

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -  
AGRONOMIA

**EFICIÊNCIA DO MAP CONVENCIONAL E PROTEGIDO  
EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**

Autora: Ana Carolina Pacheco Nunes  
Orientador: Dsc. Carlos Ribeiro Rodrigues

RIO VERDE - GO  
FEVEREIRO - 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -  
AGRONOMIA

**EFICIÊNCIA DO MAP CONVENCIONAL E PROTEGIDO  
EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**

Mestranda: Ana Carolina Pacheco Nunes  
Orientador: Dsc. Carlos Ribeiro Rodrigues

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração Produção Vegetal Sustentável do Cerrado.

RIO VERDE - GO  
FEVEREIRO – 2016

N972e Nunes, Ana Carolina Pacheco.  
Eficiência do MAP convencional e protegido em Latossolo Vermelho distrófico / Ana Carolina Pacheco Nunes; orientador Carlos Ribeiro Rodrigues. -- Rio Verde, 2016.  
35p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2016.

1. Fósforo. 2. Fertilizante revestido. 3. Sorgo forrageiro. 4. Soja. 5. Cerrado. I. Ribeiro Rodrigues, Carlos, orient. II. Título.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-  
AGRONOMIA**

**EFICIÊNCIA DO MAP CONVENCIONAL E  
PROTEGIDO EM LATOSSOLO VERMELHO  
DISTRÓFICO**

Autora: Ana Carolina Pacheco Nunes  
Orientador: Dsc. Carlos Ribeiro Rodrigues

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias - Agronomia - Área de  
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 26 de fevereiro de 2016.

Prof. Dsc. Carlos Ribeiro Rodrigues  
Avaliador interno  
IF Goiano/RV

Prof. Dsc. Gustavo Castoldi  
Avaliador interno  
IF Goiano/RV

Prof<sup>ª</sup>. Dsc. Veridiana C. G. Cantão  
Avaliadora externa  
COMIGO

Prof. Dsc. Rafael M. P. Leal  
Avaliador interno  
IF Goiano/RV

Aos meus pais Sebastião e Angela  
À minha irmã Marília  
Ao meu Orientador Carlos Ribeiro Rodrigues.

**OFEREÇO**

Ao meu esposo Eduardo e minha filha Alice.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, pela presença em minha vida e por todas as bênçãos a mim concedidas.

Aos meus pais Sebastião e Angela e à minha irmã Marília, por serem o meu alicerce, por estarem ao meu lado incondicionalmente e não medirem esforços para realização deste e todos os meus projetos de vida. Ao meu esposo Eduardo, que acompanha meu crescimento profissional apoiando, incentivando e participando das minhas conquistas. À minha filha Alice, que, ainda em meu ventre, é minha maior motivação e felicidade.

Ao meu orientador Carlos, pelo enriquecimento de minha formação profissional, e por junto de sua família, Tatiana, Anna Liz, Maria Eduarda e Carlos Eduardo, acolherem com tanto carinho seus orientados.

Aos colegas de laboratório e amigos, pelos momentos de muito trabalho, correria e desespero, mas também muitos lanches, risos e confraternização. Às amigas que fiz durante o mestrado Tâmara, Larissa, Jackellyne, Verônica, Rosana e Polyanna, que foram essenciais nesse projeto e, apesar de nos conhecermos há pouco tempo as terei sempre como amigas.

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Ana Carolina Pacheco Nunes, nascida em Ipameri-Goiás em 16 de setembro de 1991, filha dos professores Sebastião Nunes da Rosa Filho e Angela Maria Pacheco Nunes.

Em 2013, concluiu o curso superior em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri. No ano seguinte ingressou pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, no programa de pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia, com linha de pesquisa: Tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água.

No ano de 2016, defendeu sua dissertação de Mestrado, parte indispensável para a obtenção do diploma de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia.

## ÍNDICE GERAL

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS .....	3
1. GERAL.....	3
2. ESPECÍFICOS .....	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	4
CAPÍTULO I - EFICIÊNCIA DE FONTE DE P DE LIBERAÇÃO LENTA EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO DO SUDOESTE GOIANO .....	5
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS .....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÕES .....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
APÊNDICES .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
APÊNDICE A – TABELAS.....	16
APÊNDICE B – FIGURAS.....	18

## ÍNDICE DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1: Caracterização química e física do solo.....	16
Tabela 2: Produção da soja e eficiência das fontes de P e resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados: número de vagens por planta (N.V.), peso de 1000 grãos (P1000) (g), Produção (kg ha <sup>-1</sup> ), eficiência de incremento de produção do fertilizante (EF).....	16
Tabela 3: Efeito das fontes de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e resumo da análise de variância (quadrado médio) para as variáveis: produção de massa seca de panícula (MSP) (kg ha <sup>-1</sup> ), produção de massa seca de parte aérea (MSPA) (kg ha <sup>-1</sup> ), produção de massa seca total (MST) (kg ha <sup>-1</sup> ) do so sorgo cv. Booster cultivado em sucessão à soja e eficiência residual de incremento de produção do fertilizante (EF) eficiência residual de uso do fertilizante (EUF) e eficiência agronômica (EA) (%). Rio Verde,GO. 2015.....	16
Tabela 4: Efeito das fontes de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e resumo da análise de variância (quadrado médio) para as variáveis: teores de P no solo (MehlichI) (mg dm <sup>-3</sup> ) nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40cm .....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1: Número de vagens por planta (A), peso de 1000 grãos e produção da soja (cv. Intacta RR PRO2 M7110) (C) e eficiência de incremento de produção do fertilizante (EF) (D), eficiência de utilização do fertilizante (EUF) e eficiência agrônômica (EA) da aplicação de doses de $P_2O_5$ das fontes MAP e MAP-P. Rio Verde, GO 2015.....	19
Figura 2: Produção de massa seca de panícula (MSP), parte aérea (MSPA) e total (MST) (kg ha <sup>-1</sup> ) do sorgo cv. Booster cultivado em sucessão à soja e e eficiência residual de incremento de produção do fertilizante (EF) eficiência residual de uso do fertilizante (EUF) e eficiência agrônômica (EA) (%) da aplicação de doses de $P_2O_5$ das fontes MAP e MAP-P. Rio Verde,GO. 2015. ....	20
Figura 3: P no solo (Mehlich I) nas profundidades 0-10 (A) e 10-20 (B) em função das doses de $P_2O_5$ das fontes MAP e MAP-P. Rio Verde,GO. 2015.....	21

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIações E UNIDADES

Símbolo / Sigla	Significado
ATP	Adenosina trifosfato
Fe	Ferro
pH	Potencial hidrogeniano
”	Polegadas
MAP	Monoamônio fosfato
MAP-P	Monoamônio fosfato protegido
°C	Graus Celsius
Ha	Hectare
Mm	Milímetros
mL	Mililitros
S	Enxofre
B	Boro
Mn	Manganês
Cu	Cobre
Cm	Centímetro
Kg	Quilograma
CaCl <sub>2</sub>	Cloreto de Cálcio
P	Fósforo
MG	Miligrama
DM	Decímetro
K	Potássio
Ca	Cálcio
cmol	Centimol
Mg	Magnésio
Al	Alumínio
Mo	Molibidênio
G	Gramas
Zn	Zinco
Prof	Profundidade
L	Litro
H	Hidrogênio
M	Metro
SB	Soma de bases
T	CTC potencial
N	Nitrogênio
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de fósforo

---

K <sub>2</sub> O	Óxido de potássio
FV	Fontes de variação
GL	Grau de Liberdade
QM	Quadrado Médio
P1000	Peso de 1000 grãos
V	Saturação por bases
CV (%)	Coefficiente de variação
M	Saturação por Alumínio
NV	Número de vagens
MO	Matéria Orgânica
EUF	Eficiência do Uso de Fertilizantes
EA	Eficiência Agronômica
EF	Eficiência do incremento de produção do Fertilizante
PT	Produção do tratamento de interesse
PTestemunha	Produção do tratamento testemunha
MSP	Massa Seca de Panícula
MSPA	Massa Seca de Parte Aérea
MST	Massa Seca Total

---

## RESUMO

NUNES, ANA CAROLINA PACHECO. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, fevereiro de 2016. **Eficiência do MAP convencional e protegido em Latossolo Vermelho distrófico.** Orientador: Carlos Ribeiro Rodrigues.

