

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES  
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Madalena Arantes da Silva.

Matrícula: 2016102200240299

Título do Trabalho: "ESPAÇAMENTO E DOSES DE FÓSFORO EM JOÁ DE CAPOTE".

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 02/02/2021

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - Go, 01/02/2021.  
Local Data

Modalama Azeites da Silva

---

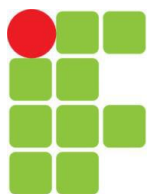
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive script that is difficult to decipher. It appears to be a signature of the author or rights holder.

---

Assinatura do(a) orientador(a)



**INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO**  
Câmpus Rio Verde

## **AGRONOMIA**

**ESPAÇAMENTO E DOSES DE FÓSFORO EM JOÁ DE CAPOTE**  
*(Nicandra physaloides L. Pers).*

**MADALENA ARANTES DA SILVA**

**Rio Verde, Goiás**

**2020**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

**AGRONOMIA**

**ESPAÇAMENTO E DOSES DE FÓSFORO EM JOÁ DE CAPOTE**

*(Nicandra physaloides L. Pers).*

**MADALENA ARANTES DA SILVA**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal  
Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial  
para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. José Milton Alves

Rio Verde – GO

Fevereiro 2020

**MADALENA ARANTES DA SILVA**

**ESPAÇAMENTO E DOSES DE FÓSFORO EM JOÁ DE CAPOTE**  
**(*Nicandra physaloides* L. Pers).**

Trabalho de curso DEFENDIDO e APROVADO em 07 de fevereiro de 2020 pela banca  
examinadora constituída pelos membros:



---

ADRIANO PERIN

Prof. Dr. Adriano Perin  
IF Goiano



---

ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA JR.

Ms. Antônio Carlos de Oliveira Junior  
Denusa- Destilaria Nova União S/A



---

Prof. Dr. José Milton Alves  
IF Goiano

Rio Verde – GO  
Fevereiro 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

da Silva, Madalena  
dAR662      ESPAÇAMENTO E DOSES DE FÓSFORO EM JOÁ DE CAPOTE /  
e            Madalena da Silva; orientador José Milton Alves;  
             co-orientador Adriano Perin. -- Rio Verde, 2020.  
             29 p.

Monografia (Graduação em Bacharelado em Agronomia)  
-- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. Oleaginosas. 2. Produção de óleo. 3.  
Produtividade de grãos. I. Alves, José Milton ,  
orient. II. Perin, Adriano, co-orient. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por guiar os meus passos em cada fase da minha vida.

Aos meus pais Thelma Helrighel Arantes e Orandir Silveira Gonçalves, ao meu irmão João Paulo da Silva, meus tios Fábio Helrighel Arantes e Wagner Helrighel Arantes, por todo o incentivo e apoio para a realização de um sonho.

Aos meus amigos e companheiros fiéis de graduação, aos quais eu serei eternamente grata, à Manoel Ricardo Bezerra, Érika Andrade, Victória Caroline, Daniel Gonçalves e especialmente à Ritiane Alcântara, o melhor presente que Deus poderia me conceder nesses quatro anos.

Ao Instituto Federal Goiano, por proporcionar um ensino de qualidade e oportunidades que foram muito bem aproveitadas por mim durante os anos de ensino.

Ao professor Dr. José Milton Alves, por toda contribuição no meu aprendizado durante a orientação na iniciação científica e no trabalho de curso.

Aos professores Adriano Perin e Antônio Carlos de Oliveira Júnior, por aceitarem o convite de participar deste momento tão importante na minha formação acadêmica, contribuindo assim para meu aprendizado.

Muito obrigado!

## RESUMO

Silva, Madalena Arantes da. **Espaçamento e doses de fósforo em joá de capote (*Nicandra physaloides* L. Pers).** 2020. Nºp 29 Monografia (Curso de Agronomia). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

O número de espécies com potencial para a produção de biodiesel ainda é pequeno, sendo assim é necessária a busca por novas, como o joá de capote (*Nicandra physaloides*). Este trabalho teve o objetivo de avaliar a possibilidade de uso do joá de capote como fornecedor de matéria prima para produção de biodiesel. Este trabalho foi desenvolvido no campo experimental e no Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais do IF Goiano – Campus Rio Verde –GO, foi realizado o plantio das mudas no dia 15/12/2016, em um esquema fatorial (4x2) utilizando um delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 32 parcelas experimentais. Foram aplicadas 4 doses de fósforo: controle (sem aplicação), 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando como fonte o superfosfato triplo e dois espaçamentos: 0,25 e 0,50 m entre linhas. Houve um incremento na massa da matéria seca de raiz da cultura, em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Não houve efeito significativo para o espaçamento no incremento do teor de óleo de joá de capote. O desenvolvimento vegetativo e a produtividade do joá de capote foram influenciados de forma linear pelos fatores doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e espaçamento.

**Palavras-chave:** Oleaginosas, produtividade de grãos, teor de óleo.



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Massa seca de raiz de joá de capote em função do espaçamento e doses de fósforo aplicadas em condições de campo. Médias de 8 repetições. CV% = 27,99.....	17
FIGURA 2. Massa seca da parte aérea de joá de capote em função do espaçamento e doses de fósforo aplicadas em condições de campo. Médias de 8 repetições. CV% =25,42.....	19
FIGURA 3. Produtividade de grãos (kg há <sup>-1</sup> ) de joá de capote em função do espaçamento entre linhas e doses de fósforo aplicadas em condições de campo. Média de 8 repetições. CV%= 35 .....	20
FIGURA 4. Efeito do espaçamento entre linhas e doses de fósforo no teor de nutrientes na raiz de joá de capote. Coletado aos 45 dias após emergência (DAE). Médias de quatro repetições .....	21
FIGURA 5. Efeito do espaçamento entre linhas e doses de fósforo no teor de nutrientes na parte aérea de joá de capote. Coletado aos 45 dias após a emergência (DAE). Médias de quatro repetições.....	22

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Atributos químicos do solo das camadas 00-20 e 20-40 cm de profundidade antes da aplicação dos corretivos nas parcelas com tratamentos e testemunhas.....	14
TABELA 2. Efeito das doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e espaçamento entre linhas na cultura do joá de capote em condições de campo. ns Não significativo / * significativo a 0,01 / ** significativo a 0,05 / *** significativo a 0,1 .....	16
TABELA 3. Efeito de espaçamento e doses de fósforo no teor de óleo de joá de capote (médias de 4 repetições) CV%= 7,79.....	20

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

Al – Alumínio;

B – Boro;

Ca – Cálcio;

CTC – Capacidade de troca catiônica;

Cu – Cobre;

CV% – Coeficiente de variação;

dg kg<sup>-1</sup> – Decigrama por quilograma;

Fe – Ferro;

g planta<sup>-1</sup> – Grama por planta;

H+Al – Hidrogênio mais alumínio;

IF Goiano – Instituto Federal Goiano;

K – Potássio;

Kg ha<sup>-1</sup> – Quilograma por hectare;

mg kg<sup>-1</sup> – Miligramas por quilogramas;

Mn – Manganês;

Na – Sódio;

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – Fósforo;

ph – Potencial hidrogeniônico;

P (mel) – Fósforo obtido através do estrator Mehlich;

