

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Sementes



TESE

SEMENTES DE SOJA RECOBERTAS COM DIFERENTES
FONTES E DOSAGENS DE FÓSFORO

Eng. Agr. Alexandre Moscarelli Levien

Pelotas – RS
Outubro de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Sementes

SEMENTES DE SOJA RECOBERTAS COM DIFERENTES
FONTES E DOSAGENS DE FÓSFORO

Eng. Agr. Alexandre Moscarelli Levien

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Professor Ph.D. Silmar Teichert Peske, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Pelotas – RS
Outubro de 2010

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

L664s Levien, Alexandre Moscarelli
Sementes de soja recobertas com diferentes fontes e dosagens de fósforo / Alexandre Moscarelli Levien ; orientador Silmar Teichert Peske - Pelotas,2012.-53f. : il..- Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

1.Glycine max 2.Fósforo 3.Recobrimento
4.Produtividade I.Peske, Silmar
Teichert(orientador) II.Título.

CDD 633.34

SEMENTES DE SOJA RECOBERTAS COM DIFERENTES FONTES E DOSAGENS DE FÓSFORO

Autor: Alexandre Moscarelli Levien

Comitê de Orientação

Orientador: Prof. Ph.D. Silmar Teichert Peske, DFt/FAEM/UFPeI

Co-orientador: Prof. Ph.D. Leopoldo Baudet, DFt/FAEM/UFPeI

Co-orientador: Prof. Dr. Ledemar Carlos Vahl, DSolos/FAEM/UFPeI

Banca Examinadora

Dr. Silmar Teichert Peske

Dr. Leopoldo Baudet

Dr. Ledemar Carlos Vahl

Dr. Luís Osmar Braga Schuch

Dr. Hilton Green

Dr. Demócrito Amorim Chiesa

DEDICATÓRIA

A meus pais Ivo “in memoriam” e Maria de Lourdes. A minha esposa Eliara e meu filho Lucas, pelo amor, carinho e incentivo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Silmar Teichert Peske pela orientação na realização do curso de doutorado, por ter possibilitado a realização do curso e em especial para a realização deste trabalho.

Aos Professores, Leopoldo Baudet e Ledemar Carlos Vahl pela co-orientação e incentivo para a realização deste trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A minha família, em especial aos meus irmãos Madelaine, Marlene, Gilmar, Carlos, Mathias e José Henrique, pelo suporte, colaboração e incentivo recebido, durante todo o período de duração do curso de doutorado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da FAEM - UFPel, funcionários do Laboratório de Análise de Sementes e colegas que de algum modo contribuíram para a realização do curso de doutorado e deste trabalho.

Aos bolsistas do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da FAEM – UFPel Marlon, Winicius, Guilherme, Mário e Fernando pela ajuda na realização dos testes laboratoriais.

Em especial aos colegas Jonas Farias Pinto e Suemar Alexandre Avelar pelo companheirismo e ajuda na execução do experimento e em diversos outros trabalhos realizados ao longo destes últimos anos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. A cultura da soja.....	16
2.2. O fósforo no solo.....	17
2.3. O fósforo na planta.....	18
2.5. Tratamento de sementes com fósforo.....	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1 Experimento I.....	24
3.1.1. Tratamentos.....	24
3.1.2. Recobrimento das sementes.....	25
3.1.3. Semeadura.....	26
3.1.4. Avaliações.....	27
3.1.5. Análise estatística.....	27
3.2 Experimento II.....	29
3.2.1. Tratamentos.....	29
3.2.2. Recobrimento das sementes.....	30
3.2.3. Semeadura.....	30
3.2.4. Tratos culturais.....	31
3.2.5. Avaliações.....	31
3.2.6. Análise estatística.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1. Experimento I.....	34
4.2. Experimento II.....	40
4.3. Discussão geral.....	49
5. CONCLUSÕES.....	52
6. REFERÊNCIAS.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Emergência de plântulas de soja (A e B) e desenvolvimento após o desbaste (C e D), para o experimento I.....	26
Figura 2.	Emergência de plântulas de soja (A), após o desbaste (B), desenvolvimento vegetativo (C), floração (D), plantas em R7 (E), R8 (F) e colheita (G e H), para o experimento II.....	30
Figura 3.	Emergência de plântulas de soja, recobertas com diferentes dosagens de fitina, fosfato bicálcico, fosfato natural daoui, fosfato monoamônico e superfosfato triplo: média dos dois tipos de solo, para cada fonte e dosagem.....	32
Figura 4.	Área foliar por planta de soja, em função das dosagens de fitina adicionadas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).....	33
Figura 5.	Área foliar por planta de soja, em função das dosagens de fosfato bicálcico adicionas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).....	34
Figura 6.	Área foliar por planta de soja, em função das dosagens de fosfato natural adicionas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).....	34
Figura 7.	Matéria seca por planta de soja, em função das dosagens de fitina adicionadas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).....	35
Figura 8.	Matéria seca por planta de soja, em função das dosagens de fosfato bicálcico adicionadas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).....	35
Figura 9.	Matéria seca por planta de soja, em função das dosagens de fosfato natural adicionadas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).....	36
Figura 10	Resultado da emergência de plântulas, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.....	37
Figura 11.	Área foliar por planta de soja, aos 25 dias após a emergência, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.....	38
Figura 12.	Área foliar por planta de soja, aos 50 dias após a emergência, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio, e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.....	39

- Figura 13.** Matéria seca por planta de soja, aos 25 dias após a emergência, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes..... 40
- Figura 14.** Matéria seca por planta de soja, aos 50 dias após a emergência, de plantas de soja em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes..... 41
- Figura 15.** Número de sementes por planta de soja em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes..... 42
- Figura 16.** Produtividade por planta de soja, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes..... 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Peso de mil sementes de soja, para os tratamentos com diferentes dosagens de fitina (FT), fosfato de cálcio (FC), fosfato de potássio (FP) e fosfato de sódio (FS), adicionadas as sementes.....	43
---	----

SEMENTES DE SOJA RECOBERTAS COM DIFERENTES FONTES E DOSAGENS DE FÓSFORO. UFPel, 2010.

Autor: Alexandre Moscarelli Levien

Orientador: Prof. Ph.D. Silmar Teichert Peske

RESUMO - As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, condição da qual a planta não se recupera posteriormente, mesmo sendo aumentado o suprimento de fósforo a níveis adequados. O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de diferentes fontes e dosagens de fósforo no crescimento e produtividade de plantas de soja, provenientes de sementes tratadas pelo processo de recobrimento. Foram realizados dois experimentos. O primeiro envolveu dois níveis de fertilidade do solo: 1) solo adubado conforme recomendação da pesquisa para a cultura da soja (SN) e; 2) solo com a adubação três vezes superior a recomendada pela pesquisa (SA). Foram utilizadas as seguintes fontes de fósforo para o tratamento das sementes: fitina, fosfato bicálcico, fosfato natural daoui, superfosfato triplo e fosfato monoamônico, sendo cinco dosagens: 0; 2; 4; 6 e 8g por 100g de sementes, de cada fonte. As avaliações realizadas foram: emergência, área foliar e matéria seca da parte aérea aos 25 dias após a emergência. No segundo experimento, foi utilizado somente um nível de fertilidade do solo, com adubação conforme a recomendação da pesquisa. Foram utilizadas as seguintes fontes de fósforo para o tratamento das sementes: fitina, fosfato monocálcico, fosfato de potássio e fosfato de sódio, sendo cinco dosagens de cada fonte: 0; 0,9; 1,8; 2,7 e 3,6g por 100g de sementes. As avaliações realizadas foram: emergência; área foliar e matéria seca da parte aérea aos 25 e 50 dias após a emergência; número de sementes por planta; peso de mil sementes e produtividade por planta. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Os resultados permitiram concluir que: 1) a fitina e o fosfato monocálcico, aumentam a produtividade da cultura da soja em nível superior a 15%; 2) o recobrimento de sementes de soja com fósforo, provenientes de fitina e fosfato monocálcico, promove o aumento da área foliar e matéria seca das plantas de soja; 3) a emergência das plantas de soja é afetada negativamente, quando se utiliza fosfato de sódio, superfostato triplo ou fosfato monoamônico no tratamento das sementes.

Palavras-chave: *Glycine max*, fósforo, recobrimento, produtividade.

PERFORMANCE OF COATED SOYBEAN SEEDS WITH DIFFERENT SOURCES AND DOSES OF PHOSPHORUS. UFPel, 2010.

Author: Alexandre Moscarelli Levien

Adviser: Prof. Ph.D. Silmar Teichert Peske

ABSTRACT - The limitations on the availability of phosphorus in the early growing season could result in restrictions on development, a condition in which the plant does not recover afterwards, even though increasing the supply of phosphorus at appropriate levels. This study aimed to determine the effect of different sources and levels of phosphorus on growth and productivity of soybean plants, grown from seeds treated by the coating process. Two experiments were conducted. The first involved two levels of soil fertility: 1) soil fertilized according to recommendations of the survey for the soybean crop and 2) soil with fertilizer three times higher than that recommended by the survey. It was used the following sources of phosphorus in the treatment of seeds: phytin, dicalcium phosphate, natural daoui phosphate, triple superphosphate and monoammonium phosphate, and five doses: 0, 2, 4, 6 and 8g per 100g of seeds from each source. The evaluations were: emergence, leaf area and shoot dry matter at 25 days after emergence. In the second experiment, it was used only one type of soil, with fertilizer as recommended by the research. It was used the following sources of phosphorus in the treatment of seeds: phytin, calcium phosphate, potassium phosphate and sodium phosphate, five doses of each source: 0, 0.9, 1.8, 2.7 and 3.6 g per 100g of seeds. The evaluations were: emergence, leaf area and shoot dry matter at 25 and 50 days after emergence, number of seeds per plant, thousand seed weight and productivity per plant. The statistical design was a randomized block design with three replications. The results allowed to conclude that: 1) phytin and the monocalcium phosphate, increase the productivity of soybean in the 15% level; 2) the coating of soybean seeds with phosphorus from phytin and monocalcium phosphate, promotes increased leaf area and dry weight of soybean plants; 3) the emergence of the soybean plants is adversely affected when using sodium phosphate, Triple superphosphate or monoammonium phosphate in the treatment of seeds.

Key words: *Glycine max*, phosphorus, coating, productivity.

1. INTRODUÇÃO

A soja é a planta oleaginosa mais cultivada no mundo, possuindo alto teor de óleo e proteína, que com o seu processamento originou a formação de um enorme complexo agroindustrial. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja e o maior produtor da América Latina, com uma área cultivada na safra de 2009/10 de 23,3 milhões de hectares, e uma produção de grãos de 67,8 milhões de toneladas. Esta área cultivada representa em torno de 46% da área total plantada com grãos no país, (CONAB, 2010).

É originária da Ásia, em região de clima temperado, com ampla adaptação nos climas subtropicais e tropicais, sendo que sua produção no Brasil começou inicialmente na região sul, graças à adaptação de variedades oriundas dos EUA, após expandindo-se para o centro do país, através de cultivares desenvolvidas no Brasil, principalmente no início da década de 1980 (EMBRAPA, 2008).

Na última década, o desempenho da produção de soja no Brasil foi significativamente melhorado devido aos avanços nas práticas culturais, maior tecnificação da produção, surgimento de variedades mais produtivas e o advento da biotecnologia. A cultura da soja possui grande valor sócio-econômico, devido à importância de seus produtos, principalmente farelo, óleo vegetal e seus derivados, tanto para o mercado interno como externo, sendo o principal produto da pauta de exportações brasileira.

Dentre os três macronutrientes, o fósforo é o exigido em menores quantidades pelas plantas, mesmo assim trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. As quantidades de fósforo aplicadas no solo, geralmente superam em muito a extração desse nutriente pelas culturas, diferindo neste aspecto do nitrogênio (N) e do potássio (K) que apresentam relações mais estreitas entre aplicações nas adubações e aproveitamento pelas plantas, principalmente em produtividades elevadas. Essa diferença de desempenho tem sido atribuída à “fixação” de fósforo, a qual ocorre em todos os solos, e que é mais importante em solos tropicais, que possuem em sua grande parte elevados teores de óxidos de ferro e alumínio (RAIJ, 1991).

A baixa disponibilidade natural de fósforo e a elevada capacidade de fixação deste nutriente, na maioria dos solos brasileiros, têm tornado a fertilização uma prática de reduzida eficiência, sendo a relação entre a quantidade aplicada e a quantidade adsorvida pelo solo muito alta. Isto exige a incorporação de altas dosagens de fertilizante fosfatado para alcançar níveis de produtividade satisfatórios (TRIGO, 1995).

O fósforo é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos. Promove o crescimento inicial e o desenvolvimento da raiz, aumenta a resistência da planta ao frio, melhora a qualidade da colheita e ajuda a suprimir doenças das plantas, geralmente diminuindo seu efeito prejudicial (ABDALLA et al., 2008).

