oliveira et al. (2007). O fósforo é, reconhecidamente, um nutriente relevante para a obtenção de produtividade elevada e melhor qualidade dos produtos, pois atua positivamente no florescimento e na frutificação das plantas e contribui para o bom desenvolvimento do sistema radicular, pois o fornecimento de doses adequadas de fósforo estimula o desenvolvimento radicular, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas e, em geral, incrementa a produção nas culturas. (RAIJ, 1991).

Além da função estrutural, o fósforo está ligado a processos metabólicos importantes, tais como a transferência e armazenamento de energia, podendo afetar vários outros como a síntese de proteínas e ácidos nucleico. (MOTA et al., 2003; MALAVOLTA, 2006). O fósforo está presente nos fosfolípidios, nucleotídeos, ácido fítico, e coenzimas, promovendo a absorção do molibdato, regulando, regulando muitos processos enzimáticos e atuando como ativador enzimas. (SOUZA et al., 2003)

Galati et al. (2013) verificaram que há grande incremento na absorção de P pouco após o florescimento, quando inicia-se a colheita de frutos do quiabeiro.

No quiabeiro, a adubação fosfatada pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento da cultura, por meio de modificações na altura da planta, diâmetro do caule, largura de folha e comprimento de raiz ou pelo número de unidades estruturais das folhas, flores, frutos e raízes, refletindo positivamente na produtividade. (OLIVEIRA et al., 2010).

A rápida redistribuição do fósforo de órgãos mais velhos para os mais novos

quando ocorre à carência do elemento, faz com que as folhas mais velhas sejam as primeiras a mostrar os sintomas de deficiência. (PRADO; CECÍLIO FILHO, 2016).

Plantas de quiabeiro com deficiência desse nutriente apresentam desenvolvimento insatisfatório, afetando diretamente o seu crescimento. As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta. (GRANT, 2011).

O excesso de fósforo é uma desordem rara na literatura, havendo indicações de pintas vermelhas-escuras nas folhas velhas. Diversos autores, contudo, citam efeitos depressivos do fósforo sobre a utilização dos micronutrientes catiônicos pelas plantas, especialmente o Zn, e outros em menor intensidade (Cu, Fe, Mn). Há hipóteses que explicam isso, e elas afirmam que pode ocorrer reação de precipitação do P, e o micro, nos vasos condutores, com seu transporte reduzido para a parte aérea. (PRADO, 2008). O uso de P em excesso pode induzir sintomas de deficiências desses micronutrientes. Ao ambiente, solos muito ricos em P, se carregados para mananciais, via erosão, podem elevar os teores de P e causar eutrofização, trazendo vários prejuízos. (KLEIN & AGNE, 2012).

De acordo com Trani, Passos e Nagai (1997), a faixa adequada de fósforo para o crescimento adequado do quiabeiro é de 3 a 5 g kg⁻¹.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O estudo foi realizado no período de 15-02 a 08-05-2017, em campo, no Instituto Federal do Maranhão – Campus São Luís/Maracanã, localizado em São Luís - Maranhão, a 2°36'35,94" de Latitude Sul, 44°15'52,02" Longitude Oeste, e altitude de 34 metros. A região apresenta temperatura média anual de 27°C, com precipitação média anual de 1.800 mm. O clima da região é do tipo B1 Aw, caracterizado como úmido, com escassez de água no inverno, entre os meses de julho a dezembro. (LABGEO/UEMA, 2002).

Os valores das temperaturas mínimas e máximas, de precipitação pluvial e umidade relativa do ar, referente ao período de condução do experimento constam na Tabela 1.

Tabela 1. Temperaturas máxima (T_{máx}), mínima (T_{mín.}) e suas médias (T_{méd.}), precipitação pluvial (PP), dias com chuva (DC) no experimento e umidade relativa do ar (UR).

Mês	T _{máx}	T _{mín.}	T _{méd.}	PP	DC	UR
	-----°C-----			mm		%
Fevereiro	30,3	23,6	26,9	162,2	10	89,9
Março	30,5	23,8	27,1	442,8	28	91,8
Abril	31,5	24,3	27,9	362,1	25	84,0
Mai	32,0	24,0	27,5	98,2	08	85,3

Fonte: INMET, 2017

O experimento foi instalado em solo classificado, segundo critérios da EMBRAPA (2006), como um Argissolo Vermelho Amarelo Distrocoeso.