S – Enxofre;

SPT – Super fosfato triplo

V% - Saturação por base;

Zn - Zinco

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO .....	09
2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 – Produção de biodiesel no Brasil.....	10
2.2 – Adubação fosfatada.....	11
2.3 – Origem e distribuição geográfica do joá de capote.....	12
2.4 – Características botânicas, morfológicas e fisiológicas do joá de capote.....	12
3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 – Massa seca de raiz.....	16
4.2 – Massa seca de parte aérea.....	17
4.3 – Produtividade.....	29
4.4 – Teor de óleo.....	29
4.5 – Teores de nutrientes da raiz.....	21
4.6 – Teores de nutrientes da parte aérea.....	24
5 – CONCLUSÕES.....	25
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

## 1 INTRODUÇÃO

A atual matriz energética está baseada em uma capacidade limitada do meio ambiente de fornecer energia e matéria prima suficiente para sustentar o modelo de desenvolvimento estabelecido. O que vem se tornando cada vez menos viável, tendo em vista os elevados índices de poluição e também diminuição de recursos naturais utilizados. Uma das alternativas para a minimização desses problemas consiste na substituição das matrizes energéticas não-renováveis, por exemplo, o petróleo, por fontes renováveis de energia, como os biocombustíveis (LAM & LEE, 2012).

Nesse contexto, os biocombustíveis, quando derivados de matérias-primas renováveis e produzidos por processos de reconhecida sustentabilidade ambiental, surgem como alternativa de amplo interesse social e político, particularmente quando o seu uso não exige adequações significativas na tecnologia atualmente empregada nos motores de combustão (RAMOS et al., 2017).

O biodiesel é um biocombustível derivado do monoalquil éster de ácidos graxos de cadeia longa, provenientes de fontes renováveis, possuindo propriedades físico-químicas similares ao óleo diesel de petróleo. Pelas suas características é um substituto natural do diesel, podendo ser produzido a partir de óleos vegetais, gorduras animais e óleos utilizados em fritura de alimentos (SILVA, 2011).

Dentre as fontes de biomassa mais adequadas e disponíveis para a consolidação de programas de energia renovável, os óleos vegetais têm sido investigados não só pelas suas propriedades, mas também por representarem alternativa para a geração descentralizada de energia (SILVA, 2011). A utilização de culturas como a soja (*Glycine max*), a canola (*Brassica napus*) e o girassol (*Helianthus annuus*) para a produção de biodiesel, pode ser considerada inadequada por serem ricas em ácidos graxos poli-insaturados, benéficos para a utilização na alimentação humana, não devendo ser utilizados em uma atividade de menor relevância. O uso destas culturas poderia ocasionar uma elevação nos custos dos produtos alimentícios que as tem como matérias primas para a produção.

Devido este fato, novas espécies veem sendo estudadas, por serem potenciais produtoras de biodiesel, como por exemplo o crambe (*Crambe abyssinica*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). O número de espécies com potencial para a produção de biodiesel ainda é pequeno, sendo assim é necessária a busca por novas, como o joá de capote (*Nicandra physaloides*) pois, acredita-se que esta cultura tem potencial na produção

de matéria prima para biodiesel e ainda produzir uma boa quantidade de palhada de boa relação C/N para poder fazer parte de uma possível rotação de culturas no sistema plantio direto.

O objetivo deste projeto foi de avaliar o efeito de doses de fósforo e espaçamento entre linhas no desenvolvimento vegetativo, na produtividade, no teor de óleo e nos teores de nutrientes do joá de capote.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Produção de biodiesel no Brasil**

O Brasil é considerado uma referência mundial na utilização de combustíveis renováveis em substituição às fontes fósseis de energia. Segundo dados publicados pela Empresa de Pesquisa Energética, quase metade da energia consumida no Brasil é gerada por fontes renováveis, aproximadamente 42,9 %, o que é significativamente superior à média mundial de 14 % (BRASIL, 2017).

O consumo brasileiro de biodiesel aumentou de 2,8 milhões m<sup>3</sup> em 2012 para 3,9 milhões de m<sup>3</sup> em 2018. O biodiesel é utilizado no setor de transporte em mistura com o óleo diesel. Dessa forma, não somente os mandatos de biodiesel (BX) influenciaram o aumento da produção e do consumo de biodiesel no Brasil, mas também o aumento da frota de veículos movidos a óleo diesel. Além disso, o setor de aviação no Brasil também está investindo no uso de biodiesel enquanto combustível (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2018).

As políticas voltadas aos biocombustíveis visam ao desenvolvimento destes para garantir a segurança energética, redução da dependência do petróleo e redução da emissão de gases de efeito estufa. Contudo, o desenvolvimento dos biocombustíveis não é viável sem o apoio público (ZEZZA, 2008). Neste sentido, o Brasil, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), impulsiona a produção de biodiesel através de estímulos às usinas (Selo Combustível Social) e aos produtores de matéria-prima (BRASIL, 2012).

A produção de biocombustíveis em alguns países tem implicação de risco e benefício no que concerne ao mercado agrícola, na segurança alimentar e no meio ambiente, sendo este último relacionado com mudanças climáticas e no uso do solo. Além disso, existe um conflito de escolha (trade-off) que deve ser considerado, pois a produção de biocombustíveis em geral, de um lado produz benefícios ao meio ambiente ao reduzir a emissão de gases de efeito estufa, porém, podem causar prejuízos às culturas alimentares, seja pela competição de produção e preço, seja pela mudança do uso do solo (ZEZZA, 2008).

Ao mesmo tempo em que a produção de biocombustíveis pode oferecer oportunidades de desenvolvimento para alguns a nível local, os benefícios econômicos precisam ser avaliados de forma que não comprometam a segurança alimentar nacional, devido à redução de produção ou aumento dos preços dos alimentos causados pela competição por recursos (Pingali et al., 2008; Ewing e Msangi, 2009; McNeely et al., 2009; Molony e Smith, 2010).

O biodiesel destaca-se por sua importância, não somente econômica onde o mercado sinaliza que a produção de biodiesel pode contribuir significativamente para a redução do impacto inflacionário da alta dos preços, agora com o aumento do PIS/COFINS, ampliando as oportunidades para o setor (MCT, 2015), mas também ambiental (PARENTE, 2003; ITURRA, 2003; GUILHOTO, 2012;).

As matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel são, mormente, as oleaginosas, sendo que os principais óleos vegetais utilizados são o óleo de soja, de mamona, de canola, de girassol, de algodão e de palma. Também são usados em escala comercial o sebo animal e o óleo residual de fritura de uso doméstico, comercial e industrial. O óleo de microalgas e os resíduos provenientes de tratamento de esgotos são usados em escala menor e/ou em fase experimental em alguns países (ROSILLO-CALLE et al., 2009).

Como a produção de biodiesel exige diversidade nas matérias-primas, sua especificidade pode ser locacional, já que as usinas devem adquirir parte de sua matéria-prima da agricultura familiar de determinada região. Além disso, como a produção brasileira ainda é pequena em relação à capacidade produtiva e tendência de expansão do consumo, os leilões se fazem necessários mais de uma vez ao mês. Dessa forma, a busca pela parceria com fornecedores de matéria-prima e com as instituições de pesquisa, bem como pela verticalização podem reduzir as incertezas da qualidade tanto da matéria-prima quanto do biodiesel produzido, e do custo de produção e preço de venda (PRATES et al., 2007; ROSILLO-CALLE et al., 2009; PRADO e VIEIRA, 2010).

