

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS COM ADUBO FOLIAR FOSFATADO

CAMILA GIANLUPI¹, TATHIANA ELISA MASETTO², JOÃO MIGUEL AZEVEDO³, CÉSAR PEDRO HARTMANN FILHO⁴, JOSÉ VINÍCIUS DOS SANTOS ZANZI⁵

¹ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, 79804-970, Dourados-MS, Brasil, camilagianlupi@hotmail.com.

² Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, 79804-970, Dourados-MS, Brasil, tmasetto@gmail.com.

³ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, 79804-970, Dourados-MS, Brasil, joaomiguelaz95@gmail.com.

⁴ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, 79804-970, Dourados-MS, Brasil, cphartmann21@hotmail.com

⁵ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, 79804-970, Dourados-MS, Brasil, zanzivinicius1410@gmail.com

RESUMO: O fósforo é um dos macronutrientes mais limitantes à produtividade da soja e pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação foliar com fósforo aplicada em diferentes estádios de desenvolvimento, na produtividade e no potencial fisiológico de sementes de soja cultivar M6410 IPRO recém-colhidas e após o armazenamento por 180 dias em condições controladas. Foi avaliada a influência do adubo foliar fosfatado nos seguintes estádios de desenvolvimento “V5, R2, R4, V5+R2, V5+R4, R2+R4 e V5+R2+R4” na dose de 2,0 l ha⁻¹. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio da germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação e emergência, envelhecimento acelerado, teste de frio, emergência a campo, tetrazólio e desempenho de plântulas. Os componentes de produtividade de sementes de soja não foram influenciados pela aplicação de adubo foliar com fósforo nas diferentes fases fenológicas. A aplicação nos estádios V5 e V5+R2+R4 proporcionou sementes com elevada germinação e vigor, no entanto, o armazenamento por 180 dias mesmo sob condições controladas prejudica o potencial fisiológico das sementes.

Palavras-chaves: *Glycine max*, adubação fosfatada, vigor, armazenamento.

PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF SOYBEAN SEEDS PRODUCED WITH PHOSPHATE FOLIAR FERTILIZER

ABSTRACT: Phosphorus is one of the most limiting macronutrients for soybean productivity, and it may influence the physiological quality of seeds. The focus of this study was to evaluate the effect of foliar fertilization with phosphorus used in different plant stages in productivity and physiological quality of soybean seeds cv. M6410 IPRO. The influence of foliar fertilization was measured in different plant stages of development “V5, R2, R4, V5+R2, V5+R4, R2+R4 e V5+R2+R4” and the dose was 2,0 l ha⁻¹. The physiological quality of seeds was evaluated by germination, first score, rate of germination speed and emergence speed, field conditions emergence, tetrazolium test, seedlings performance, cold test and accelerated aging. The yield components of soybean seeds were not influenced by the period of foliar fertilization application with phosphorus. The application on V5 and V5+R2+R4 stages provided seeds with high germination and vigor. However, storage for 180 days even under controlled conditions reduced the seeds physiological potential.

Keywords: *Glycine max*, phosphate fertilization, vigor, storage.

1 INTRODUÇÃO

O nível de exigência da qualidade das sementes de soja torna-se cada vez mais comum e crescente entre os produtores rurais que buscam altas produtividades. Mas, para a semente apresentar alta qualidade, é preciso uma série de atributos, dentre eles: genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos (FRANÇA NETO et al., 2016). A qualidade fisiológica é o reflexo dos cuidados adotados desde a escolha da área, época de semeadura mais adequada e de tecnologias aplicadas durante todo o processo produtivo para geração de plantas de alto vigor e que terão um desempenho superior no campo (MARCOS FILHO, 2015; FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016).

Associado a sementes de qualidade, outro fator que interfere tanto na produtividade quanto nos aspectos qualitativos do material a ser obtido é o manejo adequado do campo de produção, dando ênfase na adequada nutrição das plantas (MARIN et al., 2015). Nesse contexto, a produção de sementes de soja pode ser afetada negativamente pela falta de fósforo (SALVAGIOTTI et al., 2013), sendo esse nutriente de grande importância para o desenvolvimento das sementes (HAN; JIE; CAI; 2014) e alto rendimento da cultura. De acordo com Mo et al. (2019), além de atuar na transferência de energia, a adição de P aumenta as concentrações das frações de ácidos metabólicos, estruturais e de ácidos nucleicos, sendo a magnitude do efeito inerente a cada espécie.

