

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

GUSTAVO FONSECA NUNES

**COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM SEMEADURA
DIRETA E CONVENCIONAL FERTILIZADOS COM MAP POLIMERIZADO**

**Uberlândia - MG
Novembro – 2011**

GUSTAVO FONSECA NUNES

**COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM SEMEADURA
DIRETA E CONVENCIONAL FERTILIZADOS COM MAP POLIMERIZADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Adriane de Andrade Silva

**Uberlândia – MG
Novembro - 2011**

GUSTAVO FONSECA NUNES

**COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM PLANTIO DIRETO
E SOJA DE PRIMEIRO ANO FERTILIZADOS COM MAP POLIMERIZADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora em 17 de novembro de 2011.

Eng^o. Agr^o MSc Emmerson Rodrigues de Moraes
Membro da banca

Eng^o. Agr^o MSc Marcos Vieira de Faria
Membro da banca

Prof^a DSc. Adriane de Andrade Silva
Orientadora

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Eli e Luisa, pela educação, força e incentivo em todos esses anos e por ser a base do que sou hoje. Aos meus irmãos, Bruno e Eduardo, pelo companheirismo e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tornar este momento possível e pela existência da vida.

A minha família, por ser a minha base e pelo apoio e incentivo nestes anos.

Ao Laboratório de Análises de Solos – LABAS e aos que fazem parte deste, pela ajuda durante este trabalho, principalmente a professora Adriane de Andrade Silva, pela compreensão e conhecimento.

Aos meus colegas de salas, pela amizade e pelos bons momentos vividos durante esta etapa.

E a todos, que direta ou indiretamente me ajudaram para realização desta conquista, meus agradecimentos.

RESUMO

A soja é cultivada em semeaduras direta e convencional, necessitando de adubação para atingir sua máxima produção. Dentre os nutrientes presentes nos adubos está o fósforo, que ocorre problemas de fixação nos solos brasileiros. Para corrigir este problema de fixação, surgiram os fósforos encapsulados, que são revestidos por uma camada de polímero, que libera gradualmente o nutriente. O objetivo deste trabalho foi comparar os dois sistemas de produção, direto e convencional, quanto à utilização de diferentes fontes de MAP. Os usos de fontes encapsuladas e normais não apresentaram diferenças estatísticas nos dois sistemas de produção, não interferindo na acidez ativa e, também, no fósforo remanescente.

Palavras-chave: sistemas de produção, semeadura direta, semeadura convencional, fósforo encapsulado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, e a grande fronteira agrícola da região brasileira. Na região de Uberlândia há produção de grandes culturas entre elas a soja. A soja tem sido cultivada em sistemas de plantio conservacionista, ou semeadura direto em que preconiza-se a ausência de revolvimento do solo e manutenção da cobertura do solo por resíduos culturais, e ainda desenvolve-se o cultivo convencional, em que a área passa por aração e gradagem, com revolvimento do solo. Atualmente, incentiva-se a implantação destas culturas em sistemas conservacionistas visando maior equilíbrio do sistema solo-planta. Porém ambos os sistemas, convencional e direto, ainda são praticados na região, principalmente em área de expansão, onde está sendo implantada a cultura pela primeira vez.

Com a entrada no mercado de fontes de fertilizantes com novas tecnologias como as fontes revestidas com polímeros, que prometem uma liberação mais gradual do fósforo e assim uma menor perda pelos processos de fixação, permitindo um maior aproveitamento do nutriente presente no fertilizante, sendo necessário avaliar a eficiência dessas fontes nos principais sistemas de cultivo praticados na região.

Na cultura da soja, por ser uma leguminosa, a adubação de plantio com nitrogênio deve ser minimizada em função da fixação biológica de nitrogênio sendo o uso da fonte MAP (fosfato monoamônio) a mais utilizada no plantio de soja, juntamente com a fonte de potássio KCl (Cloreto de Potássio).

O fósforo é o terceiro nutriente mais requerido pela cultura da soja, nos solos do Cerrado ele apresenta a característica de elevada fixação, pela grande presença de óxidos de ferro e alumínio. Sendo estratégias para minimizar esses processos como a liberação gradual de P uma alternativa que pode impulsionar a produtividade das culturas.