## **2.2 Adubação fosfatada**

A adubação fosfatada envolve diversos aspectos que necessitam ser examinados, incluindo a avaliação da disponibilidade do fósforo em solos, a resposta de culturas à adubação fosfatada e economicidade dessa adubação, as recomendações feitas na prática e a sua difusão em nível de agricultor (EMBRAPA, 1999).

Os solos brasileiros apresentam baixa disponibilidade natural de fósforo e são utilizadas grandes quantidades de adubos contendo esse nutriente, com o objetivo de compensar a capacidade de dreno do solo, que é bem maior do que a da planta (Novais et al., 2007).

O fósforo (P) é um elemento essencial ao crescimento e reprodução das plantas, as quais não alcançam seu máximo potencial produtivo sem um adequado suprimento nutricional. O fornecimento de doses adequadas de fosforo às culturas favorece o desenvolvimento de amplo sistema radicular, aumentando conseqüentemente a absorção de água e de nutrientes, aumenta o vigor das plântulas oriundas da semeadura direta, ocasiona a obtenção de mudas vigorosas, favorece a formação de matéria seca nas plantas, favorece a floração, a frutificação e a formação de sementes, aumenta a precocidade da colheita, melhora a qualidade do produto, eleva a produtividade, às vezes muito substancialmente e maximiza o lucro líquido obtido com a cultura (MARSCHNER, 1995).

A deficiência de fósforo geralmente provoca menor desenvolvimento vegetativo e produção, devido ao atraso no florescimento e à redução no número de sementes e frutos, além de estimular a senescência precoce (MALAVOLTA, 1991; MALAVOLTA, 2006).

### **2.3 Origem e distribuição geográfica do joá de capote**

O joá de capote (*Nicandra physaloides*) encontra-se distribuído em regiões tropicais e temperadas do mundo. No Brasil, pode ser encontrado em quase todo o território, podendo ser considerado como planta invasora de outras culturas (CORRÊA, 1984). De acordo com Cavalcante (1996) é uma planta que ocorre espontaneamente ao redor de habitações e áreas perturbadas. As denominações comuns no Brasil são camapú, camapúm, joá-de-capote, saco-debode, bucho-de-rã, mata-fome, bate-testa, joá, balãozinho, balão-rajado, joá-de-balão, camaru e camambu (LORENZI, 2006; CORRÊA, 1984; KISSMANN, 1995).

### **2.4. Características botânicas, morfológicas e fisiológicas do joá de capote**

O joá de capote (*Nicandra physaloides*) é uma planta pertencente à família *Solanaceae*, anual, herbácea, robusta, ereta, de 40 a 140 cm de altura. Apresenta folhas alternas ou geminadas, com limbo membranáceo, liso, de formato geralmente ovalado, com base rapidamente atenuada e ápice agudo e margens sinuado-lobadas a dentadas, de formato irregular (Kissmann, 1999), variando de 2 a 4 cm de comprimento, lâmina variando de tamanho de 2 a 7 cm de comprimento por 1 a 3,5 cm de largura, bordos lisos nas folhas e alguns dentes



com tendência a se transformarem em lóbulos nas folhas adultas, pedicelo cilíndrico e piloso (CAVALCANTE, 1996).

As flores são solitárias, axilares com cálice rotáceo-campanulado, contendo 5 sépalas soldadas até a metade, formando um tubo com 2,0 a 3,0 mm de comprimento; os lobos são deltóides a lanceolados, sendo cuspidados no ápice, arredondados na base e ampliados no fruto; a corola é rotáceo-campanulada com coloração amarelo-pálida sendo que  $\frac{1}{4}$  basal do interior do tubo marrom; contém 5 estames com anteras elípticas, azuis, dorsifixas e filetes cilíndricos; o ovário é subgloboso com diâmetro variando de 1,2 a 1,5 mm, bilocular e pluriovular; com estilete filiforme e estigma capitado; e o disco hipógino possui 2,5 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura (NURIT SILVA, 2005). A polinização é autógama com floração durando em média três dias (ROSSAL, 2007).

O fruto é uma baga globosa, elipsóide, indeiscente, apresenta a coloração amarelada quando maduro, com comprimento médio de 1,34 cm (variando de 1,11 a 1,68 cm), largura média de 1,34 cm (variando de 1,13 a 1,66 cm), pedúnculo de consistência herbácea e cálice inflado acrescente e persistente (SILVA, 2006). As sementes são numerosas, variando entre 0,8 a 1,0 mm de diâmetro, discóides com testa reticulada e com coloração ferrugínea a marrom com germinação acima de 64% (NURIT SILVA, 2005).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no campo experimental e no Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais do IF Goiano – Campus Rio Verde – GO, sob coordenadas geográficas: Latitude 17° 45' 33" S, Longitude 50° 41' O e altitude 742 metros. O clima dessa região é característico do cerrado, a estação do verão é mais chuvosa que o inverno com índice médio pluviométrico anual de 1740 mm.

As sementes do joá de capote (*Nicandra physaloides*) foram coletadas nas proximidades do próprio IF Goiano. Foi feito o teste de germinação em bandejas com de 200 células, plantio de sementes em vermiculita, sendo regadas duas vezes ao dia, em estufa.

Foi realizado o plantio das mudas na área experimental, em época de safrinha, no dia 15/02/2017, em um esquema fatorial (4x2) utilizando um delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais. Foram aplicadas quatro doses de fósforo: controle (sem aplicação), 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando como fonte o superfosfato triplo e dois espaçamentos: 0,25 e 0,50 m entre linhas. As parcelas experimentais foram formadas por um quadrado de 3 por 3 metros com distância de 3 metros entre parcelas e

de 5 metros entre blocos. A população de plantas foi de seis e doze plantas por metro linear, 27 e 54 mil plantas por hectare, respectivamente para os espaçamentos entre linhas de 0,50 e 0,25 metros.

As plantas foram conduzidas em campo aberto em sistema de cultivo convencional num solo classificado como Latossolo Vermelho. Realizou-se a coleta de solo nas profundidades 00-20 e 20-40 cm, retirando uma amostra composta por seis amostras simples em cada parcela. Todas as amostras foram bem homogeneizadas e retirada uma amostra por bloco, e enviadas ao laboratório para determinação das características químicas (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo das camadas 00-20 e 20-40 cm de profundidade antes da aplicação dos corretivos nas parcelas com tratamentos e testemunhas, em 18/10/2016.

<b>Prof.</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>	<b>K</b>	<b>P (mel)</b>	<b>S</b>	<b>V</b>
	<b>cmolc.dm<sup>-3</sup></b>				<b>mg.dm<sup>-3</sup></b>			<b>%</b>
00- 20	4,7	1,9	0,05	6,6	325	5,25	5,2	70,4
20- 40	4,5	1,9	0,05	6,6	255	4,65	4,6	70,4

As variáveis que foram avaliadas são: massa seca de raiz e parte aérea (g planta<sup>-1</sup>), teores de nutrientes da raiz e da parte aérea (P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe), produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), teor de óleo dos grãos (%).