**RESUMO** - Apesar de ser um dos elementos essenciais para as plantas, o fósforo é o macronutriente menos acumulado por elas. No cerrado brasileiro, contudo, é o nutriente que mais limita a produção de grãos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do MAP e do MAP-P (MAP protegido) na produção da soja safra e seu efeito residual no sorgo safrinha. O experimento foi conduzido em campo, na área experimental do IFGoiano, Campus Rio Verde, em Rio Verde – GO sob solo Latossolo Vermelho distrófico argiloso. O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 6 sendo duas fontes de P (MAP – 51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e MAP-P – 49% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e seis doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 54; 108; 162; 216 e 270 kg ha<sup>-1</sup>) com quatro repetições. O fertilizante protegido foi mais eficiente que o convencional em aumentar os teores de P disponível no solo, tanto na soja safra, quanto no efeito residual no sorgo em safrinha.

**Palavras-chave:** fósforo, fertilizante revestido, sorgo forrageiro, soja, cerrado.

## ABSTRACT

NUNES, ANA CAROLINA PACHECO. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, february of 2016. **Conventional and slow-release MAP efficiency in Oxisol.** Advisor: Carlos Ribeiro Rodrigues.

**ABSTRACT** - Despite being one of the essential elements for plants, phosphorus is the macronutrient less accumulated by them. However, in the Brazilian Savannah biome, it is the nutrient that most limits the yield. This study aimed to evaluate the influence of MAP and MAP-P (slow-release MAP) on the soybean crop production and its residual effect in off-season sorghum. The experiment was carried out under field conditions in the experimental area of IFGoiano, Campus Rio Verde, Rio Verde - GO on oxisol soil. The used design was randomized blocks in factorial scheme 2 x 6 with two sources of P (MAP - 51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and MAP-P - 49% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) six P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> rates (0; 54; 108; 162; 216 and 270 kg ha<sup>-1</sup>) and four replicates. The slow-release fertilizer was more effective than the conventional to increase the values of available phosphorus in the soil of the in soybeans crop, as well as the residual effect in off-season sorghum.

**Key words:** phosphorus, slow-release fertilizer, forage sorghum, soybean, savannah.

## INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max*), de origem asiática, pertencente à família Fabaceae, é uma das culturas mais antigas do mundo. A cultura da soja, responsável por mais de 56% da área cultivada do país, apresenta o maior crescimento absoluto na produção nacional de grãos, resultando em estimativa de 100,9 milhões de toneladas para a safra 2015/16, aumento equivalente a 1,3% ou 2,6 milhões de toneladas em relação à safra 2014/15 (207,7 milhões de toneladas). (Conab 2016)

Uma das principais culturas de entre safra no cerrado é o sorgo. O sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) tem se mostrado como boa opção no processo de ensilagem, pela maior resistência a veranicos, maior produção por área e menor exigência quanto à fertilidade do solo, em relação outros grãos, como o milho. (Dias et al., 2001).

Apesar de ser um dos elementos essenciais para as plantas, estando presente em componentes estruturais das células e metabólicos móveis armazenadores de energia, como o ATP, o fósforo (P) é o macronutriente menos acumulado pelas plantas. (SOUZA, et al., 2014).

Sob cerrado brasileiro, contudo, o P é o nutriente que mais limita a produção de grãos. Isso ocorre em razão das altas perdas por adsorção específica às superfícies dos oxihidróxidos de Fe e Al, e a precipitação com Fe e Al na solução dos solos sob condições de acidez, conferindo-lhe alta estabilidade, dependendo do grau de intemperização e uso do solo (Malavolta, 2006; Rheinheimer, 2000; Novais & Smyth, 1999).

Várias técnicas são desenvolvidas para aumentar a eficiência da adubação fosfatada em plantas, como correção do solo e incremento da matéria orgânica, além do surgimento de tecnologias que reduzem a solubilidade dos fertilizantes reduzindo as

perdas do P no solo e aumentando a eficiência agronômica das fontes, como os fertilizantes de liberação lenta.

A premissa básica para o uso de tais fertilizantes é a liberação contínua dos nutrientes, reduzindo a possibilidade de perdas por lixiviação e mantendo a planta nutrida constantemente durante todo o período de crescimento. (Serrano et AL 2004)

Os fertilizantes de liberação lenta garantem às plantas condições ótimas de crescimento, fornecendo quantidade suficiente para o crescimento rápido inicial, seguido de fornecimento uniforme, de acordo com sua necessidade nutricional, ao longo do ciclo. (Sharma, 1979)

A linha de fertilizantes com polímeros é uma tecnologia utilizada para revestir os grânulos dos fertilizantes com camadas que combinam minerais e polímeros especiais que potencializam a eficiência dos fertilizantes, proporcionando melhor aproveitamento pelas plantas. (Souza et a 2014)

## **OBJETIVOS**

### 1. Geral

- Avaliar a eficiência de fonte de fósforo de liberação lenta, em Latossolo Vermelho distrófico do sudoeste Goiano.

### 2. Específicos

- Mensurar a produção da cultura da soja no período de safra em função das fontes de fósforo MAP e MAP-P (MAP protegido).

- Mensurar a produção da cultura do sorgo no período de safrinha em função das fontes de fósforo MAP e MAP-P (MAP protegido).

- Avaliar a eficiência agrônômica dos fertilizantes em ambas culturas em função das fontes de fósforo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2015/16** - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-182, fevereiro 2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 15 de fevereiro de 2016.

MALAVOLTA, E. (2006). Manual de nutrição de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 638.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

RHEINHEIMER, D. S. Dinâmica do fósforo em sistemas de manejo de solos. 2000. 210p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PAVANELLI, L. E.; ARAÚJO, F. F. Fixação biológica de nitrogênio em soja em solos cultivados com pastagens e culturas anuais do oeste paulista. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 21-29, Jan./Fev. 2009.

SERRANO, L. A. L., MARINHO, C. S., CARVALHO, A. J. C., MONNERAT, P. H. Efeito de Sistemas de Produção e Doses de Adubo de Liberação Lenta no Estado Nutricional de Porta-Enxerto Cítrico. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, v. 26, n. 3, p. 524-528, Dezembro 2004

SHARMA, G. C. Controlled-release fertilizers and horticultural applications. *Scientia Horticulturae*, Alabama, USA, v.11(2): 107-129. 1979.

SOUZA, J. R., RIBEIRO, B. N., RAPOSO, T. P., FIORIN, J. E., CASTRO, G. S. A., MAGALHÃES, R. S. Eficiência de fósforo revestido com polímeros na cultura da soja. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.3, n.4, p. 1-9, 2014

## **CAPÍTULO I – EFICIÊNCIA DO MAP CONVENCIONAL E PROTEGIDO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**

**RESUMO** - NUNES, ANA CAROLINA PACHECO. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, fevereiro de 2016. **Eficiência do MAP convencional e protegido em Latossolo Vermelho distrófico.** Orientador: Carlos Ribeiro Rodrigues.