O objetivo deste experimento foi comparar os dois sistemas de produção, o sistema direto e o convencional, com o uso de duas fontes de MAP polimerizado e uma convencional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O fósforo é um dos dezessete elementos essenciais para a sobrevivência das plantas, é necessário para a fotossíntese, respiração, transferência de genes e em processos que envolvem transferência de energia (STAUFFER; SULEWSKI, 2003). É parte integrante de diversas moléculas químicas, como açúcares fosfatados, nucleotídeos, coenzimas, fosfolipídios, ácido fítico, além de ser parte estrutural do difosfato de adenosina (ADP) e do trifosfato de adenosina (ATP). Está relacionado com o crescimento das raízes, maturação dos frutos, formação de grãos, frutos e fibras e com o vigor das plantas (VITTI et al., 2004).

O abastecimento de fósforo às plantas se dá essencialmente via sistema radicular, estando sua absorção então na dependência da capacidade de fornecimento do substrato. Apesar de o fósforo ser o décimo segundo elemento químico mais abundante na crosta terrestre (SCHULZE, 1989), é o segundo elemento que mais limita a produtividade nos solos tropicais. Esse comportamento é consequência de sua habilidade de formar compostos de alta energia de ligação com os colóides do solo, conferindo-lhe alta estabilidade na fase sólida do solo.

Apesar de o fósforo ser o décimo segundo elemento químico mais abundante na crosta terrestre (SCHULZE, 1989), é o segundo elemento que mais limita a produtividade nos solos tropicais. Sanches; Logan (1992) estima que 25% dos solos tropicais e subtropicais, caracterizados pelo alto grau de intemperismo, apresentam deficiência acentuada de fósforo. O abastecimento de fósforo as plantas se dá essencialmente via sistema radicular, estando sua absorção então na dependência da capacidade de fornecimento do substrato. Em geral para prevenir a deficiência desse nutriente é necessário a aplicação, via adubação, de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados devido a capacidade do solo em retê-lo sob formas pouco solúveis, não prontamente disponíveis as plantas (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Grande parte dos solos brasileiros são intemperizados e apresentam óxidos de ferro e alumínio e argilas do grupo da caulinita como principais constituintes da fração argila, minerais caracterizados pela presença de cargas de superfície variáveis segundo a reação da solução do solo (VOLKSWEISS; RAIJ, 1977). Nas condições de reação ácida a moderadamente ácidas, os óxidos de ferro e alumínio apresentam-se preferencialmente com cargas positivas, sendo assim capazes de reter em sua superfície vários tipos de ânions, com predomínio de íons fosfatos. Nos óxidos e na caulinita também ocorre adsorção específica de

fosfato nos sítios ácidos de Lewis (KAMPRATH, 1977; WOLKESWEISS; RAIJ, 1977; HEDLEY et al., 1990; NOVAIS et al., 1991).

Assim, mesmo que os teores totais do elemento no solo sejam altos em relação aos necessários para as plantas, apenas uma pequena fração deste tem baixa energia de ligação que possibilita sua dessorção e disponibilidade às plantas. A fração de fósforo ligada aos colóides com baixa energia é chamada fator quantidade e está em equilíbrio com o fósforo na solução do solo, fator intensidade, de onde as plantas o absorvem. Quando a capacidade do fator quantidade em repor o fator intensidade é insuficiente para sustentar a absorção pelas plantas, a estratégia mais comum para reverter este quadro é a adição de fertilizantes fosfatados.

Nas adubações, o fósforo é geralmente fornecido às plantas na forma de fertilizantes fosfatados solúveis por ocasiões de plantio. Dentre as opções de fontes de fósforo no mercado, os fosfatos totalmente acidulados são os usualmente comercializados, entre eles os grupos dos superfosfatos simples e triplos, e dos fosfatos monoamônicos e diamônicos (PROCHNOW et al., 2004). Como exemplos de uso de fontes alternativas estão os fosfatos encapsulados, que são fertilizantes cobertos por uma camada de polímero, de liberação lenta ou controlados. A solubilidade desta classe de fertilizantes depende do tamanho da cadeia e da natureza do composto. No solo, estes compostos sofrem degradação química e biológica, liberando o fósforo gradualmente às plantas (ALLEN, 1984).

Incrementos no rendimento das culturas são obtidos com o aumento de fertilizantes, principalmente fosfatados, além de outras práticas culturais (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1997). A aplicação de fósforo em doses elevadas em solos intemperizados é justificada pela intensa fixação desse elemento, ocasionando baixo conteúdo de fósforo disponível, principalmente em solos onde há predomínio de minerais sesquióxidos (BÜLL et al., 1998; NOVAIS; SMYTH, 1999).