Para a avaliação do desenvolvimento vegetativo, determinou-se a massa seca de raiz e parte aérea por planta. Foram colhidas três plantas em um metro linear de cada parcela, por ocasião do florescimento pleno, no dia 30/03/17. A raiz foi separada da parte aérea ainda no campo, o material foi levado para o laboratório onde foi lavado e colocado para secar em uma estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e pesado, obtendo a massa seca de raiz e parte aérea por planta (g planta<sup>-1</sup>).

Para a determinação da produtividade foi colhida uma área constituída por 4 m<sup>2</sup> do centro de cada parcela, sendo o restante considerado como bordadura. Os grãos foram colhidos manualmente no dia 14/07/2017 e levados para o laboratório onde passaram por um processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar por um período de 72 horas a 65 °C para padronização do teor de umidade. Após este período foram pesados para determinação da produtividade. A determinação do teor de óleo dos grãos foi realizada em todas as parcelas utilizando a metodologia oficial da American Oil Chemist's Society - AOCS (1993), Método Ac 3 – 44 adaptada. Foi utilizado um extrator de gorduras Tecnal modelo TE-044-8/50 com 8 provas simultâneas, o solvente empregado foi o hexano e a extração realizada por quatro horas.

Para a determinação dos teores de nutrientes, o material utilizado no cálculo da massa seca de raiz e parte aérea foram triturados em moinho tipo Willey e queimado para a obtenção das cinzas em mufla durante 30 minutos a 200°C, 30 minutos a 250°C e 4 horas a 500°C. As cinzas, posteriormente foram filtradas em papel filtro com Ácido Nítrico 1 N até completar o volume de 25 mL nos tubos de ensaio, para a obtenção do extrato no qual se determinou os teores totais de (P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe). A análise quantitativa das amostras foi realizada empregando-se espectrofotometria de absorção atômica em um aparelho modelo (AAS vario 6 - Analytik Jena).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F (5% de probabilidade) e quando significativo aplicado à análise de regressão, para testar os efeitos das doses sobre as características avaliadas, utilizando o programa estatístico Assistat.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados coletados foram processados e avaliados utilizando o programa de Análise estatística ASSISTAT, as diferentes doses foram avaliadas através de regressão. Os resultados obtidos são expressos na tabela de significância abaixo:

Tabela 2. Efeito das doses de  $P_2O_5$  e espaçamento entre linhas na cultura do joá de capote em condições de campo. ns Não significativo / \* significativo a 0,01 / \*\* significativo a 0,05 / \*\*\* significativo a 0,1.

Parâmetro	Espaçamento entre linhas	Regressão (doses de $P_2O_5$ )	Interação (Espaçamento x doses)	CV (%)
Massa seca da raiz (g planta <sup>-1</sup> )	1,1017 <sup>ns</sup>	Linear**	0,2972 <sup>ns</sup>	27,99
Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )	0,4928 <sup>ns</sup>	Linear**	1,0205 <sup>ns</sup>	25,42
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	1,2570 <sup>ns</sup>	Linear**	0,3661 <sup>ns</sup>	35,00
Teor de óleo (%)	0,1017 <sup>ns</sup>	ns	2,2357 <sup>ns</sup>	7,79
Teores de nutrientes na raiz (g kg <sup>-1</sup> )				
Fósforo	1,6990**	ns	0,0680 <sup>ns</sup>	3,20
Potássio	25,4854**	Linear**	0,2854 <sup>ns</sup>	32,96
Cálcio	20,7969**	ns	1,0380 <sup>ns</sup>	24,09
Magnésio	6,87909*	ns	0,1604 <sup>ns</sup>	44,76
Enxofre	0,2954 <sup>ns</sup>	Linear**	0,3301 <sup>ns</sup>	54,93
Zinco	61,3142**	ns	0,5547 <sup>ns</sup>	23,12
Cobre	47,0908**	Linear**	5,8235**	25,21
Ferro	0,4925 <sup>ns</sup>	ns	1,0269 <sup>ns</sup>	62,97
Teores de nutrientes na parte aérea (g kg <sup>-1</sup> )				
Fósforo	1,0929 <sup>ns</sup>	ns	0,6981**	4,21
Potássio	15,1179**	Linear*	0,1608 <sup>ns</sup>	41,92
Cálcio	20,5791**	ns	0,8699 <sup>ns</sup>	23,05
Magnésio	7,9992*	ns	0,1518 <sup>ns</sup>	42,06
Enxofre	0,5862 <sup>ns</sup>	Linear**	0,2721 <sup>ns</sup>	44,12
Zinco	59,7452**	ns	0,1602 <sup>ns</sup>	23,34
Cobre	30,5563**	Linear**	2,3378 <sup>ns</sup>	27,82
Ferro	0,1358 <sup>ns</sup>	ns	0,6719 <sup>ns</sup>	57,47

#### 4.1 Massa seca de raiz

A análise de variância não mostrou efeito significativo para o espaçamento entre linhas e nem para interação entre (espaçamento entre linhas e doses de fósforo) no incremento da massa de raiz (g planta<sup>-1</sup>) de joá de capote. A análise de variância de regressão foi significativa para o modelo linear para as doses de  $P_2O_5$  no incremento da massa seca de raiz (g planta<sup>-1</sup>) (Figura 1).

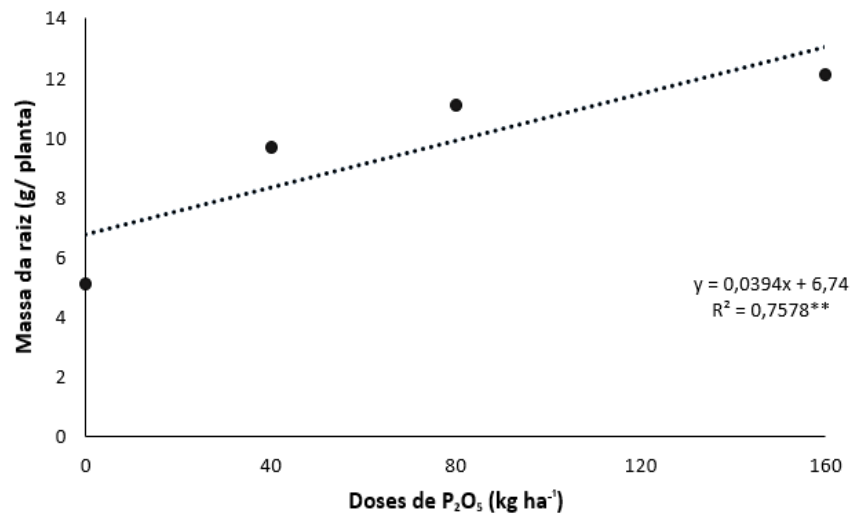


Figura 1. Massa seca de raiz de joá de capote em função das doses de fósforo aplicadas em condições de campo. Médias de 8 repetições. CV% = 27,99.

Os resultados observados para aplicações de P eram esperados, pois a adubação fosfatada em quantidades adequadas estimula o desenvolvimento radicular. O fornecimento de doses adequadas de fósforo às culturas favorece o desenvolvimento de amplo sistema radicular (MARSCHNER, 1995).