As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, condição da qual a planta não se recupera posteriormente, mesmo sendo aumentado o suprimento de fósforo a níveis adequados. A falta de fósforo no período mais tardio tem muito menor impacto na produção da cultura do que no início. O suprimento adequado de fósforo é, pois, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al., 2001). O suprimento adequado de fósforo também auxilia as raízes e plântulas a se desenvolverem mais rapidamente, aumentando a resistência ao frio, stress hídrico e doenças (LOPES, 1998).

Para Delouche (2005), a estratégia de melhoria da qualidade de sementes pode ser separada em dois componentes: um que melhora a qualidade das sementes e outro que melhora essencialmente o desempenho das sementes. O recobrimento de sementes é utilizado para incorporar e transportar materiais como fungicidas, macronutrientes, micronutrientes, inseticidas, hormônios vegetais e polímeros que irão proporcionar melhorias no desempenho das sementes, nas suas respectivas plântulas e até mesmo em estádios mais avançados da cultura.

No Brasil, o recobrimento de sementes esta sendo muito estudado, faltando ainda muitas informações técnico-científicas. A metodologia de aplicação ainda não é bem definida, pois as empresas fabricantes tratam este assunto como segredo industrial, sendo difícil a obtenção de dados. Esta tecnologia agrega valor às sementes, o que é interessante para as empresas de sementes uma vez que o

mercado está cada vez mais competitivo. Para isto, são necessárias sementes com alta uniformidade de germinação e emergência, que tenham alto vigor e que produzam plântulas com alto potencial de crescimento.

Por ser o fósforo, um macronutriente utilizado em grandes quantidades na adubação da lavoura de soja, com um custo bastante elevado e pela possibilidade do mesmo poder ser aplicado sobre as sementes com redução de utilização, justificou-se o desenvolvimento do experimento.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de diferentes fontes e dosagens de fósforo no crescimento e produtividade de plantas de soja, provenientes de sementes tratadas pela técnica do recobrimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da soja

A soja (*Glycyne max* (L.) Merrill), originária da Costa Leste da Ásia, provavelmente na China por volta do século XI A. C. tem como o mais provável ancestral a espécie *Glycine soja*. Nos séculos seguintes difundiu-se por outros países do Oriente, onde permaneceu pelos dois milênios seguintes. Chegou a Europa em 1712, trazida do Japão pelo cientista alemão Englebert Kaempher. Entre os séculos XVII e XIX foi introduzida em diferentes países do Ocidente (BONETTI, 1981).

Foi introduzida no Brasil em 1882, na Bahia, mas só recentemente, na década de 1960, começou a ter maior importância comercial. O Brasil é hoje o segundo maior produtor de soja, sendo somente superado pelos Estados Unidos. Atualmente, a soja, ocupa o primeiro lugar no mundo como fonte de produção de proteína e óleos vegetais.

Atualmente, a soja cultivada difere muito de seus ancestrais, pois estes eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa oeste da Ásia. A sua evolução deve-se ao aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2004).

É uma das oleaginosas de maior importância no mundo e uma das culturas com maior valor protéico. Seus grãos são utilizados para muitos fins, porém, a sua maior importância se deve a produção de farelo utilizado para as rações animais e a produção de óleo para a alimentação humana.

A cadeia produtiva da soja é uma das mais relevantes do agronegócio brasileiro, respondendo por cerca de 45% da produção total de grãos. As exportações do complexo soja (grão, farelo e óleo) representam, aproximadamente, 25% das exportações do agronegócio do país.

O grande incremento na produção de soja pode ser atribuído a diversos fatores, dentre os quais merecem destaque cinco: 1) a soja apresenta alta quantidade de proteínas (em torno de 40%) de excelente qualidade, tanto para a

alimentação animal quanto humana; 2) a oleaginosa possui considerável teor de óleo (ao redor de 20%), que pode ser usado para diversos fins, especialmente associados com a alimentação humana e a produção de biocombustíveis; 3) a soja é uma commodity e, portanto, tem padronização e uniformidade, podendo ser produzida e negociada por produtores de diversos países; 4) a oleaginosa apresenta altas liquidez e demanda; e 5), sobretudo nas últimas décadas, houve expressivo aumento da oferta de tecnologias de produção, que permitiram ampliar significativamente a área e a produtividade da oleaginosa (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2009).

2.2. O fósforo no solo

Os solos podem apresentar de 100 a 2.500 kg.ha⁻¹ de fósforo total, na camada de 0 a 20cm. Todavia, qualquer que seja a natureza do solo, a concentração de fósforo em solução é extremamente baixa, normalmente entre 0,1 a 1,0 kg.ha⁻¹ (FURTINI NETO et al., 2001).

No solo, o fósforo está presente na fase sólida e líquida. Sendo o solo uma mistura de materiais orgânicos e inorgânicos, apresenta-se também em forma de P orgânico e P inorgânico, tanto na fase sólida como na fase líquida. O fósforo está no solo, em sua maior parte (67 - 71%), na forma orgânica, movimentando-se muito pouco na maioria dos solos, com isso, pouco é perdido por lixiviação. O escoamento superficial e a remoção pelas culturas são as únicas formas significativas de perdas de fósforo (MARTINHÃO et al., 2004).

Nos solos brasileiros, a maioria das análises registra menos de 10mg de P. kg⁻¹ de solo, o que é considerado baixo. Em solos do cerrado, os teores encontrados são freqüentemente 1mg de P.kg⁻¹ de solo, ou menos. Além da baixa disponibilidade deste elemento no solo, o fósforo tem outro agravante que é a grande interação com os elementos no solo (P-Fe, P-Al em solos ácidos e P- Ca em solos alcalinos), o que torna uma grande proporção do fósforo indisponível à planta (BONATO et al., 1998)

O fósforo é relativamente imóvel no solo e assim permanece próximo ao local em que foi colocado o fertilizante. Os fosfatos procedentes do fertilizante reagem com o Ca e o Mg nos solos com alto pH para formar compostos de baixa solubilidade (GRANT et al., 2001).

2.3. O fósforo na planta

As plantas absorvem a maior parte do fósforo como íon ortofosfato primário (H_2PO_4^-) e, em pequenas quantidades, íon ortofosfato secundário (HPO_4^{2-}). O pH do solo influencia na relação de absorção desses dois íons. O fosfato absorvido pelas células das plantas é rapidamente envolvido em processos metabólicos, sendo incorporado a compostos orgânicos, formando basicamente fosfo-hexases e difosfato de uridina. O transporte no xilema ocorre principalmente na forma que foi absorvido (H_2PO_4^-), podendo ainda aparecer na seiva bruta como fosforil colina ou ésteres de carboidrato. O fosfato é bastante móvel na planta sendo redistribuído com facilidade pelo floema, onde o elemento ocorre principalmente como fosforil colina (LOPES, 1998).

O fósforo está presente na planta em formas inorgânicas e orgânicas. Na forma inorgânica (Pi), que representa uma proporção relativamente alta do fósforo total no tecido, aparecendo como ortofosfato e em menor quantidade como pirofosfato. Nas folhas a proporção de Pi para o P orgânico é maior que nos grãos e depende do estado nutricional da planta em fósforo. Plantas com suprimento inadequado têm o valor de Pi diminuído enquanto que os de P orgânico permanecem praticamente inalterados. As formas orgânicas de fósforo na planta são compostos nos quais o ortofosfato é esterificado a hidroxilas de açúcares e álcoois, ou pirofosfato ligado a outro grupo fosfato. Mais de 50 compostos formados da esterificação de fosfato com açúcares e álcoois têm sido identificados, sendo que aproximadamente 10 estão presentes em concentração relativamente alta na célula (FAQUIN, 1994).

Quando as plantas estão adequadamente nutridas com fósforo, de 85 a 95% do P orgânico se encontra nos vacúolos. Ocorrendo deficiência, o fósforo não metabolizado sai do vacúolo e é redistribuído para os órgãos mais novos cujo crescimento cessa quando acaba tal reserva. Devido à fácil redistribuição do fósforo na planta, os sintomas de deficiência aparecem primeiramente nas folhas mais velhas.

O trifosfato de adenosina (ATP) é o principal composto que serve para armazenar energia e depois transferi-la para a promoção de processos endergônicos. A energia armazenada nas ligações entre os fosfatos se torna disponível quando ocorre hidrólise de um ou dois radicais fosfatos terminais,

liberando $7.600 \text{ Kcal.mol}^{-1}$. Esta energia armazenada no ATP é utilizada nos processos endergônicos do metabolismo, como por exemplo, a absorção iônica ativa, síntese de vários compostos orgânicos como o amido, gorduras e proteínas.

As sementes e frutas podem armazenar o fósforo na forma de fitato. Os fitatos são sais do ácido fítico (mioinositol do ácido hexafosfórico). Quando sais de cálcio e magnésio ligam-se no ácido fítico, tem-se a fitina. O ácido fítico tem também alta afinidade por Zn e Fe. Estes íons desempenham importantes funções no metabolismo, e o eixo embrionário precisa de uma fonte até que a raiz esteja desenvolvida o suficiente para extraí-los do solo. Em sementes de leguminosas e de cereais os principais fitatos são os sais de cálcio e potássio. A proporção de sais associadas com o ácido fítico varia de espécie de planta e entre diferentes tecidos nas sementes. Os fitatos contendo fósforo representam cerca de 50% do P total em leguminosas e 60-70% em grãos de cereais (BUCKERIDGE et al., 2004).

Cada molécula de ácido fítico contém seis átomos de carbono e seis átomos de P, e cada um dos átomos de P tem uma carga negativa. Portanto, a molécula inteira contém seis cargas negativas que podem atrair cátions carregados positivamente como potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), cobre (Cu), zinco (Zn) e ferro (Fe). Este é um modo efetivo das sementes armazenarem P e cátions importantes para a próxima geração de plantas (BLEVINS, 1999).

A função do fósforo como um elemento constituinte da estrutura molecular é mais proeminente nos ácidos nucleicos (DNA e RNA). Em ambos, o fosfato forma uma ponte entre as unidades de ribonucleosídeos para formar as macromoléculas. O fósforo forma ligação diéster abundante nos fosfolipídios das biomembranas, formando ponte entre um diglicerídeo e outras moléculas tais como: aminoácidos, amina ou álcool (BONATO et al., 1998).

Sintomas característicos de deficiência de fósforo incluem crescimento reduzido em plantas jovens e uma coloração verde escura das folhas, as quais podem encontrarem-se malformadas e conter pequenas manchas de tecido morto, chamadas manchas necróticas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os sintomas de deficiência de fósforo às vezes não são muito bem definidos. São caracterizados nas folhas maduras por uma cor verde-escuro, mas os sintomas principais são o crescimento lento, com plantas raquíticas, de folhas pequenas e muitas vezes verde-escuras azuladas. Por causa da alta mobilidade do fósforo na planta, sob condições de deficiência há o seu translocamento das folhas mais velhas

para as mais novas, esgotando as reservas de fósforo nas folhas mais velhas, onde primeiro aparece o sintoma. A deficiência de fósforo pode ocorrer em quase todos solos ácidos tropicais, com baixo pH e alta capacidade de fixação de P. Além disso, o limitado fornecimento de fósforo reduz o número e a eficiência dos nódulos e, como conseqüência, a fixação simbiótica do nitrogênio. Altos teores de fósforo no solo podem induzir à deficiência de zinco desde que esses altos teores estejam associados com reduzidas absorção e translocação de Zn, Fe e Cu (BORKERT et al., 1994).

Segundo Anghinoni (2004), a eficiência de aproveitamento do fósforo pelas plantas pode ser definida: sob o ponto de vista fisiológico, como a quantidade de biomassa produzida por unidade de nutriente absorvido; sob o ponto de vista agrônômico, como o rendimento de biomassa (matéria seca, grãos, frutos) produzida por unidade de nutriente aplicado ao solo e sob o ponto de vista econômico, como a relação entre a receita financeira gerada por unidade de nutriente aplicado como adubo.

2.4. Tratamento de sementes com fósforo

Zang et al. (1990), observaram, em plantas de cevada, cujo teor de P das sementes foi aumentado através da embebição, o efeito benéfico na acumulação de matéria seca e no alongamento da parte aérea.

O aumento da concentração de fósforo na semente pode ser usado para melhorar o suprimento de fósforo no início do ciclo e aumentar o crescimento subsequente da planta. Trigo et al. (1997), avaliando sementes de soja com concentrações de fósforo, na faixa de 0,58 a 1,10%, verificaram que o incremento da concentração desse nutriente na semente aumentou o rendimento de grãos da planta subsequente, e o efeito benéfico da alta concentração de fósforo na semente foi mais pronunciado em solos com alta disponibilidade deste elemento.

Zelonka et al. (2005), desenvolveram um experimento envolvendo recobrimento de sementes de cevada com fósforo, e concluíram que apesar de ocorrer uma diminuição na velocidade de emergência das plântulas, houve um aumento significativo na produção das plantas subsequentes, de até 91%. Também houve uma influencia positiva na atividade fisiológica da próxima geração de sementes, melhorando sua capacidade absorção de fósforo.