A área experimental foi amostrada na camada de 0 a 20 cm, e realizadas análises química e granulométrica, cujos resultados foram: areia = 660 g kg⁻¹, silte = 110 g kg⁻¹ e argila = 230 g kg⁻¹, pH(CaCl₂) 3,5; matéria orgânica = 11 g kg⁻¹; P = 14 mgdm⁻³; K = 0,7 mmol_c dm⁻³; Ca = 9 mmol_c dm⁻³; Mg = 6 mmol_c dm⁻³; H +Al = 46 mmol_c dm⁻³; CTC = 61,7 mmol_c dm⁻³ e V = 25%. O teor de P no solo, segundo Trani e Raij (1997) é baixo.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos corresponderam às doses de fósforo (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅), em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela teve área de 3 metros de largura por 5 metros de comprimento, contendo três linhas de plantas e cada linha com 10 plantas.

Para avaliação das características, foram consideradas somente as oito plantas centrais da linha central parcela, e as demais foram consideradas bordadura.

3.3 Instalação e condução do experimento

Foi realizada calagem 80 dias antes do transplântio com incorporação de 3 t ha⁻¹ de calcário no solo, com auxílio de mecanização agrícola, na camada de 30 cm, para elevar a saturação por bases do solo a 75% recomendado por Trani e Rajj (1997) utilizou-se calcário dolomítico com PRNT de 91%, 32% e 15% de CaO e MgO, respectivamente.

As mudas do quiabeiro 'Speedy' foram produzidas em ambiente protegido do IFMA – campus São Luís/Maracanã, em bandejas de isopor de 128 células, com substrato formado por composto orgânico oriundo de esterco de curral e restos vegetais. O transplântio das mudas ocorreu dia 15-2-2017, 15 dias após emergência, em espaçamento de 1,0m entre linhas e 0,50m entre plantas.

Previamente ao transplântio, foram preparados sulcos de 15 cm de profundidade, que receberam 10 t ha⁻¹ de esterco de bovino curtido, oito dias antes do transplântio.

Foi aplicado, no dia do transplântio, 20 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, conforme a recomendação de Trani et al. (1997), e doses de P conforme tratamentos. As fontes de N, P e K foram ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

Em cobertura, foram aplicados 106 e 90 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, divididos em quantidades iguais aos 10, 17, 30 e 60 dias após o transplântio (DAT)

para N e aos 17, 30 e 60 DAT para K, aplicados a 15 cm da linha de plantio. Foi aberto sulco para aplicação dos nutrientes.

Devido à alta precipitação pluvial, não foi realizada irrigação das plantas (Tabela 1). O controle das plantas daninhas foi feito por três capinas manuais, com auxílio de enxadas, antes do plantio, aos 30 e 60 DAT. O controle de pragas foi feito com aplicação, nas plantas, de solução de óleo de Nim a 10%, aplicado aos 20 e 40 DAT. Também foi aplicado calda bordalesa, aos 45 e 60 DAT.

Os frutos foram colhidos de 21-03 a 08-05-2017, com intervalo de um dia, quando atingiam mais de 15 cm de comprimento, tamanho padrão do comércio local.

3.4 Características avaliadas

- a) Dias para início do florescimento: foi anotada a data de início do florescimento em relação ao transplântio. Considerou-se como início do florescimento, quando 70% das apresentavam flores.
- b) Teores foliares de N, P e K: para avaliar o estado nutricional do quiabeiro, conforme Trani e Rajj (1997), foi coletada uma folha recém-desenvolvida, por planta, das oito plantas da área útil, aos 40 DAT, por ocasião do início da frutificação.
- c) Altura da planta: aos 45 DAT, utilizando-se de trena milimetrada, as plantas foram medidas desde o colo até o ápice.
- e) Massa seca de folhas e do caule: aos 45 DAT, uma planta foi cortada na região do colo, e teve separadas as folhas do caule. Estas partes foram secas a 65°C em estufa de ventilação forçada até atingir massa constante, quando foram pesadas.
- f) Número de frutos: os frutos colhidos foram contados por parcela dos tratamentos para obtenção de média por planta.
- g) Comprimento: os frutos colhidos tiveram o comprimento medido por meio de uma régua milimetrada.
- h) Produtividade: obtida pelo somatório de massa dos frutos de todas as colheitas.