Segundo Rosolém (1982), a época em que o fósforo é absorvido em maior quantidade, ou seja, a época em que a exigência da planta em termos do nutriente é maior ocorre entre os estádios V4 e R6 com a absorção de 0,2 a 0,4 kg há⁻¹. Dia⁻¹, sendo que do total absorvido 60% ocorre após R1. Assim, a cultura da soja necessitaria, de acordo com a sua exigência de fósforo, de um suprimento constante deste nutriente durante praticamente todo o seu ciclo, uma vez que grande parte do seu ciclo de vida necessita desse nutriente, desde a fase vegetativa até a fase reprodutiva.

Embora as maiores velocidades de absorção de macronutrientes aconteçam durante o florescimento e início de enchimento de grãos, as maiores quantidades são absorvidas após o florescimento (ROSOLÉM; BOARETTO, 1989).

A resposta da cultura da soja a utilização do fósforo via solo é bem definida, sendo esse nutriente de grande importância no desenvolvimento da mesma, contribuindo pela maioria das respostas significativas da cultura, obtendo um aumento de rendimento (KLIEMANN et al., 1997; ROSOLÉM; MARCELLO, 1998; SOUZA et al., 1999).

O processo de encapsulação influi diretamente no mecanismo e intensidade do processo de liberação. A espessura e a natureza química da resina de reconhecimento, a quantidade de microfissuras em sua superfície e o tamanho do grânulo de fertilizantes também contribuem para determinar a curva de liberação de nutrientes ao longo do tempo (BOCKMAN; OLFS, 1998; SHAVIV, 1999).

No caso de fosfatos recobertos por resinas e polímeros, há liberação eficiente de nutrientes quando existe disponibilidade de água e temperatura ideal do solo por volta dos 21°C (CHITOLINA, 1994), sendo a taxa de liberação do fósforo pelos grânulos de fosfato diretamente proporcional à temperatura do solo ou substrato, uma vez que a temperatura promove expansão da camada de resina, provocando aumento de sua permeabilidade à água. Esse processo ocorre independentemente da permeabilidade, pH ou atividade microbológica do solo, podendo variar de poucos meses até quase 20 meses para liberação total, sendo a longevidade específica de cada formulação do fertilizante (OERTLI, 1980). A conjugação dessas propriedades faz com que esses fertilizantes em específicos sejam denominados fertilizantes de liberação controlada, uma vez que técnicas de manejo que levem a manipulação de umidade e temperatura podem modificar a intensidade de liberação de fósforo.

As principais vantagens dos fosfatos de liberação lenta ou controlada, segundo Shaviv (2001), são: fornecimento regular e contínuo de nutrientes para as plantas; menor frequência de aplicações em solos; redução de perdas de nutrientes devida à imobilização/fixação; eliminação de danos causados a raízes pela alta concentração de sais; e redução nos custos de produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Instalou-se dois experimentos, um com sistema de semeadura direta no distrito de Tapuirama, no município de Uberlândia e outra com sistema de semeadura convencional na Fazenda Floresta do Lobo, localizada no Km 93 da BR 050, também no município de Uberlândia-MG.

Para caracterização química das áreas experimentais, de semeadura direta e convencional, antes da implantação, foram retiradas amostras na profundidade de 0-20 cm e encaminhadas para análises no Laboratório de fertilidade do Solo e Nutrição de plantas da Universidade Federal de Uberlândia. As análises de solo foram realizadas segundo método descrito pela Embrapa (2009).

Para a área com implantação em semeadura direta caracterizou-se: pH (H₂O) 5,6; P (mg dm⁻³) 2,9; K (mg dm⁻³) 88,0; Ca (cmol dm⁻³) 2,2; Mg (cmol dm⁻³) 0,9; Al (cmol dm⁻³) 0,0; H+Al (cmol dm⁻³) 3,8; T (cmol dm⁻³) 7,1; V (%) 47,0; MO (dag kg⁻¹) 2,8; SB (cmol dm⁻³) 3,3; B (mg dm⁻³) 0,2; Cu (mg dm⁻³) 6,7; Fe (mg dm⁻³) 16,0; Mn (mg dm⁻³) 28,4; Zn (mg dm⁻³) 1,2.