Peske et al. (2009), realizaram um experimento onde recobriram sementes de soja com fósforo provenientes de duas fontes: fitina e fosfato bicálcico onde constataram que o recobrimento de sementes de soja com fósforo aumenta a produtividade dependendo das fontes e dosagens do fósforo utilizadas e a dosagem de 21g de fitina.kg⁻¹ de sementes aumenta a produtividade da cultura da soja em mais de 14% de peso total de grãos.

Soares (2009), estudando o efeito do fósforo, via recobrimento de sementes de soja, tendo como fonte o fosfato de sódio monobásico na germinação e no vigor, concluiu que nas dosagens adequadas, promovem o aumento da germinação, do vigor pela primeira contagem da germinação e da matéria seca da parte aérea e raiz.

Rebafka et al. (1993), realizaram um experimento em que avaliaram o crescimento inicial, absorção de fósforo e produtividade de sementes de milho, recobertas com fósforo e conduzidas em solo arenoso e ácido. O trabalho envolveu diversas dosagens e tipos de fontes de fósforo (superfosfato simples, fosfato de amônia desidrogenado; fosfato monocálcico, fosfato de sódio desidrogenado e trifosfato de sódio). Concluíram que a emergência inicial foi reduzida para a maioria dos tratamentos com dosagens inferiores, porém o efeito mais favorável no crescimento das plantas e conteúdo de fósforo foi alcançado com fosfato de amônia desidrogenado no recobrimento das sementes.

Muitos experimentos têm sido realizados para melhorar o desempenho das sementes. Segundo Delouche (2005), a estratégia de melhoria da qualidade da semente pode ser separada em dois componentes: um que melhora a qualidade e desempenho da semente e outro que essencialmente melhora o desempenho. O revestimento de sementes com fungicidas, macronutrientes, micronutrientes, inseticidas, hormônios vegetais e polímeros, estão entre os tratamentos mais interessantes e potencialmente benéficos para realçar o desempenho das sementes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, utilizando sementes de soja, as quais foram recobertas com fósforo, provenientes de diferentes fontes. A seguir, serão detalhados os materiais e métodos de cada um dos experimentos.

3.1. Experimento I

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação e no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pertencentes à Universidade Federal de Pelotas/RS, no período novembro de 2008 a janeiro de 2009. Foram utilizadas sementes de soja, cultivar CD 219 RR, produzidas na safra de 2007/08. As sementes foram padronizadas em peneira de furos redondos de 6,0mm. Sua germinação inicial foi de 87%, determinada de acordo com Brasil (1992), e o vigor de 81%, determinado através do teste de envelhecimento acelerado.

3.1.1. Tratamentos

Os tratamentos envolveram dois níveis de adubação do solo: 1) solo adubado conforme recomendação da pesquisa para a cultura da soja no estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2006), com adição de fósforo e potássio nas quantidades recomendadas (SN) e; 2) solo com fósforo e potássio corrigidos com a quantidade três vezes superior a recomendada pela pesquisa (SA). Em ambos os tipos de solo não foi realizada a adubação com nitrogênio, pois as sementes foram inoculadas com rizóbio, na ocasião do plantio. Foram utilizadas as seguintes fontes de fósforo para o tratamento das sementes: fitina, fosfato bicálcico, fosfato natural daoui, superfosfato triplo e fosfato monoamônico.

O solo utilizado foi um planossolo háplico, proveniente da região de Pelotas, RS. A análise de solo realizada, antes da instalação do experimento indicou os seguintes resultados: teor de argila - 18%; índice SMP - 5,7; MO - 1,4%; P - 10,3 mg.dm⁻³ e K - 53 mg.dm⁻³. O solo foi peneirado em peneira de malha 4mm para

melhor distribuição dentro dos vasos, com isso, proporcionando condições iguais para todos os tratamentos. Posteriormente, foi realizada a calagem e a adubação (SN e SA), com antecedência de 45 dias a instalação do experimento.

Os tratamentos, com as fontes de fósforo, suas respectivas dosagens e níveis de fertilidade do solo, foram os seguintes:

- Solo com a adubação recomendada pela pesquisa (SN):
 - fitina: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - fosfato bicálcico: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - fosfato natural daoui: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - superfosfato triplo: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - fosfato monoamônico: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes.
- Solo com a adubação três vezes a recomendada pela pesquisa (SA):
 - fitina: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - fosfato bicálcico: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - fosfato natural daoui: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - superfosfato triplo: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes;
 - fosfato monoamônico: 0, 2, 4, 6 e 8 g por 100g de sementes.

3.1.2. Recobrimento das sementes

Para realização dos tratamentos, o fosfato natural daoui, o superfosfato triplo e o fosfato monoamônico, foram moídos e peneirados em peneira de número 200 (espessura da malha de 0,075mm), pois são produtos granulados, com peso elevado e de difícil aderência as sementes em seu estado natural. Já para a fitina e o fosfato bicálcico, não foi necessário diminuir as suas granulometrias.

O recobrimento das sementes foi realizado em sacos plásticos, com metodologia descrita por Nunes (2005), onde pesou-se 100g de sementes de soja e após colocou-se 1mL de polímero PolySeed CF[®]. Posteriormente, agitou-se para uniformizar o polímero junto às sementes e logo após adicionou-se as fontes de fósforo. Fez-se nova agitação para que o pó tivesse uma boa aderência as sementes. Foram necessárias de 2 a 5 camadas, dependendo da fonte e da dosagem, para que houvesse uma perfeita fixação das fontes de fósforo nas

sementes, nas referidas dosagens. A cada camada, era adicionado mais 1mL de polímero PolySeed CF[®] para proporcionar a aderência dos produtos as sementes.

Em seguida aos tratamentos, as sementes foram colocadas para secar em estufa a 30 °C, durante 24 horas. A semeadura foi realizada logo após a secagem.

3.1.3. Semeadura

A semeadura ocorreu em vasos com capacidade de 20 litros de solo. Foram utilizados 75 vasos para cada nível de fertilidade do solo (75 para SN e 75 para SA), perfazendo-se assim, 150 unidades experimentais, (5 fontes de fósforo x 5 dosagens x 2 níveis de fertilidade do solo x 3 blocos).

Em cada vaso, foram semeadas 20 sementes, e a inoculação das sementes com rizóbio foi realizada no momento da semeadura, colocando-se o inoculante turfoso junto da semente, no sulco de semeadura. Após o décimo dia da emergência das plântulas, realizou-se a contagem das plântulas normais emergidas, e em seguida procedeu-se o desbaste, deixando-se as quatro plantas mais vigorosas. Aos 25 dias após a emergência, foi coletada uma planta de cada vaso para se realizar a avaliação da área foliar e matéria seca. As três plantas restantes seriam conduzidas até o final do ciclo, para serem realizadas as avaliações dos componentes do rendimento.

Porém, o experimento foi conduzido somente até o início do florescimento, pois neste período as plantas começaram a morrer, provavelmente devido as altas temperaturas, superiores a 50 °C dentro da casa de vegetação, que ocorreram no mês de janeiro de 2009.

3.1.4. Avaliações

Emergência de plântulas – o teste foi realizado nas mesmas unidades experimentais onde foi realizado o experimento. Imediatamente antes da realização do desbaste, aos dez dias após a emergência, foi anotado o número de plântulas emergidas. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais em cada tratamento.

Área foliar – foi determinada aos 25 após a emergência das plantas, onde as folhas foram destacadas individualmente e obteve-se a área foliar de cada planta, utilizando um determinador fotoelétrico de área foliar da marca LiCor Modelo LI – 3100, que propicia leitura direta do valor e os resultados são expressos em cm^2 . plântulas⁻¹.

Matéria seca de plantas – foi determinada utilizando-se as plantas oriundas da determinação da área foliar. Cada repetição foi acondicionada em sacos de papel e levadas a estufa, com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 55°C, onde permaneceram por 72 horas. Após levadas ao dessecador para esfriar, cada repetição foi pesada em balança de precisão de 0,001g, conforme metodologia descrita por Nakagawa (1999). Os resultados foram expressos em g.plântula⁻¹.

3.1.5. Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 5 x 5 x 2 (5 fontes de fósforo, 5 dosagens de cada fonte e 2 níveis de fertilidade do solo). A análise de regressão para o fator quantitativo (dosagens de fósforo), foi realizada no software estatístico WinStat 2.11 (Machado & Conceição, 2004).

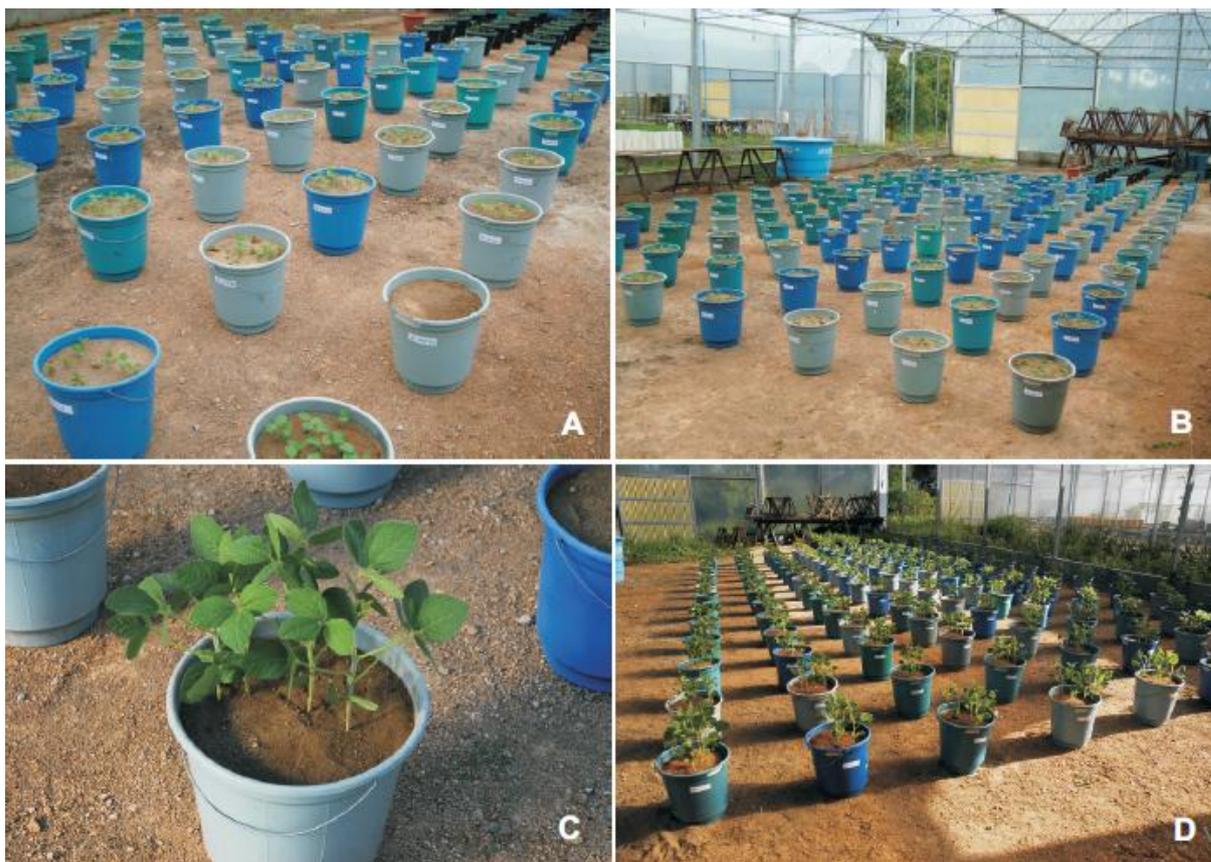


Figura 1. Emergência de plântulas de soja (A e B) e desenvolvimento após o desbaste (C e D), para o experimento I.

3.2. Experimento II

O trabalho foi conduzido na horta didática e no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas/RS, no período novembro de 2009 a abril de 2010. Foram utilizadas sementes de soja, cultivar CD 226 RR, produzidas na safra de 2008/09. As sementes foram padronizadas em peneira de furos redondos de 6,0mm. A germinação antes da realização dos tratamentos foi de 94%, determinada de acordo com Brasil (2009) e o vigor de 85%, obtido através do teste de envelhecimento acelerado.