**RESUMO** - Apesar de ser um dos elementos essenciais para as plantas, o fósforo é o macronutriente menos acumulado por elas. No cerrado brasileiro, contudo, é o nutriente que mais limita a produção de grãos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do MAP e do MAP-P (MAP protegido) na produção da soja safra e seu efeito residual no sorgo safrinha. O experimento foi conduzido em campo, na área experimental do IFGoiano, Campus Rio Verde, em Rio Verde – GO sob solo Latossolo Vermelho distrófico argiloso. O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 6 sendo duas fontes de P (MAP – 51%  $P_2O_5$  e MAP-P – 49%  $P_2O_5$ ) e seis doses de  $P_2O_5$  (0; 54; 108; 162; 216 e 270  $kg\ ha^{-1}$ ) com quatro repetições. O fertilizante protegido foi mais eficiente que o convencional em aumentar os teores de P disponível no solo, tanto na soja safra, quanto no efeito residual no sorgo em safrinha.

**Palavras-chave:** fósforo, fertilizante revestido, sorgo forrageiro, soja, cerrado.

## CONVENTIONAL AND SLOW-RELEASE MAP EFFICIENCY IN OXISOL

**ABSTRACT** - Despite being one of the essential elements for plants, phosphorus is the macronutrient less accumulated by them. However, in the Brazilian Savannah biome, it is the nutrient that most limits yield. This study aimed to evaluate the influence of MAP and MAP-P (protected MAP) on the soybean crop production and its residual effect in off-season sorghum. The experiment was carried out under field conditions in the experimental area of IFGoiano, Campus Rio Verde, Rio Verde - GO on oxisol soil. The used design was randomized blocks in factorial scheme 2 x 6 with two sources of P (MAP - 51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and MAP-P - 49% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) six P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses (0; 54; 108; 162; 216 and 270 kg ha<sup>-1</sup>) and four replicates. The slow-release fertilizer was more effective than the conventional to increase the values of available phosphorus in the soil of the in soybeans crop, as well as residual effect in off-season sorghum.

**Key words:** phosphorus, slow-release fertilizer, forage sorghum, soybean, savannah.

## INTRODUÇÃO

Apesar de ser um dos elementos essenciais para as plantas, estando presente em componentes estruturais das células e metabólicos móveis armazenadores de energia, como o ATP, o fósforo (P) é o macronutriente menos acumulado pelas plantas. (SOUZA, et al., 2014).

Sob o bioma Cerrado no Brasil o P é o nutriente que mais limita a produção de grãos. Isso ocorre em razão das altas perdas por adsorção específica às superfícies dos oxihidróxidos de Fe e Al, e a precipitação com Fe e Al na solução dos solos sob condições de acidez, conferindo-lhe alta estabilidade dependendo do grau de intemperização e uso do solo (Malavolta, 2006; Rheinheimer, 2000; Novais & Smyth, 1999).

Várias técnicas são desenvolvidas para aumentar a eficiência da adubação fosfatada em plantas, como correção do solo e incremento da matéria orgânica, além do surgimento de tecnologias que reduzem a solubilidade dos fertilizantes reduzindo as perdas do P no solo e aumentando a eficiência agrônômica das fontes, como os fertilizantes de liberação lenta.

A premissa básica para o uso de tais fertilizantes é a liberação contínua dos nutrientes, reduzindo a possibilidade de perdas por lixiviação e mantendo a planta nutrida constantemente durante todo o período de crescimento (Serrano et AL 2004).

Os fertilizantes de liberação lenta garantem às plantas condições ótimas de crescimento, fornecendo quantidade suficiente para crescimento rápido inicial, seguido de fornecimento uniforme, de acordo com sua necessidade nutricional, ao longo do ciclo (Sharma, 1979).

A linha de fertilizantes com polímeros é uma tecnologia utilizada para revestir os grânulos dos fertilizantes com camadas que combinam minerais e polímeros especiais que potencializam a eficiência dos fertilizantes, proporcionando melhor aproveitamento pelas plantas (Souza et a 2014).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do MAP convencional e MAP protegido sobre a produção da soja safra e residual em sorgo safrinha, analisando a hipótese de que aplicação de MAP protegido aumentaria a produtividade da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, na área experimental do IFGoiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO sob Latossolo Vermelho distrófico. Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo para sua caracterização química e física. Baseado nos resultados da análise de solo, foi realizada a recomendação de correção e adubação e definição dos tratamentos (Tabela 1).

O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 6 sendo duas fontes de P: MAP convencional – 51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (MAP) e MAP protegido – 49% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (MAP-P) e seis doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 54; 108; 162; 216 e 270 kg ha<sup>-1</sup>) com quatro blocos. A parcela foi composta por cinco linhas espaçadas 0,45 cm entre si e com cinco metros de comprimento cada, totalizando 11,25m<sup>2</sup>. Para as avaliações foram desconsiderados um metro e uma linha de cada extremidade da parcela.

Um mês antes do plantio, a área foi gradeada com grade aradora de discos de 28". Não foi realizada a aplicação de corretivo conforme estimativa feita com base na análise química do solo (Tabela 1) e Souza e Lobato (2004). Uma semana antes do plantio foi realizada a dessecação da área com o produto comercial Roundup Transorb na dose de 3 L ha<sup>-1</sup>. O plantio foi realizado em 10 de dezembro de 2014, com semeadora mecanizada e a semente da soja cv. Intacta RR2 PRO M7110 Monsoy, tratada com Standak Top (Piraclostrobina 2,5%, Tiofatato Metílico 22,5% e Fipronil 25%) na dose de 150 mL por 20 kg de sementes, inoculante Biomax (*B. japonicum* 6x10<sup>9</sup> unidades formadoras de colônia ml<sup>-1</sup>) na dose de 600 mL por 50 kg sementes, CoMo NHT Bio Soja (3% Co, 30% Mo) na dose de 40 mL por 50kg de sementes.

Imediatamente após o plantio foi realizada a adubação potássica a lanço em área total na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Quando a soja emitiu o terceiro trifólio foi realizada a aplicação de mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a lanço em área total e adubação foliar com 1 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial Speed Cerrado Flex (6,9% de S; 0,2% de B; 8% de Mn; 0,5% de Cu; 0,05% de Mo e 3% de Zn). No mesmo período, foi realizada a aplicação de herbicida pós-emergente, Roundup Transorb (3 L ha<sup>-1</sup>) e o controle de lagarta com Lannate (1 L ha<sup>-1</sup>). O controle de doenças de final de ciclo foi realizado com a aplicação do fungicida comercial PrioriXtra + Nimbus em duas aplicações sendo uma na fase R3 e outra na fase R5.1 (300 ml ha<sup>-1</sup> em cada aplicação). No final do ciclo, foi realizado o

controle de mosca branca com três aplicações de 1L ha<sup>-1</sup> de Tiger 100 EC, nas fases R3, R5.1 e R7.

A colheita foi realizada no dia 24 de março de 2015. Na colheita foi avaliado o número de vagens por plantas. Os grãos foram secos até peso constante em estufa a 65 a 70°C, foram contados e pesados 1000 grãos e estimada produção de grãos. Os dados de produção de grãos foram ajustados para 13% de umidade.

Após a colheita da soja foi realizada a amostragem do solo, sendo seis amostras simples por parcela em cada profundidade avaliada (0 a 5; 5 a 10 e 10 a 20 cm). A amostra simples de cada profundidade avaliada foi composta por uma faixa de solo entre as linhas e na linha de plantio (Cantarutti et al., 2007). As amostras foram secas ao ar e peneiradas em tamis de 2mm e acondicionadas em sacos plásticos identificados para a análise dos teores de P no solo. As análises de P no solo foram realizadas utilizando o extrator Mehlich I, conforme descrito por EMBRAPA (2009).