As adubações fosfatadas costumam ser elevadas devido à baixa disponibilidade e à alta fixação deste nutriente nos solos cultivados com soja no Brasil (REZENDE et al., 2005). Aliado a isso, grande parte dos solos dos cerrados, onde está a maior área ocupada com a cultura da soja, apresentam acidez moderada, que pode reduzir a disponibilidade de fósforo para a cultura (RESENDE; FURTINI NETO, 2007).

Na produção de sementes de soja, a adubação com fósforo é normalmente aplicada no solo e os resultados sobre os benefícios da aplicação de fósforo na produção de sementes são contrastantes em relação à qualidade das sementes. Nesse contexto, concentrações mais

elevadas de P nas sementes de soja proporcionariam maior disponibilidade de energia para as atividades metabólicas da semente, o que levaria ao maior crescimento inicial das plântulas e ao desenvolvimento mais rápido do sistema radicular, resultando no aumento da absorção de nutrientes.

Por outro lado, doses elevadas de fósforo ($56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de P_2O_5) foram prejudiciais à qualidade das sementes de soja cv. K 201, NK S28-B4 e P 93M11, indicando que o excesso de adubo no solo pode ter um impacto negativo sobre a produção de sementes (KRUEGER et al., 2013). Contudo, o efeito da aplicação de diferentes doses de fósforo foi constatado na qualidade fisiológica das sementes de soja, por meio dos testes de tetrazólio, germinação e emergência a campo (GUERRA et al., 2006); as sementes de soja produzidas com altas concentrações de fósforo no solo apresentaram-se 3,1% mais pesadas do que as do tratamento testemunha e com maior teor de P em sua constituição (BATISTELLA FILHO et al., 2013).

A aplicação de fertilizantes em contato próximo às sementes durante as operações de plantio pode ocasionar a fitotoxidez, pois muitas vezes os produtores não estão devidamente equipados para separar o fertilizante das sementes, determinando o aparecimento dos efeitos fitotóxicos (SALVAGIOTTI et al., 2013). Neste sentido, a aplicação foliar de fósforo é recomendada como tratamento suplementar onde a disponibilidade do fósforo na solução do solo é baixa e as folhas podem absorver naturalmente a solução de fertilizante foliar (ALSHAAL; EL-RAMADY, 2017). Diante disso, torna-se interessante verificar se a aplicação foliar com fósforo influencia na produtividade e no potencial fisiológico das sementes de soja, e quais seriam os estádios de desenvolvimento da cultura em que a aplicação do nutriente via foliar seria mais eficiente para obter sementes com elevada qualidade fisiológica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação foliar com fósforo aplicada em diferentes estádios de desenvolvimento na produtividade e no potencial fisiológico das sementes de soja recém-colhidas e após o armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma lavoura de sementes de soja cultivar M6410 IPRO® em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. A área está situada nas coordenadas geográficas de 22°12'52" de latitude Sul e 54°53'38" de longitude Oeste e a uma altitude de 450 m.

O clima regional é classificado pelo sistema internacional de Köppen como Am – clima mansônico (ALVARES et al., 2013). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, com as seguintes características químicas e físicas pH - H₂O = 5,9; MO = 28,9 g kg⁻¹; P = 3,7 mg dm⁻³; Al³⁺ = 0,06; H+Al = 4,6 cmolc dm⁻³; Ca = 8,9 cmolc dm⁻³; Mg = 2,2 cmolc dm⁻³; K = 0,38 cmolc dm⁻³; SB = 11,5 cmolc dm⁻³; CTC = 16,0 cmolc dm⁻³; V% = 71,8%; areia = 205 g kg⁻¹; silte = 147 g kg⁻¹; argila = 648 g kg⁻¹.

No período de condução da lavoura de sementes, a temperatura e precipitação pluvial média foram de, respectivamente, 22,3 °C e 80,0 mm.