3.2.1. Tratamentos

Foi utilizado somente um nível de adubação para o solo, com a adubação de fósforo e potássio nas quantidades conforme a recomendação da pesquisa para a cultura da soja no estado do Rio Grande do Sul (UFRGS, 2009). Não foi realizada a adubação com nitrogênio, pois as sementes foram inoculadas com rizóbio. Foram utilizadas as seguintes fontes de fósforo para o tratamento das sementes: fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio. O solo utilizado foi um planossolo háplico, proveniente da região de Capão do Leão, RS. A análise de solo realizada, antes da instalação do experimento indicou os seguintes resultados: teor de argila - 24%; índice SMP - 6,0; MO - 1,5%; P - 3,7mg.dm⁻³ e K - 61mg.dm⁻³. O solo foi peneirado em peneira de malha 4mm para melhor distribuição dentro dos vasos, com isso, proporcionando condições iguais para todos os tratamentos e, posteriormente, foi realizada a adubação e a calagem, conforme a recomendação, com antecedência de 30 dias a instalação do experimento.

Os tratamentos, com as fontes de fósforo e suas respectivas dosagens, foram os seguintes:

- fitina: 0; 0,9; 1,8; 2,7 e 3,6 g por 100g de sementes;
- fosfato de cálcio: 0; 0,9; 1,8; 2,7 e 3,6 g por 100g de sementes;
- fosfato de potássio: 0; 0,9; 1,8; 2,7 e 3,6 g por 100g de sementes;
- superfosfato de sódio: 0; 0,9; 1,8; 2,7 e 3,6 g por 100g de sementes;

3.2.2. Recobrimento das sementes

Como as fontes de fósforo, utilizadas neste experimento foram em pó com granulometria bastante fina, não foi necessário moer nem passar por peneira.

O recobrimento das sementes foi realizado conforme metodologia já descrita para o experimento I, com a diferença de que foi feito o recobrimento em uma única camada, com a utilização de 2mL do polímero denominado polivinillpirrolidona (PVP) em cada tratamento, na diluição de 20%.

3.2.3. Semeadura

A semeadura ocorreu em vasos com capacidade de 20 litros de solo, com um total de 80 unidades experimentais, (4 fontes de fósforo x 5 dosagens x 4 blocos).

Em cada vaso, foram semeadas 20 sementes, e a inoculação das sementes com rizóbio, foi realizada no momento da semeadura, colocando-se o inoculante turfoso junto da semente, no sulco de semeadura, para evitar danificar a semente tratada. Após o décimo dia da emergência das plântulas, realizou-se um desbaste, deixando-se as 5 plantas mais vigorosas. Imediatamente antes do desbaste realizou-se a contagem das plantas normais emergidas. Aos 25 e 50 dias após a emergência, foram coletadas uma planta de cada vaso para realização das avaliações de área foliar e matéria seca. As três plantas restantes foram conduzidas até o final do ciclo, onde foram avaliados o peso de mil sementes, número de sementes por planta e a produtividade por planta.

3.2.4. Tratos culturais

Os tratos culturais consistiram-se em:

- Manutenção da umidade dos vasos com a irrigação dos mesmos periodicamente, mantendo a umidade adequada do solo para o pleno desenvolvimento das plantas, tomando o cuidado para colocar a mesma quantidade de água em todos os vasos;

- Realização de limpeza periódica para eliminação de plantas daninhas que cresciam dentro dos vasos;
- Houve a necessidade de aplicação do inseticida karate zeon 250 CS em três ocasiões, para controle de lagartas e percevejos. Também houve a necessidade da aplicação do fungicida Folicur 200 CE para controlar doenças de final de ciclo.

3.2.5. Avaliações

As metodologias das avaliações de emergência de plântulas, área foliar e matéria seca, são as mesmas descritas para o experimento I.

Peso de mil sementes – determinado em função da massa e número total de sementes por unidade experimental, ajustado para o peso de 1000 sementes.

Número de sementes por planta - determinado pela contagem do número de sementes em cada planta das unidades experimentais.

Produtividade de plantas – determinada pela pesagem das sementes produzidas por cada planta das unidades experimentais, corrigidos para 13% de umidade.

3.2.6. Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5 (4 fontes de fósforo, 5 dosagens de cada fonte). Os dados foram analisados de forma quantitativa, utilizando a análise de regressão, através do software de análises estatísticas WinStat 2.11 (Machado & Conceição, 2004).

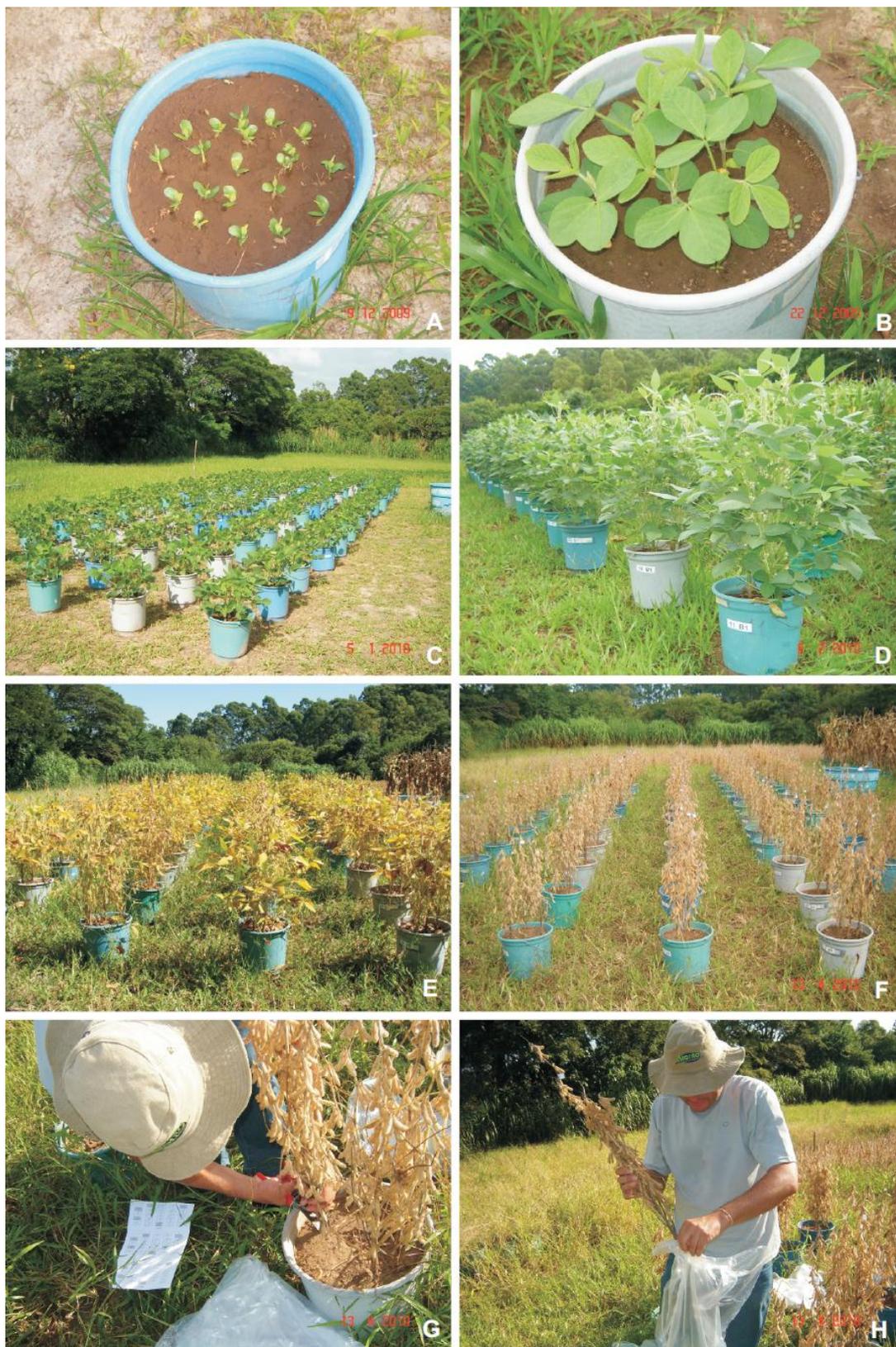


Figura 2. Emergência de plântulas de soja (A), após o desbaste (B), desenvolvimento vegetativo (C), floração (D), plantas em R7 (E), R8 (F) e colheita (G e H), para o experimento II.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento I

A análise estatística dos dados revelou significância para fontes de fósforo e dosagem, cujos resultados encontram-se na figura 3.

A aplicação de fitina, fosfato bicálcico e fosfato natural daoui, via recobrimento das sementes, não afetaram a emergência das plântulas, não existindo assim, efeito fitotóxico para as sementes, nas dosagens utilizadas no experimento. Rebařka et al. (1993), encontraram resultados semelhantes trabalhando com sementes de milho, (*Pennisetum glaucum*,) recobertas com fósforo, onde relataram que o tempo de duração do teste de emergência não é suficiente para as plantas expressarem as diferenças, com relação aos diferentes níveis de fertilidade do solo e as dosagens de fósforo adicionadas as sementes.

Entretanto, o revestimento das sementes de soja com superfosfato triplo e fosfato monoamônico, afetou negativamente o desempenho das sementes, cuja emergência foi reduzida em mais de 50%, quando foi utilizada a dosagem de $2\text{g}.100\text{g}^{-1}$ de sementes, para ambos os produtos. Isto ratifica o procedimento dos agricultores em colocar o adubo ao lado e abaixo das sementes, no momento da semeadura. Isto pode ocorrer devido a que a indústria de fertilizantes, muitas vezes, não vem respeitando o tempo de cura (em torno de 15 dias) necessário para a completa reação da rocha fosfática com o ácido sulfúrico, para a produção do superfosfato triplo, o que pode ocasionar uma elevada acidez livre e essa acidez interferir na eficiência do fósforo aplicado em relação à absorção pela planta (e também na semente (Queiroz et al., 2009).

Esta redução significativa do percentual de emergência de plântulas, quando se utiliza fosfato monoamônico e superfosfato triplo como fonte de fósforo, indica que estes produtos são extremamente fitotóxicos para as sementes. Com isso, não deve ser recomendada a utilização dos mesmos para o tratamento das sementes de soja, com o objetivo de aumentar a concentração de fósforo, via recobrimento de sementes.

Conforme os resultados obtidos para as fontes de fósforo fosfato monoamônico e superfosfato triplo, os mesmos foram retirados do experimento para as futuras avaliações, devido ao fato da inexistência de unidades experimentais suficientes para que pudessem ser realizadas.

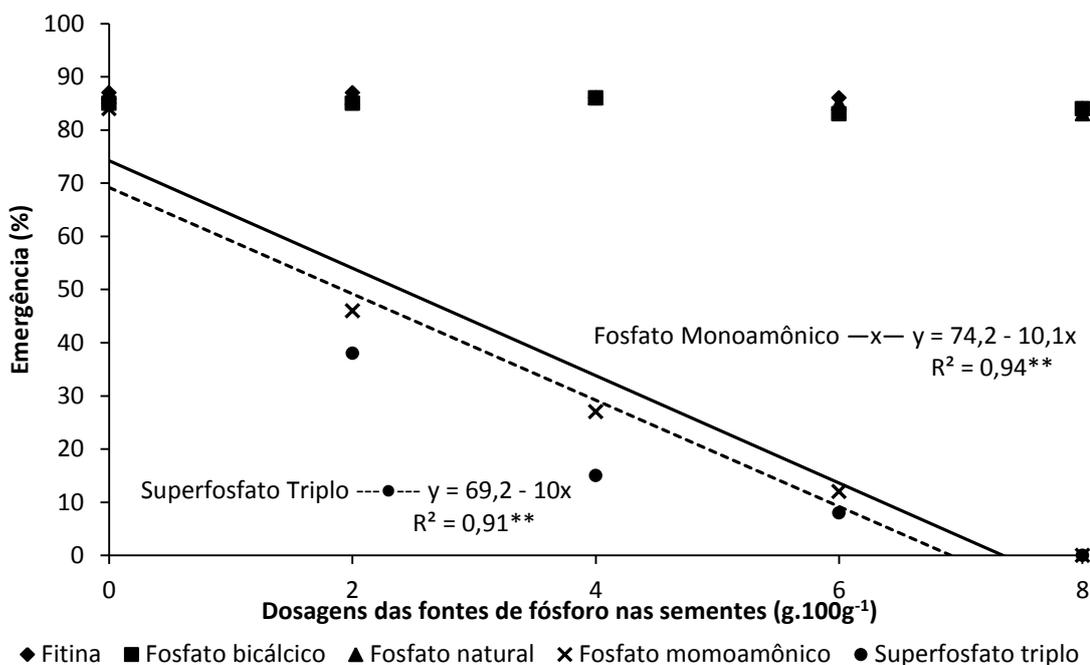


Figura 3. Emergência de plântulas de soja, recobertas com diferentes dosagens de fitina, fosfato bicálcico, fosfato natural daoui, fosfato monoamônico e superfosfato triplo: média dos dois tipos de solo, para cada fonte e dosagem.

Em relação às avaliações de área foliar e matéria seca de plantas, a análise estatística dos dados mostrou interação entre fontes de fósforo, nível de adubação do solo e dosagem do produto. Assim, os resultados dessas variáveis serão apresentados em forma de figuras, com dosagem dentro de produto e tipo de solo.