Com base nos dados de produção de grãos foi estimada a eficiência de uso de fertilizantes (EUF) (Equação 1), a eficiência agrônômica (EA) (Equação 2) e a eficiência do incremento por unidade de fertilizante (EF) (Equação 3).

$$\text{EQUAÇÃO 1 EUF} = \frac{\text{Produção de grãos (kg ha}^{-1}\text{)}}{\text{Dose de P}_2\text{O}_5\text{ (kg ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{EQUAÇÃO 2 EA(\%)} = \left( \frac{\text{PT (kg ha}^{-1}\text{)} - \text{PTestemunha (kg ha}^{-1}\text{)}}{\text{PTestemunha (kg ha}^{-1}\text{)}} \right) \times 100$$

Onde:

PT – produção do tratamento de interesse (kg ha<sup>-1</sup>)

PTestemunha – produção do tratamento testemunha (kg ha<sup>-1</sup>)

$$\text{EQUAÇÃO 3 EF} = \frac{\text{PT (kg ha}^{-1}\text{)} - \text{PTestemunha (kg ha}^{-1}\text{)}}{\text{Dose de P}_2\text{O}_5\text{ (kg ha}^{-1}\text{)}}$$

Após a colheita da soja a área foi dessecada com a mistura 5 L ha<sup>-1</sup> de Roudup Transorb + 0,6 L ha<sup>-1</sup> DMA. Após sete dias e precipitação de 20mm o sorgo forrageiro (cv. Bouster) foi semeado com população de 400.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O sorgo foi colhido 90 dias após o plantio e avaliada a produção de massa seca de panícula (MSP), parte aérea (MSPA) e total (MST). Para a avaliação do sorgo foram coletadas as três linhas centrais desfazendo-se de um metro de cada extremidade. Com os dados de MST do sorgo, também foram estimados a eficiência de uso de fertilizantes

(EUF) (Equação 1), a eficiência agronômica (EA) (Equação 2) e a eficiência do incremento por unidade de fertilizante (EF) (Equação 3).

Os dados obtidos para soja e sorgo, também, foram destinados à análise de variância e teste de média (teste de tLSD 5% de probabilidade), para comparação das fontes de P, e ajuste de regressão em função das doses de  $P_2O_5$ , com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve variação do número de vagens por planta (NV), peso de 1000 grãos (P1000), produção da soja, eficiência de incremento de produção do fertilizante (EF), eficiência de uso do fertilizante (EUF) e eficiência agronômica (EA) em função das fontes de  $P_2O_5$  (Tabela 2).

O número de vagens por planta variou somente em função das doses de  $P_2O_5$  (Tabela 1). O número de vagens por planta se ajustou a modelo somente para os tratamentos com MAP-P, com incremento crescente (Figura 1 A). Com a maior dose do MAP-P houve incremento de 64% no número de vagens por plantas em relação à testemunha (12 vagens planta<sup>-1</sup>). Com a aplicação de 162 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ , dose recomendada conforme Sousa & Lobato (2004), há incremento médio de 12 para 17 vagens plantas<sup>-1</sup>, ou seja, incremento de 41,6%.

Os três principais componentes de produção da cultura da soja são o número de vagens por unidade de área, número de grãos por vagem e o peso médio dos grãos. (Navarro Júnior & Costa, 2002). No presente trabalho, houve alteração do número de vagens com o aumento das doses de  $P_2O_5$  via MAP-P (Figura 2 A) e manutenção do P1000 (Figura 3 A). Tais dados corroboram Guareschi (2011), em que a aplicação a lanço de  $P_2O_5$  proporcionou maior produção de número de vagens com manutenção do P1000. Mesmo aumentando o número de vagens não houve efeito de redução do peso de grãos. Ou seja, mesmo aumentando o dreno (número de vagens) a planta foi capaz de manter o peso de grãos, o que pode ser atribuído ao bom estado nutricional das plantas. Já as plantas adubadas com MAP, houve aumento do P1000, podendo ser explicado pelo menor número de vagens. Todavia mesmo aumentando o peso de mil grãos, as

plantas adubadas com MAP ainda produziram menos que as plantas adubadas com o MAP-P (Figura 2 C).

A produção de grãos da soja aumentou em função das doses de  $P_2O_5$  via MAP e MAP-P (Figura 3 C), com incremento linear. As maiores doses de  $P_2O_5$  ( $270 \text{ kg ha}^{-1}$ ) proporcionaram os maiores valores de produção de grãos sendo,  $4.259,65$  e  $4.680,21 \text{ kg ha}^{-1}$  com as fontes MAP e MAP-P, respectivamente. Com a dose de  $162 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , as produções foram de  $3.577,09$  e  $3.954,45 \text{ kg ha}^{-1}$  para as fontes MAP e MAP-P, respectivamente. Com  $270$  e  $162 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  o MAP-P obteve incremento de produção de  $420,56$  e  $377,36 \text{ kg ha}^{-1}$  de grãos, respectivamente, em relação à aplicação do MAP, ou seja, aumento de  $9,85$  e  $10,55\%$ , respectivamente. Uma superioridade do MAP revestido com polímeros na produtividade de grãos também foi encontrada em soja por Souza et al (2014) e em milho por Figueiredo et. al. (2012).

A eficiência no uso do P pelas plantas está relacionada com o aumento da concentração de P na solução do solo e a capacidade de manter essa concentração constante, ou seja, o fator tampão de P no solo (Novais & Smyth, 1999).

Em relação à solubilização de fertilizantes minerais, há influência direta no P em solução com aumento imediato, e conseqüentemente aumento do P adsorvido (P-lábil) e da difusão de P até as raízes das plantas (Novais & Smyth, 1999). Todavia, em solos altamente intemperizados, como o utilizado no estudo (Latossolo Vermelho distrófico com  $52\%$  de argila), há grande possibilidade de redução do P-solução por perdas por adsorção específica (P não lábil) e, ou, precipitação.

Assim, fontes de solubilidade reduzida, como o MAP-P, podem manter o P em solução por período maior de tempo, mantendo o fluxo difusivo. Ou seja, o fator quantidade de P no solo, não dependerá exclusivamente do P-adsorvido lábil, mas também, do fertilizante que libera o P lentamente para a solução, reduzindo as perdas por adsorção e, ou, precipitação.

Como observado na Figura 2 D e E, o MAP-P foi mais eficiente nas menores doses. Esse efeito pode ser justificado pela maior capacidade de manter o P disponível em solução, comparado com o MAP. Esses resultados também podem ser observados com a eficiência agrônômica (Figura 2 F). Nas menores doses de  $P_2O_5$  a maior EA foi obtida com o MAP-P (Figura 2 F).

Levando em consideração o aumento da prática da adubação a lanço, em virtude da maior rapidez durante o processo de plantio, o uso da fonte de menor solubilização pode trazer benefícios. Isso por que, o MAP-P pode manter o P em solução constante

por mais tempo, mesmo aplicando a lanço, pois há menores perdas por adsorção específica e, ou, precipitação. Todavia, essas são hipóteses para serem testadas futuramente.

No presente trabalho, observou-se que a produção de massa seca de panícula do sorgo (MSP) variou somente em função da fonte de  $P_2O_5$  (Tabela 3). O MAP-P obteve MSP 57% superior ao MAP. A MSP obteve ajuste em função das doses de  $P_2O_5$  somente com o MAP-P, com aumento linear (Figura 3 A). Com a maior dose de  $P_2O_5$  ( $270 \text{ kg ha}^{-1}$ ) via MAP-P a MSP foi de  $965,12 \text{ kg ha}^{-1}$ , equivalendo a incremento de 119,9%. Com a dose de  $162 \text{ kg ha}^{-1}$ , a produção utilizando o MAP-P foi de  $753,44 \text{ kg ha}^{-1}$ , equivalendo a incremento de 71,7%.

Em relação à massa seca de parte aérea não houve variação entre as fontes (Tabela 3) e nem ajuste de modelos matemáticos em função das doses de  $P_2O_5$  (Figura 3 B). Em contrapartida, a massa seca total (MST) ( $MST=MSP+MSPA$ ), variou em função das fontes. Com o MAP-P as plantas obtiveram MST 19,3% superior em relação às adubadas com o MAP (Tabela 3). Não houve ajuste de modelo matemáticos da MST em função das doses de  $P_2O_5$  para ambas as fontes (Figura 3 C).