Para a área de semeadura convencional, sendo que caracterizou-se: pH (H₂O) 4,9; P (mg dm⁻³) 1,3; K (mg dm⁻³) 14,0; Ca (cmol dm⁻³) 0,1; Mg (cmol dm⁻³) 0,1; Al (cmol dm⁻³) 1,00; H+Al (cmol dm⁻³) 6,9; T (cmol dm⁻³) 7,1; V (%) 4,0; MO (dag kg⁻¹) 2,8; SB (cmol dm⁻³) 0,26; B (mg dm⁻³) 0,2; Cu (mg dm⁻³) 0,7; Fe (mg dm⁻³) 38,0; Mn (mg dm⁻³) 1,7; Zn (mg dm⁻³) 0,5.

Como histórico da área de semeadura direta, observou-se que a área estava sem movimentação há 5 anos em que eram cultivados a rotação de culturas milho e soja, com implantação de *Brachiaria decumbens* entre as culturas e dessecação com herbicida. Já a área em semeadura convencional era utilizada para o cultivo de Eucalipto para produção de madeira por 15 anos. Após a retirada da madeira, realizou-se a retirada dos tocos e raízes, o que promoveu um intenso revolvimento da área. Após realizou-se a aplicação de calcário dolomítico na área de uma dose fixa de 4,5 t ha⁻¹ em área total, com uso de grade niveladora.

Em ambos os experimentos utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 7 x 3, sete doses e três fontes, com quatro blocos, As doses do fertilizante MAP foram de 60, 80, 100, 120, 140 e 160 kg ha⁻¹, com uso das fontes MAP convencional, MAP revestido com polímero PHOSMAX, MAP revestido com polímero PHOSMAX PLUS

(polímero phosmax + camada de carbonato) de acordo com os tratamentos demonstrados na Tabela 1.

As parcelas foram constituídas de 20 linhas de cultivo com cinco metros de comprimento sendo descartadas nove linhas laterais tanto da direita como da esquerda restando duas linhas centrais como úteis. Além das linhas laterais foi descartado um metro entre parcelas. Realizou-se a semeadura da soja com espaçamento de 0,45 metros.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada e a aplicação dos tratamentos foi realizada de forma manual, ao lado da linha de plantio, e coberto com uso de enxada. Após a adubação conduziu-se a cultura da soja de acordo com os tratamentos culturais rotineiros, como controle de plantas daninhas, formigas e pragas, de acordo com as demais áreas comerciais. Realizou-se uma cobertura com KCl no estádio V5 com o equivalente a 60 kg por hectare de K_2O .

A análise de variância foi feita pelo teste F a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Os resultados para o fator qualitativo foram submetidos à análise de teste de Tukey.

Tabela 1 – Tratamentos aplicados no sistema de produção em plantio direto e em sistema convencional com fertilização com diferentes fontes de MAP revestido com polímeros e convencional.

Tratamentos:
T1 – Controle (Zero de adubação no plantio)
T2 – 60 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX
T3 – 80 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX
T4 – 100 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX
T5 – 120 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX
T6 – 140 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX
T7 - 160kg ha ⁻¹ de PHOSMAX
T8 – 60 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX PLUS
T9 – 80 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX PLUS
T10 – 100 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX PLUS
T11 – 120 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX PLUS
T12 – 140 kg ha ⁻¹ de PHOSMAX PLUS
T13 - 160kg ha ⁻¹ de PHOSMAX PLUS
T14 – 60 kg ha ⁻¹ de MAP CONVENCIONAL
T15 – 80 kg ha ⁻¹ de MAP CONVENCIONAL
T16 – 100 kg ha ⁻¹ de MAP CONVENCIONAL
T17 – 120 kg ha ⁻¹ de MAP CONVENCIONAL
T18 – 140 kg ha ⁻¹ de MAP CONVENCIONAL
T19 - 160kg ha ⁻¹ de MAP CONVENCIONAL

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de soja em quilos por hectare não diferiu estatisticamente entre o sistema de semeadura direta e o sistema de semeadura convencional quanto às doses (Tabela 2). Porém, observaram-se melhores médias de produtividade nos sistema convencional, chegando até a 5% a mais que o sistema direto. Kluthcouski et al. (2000) não verificaram diferença significativa na produtividade da soja sob plantio direto ou preparo convencional (grade pesada + grade leve).

Tabela 2 – Produtividade da soja em kg ha⁻¹ submetida a aplicação de diferentes fontes e doses de fósforo em diferentes sistemas de produção.