2.2 Delineamento experimental e condução do campo de produção de sementes

O preparo do solo para a implantação da cultura foi realizado com gradagens e a semeadura ocorreu no dia 22 de fevereiro de 2017, portanto, o experimento foi conduzido na segunda safra. A cultivar utilizada foi a Monsoy® M6410 IPRO, de ciclo médio, hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 6.4, com alta estabilidade e ampla adaptação geográfica (MONSOY, 2018). O adubo foliar com fósforo (30% de P₂O₅ total) foi aplicado na dose de 2,0 l.ha⁻¹ com pulverizador costal pressurizado a gás carbônico, bico leque, à pressão constante de 2,0 kgf.cm⁻².

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições compreendendo as aplicações foliares de fósforo nos seguintes estádios: V5, R2, R4, V5+R2, V5+R4, R2+R4, V5+R2+R4 (FEHR; CAVINESS, 1977) mais a testemunha, que foi constituída por plantas que não receberam

adubo foliar em nenhum estádio, totalizando oito tratamentos.

As linhas de semeadura foram definidas com os discos da semeadora e, posteriormente, as parcelas foram delimitadas com estacas, sendo cada parcela constituída por 6 linhas com 5,0 m de comprimento e espaçamento entrelinhas de 0,50 m, perfazendo uma área total de 15 m². A área útil foi constituída pelas quatro linhas centrais, sendo desconsiderados 0,5 m da bordadura superior e inferior, totalizando 8 m².

A colheita de todas as parcelas foi realizada no dia 02 de junho de 2017. As vagens foram retiradas e debulhadas manualmente para evitar a ocorrência de danos mecânicos. As sementes foram limpas e acondicionadas em sacos de papel; uma parte foi armazenada em câmara fria e seca (15°C/50% UR) por 180 dias, a outra parte foi avaliada imediatamente no Laboratório de Tecnologia de Sementes.

Os experimentos de análise de sementes foram conduzidos com oito tratamentos e quatro repetições com 50 sementes cada. Os resultados foram analisados com o programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011) e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

2.3 Avaliação dos componentes de produtividade de sementes

O teor de fósforo total nas sementes foi determinado de acordo com Malavolta; Vitti; Oliveira (1997) e a produtividade foi calculada por meio do peso de mil sementes, porcentagem de vagens granadas e o número de sementes por vagem, com o teor de água das sementes ajustado para 13%.

2.4 Avaliação do potencial fisiológico das sementes

As sementes de soja foram submetidas aos seguintes testes e determinações:

Teor de água: determinado pelo método da estufa a 105 ± 3°C, durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Peso de mil sementes: com 8 repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009).

Teste de Germinação: as sementes de cada amostra foram posicionadas em rolos de papel germitest umedecidos com água destilada e mantidos em germinador do tipo Mangelsdorf regulado na temperatura constante de 25°C sob luz branca constante. As avaliações de plântulas normais e anormais foram realizadas de acordo com Brasil (2009).

Primeira Contagem: foi conduzida juntamente com o teste de germinação, cuja avaliação foi realizada aos cinco dias após a instalação do teste e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009). O Índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado conjuntamente ao teste de germinação, por meio de contagens diárias de plântulas normais (MAGUIRE, 1962).

Envelhecimento acelerado: as sementes foram posicionadas sobre a tela de aço no interior das caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada ao fundo e mantidas durante 48 horas em câmaras reguladas a 41°C. As avaliações de plântulas normais foram realizadas após cinco dias do início do teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999).

Teste de frio: Foram confeccionados rolos de papel, conforme descrito para o teste de germinação, que foram colocados no interior de sacos plásticos por 5 dias em câmara regulada a 10°C. Em seguida, as amostras foram transferidas para câmara a 25°C por mais 5 dias. Os resultados foram expressos em percentual de plântulas normais (VIEIRA et al., 2010).

Emergência a campo: as sementes foram semeadas em sulcos de 2,00 m de comprimento, espaçamento de 0,50 m e profundidade aproximada de 0,03 m. A irrigação foi realizada sempre que necessário e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas. Índice de velocidade de emergência (IVE): foi determinado em conjunto com o teste de emergência, por meio de avaliações diárias do número de plantas emergidas (MAGUIRE, 1962).