O P é um nutriente que é absorvido pelas plantas durante a fase de desenvolvimento vegetativo, e dependendo da espécie, durante a fase reprodutiva, como o sorgo (Aguiar, 2010; Ribeiro, 2010; Formiga et al., 2012 e Soares et al., 2014). Na fase reprodutiva, o P acumulado na fase vegetativa é redistribuído para as regiões de dreno, como a panícula no sorgo (Soares et al., 2014). Assim é importante que se tenha a disponibilidade de P em solução durante quase todo o ciclo da cultura. Então, a maior produção da MSP do sorgo com o MAP-P pode ser atribuída à manutenção do P em solução constante durante maior período de tempo, por causa da menor solubilidade desse fertilizante.

A eficiência residual de incremento de produção de grãos por unidade de  $P_2O_5$  utilizado (EF) não variou em função dos tratamentos (Tabela 3). Os valores médios EF obtidos foram de 2,33 e 0,10 para as fontes MAP-P e MAP, respectivamente. Não houve ajuste de modelos da EF em função das doses de  $P_2O_5$  (Figura 3 D).

A eficiência residual do uso dos fertilizantes variou em função das doses e fontes de  $P_2O_5$  (Tabela 3). O MAP-P obteve EUF (16,96) significativamente superior à EUF obtida com o MAP (14,72). A EUF ajustou a modelos exponenciais em função das doses de  $P_2O_5$  para ambas as fontes (Figura 2 E). Com o uso do MAP a redução da EUF foi mais acentuada quando comparado com o MAP-P (Figura 3 E). Com a maior dose

de  $P_2O_5$  a EUF foi 5,54 e 3,81 com a aplicação das fontes MAP-P e MAP, respectivamente (Figura 3 E).

A eficiência agronômica (EA) do sorgo variou somente em função das fontes. O MAP-P obteve EA (20,09) significativamente superior à EUF obtida com o MAP (0,64). Não houve ajuste de modelos da EA em função das doses de  $P_2O_5$  para ambas as fontes (Figura 3 F).

Em geral o MAP-P obteve maior eficiência que o MAP. A maior eficiência na safra ocorreu principalmente nos tratamentos de menor dose de  $P_2O_5$ . Esse resultado pode ser explicado pelo fato do MAP-P ser um dos fatores de manutenção do P em solução, pela sua reduzida solubilidade.

Os teores de P no solo na camada de 0 a 10 cm de profundidade variou em função das fontes de  $P_2O_5$ , das doses e da interação entre as fontes e as doses (Tabela 4). Após o cultivo da soja, o teor de P no solo com a aplicação do MAP-P foi significativamente superior ao obtido com a aplicação do MAP (Tabela 4). Esse resultado explica o maior peso de grãos da soja, ou seja, maior disponibilidade de P durante a fase de enchimento de grãos e, também, o maior efeito residual sobre a cultura do sorgo. Tanto o MAP, quanto o MAP-P incrementaram os teores de P disponível em função das doses. Todavia, os incrementos com a aplicação do MAP-P foram superiores (Figura 4 A).

Na profundidade de 10 a 20 cm os teores de P disponível no solo alteraram somente em função das doses (Tabela 4), com aumento linear (Figura 4 B). Semelhante ao obtido para o P disponível na superfície, o maior incremento na camada de 10 a 20 cm também foi com a fonte MAP-P (Figura 4 B).

De 20 a 40 cm não houve variação dos teores de P disponível em função das doses de fontes de  $P_2O_5$  (Tabela 3 e Figura 3). Esse resultado pode ser atribuído a baixa mobilidade do P no solo (Novais & Smyth, 1999), ficando os efeitos restritos à superfície.

## CONCLUSÃO

O fertilizante MAP-P foi mais eficiente que o MAP, incrementando os teores de fósforo disponível no solo, tanto para soja safra, quanto no efeito residual no sorgo em safrinha. O fertilizante protegido apresentou os maiores valores de fósforo disponível no solo nas profundidades 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, P.M. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes em função dos estádios fenológicos na cultura do sorgo: ciclo de verão [Monografia]. Montes Claros-MG: Universidade Estadual de Montes Claros; 2010.

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. de; MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAEZ V, V.H.; BARROZ, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa-MG: SBCS, 2007. p.769-850.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

FERREIRA, D.F.. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FIGUEIREDO, C. C. de; BARBOSA, D. V.; OLIVEIRA, S. A. de; FAGIOLI, M.; STAO, J. H. Adubo Fosfatado Revestido com Polímero e Calagem na Produção e Parâmetros Morfológicos de Milho. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 3, p. 446-452, jul-set, 2012 Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ce.

FORMIGA, M. do S.; FERREIRA, A.C.; TRAVASSOS, K.D.; BARACUHY, J.G. de V.; LIMA, V.L.A. de; DANTAS, J.P. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. *Revista de Educação Agrícola Superior*, 27:3-12. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756X.v27n01a01>.

GUARESCHI, Roni Fernandes et al. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 35, n. 4, p. 643-648, jul./ago., 2011

MALAVOLTA, E. (2006). Manual de nutrição de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 638.

NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição Relativa dos Componentes do Rendimento para Produção de Grãos em Soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.3, p. 269-274, março 2002.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

RIBEIRO, A. da S. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes no sorgo cultivado no nordeste Minas Gerais [Monografia]. Montes Claros-MG: Universidade Estadual de Montes Claros; 2010.

RHEINHEIMER, D. S. Dinâmica do fósforo em sistemas de manejo de solos. 2000. 210p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SOARES, E.R.; COUTINHO, E.L.M.; RAMOS, S.B.; SILVA, M.S. da; BARBOSA, J.C.. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por cultivares de sorgo sacarino. *Semina: Ciências Agrárias*. 35:3015-3030. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3015>.

SHARMA, G. C. Controlled-release fertilizers and horticultural applications. *Scientia Horticulturae*, Alabama, USA, v.11(2): 107-129. 1979.

SOUZA, J. R., RIBEIRO, B. N., RAPOSO, T. P., FIORIN, J. E., CASTRO, G. S. A., MAGALHÃES, R. S. Eficiência de fósforo revestido com polímeros na cultura da soja. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.3, n.4, p. 1-9, 2014

SOUSA, D. D., LOBATO, E., SOUSA, D. D., & Lobato, E. (2004). Adubação com nitrogênio. *Cerrado: correção do solo e adubação*, 2, 129-144.

SERRANO, L. A. L., MARINHO, C. S., CARVALHO, A. J. C., MONNERAT, P. H. Efeito de Sistemas de Produção e Doses de Adubo de Liberação Lenta no Estado Nutricional de Porta-Enxerto Cítrico. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 524-528, Dezembro 2004

## APÊNDICE A – TABELAS

Tabela 1: Caracterização química e física do solo<sup>1</sup>.

Prof. (cm)	pH <sup>2</sup>	P <sup>3</sup> --mg dm <sup>-3</sup> --	K	Ca	Mg	Al	H+Al <sup>4</sup> -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	SB	T	V	m	MO	Argila -----%-----	Silte	Areia
0-10	5,9	5,81	202,8	5,01	2,92	0,02	3,27	8,45	11,72	72,12	0,20	5,19	55,64	7,63	36,73
10-20	5,7	3,52	124,8	4,54	2,17	0,04	3,53	7,03	10,56	66,50	0,56	4,24	55,06	8,22	36,72
20-30	5,5	2,76	101,4	4,25	1,46	0,06	3,77	5,97	9,74	61,34	0,99	3,65	57,30	9,87	32,83
30-40	5,2	2,30	74,1	3,74	1,09	0,08	4,10	5,02	9,12	54,47	1,56	2,72	56,20	9,87	33,94

<sup>1</sup>Metodologia: Embrapa (2011);

<sup>2</sup>pH CaCl<sub>2</sub> e

<sup>3</sup>P Mehlich I.