DOSES - P₂O₅ kg ha⁻¹	SEMEADURA DIRETA	SEMEADURA CONVENCIONAL
0	1604,03 a*	2047,98 a
60	1956,97 a	1914,34 a
80	2035,90 a	2020,85 a
100	2016,52 a	1700,87 a
120	2061,48 a	2220,39 a
140	1866,62 a	2009,92 a
160	1857,61 a	2179,94 a

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 26,44 e DMS= 232,49

A produtividade de soja em quilos por hectare não diferiu estatisticamente entre o sistema de semeadura direta e o sistema de semeadura convencional quanto às fontes utilizadas (Tabela 3). O mesmo comportamento foi observado por CAT (2009) em um experimento em Indianópolis na safra 2008/2009 com fontes de MAP convencional e MAP KimCoat (Revestido com polímero), onde os pesquisadores concluíram que não houve diferença na produtividade em relação as fontes.

Tabela 3 – Produtividade da soja em kg ha⁻¹ submetida à aplicação de diferentes fontes de fósforo nos sistemas de produção.

FONTES	SEMEADURA	SEMEADURA
	DIRETA	CONVENCIONAL
MAP	1906,66 a*	1920,94 a
PHOSMAX	1972,60 a	2044,80 a
PHOSMAX PLUS	1863,21 a	2074,62 a

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 26,44 e DMS= 232,49

A produtividade de soja em sacas por hectare não houve diferença estatística para os sistemas analisados quanto às doses (Tabela 4). Na semeadura convencional, obteve média de 5% a mais de produtividade em sacas por hectare do que na semeadura direta. As dosagens que obtiveram maiores produtividades no sistema convencional foram as de 120 e 160 kg/ha. Já para o sistema direto foram as doses de 80, 100 e 120 kg/ha. Em um experimento do CAT (2009) safra 2008/2009 com diferentes doses de MAP convencional e MAP KimCoat (Revestido com polímero) 140; 280 e 420 kg/há os autores concluíram que não houve diferença na produtividade em relação as doses em média produzindo 67,2 sc/ha MAP convencional e 68,5 sc/ha MAP KimCoat.

Tabela 4 – Produtividade da soja em sacas ha⁻¹ submetida à aplicação de diferentes doses de fósforo nos sistemas de produção.

DOSES - P₂O₅ kg ha⁻¹	SEMEADURA DIRETA	SEMEADURA CONVENCIONAL
0	26,73 a*	34,13 a
60	32,62 a	31,90 a
80	33,93 a	33,68 a
100	33,61 a	28,35 a
120	34,35 a	37,01 a
140	31,11 a	33,49 a
160	30,96 a	36,33 a

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 24,44 e DMS= 3,87

A produtividade em sacas por hectare não houve diferença estatística para os sistemas analisados quanto às fontes utilizadas (Tabela 5). Melo et al. (2007), utilizando diferentes fontes e doses de fertilizantes revestidos por polímeros na cultura do algodão, observaram que independente das doses e da fonte de adubação utilizadas não houve influência na produtividade.

Tabela 5 – Produtividade da soja em sacas ha⁻¹ submetida a aplicação de diferentes fontes de fósforo nos sistemas de produção.

FONTES	SEMEADURA DIRETA	SEMEADURA CONVENCIONAL
MAP	31,78 a*	32,01 a
PHOSMAX	32,87 a	34,08 a
PHOSMAX PLUS	31,05 a	34,58 a

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 24,44 e DMS= 3,87

A acidez ativa não diferiu estatisticamente entre os dois sistemas analisados quanto às doses (Tabela 6).

Tabela 6 – Acidez ativa do solo submetido a aplicação de diferentes doses de fósforo nos sistemas de produção.

DOSES - P₂O₅ kg ha⁻¹	SEMEADURA DIRETA	SEMEADURA CONVENCIONAL
0	5,90 a*	5,50 a
60	5,70 a	5,36 a
80	5,64 a	5,45 a
100	5,70 a	5,50 a
120	5,49 a	5,38 a
140	5,79 a	5,52 a
160	5,58 a	5,51 a

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 6,97 e DMS= 0,17

O sistema de semeadura direta obteve menor acidez ativa em comparação ao sistema de semeadura convencional. Diversos autores (MOSCHLER et al., 1973; BLEVINS et al., 1983; CIOTTA et al., 2002) também constataram valores mais baixos de pH em sistema de semeadura direta nas camadas mais superficiais do solo. Isso tem sido atribuído não só à acidificação provocada pela decomposição de material orgânico deixado na superfície do solo nesse sistema, com provável liberação de ácidos orgânicos.