Nas figuras 4, 5, e 6, são apresentados os resultados da avaliação da área foliar das plantas de soja. Para a fonte de fósforo fitina (figura 4), houve significância para as dosagens aplicadas as sementes, com $P < 0,05$ e coeficiente de determinação superior a 0,9 evidenciando o bom ajuste dos dados em função da dosagem. Para solo SA, a melhor dosagem foi a de 6,5g de fitina por 100g sementes, quando a dosagem foi ajustada pela equação de regressão, com $169,63 \text{ cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$, representando 16% acima da testemunha (sem tratamento). Quando

levamos em conta os valores absolutos, a melhor dosagem foi a de 6g de fitina por 100g de sementes com $174,1 \text{ cm}^2.\text{planta}^{-1}$, representando 19,06% acima da testemunha. Para solo SN, a melhor dosagem observada e ajustada pela equação de regressão foi praticamente a mesma, com 6g de fitina por 100g de sementes, totalizando $148,43 \text{ cm}^2.\text{planta}^{-1}$, representando 23% acima da testemunha sem tratamento. Houve um maior incremento de área foliar em relação à testemunha, quando se utilizou as sementes tratadas com fitina no solo SN, sendo a diferença entre a melhor dosagem absoluta de fitina (ambas 6g de FT por 100g sementes) e a testemunha, em relação aos dois níveis de fertilidade do solo, de 3,94%. Isto evidencia um efeito superior da fitina em relação à área foliar das plantas quando o nível de fertilidade do solo foi o recomendado pela pesquisa (SN), em relação ao solo com maior nível de fertilidade (SA).

Para as demais fontes, não houve efeito significativo para dosagens ($P>0,05$), somente para níveis de fertilidade do solo.

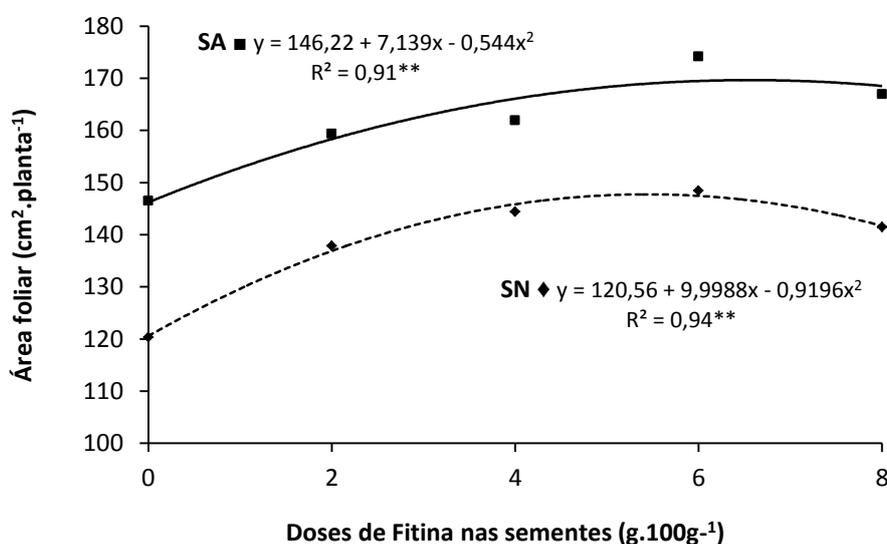


Figura 4. Área foliar por planta de soja, em função das dosagens de fitina adicionadas às sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).

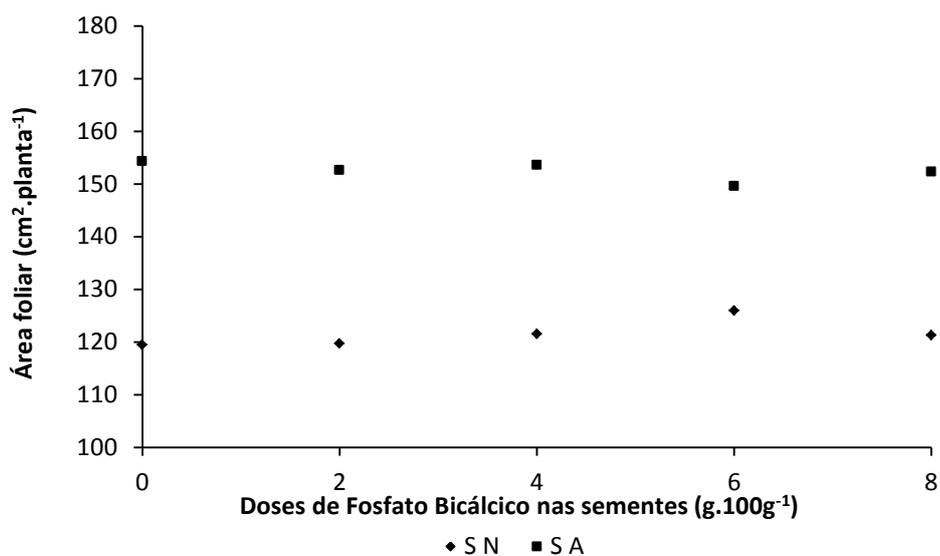


Figura 5. Área foliar por planta de soja, em função das dosagens de fosfato bicálcico adicionas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).

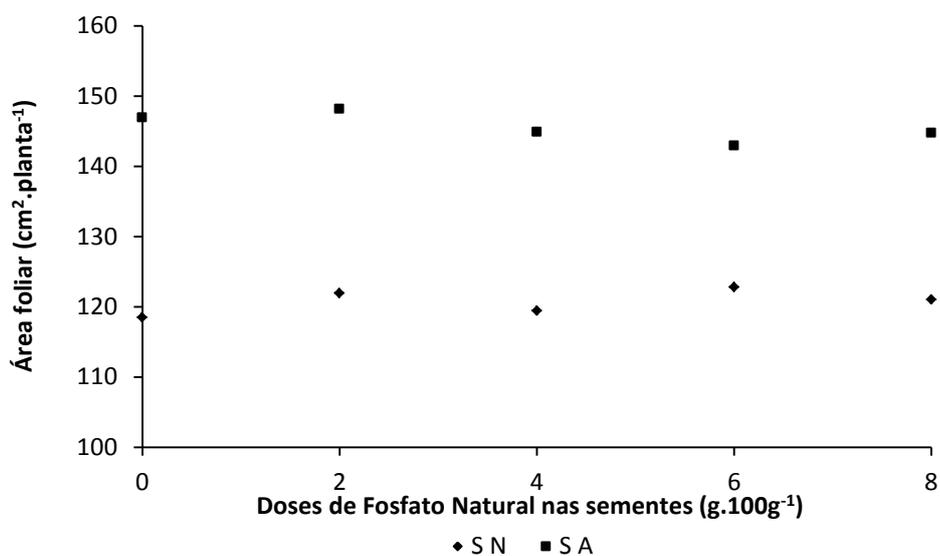


Figura 6. Área foliar por planta de soja, em função das dosagens de fosfato natural adicionas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).

Nas figuras 7, 8 e 9, são apresentados os resultados do peso da matéria seca, com resultados similares aos de área foliar. Houve significância em relação à fonte de fósforo, somente para as dosagens de fitina, ($P < 0,05$) nos dois níveis de fertilidade do solo, com coeficiente de determinação superior a 0,9, evidenciando o

bom ajuste dos dados em função da dosagem. A dosagem de 6g de FT 100g de sementes também foi a melhor, para os dois níveis de fertilidade do solo.

Para todas as fontes, houve significância para níveis de fertilidade do solo, em que as plantas cultivadas no solo com nível de fertilidade maior (SA) tiveram um maior peso de matéria seca do que as cultivadas em solo com fertilidade normal (SN). Isto se correlaciona com a área foliar, onde as plantas tiveram o mesmo comportamento.

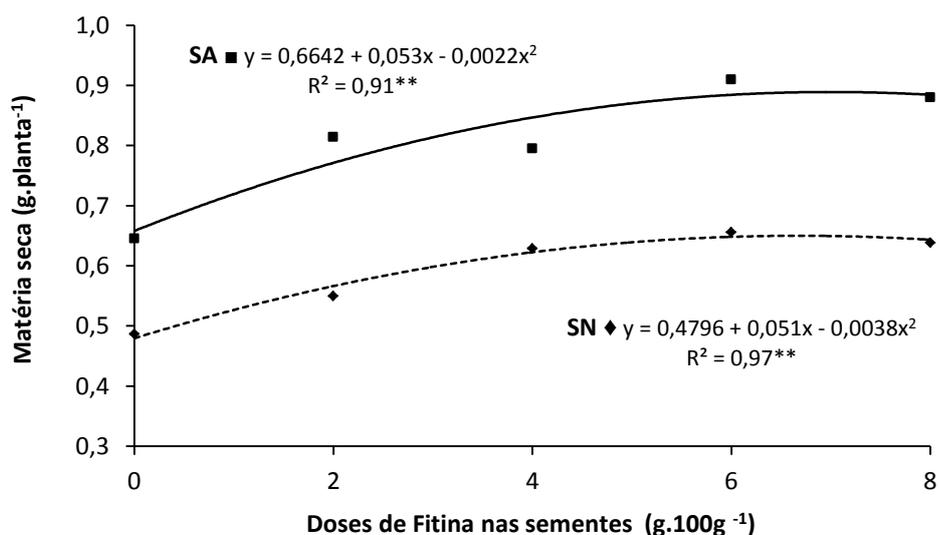


Figura 7. Matéria seca por planta de soja, em função das dosagens de fitina adicionadas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).

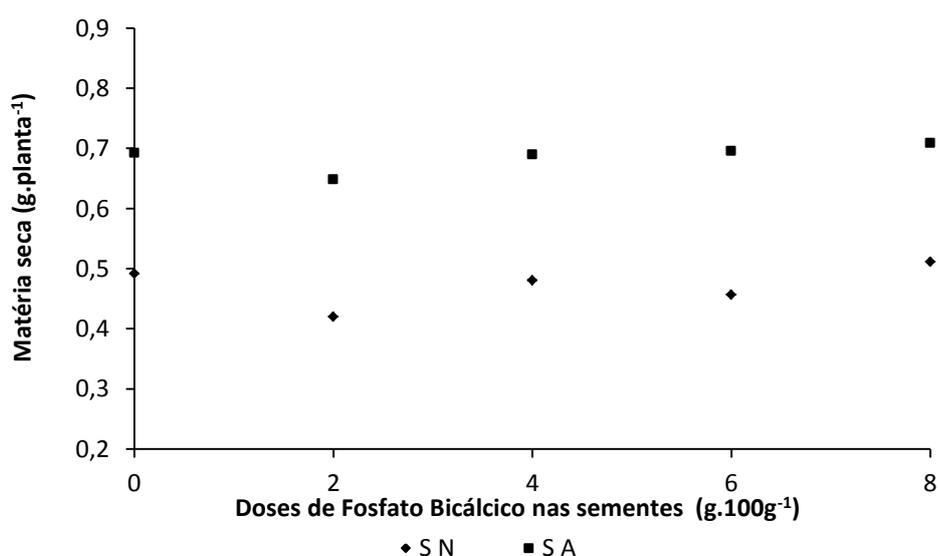


Figura 8. Matéria seca por planta de soja, em função das dosagens de fosfato bicálcico adicionadas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).

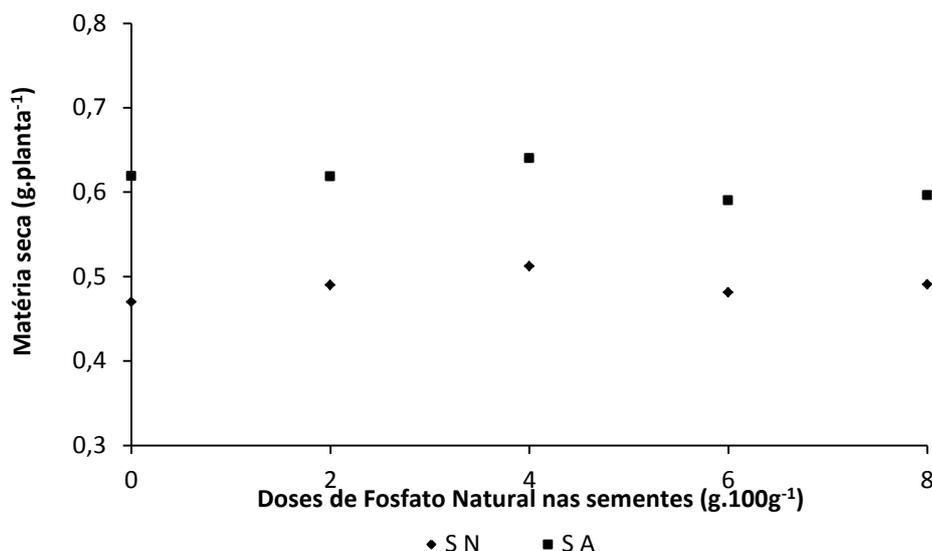


Figura 9. Matéria seca por planta de soja, em função das dosagens de fosfato natural adicionadas as sementes, para os solos com fertilidade normal (SN) e fertilidade alta (SA).