<sup>4</sup>Estimado pelo método SMP

Tabela 2: Produção da soja e eficiência das fontes de P e resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados: número de vagens por planta (N.V.), peso de 1000 grãos (P1000) (g), Produção (kg ha<sup>-1</sup>), eficiência de incremento de produção do fertilizante (EF)

Fonte de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N.V.	P1000	Produção	EF	EUf	EA
<b>MAP-P</b>	15,88	117,88	3.772,04	14,55	33,90	80,90
<b>MAP</b>	14,03	117,21	3.407,13	9,10	28,45	63,25
Dose (D)	68,63*	176,03 <sup>ns</sup>	4,6 x 10 <sup>6**</sup>	288,66*	3.131,04**	2.713,91 <sup>ns</sup>
Fonte (F)	41,07 <sup>ns</sup>	5,33 <sup>ns</sup>	1,6 x 10 <sup>6ns</sup>	297,02 <sup>ns</sup>	297,05 <sup>ns</sup>	3.115,22 <sup>ns</sup>
D*F	25,58 <sup>ns</sup>	103,78 <sup>ns</sup>	8,0 x 10 <sup>5ns</sup>	206,34 <sup>ns</sup>	206,34 <sup>ns</sup>	1.350,29 <sup>ns</sup>
Bloco	76,97*	97,14 <sup>ns</sup>	1,0 x 10 <sup>7ns</sup>	722,02**	667,00**	32.985,15**
Erro	21,80	138,55	7,9 x 10 <sup>5</sup>	97,28	85,35	1.101,90
C.V.(%)	31,21	10,01	24,80	83,41	29,63	46,06

\*\*,\* e <sup>ns</sup> Significativo a 1 e 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F

Tabela 3: Efeito das fontes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e resumo da análise de variância (quadrado médio) para as variáveis: produção de massa seca de panícula (MSP) (kg ha<sup>-1</sup>), produção de massa seca de parte aérea (MSPA) (kg ha<sup>-1</sup>), produção de massa seca total (MST) (kg ha<sup>-1</sup>) do so sorgo cv. Booster cultivado em sucessão à soja e eficiência residual de incremento de produção do fertilizante (EF) eficiência residual de uso do fertilizante (EUf) e eficiência agrônômica (EA) (%). Rio Verde,GO. 2015.

Fonte de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MSP	MSPA	MST	EF	EUf	EA
<b>MAP-P</b>	700,75 a <sup>1</sup>	1.238,00	2.000,9 a	2,33	16,96 a	20,09 a
<b>MAP</b>	438,80 b	1.300,12	1.676,8 b	0,10	14,72 b	0,64 b
Dose (D)	5,36x10 <sup>4ns</sup>	3,70x10 <sup>5**</sup>	2,90x10 <sup>5ns</sup>	15,79 <sup>ns</sup>	1.015,13**	1.188,12 <sup>ns</sup>
Fonte (F)	8,23x10 <sup>5**</sup>	4,63x10 <sup>4ns</sup>	1,26x10 <sup>6*</sup>	50,22 <sup>ns</sup>	50,18*	5.423,08*
D*F	1,57x10 <sup>5ns</sup>	3,25x10 <sup>4ns</sup>	2,56x10 <sup>5ns</sup>	3,84 <sup>ns</sup>	3,84 <sup>ns</sup>	1.215,41 <sup>ns</sup>
Bloco	1,10x10 <sup>5ns</sup>	5,37x10 <sup>5**</sup>	4,85x10 <sup>5ns</sup>	107,74**	18,25 <sup>ns</sup>	9.262,71**
Erro	7,89x10 <sup>4</sup>	9,58x10 <sup>4</sup>	1,70x10 <sup>5ns</sup>	15,37	10,65	845,71
C.V.(%)	49,29	24,4	22,42	323,14	20,6	236,82

<sup>1</sup>Letras minúsculas distintas diferem os tratamentos entre si, na coluna (Teste de tLSD a 5% de probabilidade)

\*\*,\* e <sup>ns</sup> Significativo a 1 e 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F

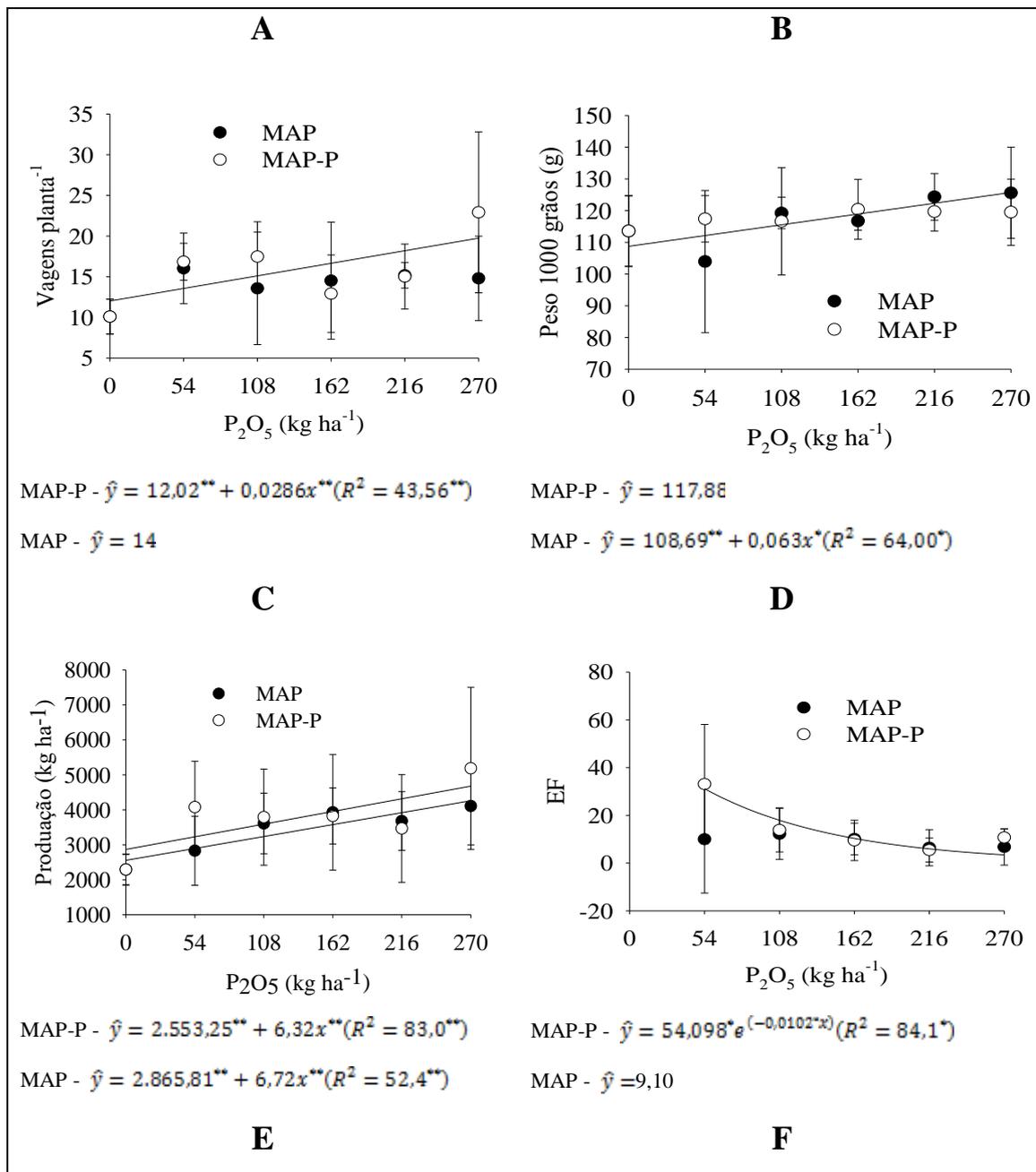
Tabela 4: Efeito das fontes de  $P_2O_5$  e resumo da análise de variância (quadrado médio) para as variáveis: teores de P no solo (MehlichI) ( $mg\ dm^{-3}$ ) nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40cm