A acidez ativa para a fonte PHOSMAX diferiu estatisticamente entre os sistemas direto e o convencional, com melhor acidez ativa para a semeadura direta (Tabela 7). Já nas outras fontes, MAP e PHOSMAX PLUS, os resultados entre os sistemas não diferiu estatisticamente entre os sistemas analisados, com melhor acidez ativa para o sistema de semeadura direta.

Tabela 7 – Acidez ativa do solo submetido à aplicação de diferentes fontes de fósforo nos sistemas de produção.

FONTES	SEMEADURA	SEMEADURA
	DIRETA	CONVENCIONAL
MAP	5,66 a*	5,53 a
PHOSMAX	5,76 a	5,41 b
PHOSMAX PLUS	5,63 a	5,44 a

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 6,97 e DMS= 0,17

O teor de fósforo remanescente (P-rem) não houve diferença estatística para ambos os sistemas analisados quanto às doses (Tabela 8). No plantio direto, observaram-se melhores valores de teor de fósforo remanescente na semeadura direta do que na semeadura convencional. Junior et al. 2010 testando as mesmas fontes utilizadas neste experimento também não observou diferença significativa entre o uso do revestimento ou não no plantio de soja em casa de vegetação até os 30 dias após emergência para os teores de P remanescente. Silva et al. 2010 analisando esta mesma variável P remanescente na cultura da soja cultivada em casa de vegetação, também não visualizaram diferenças significativas entre as fontes MAP convencional, Phosmax e Kimcoat (LGP). Silva et al. 2010 trabalhando com milho em casa de vegetação até aos 30 dias de cultivo verificaram que as fontes (Phosmax, Phosmax Plus e MAP convencional) não diferiram entre si quando analisado o conteúdo de P remanescente.

Tabela 8 – Teor de fósforo remanescente (P-rem) do solo submetido a aplicação de diferentes doses de fósforo nos sistemas de produção.

DOSES - P₂O₅ kg ha⁻¹	SEMEADURA DIRETA	SEMEADURA CONVENCIONAL
0	20,42 a	17,09 a
60	21,00 a	18,16 a
80	20,65 a	17,73 a
100	20,74 a	17,55 a
120	21,00 a	16,94 a
140	20,62 a	16,85 a
160	19,78 a	17,69 a

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 14,35 e DMS= 1,22

Para as fontes de polímeros de fósforo, os teores de fósforo remanescente (Prem) diferiram estatisticamente para os sistemas de semeadura direta e convencional (Tabela 9). Com melhores teores de fósforo remanescente para o sistema de semeadura direta em comparação ao sistema de semeadura convencional.

Tabela 9 – Teor de fósforo remanescente (Prem) do solo submetido a aplicação de diferentes fontes de fósforo nos sistemas de produção.

FONTES	SEMEADURA DIRETA	SEMEADURA CONVENCIONAL
MAP	20,64 a *	17,0 b
PHOSMAX	20,81 a	17,61 b
PHOSMAX PLUS	20,36 a	17,69 b

*Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

CV= 14,35 e DMS= 1,22

5 CONCLUSÕES

A produtividade da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional não diferiu estatisticamente com as diferentes doses e fontes de MAP.

O P-remanescente em ambos os sistemas de produção não foi modificado com as diferentes doses de MAP.

O sistema de semeadura direta promoveu menor adsorção de fósforo no solo.