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Corrêa et al. (2004), que obteve aumento na produção de matéria seca de raiz de soja com resposta significativa com o aumento das doses de P.

Souza et al. (2000), também demonstraram resultados significativos da adubação fosfatada sobre a produção de massa seca do sistema radicular de *Stylosanthes guianensis*. Por outro lado, Carneiro et al. (1999) não observaram efeito de doses de P sobre esse mesmo parâmetro.

#### 4.2 Massa seca de parte aérea

A análise de variância também não mostrou efeito significativo para o espaçamento entre linhas e para interação (espaçamento entre linhas x doses de fósforo) no incremento da massa da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) de joá de capote. A análise de variância da regressão foi significativa para o modelo linear para as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no incremento da massa da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) (Figura 2).

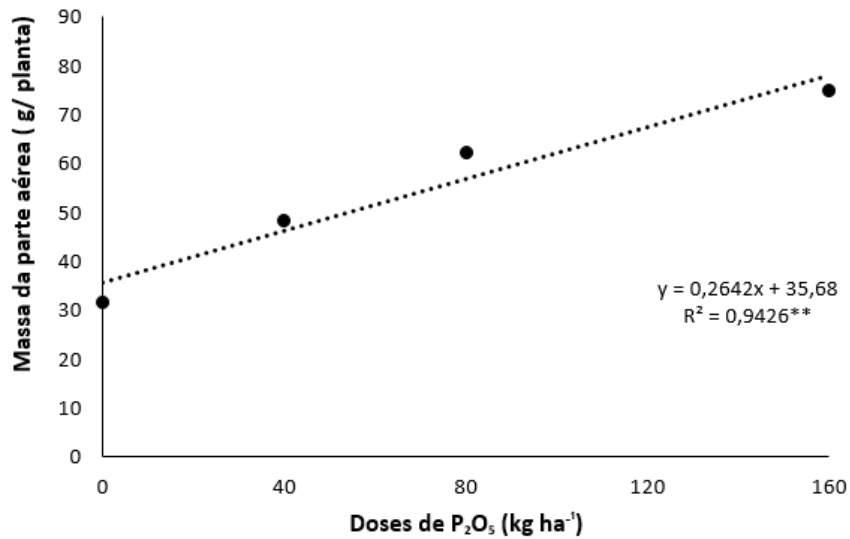


Figura 2. Massa seca da parte aérea de joá de capote em função das doses de fósforo aplicadas em condições de campo. Médias de 8 repetições. CV% =25,42.

Este resultado está de acordo com os obtidos por Corrêa et al. (2004), que mostraram que a massa de matéria seca da parte aérea da soja teve um comportamento crescente, em função do aumento das doses de P no solo. Em conformidade com os resultados obtidos por Cruz et al. (2015), aumento da matéria seca de todas as partes da planta e conseqüentemente uma massa seca total significativamente maior para as plantas cultivadas sob as mais altas doses de fósforo.

Moura et al., (2001), estudando linhagens de pimentão em função da adubação fosfatada, verificaram respostas com ajuste ao modelo quadrático. A massa seca da parte aérea aumentou com o suprimento de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> até próximo de 250 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup> de solo. Estes autores atribuem à eficiência na utilização do fósforo no crescimento da parte aérea, ao fato da maior intensidade de redistribuição de fósforo dos tecidos mais velhos e inativos, para os mais novos em desenvolvimento.

De forma geral, o menor crescimento das plantas cultivadas sob deficiência de P pode ser devido ao efeito direto desse nutriente sobre a taxa fotossintética líquida, visto ser o fósforo fundamental para que esse processo ocorra (Henry et al. 2012). Indiretamente, a deficiência de P também reduz a fotossíntese por afetar negativamente o número e tamanho das folhas, reduzindo, dessa forma, a área foliar necessária a uma maior captação da radiação fotossinteticamente ativa (Ripley et al. 2004).

Silva et al. (2009) estudaram o efeito da omissão de nutrientes em mudas de pinhão-mansão e concluíram que a omissão de P reduziu em 68 % a produção de massa de matéria seca total das plantas.

### 4.3 Produtividade

A análise de variância não mostrou efeito significativo do espaçamento no incremento da produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de joá de capote. A análise de variância da regressão mostrou efeito significativo para o modelo linear para o incremento da produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função do aumento das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 3).

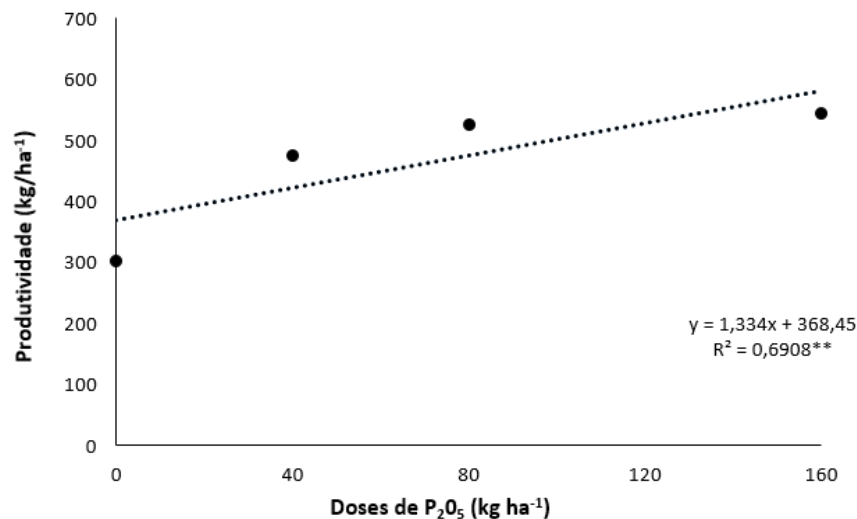


Figura 3. Produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de joá de capote em função do espaçamento entre linhas e doses de fósforo aplicadas em condições de campo. Médias de 8 repetições.  $\text{CV}\% = 35$

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Neto et al. (2010) para a soja (*Glycine max*). Segundo esses autores, a produtividade da soja apresentou um incremento de acordo com o aumento das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , podendo ser esses valores explicados pelo fato da resposta da cultura ao uso de fertilizantes dependerem do estado de fertilidade do solo. Solos de baixa fertilidade apresentam alta probabilidade de resposta ao uso de nutrientes (NETO et al., 2010).

Na cultura do jiló, em experimento realizado em Cassilândia-MS, Biscaro et al. (2008) observaram que adubação fosfatada no plantio aumentou o número total de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade.

### 4.4 Teor de óleo

Na avaliação do efeito dos tratamentos sobre o teor de óleo do joá de capote a análise de variância não mostrou efeito para nenhum dos fatores estudados (espaçamento entre linhas e doses de fósforo).

Tabela 3. Efeito de espaçamento entre linhas e doses de fósforo no teor de óleo de joá de capote (médias de 4 repetições) CV% = 7,79.

Espaçamento	Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
	0	40	80	160
0,25 m	15,5 a	17,0 a	16,1 a	16,3 a
0,50 m	17,5 a	15,6 a	16,0 a	16,6 a

Diferentemente de Silva et al (2011) que observaram aumento linear no teor de óleo com o incremento nas doses de P, até 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Severino et al. (2006) observaram um aumento consistente do teor de óleo em sementes de mamona em resposta à aplicação de doses de P.