3.5 Análise estatística

Realizou-se a análise de variância dos dados pelo teste F e o estudo de regressão. Optou-se pela equação com F significativo ($P \leq 0,05$) e de maior coeficiente de determinação. Para análise estatística dos dados utilizou-se o programa AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve ajuste quadrático para número de dias para florescimento em resposta às doses de P (Tabela 2), e 190 kg ha⁻¹ de P₂O₅ propiciou maior precocidade (33 DAT). Quando não adubadas com P, observou-se atraso no florescimento, 2 dias a mais que quando adubadas com 190 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 1).

Tabela 2. Valores de F, significâncias, regressão polinomial, médias e coeficientes de variação de dias para início do florescimento (IF), altura da planta (AP) e massa seca da folha (MSF) e caule (MSC) do quiabeiro 'Speedy' em função de doses de fósforo.

Fósforo (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	IF (dia)	AP (cm)	MSF (g)	MSC (g)
0	35,0	60,1	17,5	27,0
80	33,3	67,4	23,8	46,1
160	33,8	66,8	23,4	48,5
240	33,0	70,3	27,4	51,3
320	34,0	67,5	30,9	56,9
Teste F	2,72 ^{ns}	3,32*	8,20**	9,25**
Regressão				
1º grau	2,3 ^{ns}	7,3*	30,3*	30,4**
2º grau	5,8*	4,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	3,7 ^{ns}
CV (%)	2,79	6,25	14,22	16,20

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

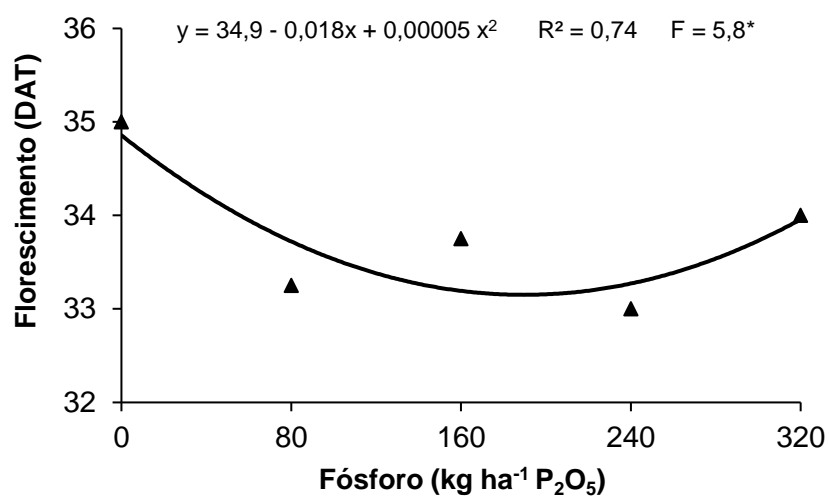


Figura 1. Número de dias para início do florescimento (dias após o transplântio- DAT) o quiabeiro 'Speedy' em função das doses de fósforo.

Aos 45 DAT a altura da planta teve ajuste linear crescente em função das doses de P aplicada. Sem fertilização com P, a altura da planta foi de 62,9 cm e atingiu 70 cm com 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionando incremento de 11,3% na altura da planta de quiabeiro 'Speedy' (Figura 2). O resultado corroborou o observado por Firoz (2009), que ao avaliar doses de nitrogênio e fósforo para o quiabeiro, verificou que o maior nível de fósforo tende a aumentar a altura da planta.