Teste de Tetrazólio: foi realizado com 100 sementes subdivididas em 2 repetições de 50 para cada tratamento; as sementes foram pré-umedecidas entre papel por 16 horas a

25°C. Após, foram colocadas em recipientes de plásticos e submersas na solução de tetrazólio (0,1%) no escuro a 41°C por 3 horas (BRASIL, 2009). Posteriormente, as amostras foram analisadas e os resultados foram expressos em porcentagem de sementes viáveis e vigorosas e viáveis e não vigorosas.

Comprimento de plântulas: quatro repetições com 20 sementes foram dispostas no terço superior do papel germitest no sentido longitudinal. Os rolos foram acondicionados verticalmente no germinador por sete dias a 25°C sob luz branca constante. Ao final deste período, foi determinada a medida das partes das plântulas normais (raiz primária e parte aérea), utilizando-se régua milimetrada e os resultados foram expressos em centímetros (NAKAGAWA, 1999).

Massa seca de plântulas: após a determinação dos comprimentos, as partes das plântulas foram seccionadas, colocadas separadamente no interior de sacos de papel e mantidas em estufa com circulação forçada de ar regulada a 60°C até obter peso constante. Após a secagem, a massa seca de parte aérea e raiz foi determinada em balança de precisão e os resultados foram expressos em gramas (NAKAGAWA, 1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Componentes de produtividade

Não houve efeito significativo da aplicação do adubo foliar fosfatado em diferentes fases fenológicas para os componentes de produtividade de sementes, verificando-se resultados médios de 103,2 g para o peso de mil sementes, 98% de vagens granadas, 2,3 sementes por vagem, produtividade média de 2.191,61 kg ha⁻¹ e teor de fósforo nas sementes de 6,7 g kg⁻¹. Esses resultados indicam que, no nível de produtividade obtida, a aplicação de fósforo foliar não promoveu acréscimo na produtividade. Vale ressaltar que o presente experimento foi conduzido em condições reais de campo e não em vasos, o que pode ter proporcionado menor sensibilidade das plantas em função da disponibilidade de espaço para crescimento horizontal e vertical.

Em trabalhos recentes também não foram observados efeitos significativos da adubação fosfatada sobre o desempenho da produção da soja. Passos; Rezende; Carvalho (2014), avaliando cinco doses de fertilizante líquido a base de fosfito aplicados nos estádios R3 e R5 não observaram efeito significativo na produtividade, mas, comparando-se a produtividade média das aplicações de fosfito (3.205 kg ha^{-1}) com a da testemunha (3.171 kg ha^{-1}) constatou-se aumento de 35 kg ha^{-1} . Ferreira et al. (2018) trabalhando com adubo fosfatado (30 e 60 kg ha^{-1}) e potássico (60 e 120 kg ha^{-1}) também não observaram alterações no desempenho da produção e teor de proteína nos grãos de soja.

Por outro lado, Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que sementes que apresentam baixo teor de nutriente podem vir a ser influenciadas positivamente pela fertilidade do solo em que estão inseridas, compensando a necessidade de um dado elemento. Porém, em um meio deficiente, a semente que apresentar alto conteúdo de nutriente originará uma planta vigorosa.

3.2 Potencial fisiológico das sementes antes e após o armazenamento

Verificou-se interação significativa da aplicação do adubo foliar fosfatado em diferentes fases fenológicas e do armazenamento sobre os atributos da qualidade fisiológica de sementes. Para as sementes recém-colhidas, as aplicações realizadas em

V5, V5+ R4, V5+R2+R4 e a testemunha foram superiores em relação às demais fases fenológicas, não diferindo significativamente entre si para a primeira contagem e germinação de sementes (Tabela 1).

Após o armazenamento das sementes, observou-se que as aplicações realizadas em V5 e V5+R2+R4 proporcionaram resultados inferiores de plântulas anormais, sem, entretanto, diferirem da testemunha. Por outro lado, os testes baseados em estresse (envelhecimento acelerado e frio) também indicaram que as aplicações realizadas em R2+R4 e V5+R2+R4 foram favoráveis para a produção de sementes com elevado vigor (Tabela 1). Nesse sentido, vale destacar que as aplicações que envolveram os estádios V5 e R4 foram favoráveis à produção de sementes de soja com alto potencial fisiológico.