Apesar de não haver influência dos tratamentos, o teor de óleo obtido neste trabalho variou entre 15,5 e 17,5% (Tabela 2). Cavalcante et al. (2011) encontraram um teor médio de óleo nos grãos de soja de 16,75%, valor próximo ao encontrado no joá de capote, indicando que a cultura apresenta um potencial para a produção de óleo.

#### 4.5 Teores de nutrientes da raiz

A análise de variância demonstrou que não há efeito significativo do espaçamento no incremento dos teores nutrientes fósforo, enxofre e ferro, na raiz de joá de capote, conforme apresentado na (Figura 4). Houve incremento, em função do espaçamento, nos nutrientes potássio, cálcio, magnésio e zinco, na raiz de joá de capote (Figura 4).

A análise de variância da regressão foi significativa para o modelo linear para os teores de nutrientes potássio, enxofre e cobre, na raiz de joá de capote, em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, conforme apresentado na (Figura 4). Os nutrientes fósforo, cálcio, magnésio, zinco e ferro, da raiz de joá de capote não enquadraram-se em nenhum modelo na análise de variância da regressão em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. (Figura 4). A análise de variância foi significativa para a interação entre linhas e as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizadas, para os teores dos nutrientes fósforo e cobre, na raiz de joá de capote (Figura 4).



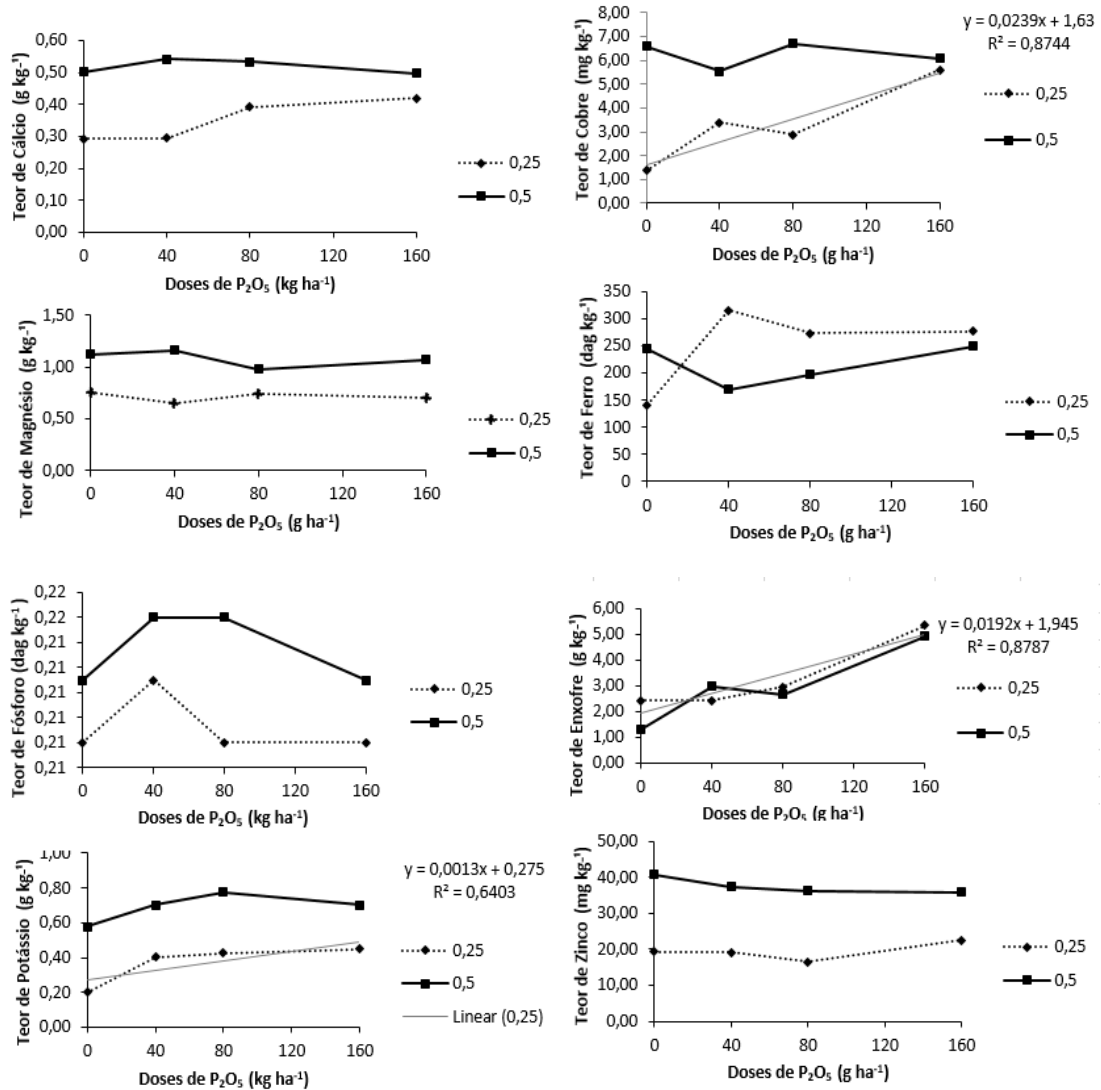


Figura 4. Efeito do espaçamento entre linhas e doses de fósforo no teor de nutrientes na raiz de joá de capote. Coletado aos 45 dias após a emergência (DAE). Médias de quatro repetições.

#### 4.6 Teores de nutrientes da parte aérea

A análise de variância demonstrou que não há efeito significativo do espaçamento no incremento dos nutrientes fósforo, enxofre e ferro, na parte aérea de joá de capote (Figura 5). Houve incremento, em função do espaçamento, nos nutrientes potássio, cálcio, magnésio e zinco, na parte aérea de joá de capote (Figura 5). A análise de variância mostrou que os fatores espaçamento e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apresentaram interação significativa para os teores do nutriente fósforo, na parte aérea de joá de capote, conforme apresentado na (Figura 5).

A análise de variância da regressão apresentou modelo linear para o incremento dos nutrientes potássio, enxofre e cobre, na parte aérea de joá de capote, em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, conforme apresentado na (Figura 5). Os nutrientes fósforo, cálcio, magnésio, zinco e ferro,

da parte aérea de joá de capote não enquadraram-se em nenhum modelo na análise de variância da regressão em função das doses de  $P_2O_5$ , conforme apresentado na (Figura 5).