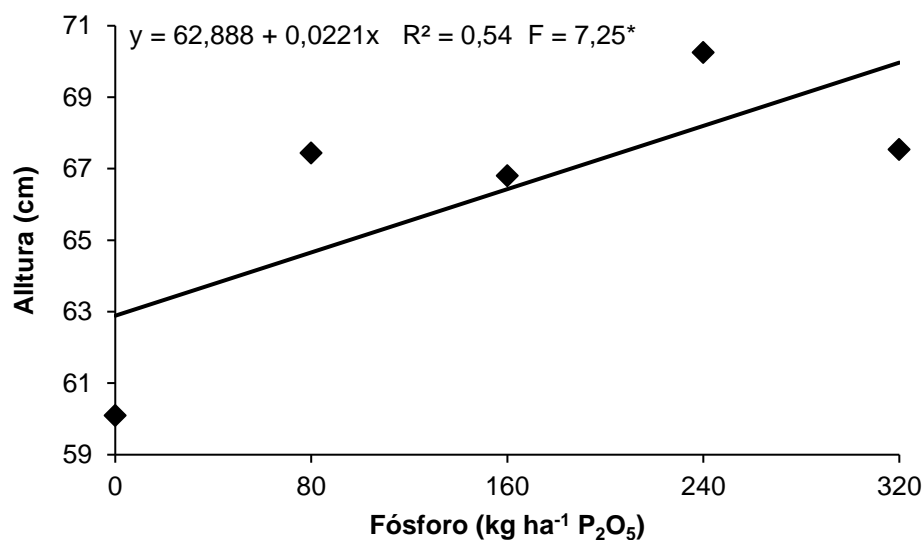


Figura 2. Altura do quiabeiro 'Speedy' aos 45 dias após o transplântio, em função das doses de fósforo.

A massa seca de folha e do caule da planta ajustaram-se ao modelo linear crescente em função das doses de fósforo (Tabela 2).

A massa seca da folha variou de 18,3 a 30,7 g planta as doses 0 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Com doses de 0 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a massa seca do caule variou de 33 a 58,9 g por planta, respectivamente (Figura 3). Portanto, verificou-se na massa seca de folhas e do caule incrementos de 67,6% e de 78,5%, respectivamente, com aplicação da maior dose de fósforo em relação à ausência da fertilização fosfatada

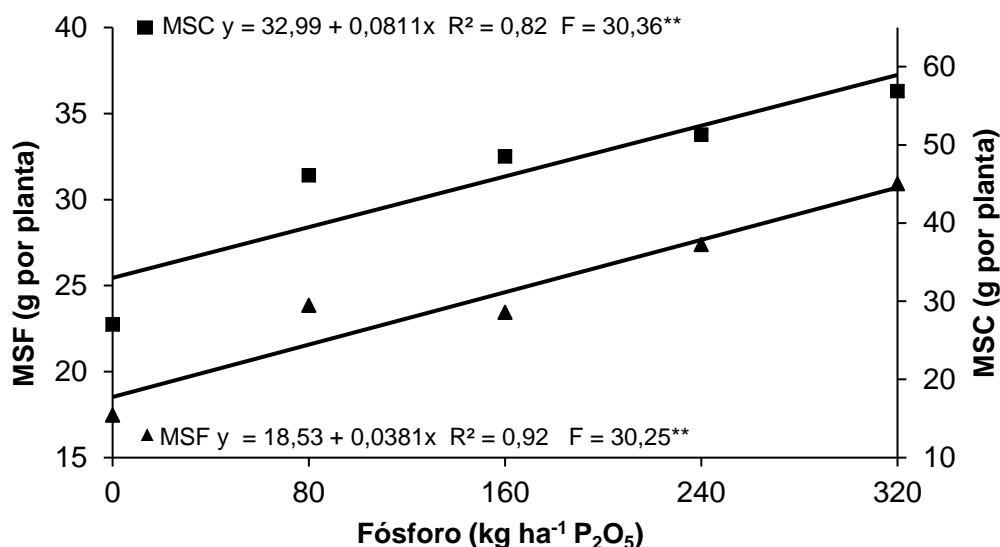


Figura 3. Massa seca de folhas (MSF) e do caule (MSC) do quiabeiro 'Speedy', aos 45 dias após transplante, em função das doses de fósforo.

Para o teor de N foliar (Tabela 3) foi obtido ajuste linear decrescente em função da dose de P aplicada ($Y = 33,12 - 0,0183x$, $R^2 = 0,68$ $F = 44,91^{**}$). Dessa forma, com o aumento da dose observou-se redução no teor de N foliar, o que não caracteriza redução na absorção de N, mas um efeito de diluição, visto que a MSF e a MSC (Figura 3) tiveram grande incremento com o fornecimento de P.

Tabela 3. Valores de F, significâncias, médias, regressão polinomial e coeficientes de variação dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (F) e potássio (K), comprimento dos frutos (CF), número de frutos (NF) e produtividade (PROD) de plantas de quiabeiro 'Speedy' em função de doses de fósforo.