Os resultados apresentados neste trabalho evidenciam que a fonte de fósforo fitina tem efeito positivo em relação ao aumento de área foliar e matéria seca de plantas de soja. Para estes dois parâmetros, a dosagem de 6g de fitina por 100g de sementes foi a que correspondeu a um melhor comportamento das plantas. A intenção era conduzir os tratamentos até a colheita, para se poder verificar se o aumento de área foliar e de matéria seca das plantas iria proporcionar um aumento significativo da produtividade das plantas.

Como as plantas morreram antes disso, com base nestes resultados, foi planejado um novo experimento, com o objetivo de conduzir as plantas até a colheita para avaliar a produtividade. Novamente foi utilizando a fitina como fonte de fósforo para as sementes e com outras fontes de fósforo consideradas mais apropriadas, tais como: fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio. Estes produtos possuem uma maior solubilidade e assim podem ser mais facilmente assimilados pelas sementes.

Como as fontes de fósforo fosfato bicálcico e fosfato natural daoui adicionadas as sementes não apresentaram efeitos significativos e o fosfato monoamônico e o superfosfato triplo apresentaram efeito fitotóxicos as sementes, os mesmos, foram excluídos do próximo experimento.

4.2. Experimento II

A análise estatística dos dados revelou interação positiva entre as fontes e as dosagens de fósforo aplicadas as sementes, na emergência das plântulas de soja. Na figura 10, são apresentadas as médias dos resultados do teste de emergência de plântulas de soja. Os resultados indicam que não houve diferença significativa entre as médias das dosagens, para as fontes de fósforo fitina, fosfato de cálcio e fosfato de potássio. Isto evidencia que, para as dosagens testadas destas fontes, não houve efeito fitotóxico para as sementes.

Para fosfato de sódio, houve diferença significativa, onde a redução da emergência das plântulas foi se dando à medida que as dosagens de fosfato de sódio foram aumentando. Desta maneira, existe uma percepção de que o fosfato de sódio com dosagens acima de 0,9g de fosfato de sódio por 100g de sementes começa a causar efeito fitotóxico as sementes.

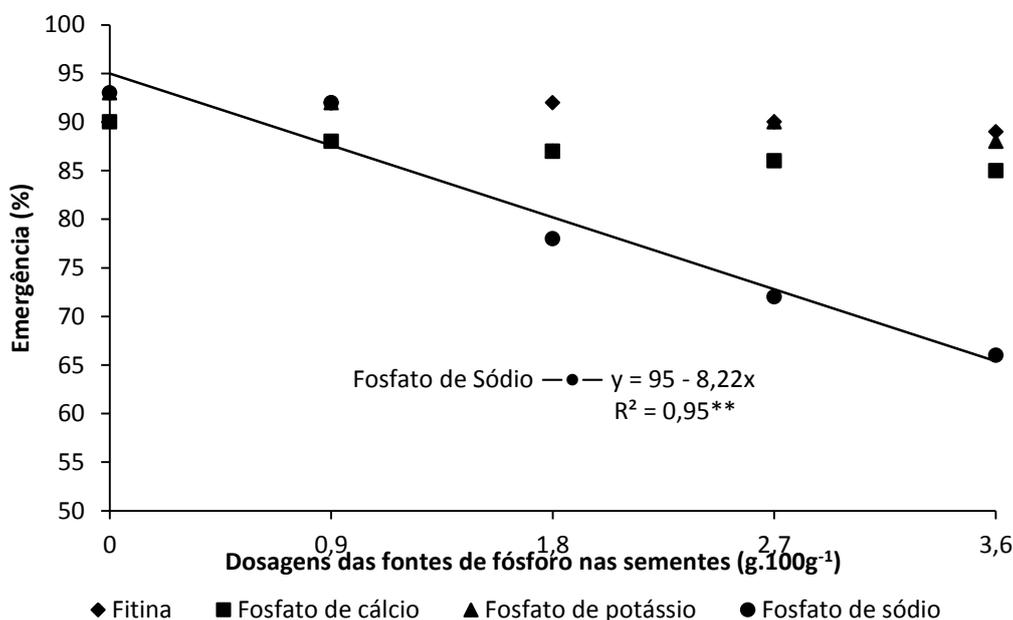


Figura 10. Resultado da emergência de plântulas, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.

Os resultados da avaliação de área foliar, aos 25 e 50 dias após a emergência, são apresentados nas figuras 11 e 12. Houve diferença significativa para as fontes de fósforo fitina e fosfato de cálcio com $P < 0,05$ e coeficientes de determinação superiores a 0,9 evidenciando o bom ajuste dos dados em função da

dosagem. Com relação a fosfato de potássio e fosfato de sódio, as médias das dosagens não diferiram das testemunhas ($P>0,05$), não existindo efeito significativo.

A melhor dosagem para fitina em relação à área foliar, tanto aos 25 e 50 dias após a emergência, foi de 3,6g de fitina por 100g de sementes, com um aumento de 25,2% aos 25 dias e 15,2% aos 50 dias em relação às respectivas testemunhas (sementes sem recobrimento). Para fosfato de cálcio, a melhor dosagem também foi de 3,6g de fosfato de cálcio por 100g de sementes com um aumento de 22,1% e 8% aos 25 e 50 dias após a emergência respectivamente, em relação às testemunhas. (figuras 11 e 12).

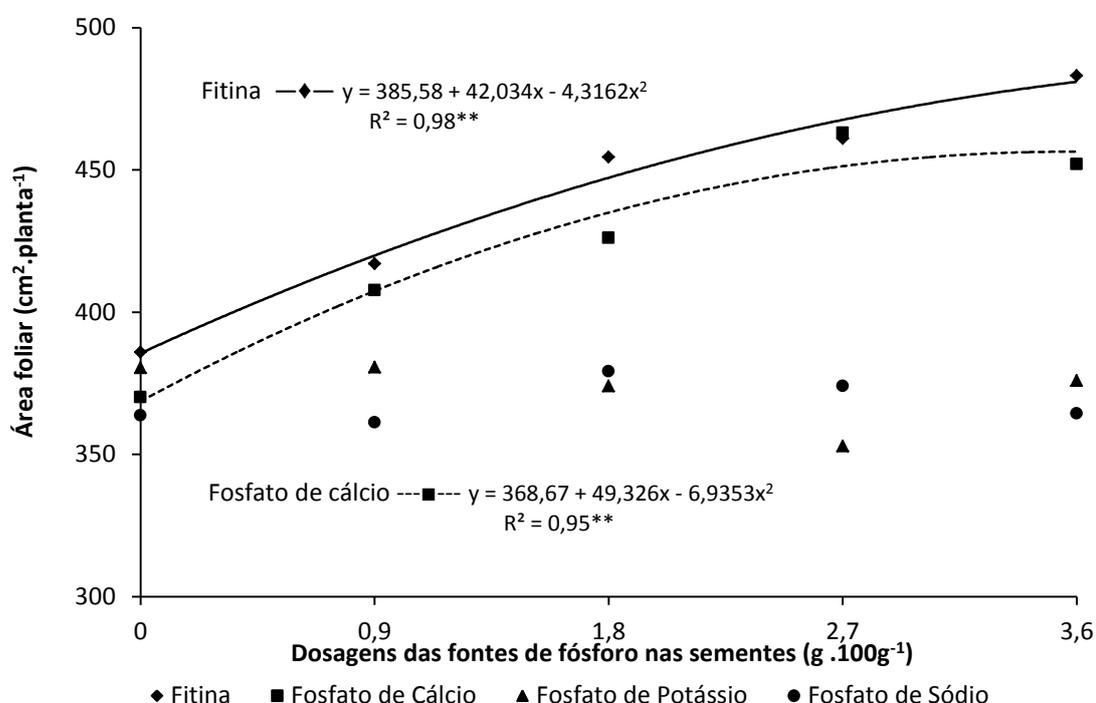


Figura 11. Área foliar por planta de soja, aos 25 dias após a emergência, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.

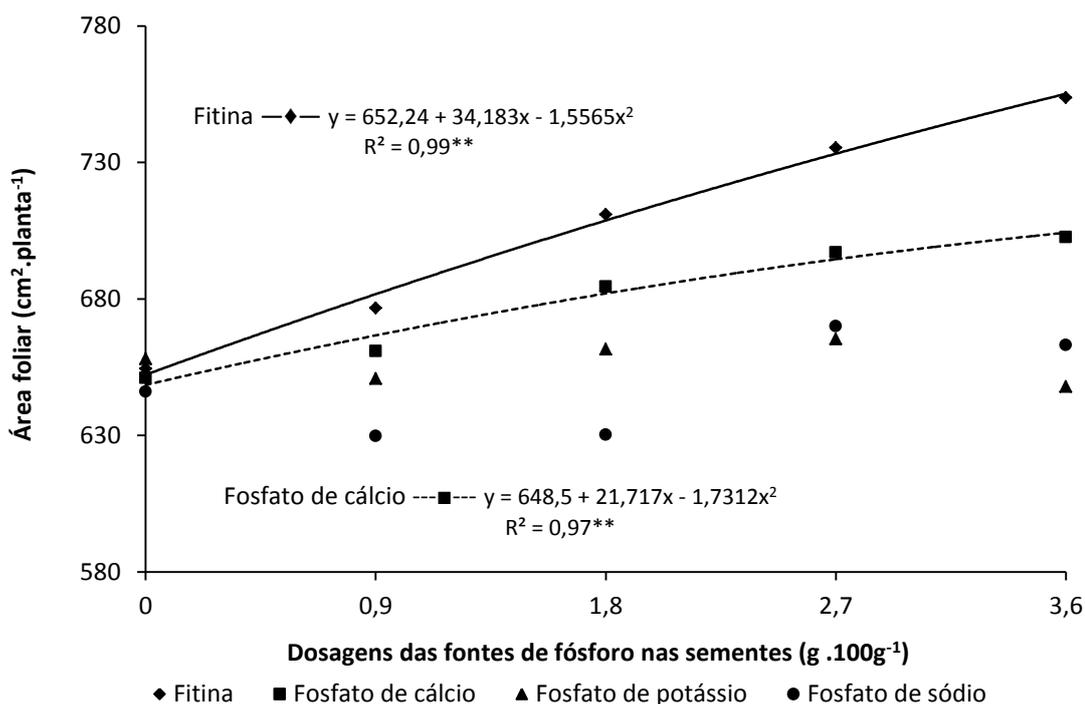


Figura 12. Área foliar por planta de soja, aos 50 dias após a emergência, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio, e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.

Nas figuras 13 e 14, são apresentados os resultados da avaliação de matéria seca de plantas de soja, aos 25 e 50 dias após a emergência. Houve significância, para os resultados das fontes de fósforo fitina e fosfato de cálcio ($P < 0,05$), nas duas épocas de avaliação. Os coeficientes de determinação para fitina foram de 0,93 aos 25 dias e de 0,96 aos 50 dias. Para fosfato de cálcio os coeficientes de determinação foram 0,96 e 0,91 respectivamente. Estes resultados de coeficientes de determinação superiores a 0,9 evidenciam um bom ajuste dos dados estimados em relação aos observados, em função das dosagens de fitina e fosfato de cálcio. Os resultados de massa de matéria seca seguiram a mesma tendência dos resultados das avaliações de área foliar, onde conforme foi aumentando a dosagem de fitina e fosfato de cálcio foram aumentando os valores observados.

Segundo Thompson et al. (1992) o incremento do rendimento em plantas provenientes de sementes com elevadas concentrações de fósforo (constituente ou adicionado) seria atribuído tanto ao maior crescimento das raízes e da parte aérea, como ao favorecimento da nodulação. Aquelas plantas originadas de sementes com

maior conteúdo de fósforo responderiam melhor à demanda metabólica inicial, sendo, portanto, menos dependentes dos teores existentes deste elemento no solo no início do seu desenvolvimento.

Esta afirmação esta em consonância com os resultados obtidos por Trigo et al. (1997) que em experimento com sementes de soja com diferentes concentrações de fósforo na semente, obtiveram maior peso de matéria seca em plantas originadas de sementes com maior concentração de fósforo. O efeito benéfico causado pelo fósforo no vigor de sementes também foi observado por Vieira et al. (1987), que constataram que sementes com maior concentração de fósforo proporcionaram melhores populações de plantas do que sementes com menor teor de fósforo.

Para fosfato de potássio e fosfato de sódio, não houve significância estatística dos resultados, assim como já tinha ocorrido com a área foliar, evidenciando que estas fontes de fósforo não trazem melhorias para o desempenho das plantas.