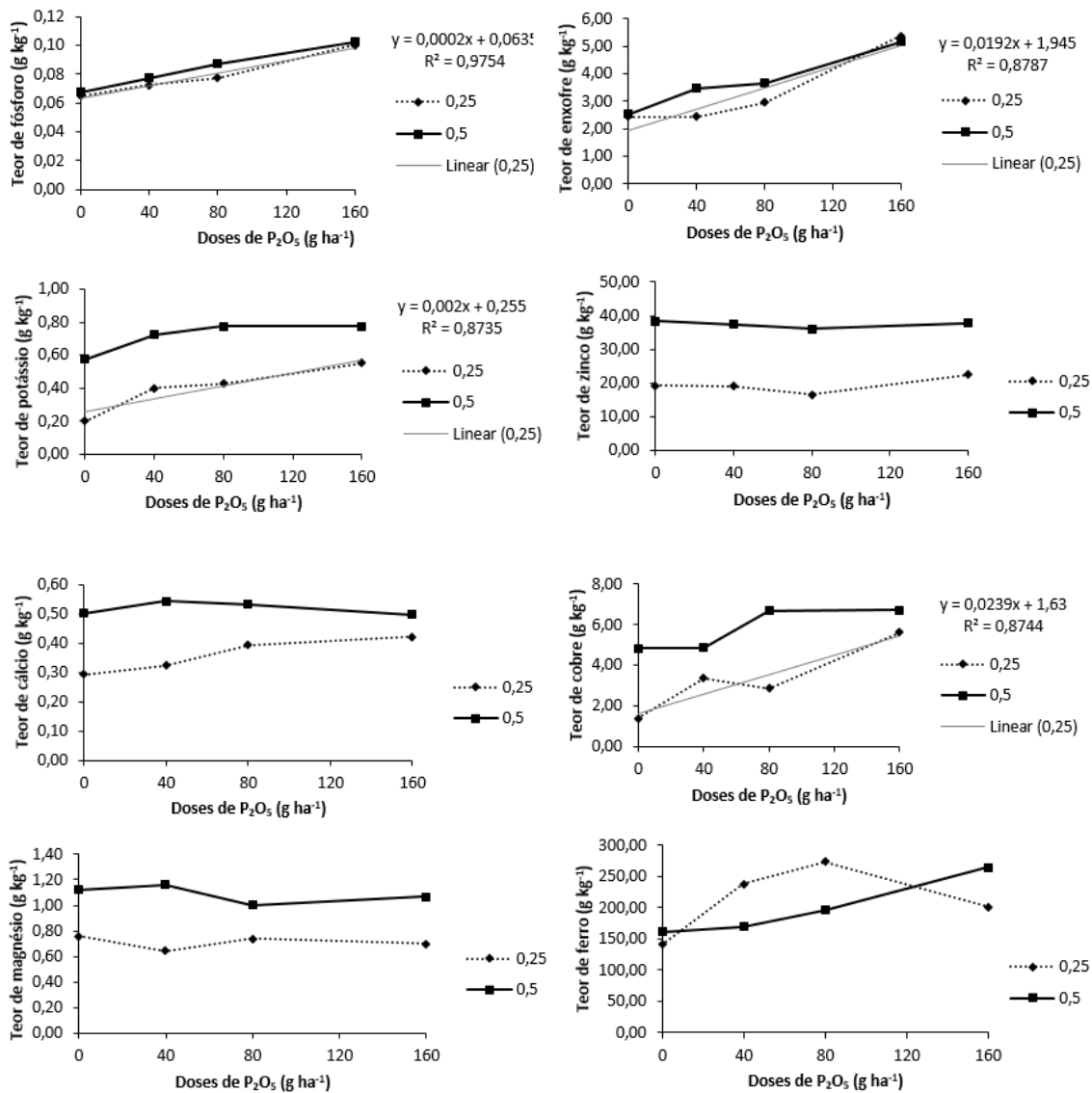


Figura 5. Efeito do espaçamento entre linhas e doses de fósforo no teor de nutrientes na parte aérea de joá de capote. Coletado aos 45 dias após a emergência (DAE). Médias de quatro repetições.

Os teores dos nutrientes potássio, cálcio e cobre na parte aérea de joá de capote encontraram-se abaixo do esperado quando comparados com os teores desses nutrientes na folha de soja 1,70 dag kg<sup>-1</sup>, 1 dag kg<sup>-1</sup>, 10 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (RIBEIRO et al, 1999). Os teores dos nutrientes magnésio, enxofre, zinco e ferro na parte aérea de joá de capote apresentaram-se acima do esperado quando comparados com os teores desses nutrientes na folha de soja 0,40 dag kg<sup>-1</sup>, 0,25 dag kg<sup>-1</sup>, 20 mg kg<sup>-1</sup> e 50 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (RIBEIRO

et al, 1999). Os teores de fósforo na raiz de joá de capote apresentaram-se dentro do esperado quando comparados com o teor de fósforo na raiz de soja  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  (RIBEIRO et al, 1999).

Estes resultados não estão de acordo com os encontrados por Richard et al.(2006), onde a resposta da soja em acumular fósforo no tecido foliar pela aplicação de SPT foi linear com o aumento das doses, o ponto máximo observado foi de  $0,42 \text{ dag Kg}^{-1}$  de fósforo, com a dose de  $300 \text{ Kg ha}^{-1}$ . O incremento das doses de P no solo aumentou os teores desse nutriente na planta (CORRÊA et al, 2004).

Os teores dos nutrientes fósforo, potássio, cálcio e cobre, na parte aérea de joá de capote apresentaram-se abaixo do esperado, quando em comparação com os teores dos mesmos nutrientes na folha de soja com  $4,50 \text{ dag kg}^{-1}$ ,  $1,70 \text{ dag kg}^{-1}$ ,  $1 \text{ dag kg}^{-1}$  e  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente (RIBEIRO et al, 1999). Os teores dos nutrientes enxofre, zinco e ferro, na parte aérea de joá de capote apresentaram-se acima do esperado, quando comparados com os teores dos mesmos nutrientes na folha de soja com  $0,25 \text{ dag kg}^{-1}$ ,  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente (RIBEIRO et al, 1999). Os teores de magnésio na parte aérea de joá de capote apresentaram-se em média dentro das margens esperadas, em comparação com os teores de magnésio de folha de soja  $0,40 \text{ dag kg}^{-1}$  (RIBEIRO et al, 1999).

Na cultura da mamona, experimento realizado em Pelotas-RS, Oliveira et al. (2010), observaram que os teores de fósforo, magnésio, manganês e zinco na folha não sofreram influência dos tratamentos, a variação na dose de fósforo influenciou o teor foliar de cálcio na mamoneira, que decresceu proporcionalmente ao aumento da dose de P.

## 5 CONCLUSÕES

1. O desenvolvimento vegetativo e a produtividade foram influenciados de forma linear pelo fator doses de  $P_2O_5$ .
2. O desenvolvimento vegetativo e a produtividade não foram influenciados pelo fator espaçamento.
3. O teor de óleo não foi influenciado pelos fatores de tratamento.
4. Os teores de nutrientes variaram de acordo com os espaçamentos entre linhas e as doses de fósforo empregadas.
5. A espécie tem potencial para utilização como fornecedora de matéria prima para biodiesel uma vez que apresentou boa produtividade e bom teor de óleo para uma planta não domesticada.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. de.; OLIVEIRA, M. K. T.; LINHARES, P. C. F. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, v.22, p.217-221, 2009.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. Oleaginosas e seus óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel **EMBRAPA ALGODÃO**. Campina Grande, 2008.

BISCARO, G. A.; LEAL FILHO, O. M.; ZONTA, T. T.; MENDONÇA, V.; MAIA, S. M. Adubação fosfatada na cultura do jiló irrigado nas condições de Cassilândia - MS. **Revista Caatinga**, v. 21, p.69-74, 2008.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Agrário**. Portaria nº 60, de 6 de setembro de 2017. Lex: legislação e jurisprudência, Brasília, DF, 6 set. 2017.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e da aplicação de fósforo no estabelecimento de forrageiras em solo degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1669-1677, 1999.