Fósforo (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	N	P	K	CF	NF	PROD
	----- g kg ⁻¹ -----			Cm	frutos/planta	kg ha ⁻¹
0	34,6	3,4	34,4	16,6	19	7037,04
80	29,1	3,4	32,0	17,4	28	10657,50
160	30,3	3,5	49,2	17,4	23	9719,40
240	29,8	3,5	37,2	17,4	25	9735,69
320	26,9	4,2	37,3	17,0	23	9728,95
Teste F	16,40 ^{**}	3,62 [*]	3,02 ^{ns}	10,35 ^{**}	8,76 ^{**}	9,52 ^{**}
Regressão						
1º grau	44,91 ^{**}	9,81 ^{**}	0,84 ^{ns}	6,53 [*]	9,41 ^{**}	10,13 [*]
2º grau	1,32 ^{ns}	3,21 ^{ns}	2,87 ^{ns}	32,39 ^{**}	14,13 ^{****}	14,42 ^{**}
CV (%)	4,58	9,96	20,04	1,24	10,23	9,46

ns, *, e ** não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Para a maior dose (320 kg ha⁻¹ de P₂O₅) o teor foliar atingiu 27,3 g kg⁻¹,

enquanto sem aplicação de P, o teor foliar foi de $33,1 \text{ g kg}^{-1}$, equivalente a decréscimo de 17,6%. Os teores de N foliar, independentemente do tratamento, mostraram-se inadequados para a cultura do quiabeiro, segundo Trani e Raij (1997) que propõem a faixa de 35 a 50 g kg^{-1} . Provavelmente, a alta precipitação pluvial ocorrida no período de condução do experimento (Tabela 1) pode ter lixiviado o nitrogênio e, conseqüentemente, diminuído a recuperação em função do nutriente aplicado, levando aos baixos teores de N foliar.

Para o teor de P foliar, houve ajuste linear em função da dose de P aplicada (Tabela 3). A maior dose, 320 kg ha^{-1} de P_2O_5 , apresentou teor de P foliar de $3,9 \text{ g kg}^{-1}$ e sem aplicação de P, via fertilizante mineral, obteve-se $3,2 \text{ g kg}^{-1}$ de P foliar na massa seca das folhas (Figura 4).

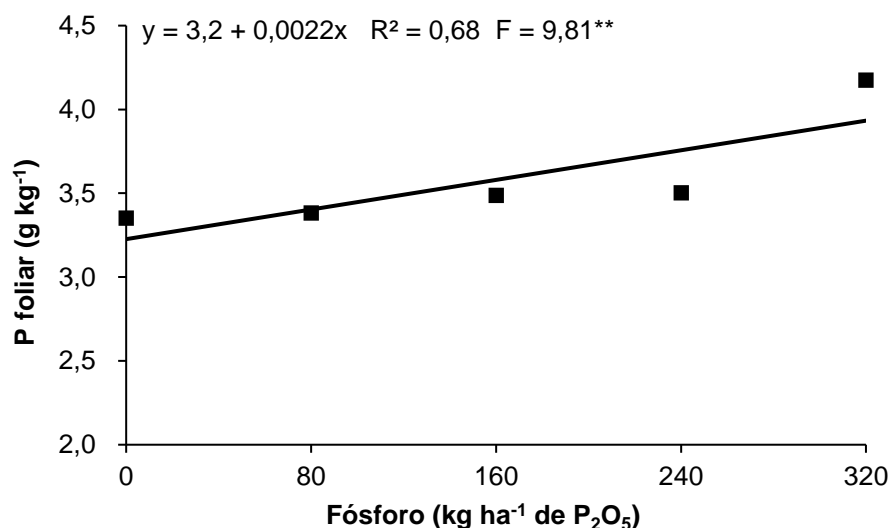


Figura 4. Teor de P na folha do quiabeiro 'Speedy', no início da frutificação, em função das doses de fósforo.

Os teores de P foliar, independente da dose de P aplicada, estiveram dentro dos teores adequados para a cultura do quiabeiro, segundo Trani e Raij (1997), entre 3 e 5 g kg^{-1} . O teor de P foliar adequado mesmo na ausência de aplicação de P pode ser atribuído ao P proveniente do esterco aplicado por ocasião do transplântio.