	<b>GL</b>	<b>0-10</b>	<b>10-20</b>	<b>20-40</b>
	<b>MAP-P</b>	38,2	8,55	2,68
	<b>MAP</b>	28,3	6,53	1,95
<b>Dose (D)</b>	5	6.189,98**	290,72**	6,67 <sup>ns</sup>
<b>Fonte (F)</b>	1	1.176,43 <sup>ns</sup>	48,62 <sup>ns</sup>	6,48 <sup>ns</sup>
<b>D*F</b>	5	1.889,54**	12,25 <sup>ns</sup>	4,78 <sup>ns</sup>
<b>Bloco</b>	3	905,52 <sup>ns</sup>	141,76**	2,19 <sup>ns</sup>
<b>Erro</b>	33	412,47	27,06	2,76
<b>C.V.(%)</b>		61,11	68,97	71,61

<sup>1</sup>Letras minúsculas distintas diferem os tratamentos entre si, na coluna (Teste de tLSD a 5% de probabilidade)

\*\*,\* e <sup>ns</sup>Significativo a 1 e 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F

## APÊNDICE B – FIGURAS



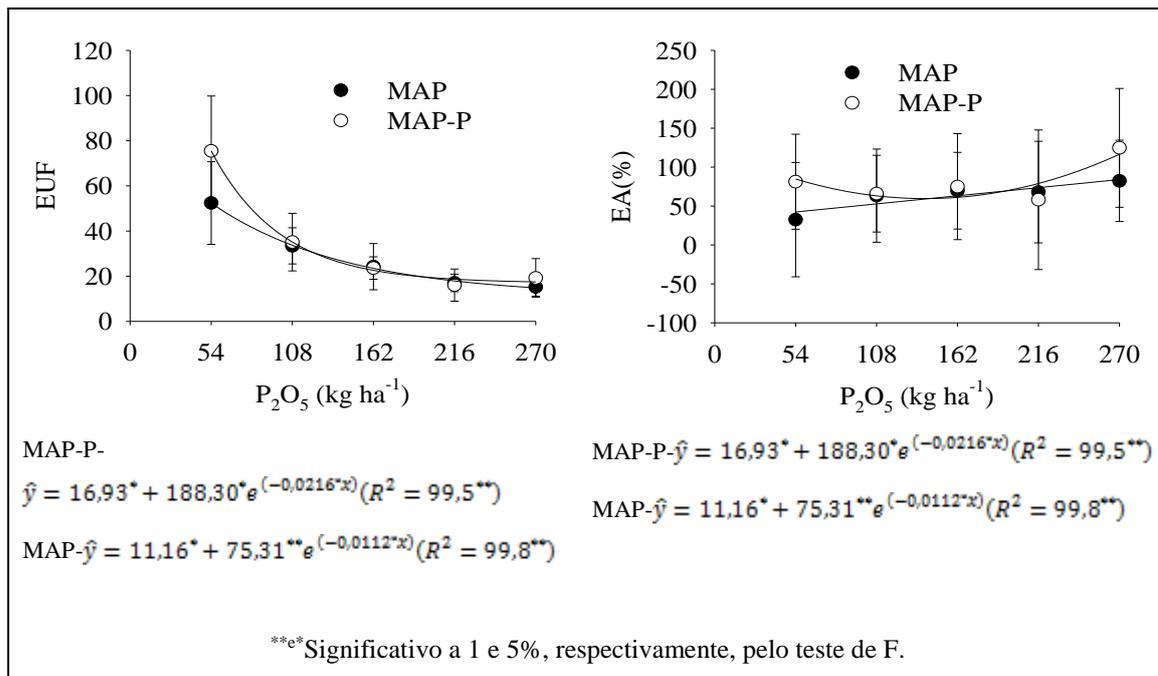
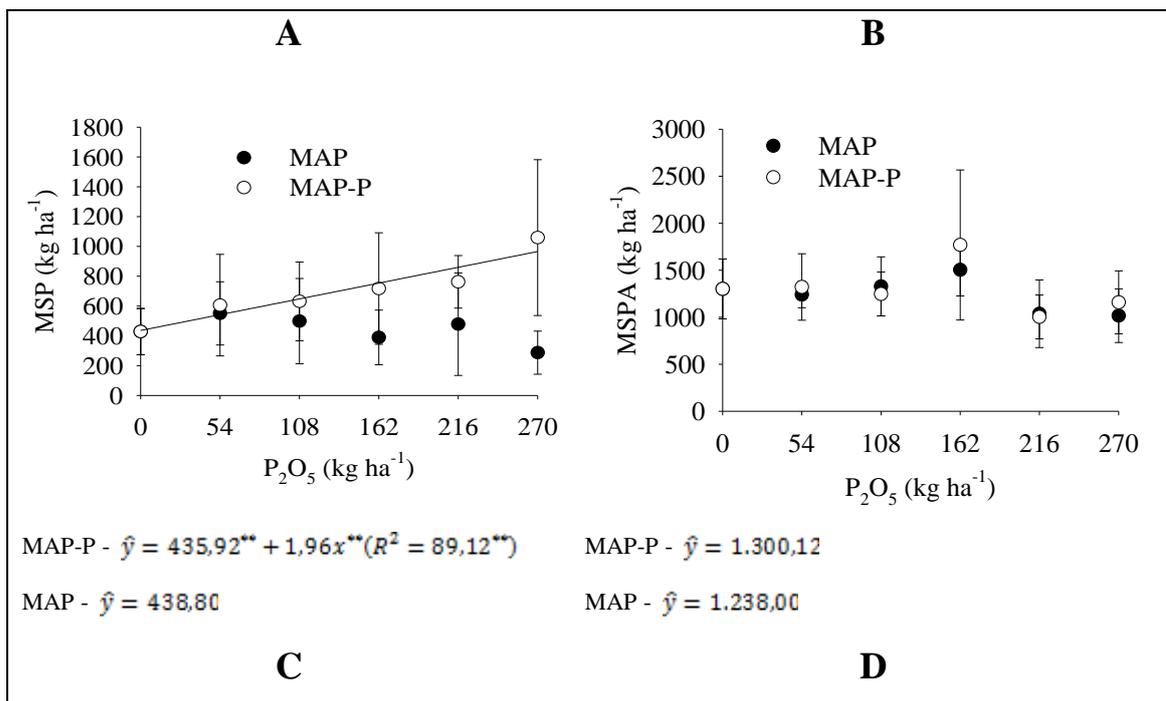


Figura 1: Número de vagens por planta (A), peso de 1000 grãos e produção da soja (cv. Intacta RR PRO2 M7110) (C) e eficiência de incremento de produção do fertilizante (EF) (D), eficiência de utilização do fertilizante (EUF) e eficiência agrônômica (EA) da aplicação de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> das fontes MAP e MAP-P. Rio Verde, GO 2015.