A eficiência dos fertilizantes polimerizados foi semelhante à dos convencionais.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, S.E. Slow release nitrogen fertilizers. In: HAUCK, R. D. (ed). **Nitrogen in crop production**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 195-206.
- ANTÔNIO JUNIOR, P.; VASCONCELOS, A. C. P.; SILVA, T. S.; SILVA, A. A.; LANA, R. M. Q. Fósforo no solo após aplicação de MAP revestidos com polímeros de liberação gradual. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 1, 2010, Viçosa. **Trabalhos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. CD-ROM.
- BLEVINS, R.L.; THOMAS, G.W.; SMITH, M.S.; FRYE, W.W. ; CORNELIUS, P.L. Changes in soils properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. **Soil and Tillage Research**, Kansas City, v 3, p 135-146, 1983.
- BOCKMAN, O.C.; OLFS, H.W. Fertilizers, agronomy and N₂O. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Madison, v.52, p.165-170, 1998.
- CAT – Clube Amigos da Terra, **Adubação de semeadura utilizando diferentes fontes e doses, visando a redução de perdas na cultura da soja**. Uberlândia. Disponível em: http://catuberlandia.com.br/arq_projetos/soja01.pdf. Acesso em: 10/10/2011.
- CHITOLINA, J. C. **Fertilizantes de lenta liberação de N**: conceitos. Uréia coberta com enxofre. Piracicaba: ESALQ/USP, 1994. 16 p.
- CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V . ; ALBUQUERQUE, J. A. ; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Viçosa, v 26, p 1055-1064, 2002.
- HEDLEY, M. J.; HUSSIN, A.; BOLAN, M.S. New approaches to phosphorus fertilization. In: SYMPOSIUM OF PHOSPORUS REQUIRIMENTS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE IN ASIA AND OCEANIA, 1, 1990, Los Banos. **Proceedings...** Manila: IRRI, 1990, p.125-142.
- KANPRATH, E.J. Phosphorus fixation and availability in highly weathered soil. In: FERRI, M.G. (Coord.). SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4., 1977, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977. p.333-347.
- KLIEMANN, H.J.; COSTA, A. de V.; SILVA, F.C. da. Resposta à calagem e fosfatagem por três cultivos de soja em três solos no estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD-ROM.
- KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p.97-104, 2000.

MELLO, L.A.F.; SILVA, D. S.; CARNEVALE, A.B. Adubos polimerizados podem reduzir a adubação nitrogenada e fostatada no algodoeiro IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6, 2007, Goiânia. **Trabalhos...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2007. CD-ROM.

MOSCHLER, W.W.; MARTENS, D.C.; RICH, C.I.; SHEAR, G.M. Comparative lime effects on continuous no-tillage and conventionally tilled corn. **Agronomy Journal**, Madison, v 65, p 781-783, 1973.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Aspectos fisiológicos envolvidos na fixação do fósforo no solo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5., 1991. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ibrafos, 1991. p. 133-177.

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

OERTLI, J.J. Controlled-release fertilizers. **Fertilizer Research**, The Hague, v.1, p.103-123, 1980.

PROCHNOW, L.I.; ALCARDE, J.C.; CHIEN, S.H. Eficiência agronomica dos fosfatos totalmente acidulados. In: SIMPOSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. 1., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004.p.606-609.

ROSOLÉM, C.A. **Nutrição mineral e adubação de soja**. Piracicaba: Instituto Potassa e Fosfato, 1982. 80 p. (Boletim técnico, 6).

ROSOLÉM, C.A.; BOARETTO, A.E. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 2., 1987, Botucatu. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989.v.2, p. 513-545.

ROSOLÉM, C.A.; MARCELLO, C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, p. 448-455, 1998.

SANCHES, P.A.; LOGAN, T.J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: LAL, R.; SANCHES, P.A. (Ed.) **Myths and science of soils of the tropics**. Madison: SSSA, 1992, p. 35-46.

SCHULZE, D.G. An introduction to soil mineralogy. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Ed.) **Minerals in soil environments**. Madison: SSSA. 1989, p. 1-34.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.71, p.1-49, 2001.

SHAVIV, A. **Preparation methods and release mechanisms of controlled release fertilizers: Agronomic efficiency and environmental significance**. York: International Fertilizer Society, 1999, 36 p. (Proceedings N°431).

SILVA, A. A.; LANA, A. M. Q.; BARBOSA, F. M.; SANTOS, F. E.; LANA, R. M. Q. Fontes de Uréia revestida com polímeros de liberação gradual na cultura do milho de alta produtividade. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, Teresina. **Trabalhos...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. CD-ROM.

SOUZA, D. M. G.; REIN, T. A.; LOBATO, E. Eficiência agronômica dos fosfatos naturais na região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: SBCS, 1999. CD-ROM.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo: nutriente essencial para a vida. **Informações agronômicas**, Piracicaba, n.102, p.1-2, 2003.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de Sementes**. Tecnologia e Produção. São Paulo: Ed. Ceres, 1997, 224 p.

VITTI, G. C.; WIT, A.; FERNANDES, B. E. P. Eficiência agronômica dos termofosfatos e fosfatos reativos naturais. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. 1., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004, p 690-694.

VOLKSWEISS, S.; RAIJ, B. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1977, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977, p. 317-332.