O comprimento dos frutos ajustou-se à equação de segundo grau (Tabela 3). Máximo comprimento ($17,5 \text{ cm}$) foi obtido com $181,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 (Figura 5), doses maiores diminuíram o comprimento dos frutos. Com a maior dose aplicada, 320 kg ha^{-1} de P_2O_5 , foi obtido comprimento de $17,0 \text{ cm}$.

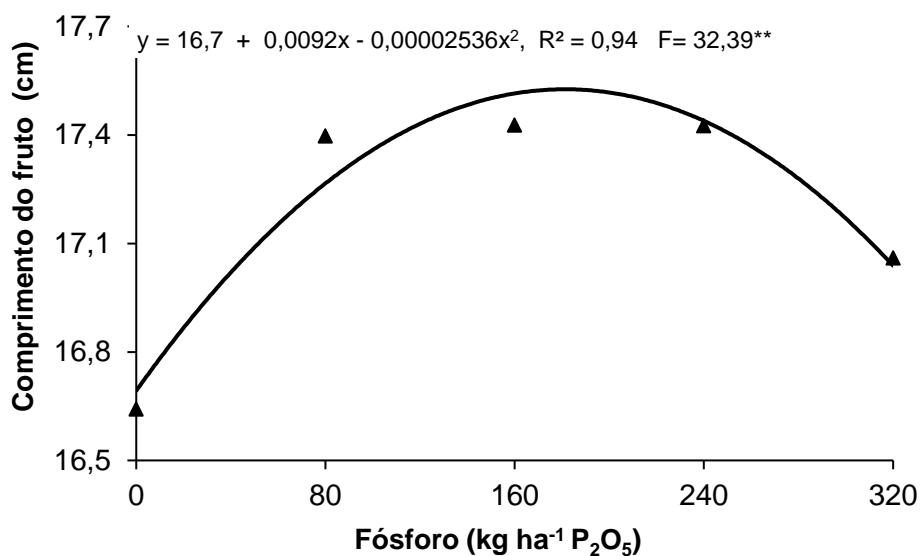


Figura 5. Comprimento dos frutos do quiabeiro 'Speedy' em função das doses de Fósforo no cultivo.

O número de frutos e a produtividade total ajustaram-se a equações de regressão de segundo grau (Tabela 3).

Máximo número de frutos por planta (30) foi obtido com 199 kg ha⁻¹ de P₂O₅, obtendo-se incremento de 36% em relação ao mínimo de frutos por planta (22), sem aplicação de P (Figura 6). Dose maior que a máxima estimada, diminuiu o número de frutos por planta, com 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi obtido 28 frutos por planta.

Oliveiral et al. (2013), em solo semelhante ao do presente estudo, obtiveram 9,7 frutos de quiabo por planta com a dose máxima estimada de 167 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Diferente do encontrado por Firoz (2009), que obteve número máximo de frutos de quiabeiro por planta (18,4) obtido com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Oliveira et al. (2007) observaram aumento linear no número de frutos por planta à medida que maiores doses de P foram utilizadas, obtendo máximo de 43 por planta aplicando a dose máxima de P no quiabeiro 'Santa Cruz 47' (176 kg ha⁻¹ P₂O₅).

Para produtividade de frutos, houve ajuste quadrático da dose de P aplicada. Com a dose máxima estimada de 200 kg ha⁻¹ e teor de crítico de P foliar de 3,6 g kg⁻¹ da massa seca da folha (Figura 4), foram obtidos 11.870 kg ha⁻¹ (Figura 6), equivalente ao incremento de 47,6% em relação às plantas sem aplicação de P₂O₅. Entretanto, para produtividade equivalente a 90% da máxima, foi obtido 10,683 kg ha⁻¹ de quiabo, observa-se redução de 48,5% na dose de P requerida, equivalente a 103 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Com este patamar de produtividade, o teor crítico de P foliar, é de 3,4

g kg⁻¹ da massa seca da folha (Figura 4), o qual pode ser considerado como teor crítico de P foliar para o quiabeiro.