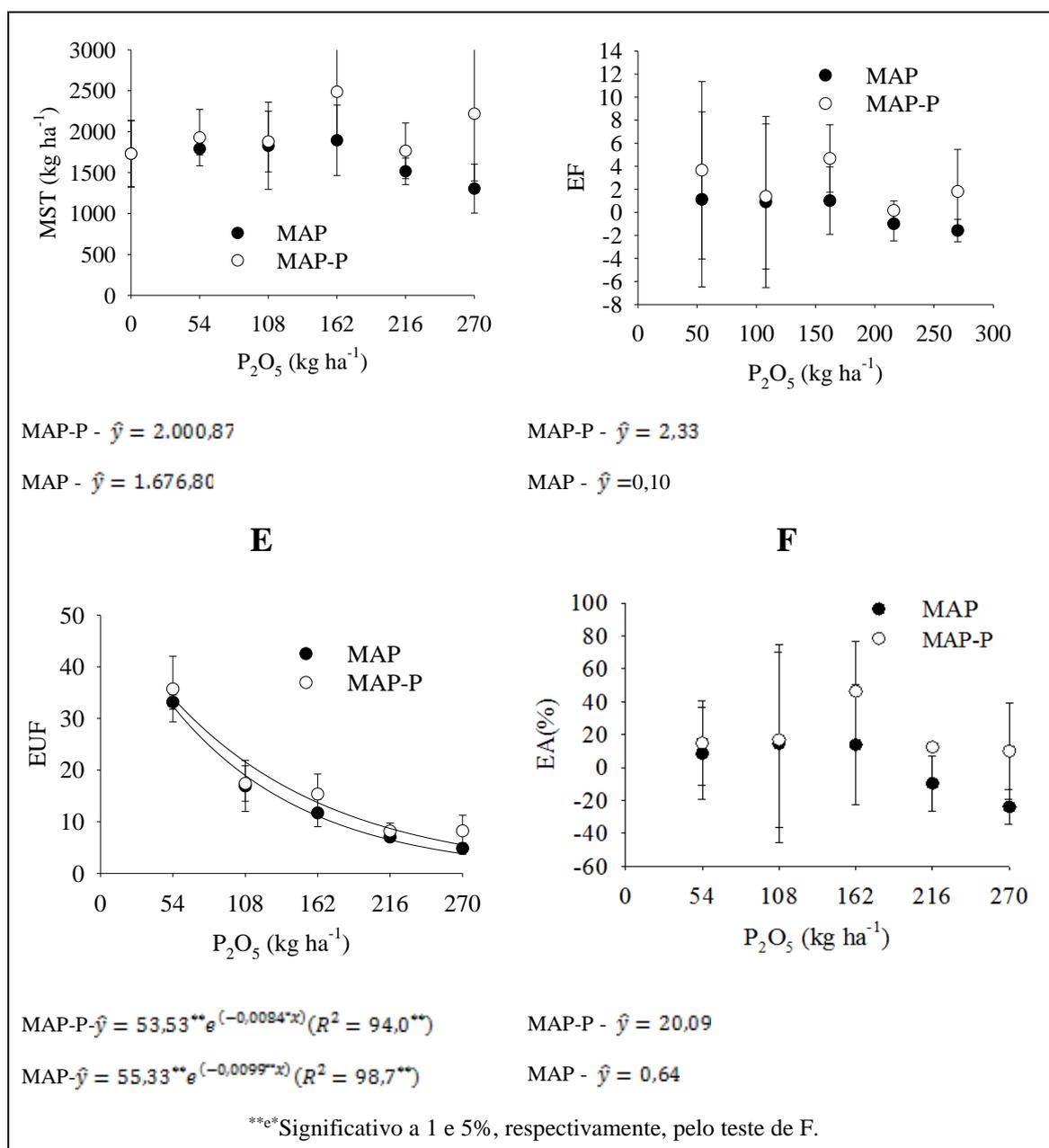


Figura 2: Produção de massa seca de panícula (MSP), parte aérea (MSPA) e total (MST) (kg ha<sup>-1</sup>) do sorgo cv. Booster cultivado em sucessão à soja e eficiência residual de incremento de produção do fertilizante (EF) eficiência residual de uso do fertilizante (EUF) e eficiência agrônômica (EA) (%) da aplicação de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> das fontes MAP e MAP-P. Rio Verde, GO. 2015.

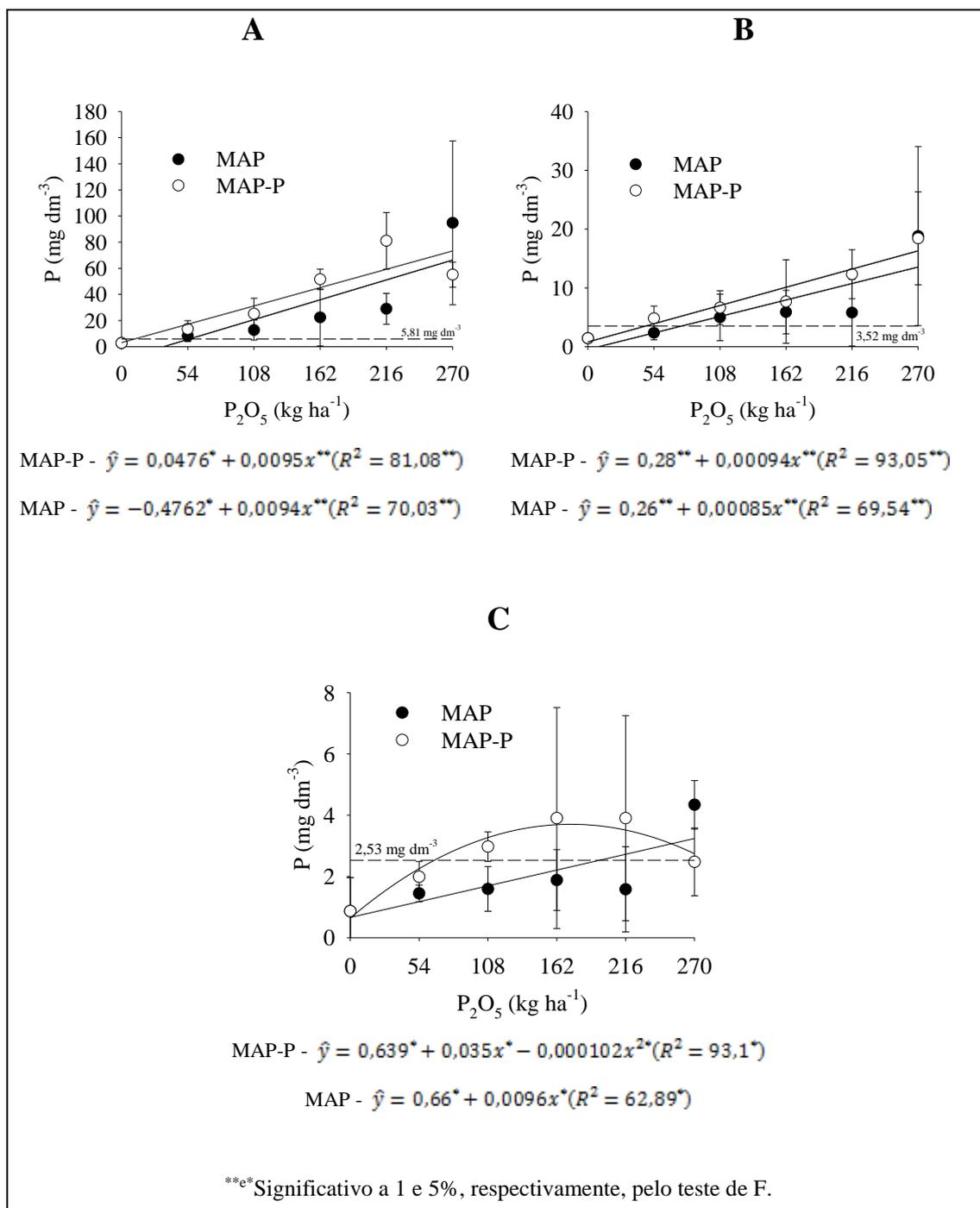


Figura 3: P no solo (Mehlich I) nas profundidades 0-05 cm (A), 05-10 cm (B) e 10-20 cm (C) em função das doses de  $P_2O_5$  das fontes MAP e MAP-P. Rio Verde,GO. 2015.