CAVALCANTE, Paulo V. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6. ed. Belém: Museu Paraense E. Goeldi, 1996. 279 p.

CAVALCANTE, K. A.; BARBOSA de SOUSA. L.; HAMAWAKI, T. O. determinação e avaliação do teor de óleo em sementes de soja pelos métodos de Ressonância magnética nuclear e Soxhlet. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 8-15, Jan./Feb. 2011.

CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. V.6. il. 646p. 1984.

CORRÊA, C. J.; MAUAD, M.; ROSOLEM, A. C. Fósforo no solo desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.39, n.12, p.1231-1237, 2004.

Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/27356>. Acesso em: 17 ago. 2017.

CRUZ, J. L.; SOUZA FILHO, L. F. S.; PELACANI, C. R. Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira. PI. Med**, Campinas, v.17, n.3, p.360-366, 2015.

DEFANTI, L.S.; SIQUEIRA, N.S.; LINHARES, P.C. Produção de biocombustíveis a partir de algas fotossintetizantes. **Bolsista de Valor**, v. 1, n. 1, p. 11-22, 2010.

EMPRESA NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Serviço nacional de levantamento e conservação de solo. Métodos de Análises de Solo**. Rio de Janeiro, 1999. 282p.

EWING, M.; MSANGI, S. (2009) Biofuels production in developing countries: assessing tradeoffs in welfare and food security. **Environmental Science and Policy**, 12, 520-528.

HERNANDEZ, G. et al. Phosphorus stress in common bean: root transcript and metabolic responses. **Plant Physiology**, v.144, n.2, p. 752–767, 2007.

HENRY, A. et al. Responses to low phosphorus in high and low foliar anthocyanin coleus (*Solenostemon scutellarioides*) and maize (*Zea mays*). **Functional Plant Biology**, v.39, n.3, p.255-265, 2012.

ITURRA, Antonio René. **Histórico do Biodiesel no Brasil**, 2003. Disponível em: <https://docgo.org/31561-historico-biodiesel-brasil>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

KISSMANN, K. G. Plantas infestantes e nocivas. 2.ed. São Paulo: 1999. t. 2. 976 p.

LORENZI H. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. p. 346-347.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1995. 889 p.

MCNEELY, J. A.; SOLH, M.; HIREMATH, R. B.; KUMAR, B.; SUAREZ, P. A. Z.; UPRETY, K.; ABDULRAHIM, M. A.; RUF, F.; LEGOUPIL, J.C. (2009) Experts address the question: “Can the growing demand for biofuels be met without threatening food security?”. **Natural Resources Forum**, 33, 171-173.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. Biodiesel. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras>. Acesso em: 10 de out 2019.

- MOLONY, T.; SMITH, J. (2010) **Biofuels: food security, and Africa**. *African Affairs*, 109, 489-498.
- MOURA, W. M. et al. Eficiência nutricional para o fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 306-312, 2001.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N.; Fósforo. In: In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS**, 2007. p.471-550.
- NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.4, p.133- 204.
- NURIT SILVA, K.; AGRA, M.F. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nicandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n.4, p. 344-351, 2005.
- NETO, A.; LANA, C. M.; SCHULZ, R. L.; BERTONE, C. J. Disponibilidade de fósforo e enxofre para a cultura da soja na presença de fosfato natural reativo, superfosfato triplo e enxofre elementar. **Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.4, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-068320006000400010>. Acesso em: 17 agos. 2017.
- OLIVEIRA, M. P. J.; SCIVITTARO, B. W.; CASTILHOS, V. M. R.; FILHO, O. I. C. L. Adubação fosfatada para cultivares de mamoeira no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.8, p. 1835-1839, ago, 2010.
- PARENTE, Expedito José de Sá. **Biodiesel - Uma aventura tecnológica num país engraçado**, 2003.
- PRATES, C. P. T., PIEROBON, E. C. e COSTA, R. C. da. Formação do mercado de biodiesel no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 39-64, mar. 2007.
- PRADO, J. N. e VIEIRA, W. C. Leilões de biodiesel conduzidos pela ANP. **Nexus Econômicos**, v. IV, n. 6, p. 67-88, jun. 2010.
- PINGALI, P.; RANEY, T.; WIEBE, K. (2008) Biofuels and food security missing the point. **Review on Agricultural Economics**, 30, 506-516.

RAMOS, P. L.; KOTHE, V.; CÉSAR-OLIVEIRA, F. A. M.; MUNYS-WYPYCH, S. A.; NAKAGAKI, S.; KRIEGER, N.; WYPYCH, F.; CORDEIRO, S. C.; Biodiesel: Matérias primas, tecnologias de produção e propriedades combustíveis. **Revista Virtual Química**, v.9, n.1, p. 317-369, out. 2016.

RIPLEY, B.S. et al. Quantification of the photosynthetic performance of phosphorus-deficient Sorghum by means of chlorophyll-a fluorescence kinetics. **South African Journal of Science**, v.100, n.11, p.615-618, 2004.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 1 ed. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado em Minas Gerais, 1999.

RICHARD, A. F.; GRAVINA, A. G.; SOUZA, S. O. N.; BEZERRA, C. A. A. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000200014>. Acesso em: 17 agos. 2017.

ROSA DA SILVA, Tatiana Aparecida. **Biodiesel de óleo residual: Produção através da transterificação por metanólise e etanólise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais**. 2011. 151 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Química, Minas Gerais, 2011.

ROSSAL, P.A.L.; FRANKE, A.E.; MARKMANN, C.A.; CANSIAN, E.E.; SILVEIRA, P.R. ***Physalis angulata* (L), uma alternativa de produção para a região litoral de Santa Catarina**.

Disponível em: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00274>  
Acesso em: 25 setembro 2019.

ROSILLO-CALLE, F., PELKMANS, L. e WALTER, A. A global overview of vegetable oils, with reference to biodiesel. A Report for the IEA Bioenergy Task 40. **IEA Bioenergy**, 2009.

SILVA, E.B.; TANURE, L.P.T.; SANTOS, S.R. & RESENDE JÚNIOR, P.S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesq. Agropec. Bras.**, 44:392-397, 2009.

SILVA, T. R. B.; LAVAGNOLLI, R. R.; NOLLA, A. Adubação com zinco e fósforo de crame (*Crambe abyssinica* Hochst). **Revista de Agricultura e Meio Ambiente de Alimentos**, v.9, p.132-135, 2011.



SOUZA, R.F.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MORAIS, A. Influência de micorriza e fósforo sobre o rendimento de matéria seca e qualidade de *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* cultivados em um latossolo. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.22, n.2, p.34-41, 2000.

UBRABIO - **União Brasileira de Biodiesel e Bioquerosene**, (2016). Disponível em: <http://www.ubrabio.com.br/>. Acesso em: 21 de setembro de 2019.

ZEZZA, A. Bioenergie: quali opportunità per l'agricoltura italiana. **Napoli: Edizione Scientifiche Italiane**, 2008. (Collana: Studi & Ricerche INEA).