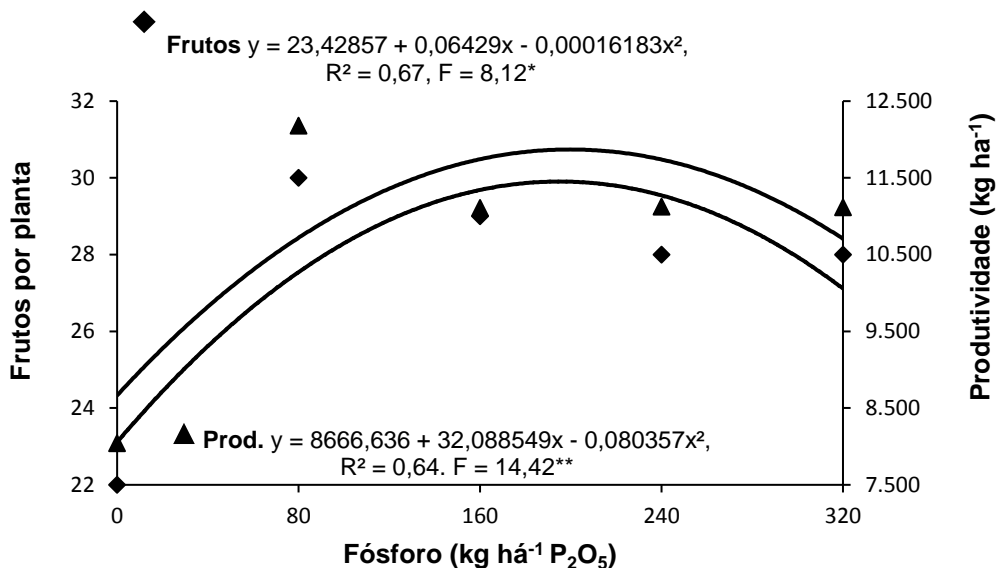


Figura 6. Número de frutos por planta e produtividade do quiabeiro 'Speedy' em função das doses de fósforo.

A produtividade máxima é semelhante à obtida por Galati et al. (2013), 12 t ha⁻¹, por ocasião de obtenção da marcha de acúmulo de nutrientes. Por outro lado, a produtividade obtida foi inferior à encontrada por Firoz (2009), que obteve máximo de 15,77 t ha⁻¹ com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no quiabeiro cultivado em solo de textura franco-argilosa, com baixo P-disponível. Oliveira et al. (2007) verificaram em quiabeiro 'Santa Cruz 47', produtividade crescente à medida que maiores foram as doses de P, com máxima produtividade de frutos obtido (43 frutos) com 176 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto Oliveira et al. (2013), obtiveram máximo de 8.570 kg ha⁻¹ com 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

5 CONCLUSÃO

O aumento na dose de fósforo torna mais precoce o florescimento, incrementa a altura da planta e a massa seca da folha e do caule.

Máxima produtividade de frutos de quiabo é obtida com 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

O teor crítico de P foliar no quiabeiro para 90% da produção é de $3,4 \text{ g kg}^{-1}$ na massa seca da folha padrão de avaliação do estado nutricional.

6 REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat**- sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos, versão 1.1.0.626. 2016.

CORRÊA, R. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; FREIRE, F. J.; SOUZA, S. K. S. C.; FERRAZ, G. B. Disponibilidade e níveis críticos de fósforo em milho e solos fertilizados com fontes fosfatadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n. 3. p.218-224,2008.Disponível:<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=243>. Acesso: 08 out. 2017

EZEAKUNNE, C. . **Large scale fruit and vegetable production in Nigeria**. Short Communication. Department of Agronomy, Ahmadu Bello University, Zaria, 1984. 8p.

FILGEUIRA, F. A.R. **Novo manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: EDUFV, 2013.

FIROZ, Z.A. Impact of nitrogen and phosphorus on the growth and yield of okra [*Abelmoschus esculentus*(L.) moench] in hill slope condition. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 34, n. 4, p. 713-722, 2009.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 247f. Tese (Doutorado em Agronomia – Biodinâmica dos Solos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria,RS, 2003.

GALATI, V.C.; CECÍLIO FILHO, A.B.; GALATI, V.C.; ALVES, A.U. Crescimento e acúmulo de nutrientes da cultura do quiabeiro. **Semina: Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 191-200, jan./fev. 2013.