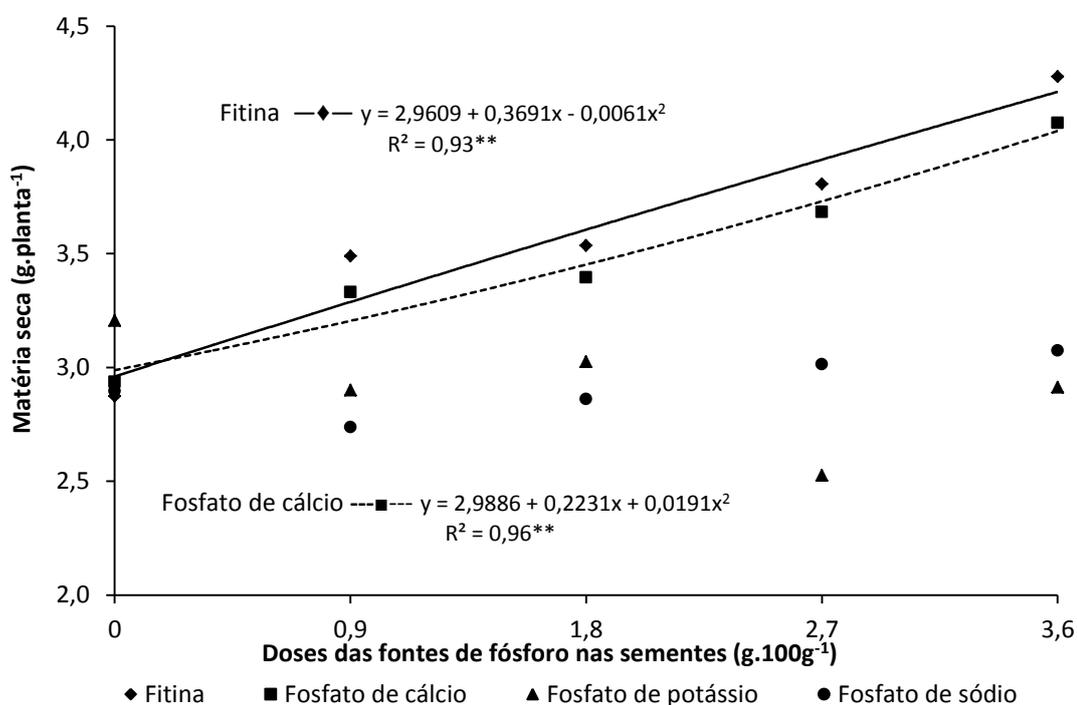


Figura 13. Matéria seca por planta de soja, aos 25 dias após a emergência, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.

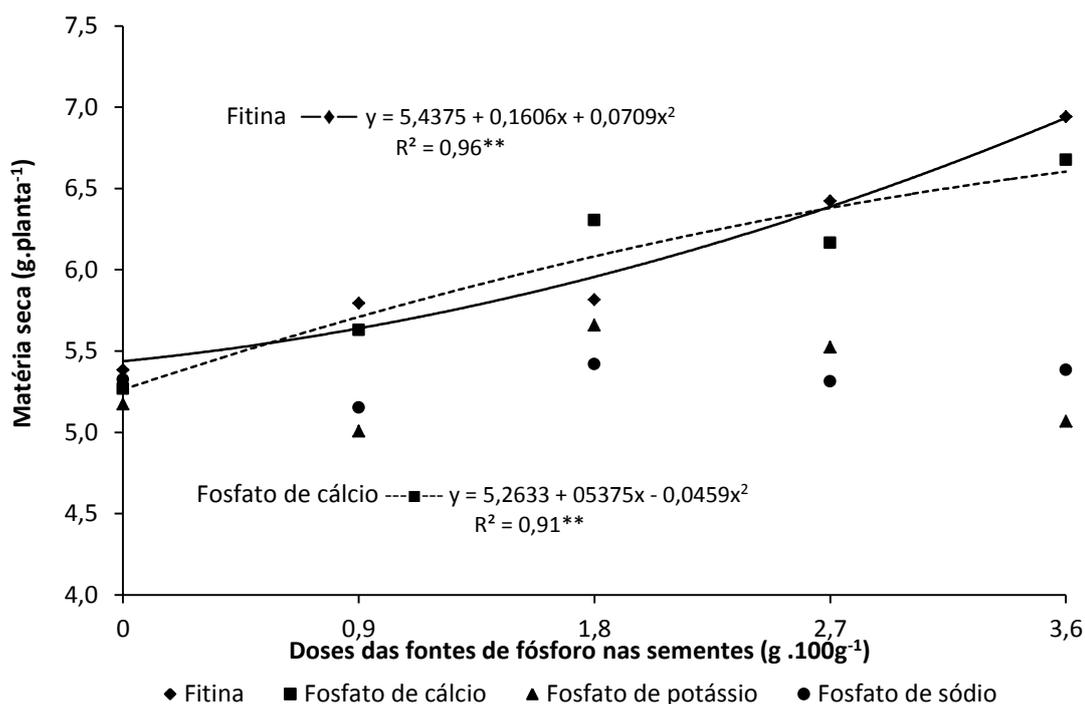


Figura 14. Matéria seca por planta de soja, aos 50 dias após a emergência, de plantas de soja em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.

Na figura 15, são apresentados os resultados de número de sementes por planta de soja. Houve significância para as fontes de fósforo fitina e fosfato de cálcio ($P < 0,05$), com coeficientes de determinação para fitina e fosfato de cálcio, superiores a 0,9 evidenciando um bom ajuste dos valores estimados em relação aos observados. A melhor dosagem para ambas foi de 3,6g por 100g de sementes. Para fosfato de potássio e fosfato de sódio não houve efeito significativo ($P > 0,05$), onde as médias das dosagens não se diferenciaram.

Para fitina, houve um incremento no número de sementes por planta da melhor dosagem em relação a testemunha da ordem de 38 sementes ou 22,3% de ganho. Para fosfato de cálcio, o incremento foi de 27 sementes ou 15,9% de ganho sobre a testemunha.

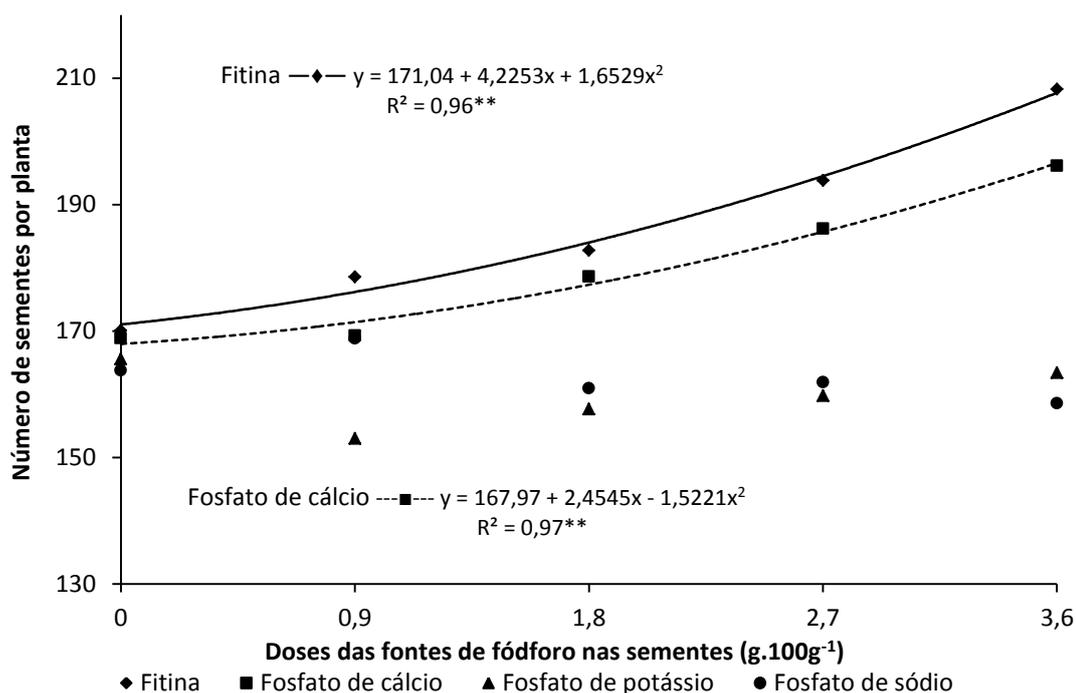


Figura 15. Número de sementes por planta de soja em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.

Para o peso de mil sementes, não foi constatado efeito significativo para nenhuma das fontes ($P > 0,05$). Mesmo para os tratamentos com fitina e fosfato de cálcio, não foi significativo, nem mesmo para suas dosagens mais elevadas, sendo os seus pesos similares as testemunhas (tabela 3).

Resultados semelhantes foram obtidos por Peske et al., (2009), em experimento com sementes recobertas com fitina, onde o aumento de produtividade foi explicado pelo aumento do número de sementes produzidas por planta, mesmo que o peso de mil sementes não tivesse tido significância. Trigo et al. (1997), em seu experimento com diferentes concentrações de fósforo nas sementes, chegaram a mesma conclusão, de que plantas originadas por sementes com maior teor de fósforo não produzem sementes que diferem em relação ao peso de mil sementes.

Tabela 1. Peso de mil sementes de soja, para os tratamentos com diferentes dosagens de fitina (FT), fosfato de cálcio (FC), fosfato de potássio (FP) e fosfato de sódio (FS), adicionadas as sementes.

Fontes	Dosagens (g.100g ⁻¹)				
	0,0	0,9	1,8	2,7	3,6
	----- Peso de mil sementes g ⁻¹ -----				
FT	151,59 a	153,52 a	152,59 a	151,32 a	148,43 a
FC	156,84 a	155,81 a	155,12 a	155,50 a	153,61 a
FP	153,01 a	153,85 a	153,01 a	154,05 a	155,97 a
FS	152,25 a	148,31 a	151,50 a	155,89 a	156,06 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Houve interação significativa a 5% de probabilidade para as dosagens e fontes de fósforo fitina e fosfato de cálcio para a produtividade (figura 16). Pode-se observar que houve efeito significativo na produtividade para as fontes de fósforo fitina e fosfato de cálcio ($P > 0,05$) com coeficientes de determinação superiores a 0,9 mostrando um bom ajuste da equação de regressão, ajudando a explicar os resultados. A melhor resposta para ambas as fontes foi obtida na dosagem de 3,6g por 100g de sementes, tanto para fitina, quanto para fosfato de cálcio.

Para fitina, levando-se em consideração os valores observados, tem-se um acréscimo de produtividade na melhor dosagem de 5,85g por planta, ou 22,4% a mais que a testemunha sem tratamento. Este crescimento foi constante para as demais dosagens, em que na dosagem de 0,9g de fitina por 100g de sementes foi de 1,31g ou 5% acima da testemunha, na dosagem de 1,8g de fitina por 100g de sementes foi de 2,4g ou 9,2% acima da testemunha e na dosagem de 2,7g de fitina por 100g de sementes foi de 3,82g ou 14,7% a mais do que a testemunha.

Estes resultados para fitina estão de acordo com os que Peske et al. (2009) encontraram em experimento onde recobriram sementes de soja com fitina, onde constataram que o recobrimento de sementes de soja com fósforo aumenta a produtividade dependendo das fontes e dosagens do fósforo utilizadas e a dosagem

de 2,1g de fitina por 100g de sementes, aumenta a produtividade da cultura da soja em mais de 14% de peso total de grãos.

Para o experimento II, conseguiu-se adicionar uma maior quantidade de fitina as sementes, do que utilizaram Peske et al. (2009) devido a utilização de um polímero com maior capacidade de aderir o pó as sementes (polivinilpirrolidona), com um resultado maior, em relação a produtividade. A utilização dosagens superiores a 3,6g de fitina por 100g de sementes de soja, levando em consideração os resultados obtidos no experimento II, provavelmente proporcionarão maiores ganhos em produtividade na lavoura de soja.

Para fosfato de cálcio, tomando os valores estimados, a melhor dosagem é a de 3,6g por 100g de sementes, que representa uma quantidade de sementes produzida de 4,18g a mais do que a testemunha sem tratamento ou 16,1%. O crescimento da produtividade foi crescente, conforme foi aumentando a dosagem, assim como aconteceu para a fitina, mas com valores menores.

As outras duas fontes, fosfato de potássio e fosfato de sódio, afetaram a produtividade das plantas, assim como já tinha ocorrido para as outras avaliações.

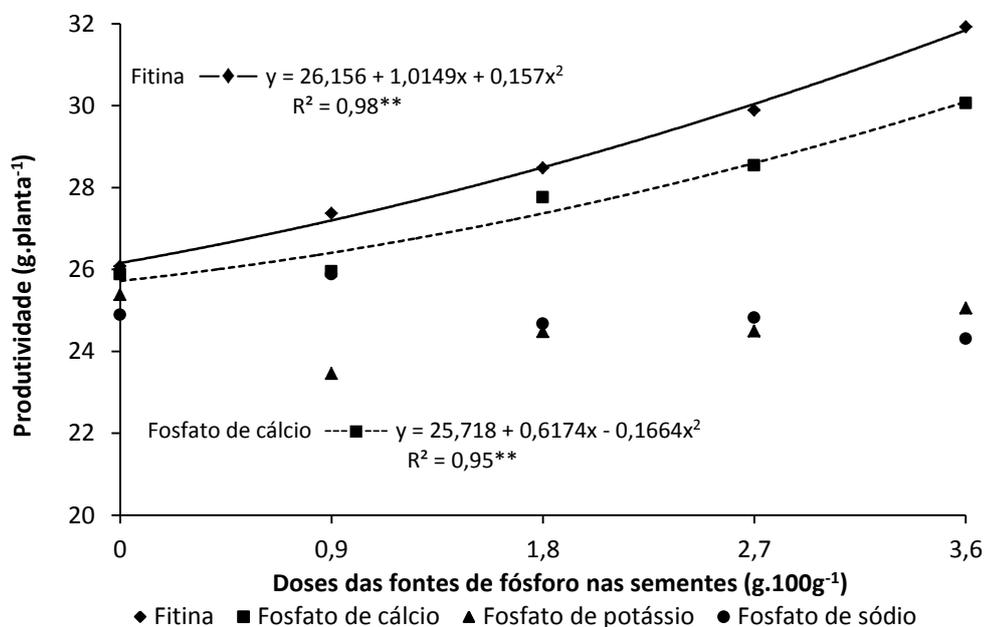


Figura 16. Produtividade por planta de soja, em função das dosagens de fitina, fosfato de cálcio, fosfato de potássio e fosfato de sódio, adicionadas as sementes.

4.3. Discussão geral

O presente trabalho visou verificar o efeito de diferentes fontes, dosagens de fósforo e níveis de fertilidade do solo, no crescimento e produtividade de plantas de soja, provenientes de sementes tratadas pela técnica do recobrimento.

Com relação à emergência das sementes tratadas com as diferentes fontes de fósforo, para as fontes fitina, fosfato bicálcico, fosfato natural daoui, fosfato de cálcio e fosfato de potássio, não houve efeito significativo.

Para as fontes fosfato monoamônico, superfosfato triplo e fosfato de sódio, houve efeito negativo na emergência das plântulas, em que com o aumento das dosagens, ocorreu a diminuição da emergência. Isto comprova o efeito fitotóxico que estas fontes exerceram nas sementes, com relação as dosagens estudadas. Assim, não é recomendada a utilização dos mesmos para o tratamento das sementes de soja, com o objetivo de aumentar a concentração de fósforo, via recobrimento de sementes.

Com relação à área foliar e matéria seca das plantas, houve um efeito positivo para fitina e fosfato de cálcio. Maiores concentrações de fósforo nas sementes não se refletiram na emergência das plântulas, mas podem ter proporcionado maiores teores de fósforo para as plantas, disponibilizando maior energia inicial para as atividades metabólicas, conseqüentemente, maior vigor para as plântulas.

O embrião em crescimento requer nutrientes minerais como K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e P, necessários para a síntese de ATP, Coenzimas e ácidos nucléicos (dentre muitas outras funções). A semente no início da germinação não possui raiz para retirar tais nutrientes do solo. Muitas espécies (aveia, cevada, milho, trigo, algodão, alface, etc.) acumulam ácido fítico, nas sementes, o qual é a principal reserva de fósforo. Este ácido acumula-se formando uma mistura de sais, conhecida como fitina, a qual é também a principal fonte de macronutrientes catiônicos (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) em sementes.

Em relação ao número de sementes produzidas por planta, houve significância para as fontes de fósforo fitina e fosfato de cálcio. As sementes recobertas com fitina originaram plantas que produziram 38 sementes a mais do que a testemunha. Para fosfato de cálcio, o aumento foi de 27 sementes por planta.

Para a produtividade, houve efeito significativo para as fontes de fósforo fitina e fosfato de cálcio, havendo uma concordância com os resultados de área foliar e matéria seca. Para a fitina, no experimento I, o aumento se deu em relação à área foliar e matéria seca. No experimento II, similarmente ao experimento I, houve significância para área foliar e matéria seca, o que se refletiu em aumento de produtividade. Para fitina, aumento da produtividade foi de 5,85g de sementes por planta, em relação à testemunha. Para fosfato de cálcio, o aumento foi de 4,18g por planta, em relação à testemunha.

Deve-se ressaltar que estas produtividades obtidas no experimento estão elevadas, pois as plantas foram conduzidas de maneira que não ocorresse nenhum estresse durante o ciclo, para poderem expressar seu maior potencial, em função dos tratamentos realizados. Porém, estas produtividades alcançadas neste experimento, evidencia que existe muito espaço para aumentar a produtividade da soja no país, visto que hoje a média nacional esta em 2,9 t.ha⁻¹.

Como não houve significância para o peso de mil sementes, pode-se inferir que o aumento de produtividade se deu pelo aumento do número de sementes produzidas por planta. Este aumento do número de sementes se deu em virtude da maior área foliar e matéria seca que as plantas provenientes das sementes recobertas pela fitina e pelo fosfato de cálcio proporcionaram, pois provavelmente houve uma maior disponibilidade de fósforo quando do início da germinação das sementes.

Foram realizados dois experimentos, porque o primeiro não pode ser conduzido até a produtividade das plantas, por fatores já mencionados anteriormente. Neste primeiro experimento, ficou evidente que a fitina é uma boa opção para fornecer fósforo adicional para as plantas, no início do seu desenvolvimento. Utilizaram-se outras fontes de fósforo mais baratas, que não obtiveram êxito. Para o segundo experimento, utilizou-se outras fontes de fósforo, além da fitina novamente, onde somente o fosfato de cálcio, e da fitina obviamente, tiveram efeito positivo sobre a produtividade das plantas.

Com relação ao custo, a fitina é um produto com custo elevado (R\$ 1,04/g⁻¹). Levando em consideração o lado econômico do tratamento, para a dosagem de 3,6g por 100 g⁻¹ de sementes (36 g por kg⁻¹) teremos um custo para implantar 1 hectare de lavoura de soja, somente com o tratamento de sementes, de R\$ 2.246,40, tomando-se como base uma densidade de 60 kg de sementes por hectare. Para o

fosfato de cálcio, o custo seria menor, (R\$ 0,05 g⁻¹), significando um custo de R\$ 108,00 por hectare, somente para tratar as sementes.

Uma dificuldade encontrada na realização do trabalho foi com a eficiência da aplicação das dosagens dos produtos as sementes, pois houve bastante dificuldade em se realizar os tratamentos com os produtos com formulação em pó. Neste sentido, fica a sugestão para as empresas que produzem produtos para tratamento de sementes, formularem produtos com fontes de fósforo na forma líquida, facilitando assim a aplicação das dosagens as sementes.

Em termos de negócio de sementes, o recobrimento de sementes é muito importante, pois o agricultor pode optar se quer adicionar o produto ou não as suas sementes, trazendo maior flexibilidade para as empresas, pois ainda existem produtores que não visualizam os benefícios que o tratamento de sementes pode trazer para as suas lavouras.

Com base nestes resultados, podemos afirmar que é possível aumentar o desempenho das plantas e, conseqüentemente com reflexo no aumento de produtividade das plantas, pela adição de fósforo as sementes pelo processo de recobrimento.

5. CONCLUSÕES

Sob as condições as quais esta pesquisa foi desenvolvida, os dados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- 1- A fitina e o fosfato monocálcico, aumentam a produtividade da cultura da soja em nível superior a 15%;
- 2- O recobrimento de sementes de soja com fósforo, provenientes de fitina e fosfato monocálcico, promove o aumento da área foliar e matéria seca das plantas de soja;
- 3- A emergência das plantas de soja é afetada negativamente, quando se utiliza fosfato de sódio, superfostato triplo ou fosfato monoamônico no tratamento das sementes.

6. REFERÊNCIAS

ABDALLA, S. R. S.; PROCHNOW, L. I.; FANCELLI, A. L. Simpósio discute como utilizar insumos e recursos para otimizar a produtividade do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.122, p.4-6, 2008.

ANGHINONI, I. Fatores que interferem na eficiência da adubação fosfatada. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S. R. S., eds. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafos, 2004. p.537-562.

BAUDET, L. M. L.; PERES, W. B. Recobrimento de sementes. **Revista SEED News**. Pelotas, ano VIII n°.1, p. 20-23, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD; DNPV;CLAV, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 399p.

BLEVINS D. G. Why Plants Need Phosphorus. **Better Crops with Plant Food**. Norcross, v.83, n. 2, p. 29. 1999.

BONATO, C. M; FILHO, C. J. R; MELGES, E; SANTOS, V. D. **Nutrição Mineral de Plantas**. UEM - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, p.1-60, 1998.

BONETTI, L. P. Origem, história e distribuição in: MIYASAKA, S. e MEDINA, J. C. editores. **A soja no Brasil**, 1ª edição, 1981.

BORKERT, C. M.; YIRIMORI, J. T.; CORREA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. Seja o doutor de sua soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.66. **Arquivo de Agrônomo**, Piracicaba, n.5, p. 1-16, 1994.

BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BOROGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Editora Artmed, 2004. p. 31-50.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da safra Agrícola 2009/2010 – Décimo Levantamento – Julho/2010**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/arquivos/1bcd827bf80c423c09f44def50fad86..pdf>. Acesso em: 07/07/2010.

DELOUCHE, J. C.; Desempenho da Semente. **Revista SEED News**, v. 9; n.1, p. 38, 2005.

EMBRAPA. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007. In: **Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul**. Pelotas: Clima Temperado, 2006. 240p.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. Embrapa Soja Sistema de Produção, n. 1. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em 08/03/2010.

EMBRAPA SOJA. **Sistemas de produção**. 13, 263 p., 2008. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 20 jan. 2009

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 227p.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do Solo**. UFLA, 2001. 252p.

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

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Avaliação econômica da produção de soja em estados do Cerrado, para a safra 2009/10**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 70).

LOPES, A. S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. Piracicaba: Potafos, 1998. 177p.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windons – WinSat**, versão 2.11. 2004.

MARTINHÃO, D.; SOUSA, G.; LOBATO, E. Adubação Fosfatada em Solos da Região do Cerrado. In: Yamada, T.; Abdalla, S. R. S. (Ed.). **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, Potafós, 2004. p.157-200.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. & FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999. p.2.1-2.24.

NUNES, J. C. **Tratamento de sementes - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório**. Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. 2005. 16p.

PESKE, F., B; BAUDET, L; PESKE, S. T. Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina. vol. 31, nº 1, p.095-101, 2009.

QUEIROZ, A. A.; RAMOS, L. A.; KORNDÖRFER, G. H. SATURAÇÃO DE BASES, ACIDEZ E SILICATO INFLUENCIANDO A EFICIÊNCIA DE ADUBOS FOSFATADOS EM SOLO. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 75-86. 2009

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba. Potafos, 1991. 343p.

REBAFKA, F. P.; BATIONO A.; MARSCHNER H.; Phosphorus seed coating increases phosphorus uptake, early growth and yield of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). **Journal Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 35, n. 3, p. 151-160, 1993.

SOARES, M. M. **Efeito do recobrimento de sementes com fósforo na qualidade de sementes, nodulação e crescimento das plantas de soja**. 2009. 71f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre. Editora Artmed. 3ª edição, 2004. 719p.

THOMPSON, J. R.; BELL, R. W.; BOLLAND, M. D .A. Low seed phosphorous concentration depress early growth and nodulation of narrow – leafed lupin (*Lupinus angustifolius* cv. Gungurro). **Journal of Plant Nutrition**, v.15, n. 8, p. 1.193-1.214, 1992.

TRIGO, L. F. N. **Efeito do conteúdo de fósforo na semente no rendimento da soja**. 1995. 54f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1995.

TRIGO, L. F. N.; PESKE, S. T.; GASTAL, M. F.; VAHL, L. C.; TRIGO, M. F. O. Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta resultante. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.111-115, 1997.

UFRGS. **Indicações técnicas para cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, 2009/2010**. Porto Alegre, RS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas de Lavoura, 2009. 144 p.

VIEIRA, R. F.; FONTES, R. A.; CARVALHO, J. R. P. Desempenho de sementes de feijão colhidas de plantas não adubadas com macronutrientes e com macronutrientes mais micronutrientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, n.192, p.162-179. 1987.

ZANG, M.; NYBORG, M. E.; MCGILL, W. B. Phosphorus concentration in barley (*Hordeum vulgare* L.) seed: influence on seedling growth and dry matter production. **Plant and Soil**. Dordrecht, v. 122, n. 1, p. 79-83, 1990.

ZELONKA, L.; STRAMKALE, V.; VIKMANE, M.; Effect and after-effect of Barley seed coating with phosphorous on germination, photosynthetic pigments and grain yield. **Acta Universitatis Lativiensis**, v. 691. Biology, p. 111 – 119. 2005.