GRANT, C. A., FLATEN, D. N., TOMASIEWICZ, D. J., SHEPPARD,S. C. A. **Importância do fósforo no desenvolvimento da planta**. Informações agrônômicas Nº 95. Setembro de 2011. p. 1.

GUILHERME, S. R; WOBETO, C.; OLIVEIRA, D. C. S.; ZANUZO, M. R; ZAMBIAZZI, E. V. Análise física do quiabo cultivado na região de Sinop/MT em diferentes áreas de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Anais...** Viçosa: ABH. 5296-5303, julho - 2011.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Estação - São Luis, MA. 2017.

KLEIN, C.; AGNE, S.A.A. Fósforo: de nutriente à poluente! **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v.8, nº 8, p. 1713-1721, set-dez, 2012.

LABGEO / UEMA. **Atlas do Maranhão. (2 edição)**. São Luís: GEPLAN, p.38, 2002.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p. 638, 2006.

MOURA, E. G. de. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar. IN: MOURA, E. G (Org.). **Agroambientes de transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil**. São Luís: UEMA, p. 15-51, 2004.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. de.; OLIVEIRA, C. M. de.; SOUZA, R. J. de.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Produção de alface americana em função da aplicação de doses e fontes de fósforo. **Revista Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 21, n. 4, out./dez., p. 620-622, 2003.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H.; CORRÊA, P. C.; FIRME, L. P.; RIBEIRO, R. A. Composição mineral de frutos de quatro cultivares de quiabeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.762-767, 2008.

OMOTOSE, S. O.; SHITTU, O. S. Effect of NPK Fertilizer rates and method of application on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus*L. Moench) at Ado-Ekiti Southwestern. **International Journal of Agricultural Research**, v.2, p.614-619, 2007.

OLIVEIRA, A. P.; DORNELES, C. S. M.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; SILVA, J. A. OLIVEIRA, A. N. P. Resposta do quiabeiro às doses de fósforo em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2. p.180-183, 2007

OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, R. I. de; ANDRADE, B. M. T. de; FREIRE, F. J.; LIRA JÚNIOR, M. A.; MACHADO, P. R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.951-960, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010000900007&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso: 07 de out. 2017

OLIVEIRA, E. C. A.; SILVA, G. P.; OLIVEIRA, R. I.; CUNHA FILHO, M.; LIRA JÚNIOR, M. A.; FREIRE, F. J. Crescimento, produtividade e nível crítico de fósforo para o quiabeiro em relação à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.8, n.4, p.589-594, 2013. Recife, PE, UFRPE.

PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A.B. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP, Jaboticabal – SP. 2016. 548p.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 408p.

PRADO, R. M. **500 perguntas e respostas sobre nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2014. 52 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

SANTOS-CIVIDANES, C.M.; FERRAZ, R.B.; SUGUINO, E.; BLAT, S.F.; DA HORA, R.C.; DALL'ORTO, L.T.C. Atributos agronômicos de cultivares de quiabeiro em diferentes sistemas de fertilização. **Ciência & Tecnologia: FATEC - Jaboticabal**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2011.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.576-586, 2008.

SILVA, A.S.N. **Doses de fósforo e de potássio na produção da alface**. 2013. 50f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista, SP. – “Júlio Mesquita Filho, Jaboticabal, 2013.

SILVA, G.S.; PEREIRA, A. L. Efeito da incorporação de folhas de nim ao solo sobre o complexo *Fusariumx Meloidogyne* em quiabeiro. **SummaPhytopathologica**, v.34, n.4, p.368-370, 2008.

SOUZA, I.M. **Produção do quiabeiro em função de diferentes tipos de adubação**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal da Sergipe, São Cristóvão – SE, 2012.

SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M.; YURI, J.E.; MOTA, J.H. **Cultura da batata-doce**. Lavras: UFLA, 2003. 70p.

TIECHER, T. **Dinâmica do fósforo em solo muito argiloso sob diferentes preparos de solo e culturas de inverno**. 2011. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo – Processos Químicos e Ciclagem de Elementos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; NAGAI, H. Quiabo. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. **Boletim Técnico do IAC**. Campinas: IAC, n. 100, 1997. p. 183.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: **Boletim Técnico do IAC**. Campinas: IAC, n. 100, IAC, 1997. p. 163.