De acordo com Rezende et al. (2005), os fundamentos científicos que permeiam esses resultados podem ser explicados pela possível ação estimulante da adubação foliar no período vegetativo, sobretudo, nesse caso o estágio V5, uma vez que aplicações foliares durante o estágio vegetativo estimulam maior absorção foliar. Resultados positivos com a aplicação foliar de fósforo durante o estágio vegetativo também foram observados por Zeinab; Majid; Hossein (2017), no aumento da produção de grãos de prímula, sem, entretanto, verificarem aumento na quantidade de óleo dos grãos. Os autores atribuíram os resultados à importância do fósforo na divisão celular, desenvolvimento de raízes e formação das sementes.

Tabela 1. Primeira contagem (PC), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), envelhecimento acelerado (EA) e teste de frio (TF) de sementes de soja de soja cv. M 6410 IPRO produzidas na safra 2017 em Dourados (MS) com adubo foliar fosfatado aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento e submetidas ao armazenamento por 180 dias.

	PC		PN		PA		EA		TF	
	0	180	0	180	0	180	0	180	0	180
Testemunha	52	33	85	81	12	17	59	42	50	50
	aA	bA	aA	aA	aA	aB	aB	bB	aB	aA
V5	49	41	88	79	9	18	64	44	78	51
	aA	bB	aA	bA	bA	aB	aB	bB	aA	bA
R2	32	26	77	58	16	33	61	36	59	41
	aB	bB	aB	bB	bA	aA	aB	bB	aB	bA
R4	37	21	66	65	23	29	65	45	53	47
	aB	bB	aB	aB	aA	aA	aB	bB	aB	bA
V5 + R2	34	28	85	60	12	36	65	44	72	42
	aB	bB	aA	bB	bA	aA	aB	bB	aA	bA
V5 + R4	46	44	89	67	8	27	66	46	54	40
	aA	aA	aA	bB	bA	aA	aB	bA	aB	bA
R2 + R4	38	23	82	61	12	33	72	46	77	49
	aB	bB	aA	bB	bA	aA	aA	bA	aA	bA
V5+R2+R4	55	37	85	77	14	20	78	50	56	53
	aA	bA	aA	bA	bA	aB	aA	bA	aB	aA

* Letras minúsculas iguais nas linhas e letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($P < 0.05$).

Há ainda que ressaltar que o armazenamento prolongado mesmo sob condições controladas foi prejudicial ao potencial fisiológico das sementes. Durante o armazenamento, a viabilidade das sementes decresce gradualmente devido aos eventos decorrentes da deterioração, que reduz a viabilidade e vigor das sementes (SANO et al., 2016). A redução do desempenho das sementes são evidenciados por danos genéticos, perda da integridade do sistema de membranas, peroxidação de lipídios, lixiviação de solutos, mudanças na atividade respiratória das sementes, modificações na atividade enzimática e síntese de proteínas, incapacidade de manutenção do gradiente eletroquímico e a perda da compartimentalização celular, além de acúmulo de substâncias tóxicas (NAGEL et al., 2015). Os sintomas podem ser observados durante a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas, ocorrendo a redução acentuada na porcentagem de germinação, a perda do vigor e o aumento da ocorrência de plântulas anormais (MARCOS FILHO, 2015; SANO et al., 2016).

Não houve interação significativa entre os estádios que receberam a aplicação do adubo

foliar fosfatado e o armazenamento para a emergência, o índice de velocidade de germinação das sementes e a viabilidade e vigor determinado pelo teste de tetrazólio (Tabela 2). Contudo, os resultados evidenciam que todas as aplicações do adubo foliar realizadas em conjunto com o estágio V5 proporcionaram sementes de soja com alto vigor, exceto pelo IVG (Tabela 2).

Em relação ao desempenho de plântulas, houve interação significativa entre as fases fenológicas que receberam as aplicações e o armazenamento, sendo verificado que a determinação do vigor pelo comprimento de raiz também indicou que a aplicação no estágio V5 foi eficiente para a produção de sementes de soja com elevado vigor (Tabela 3). Para as demais avaliações não houve diferenças significativas entre as fases de aplicação, sendo evidenciados somente os efeitos deletérios causados pelo armazenamento de sementes (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados com a aplicação foliar de fósforo na cultura do arroz na fase reprodutiva, que não promoveu acréscimos na produtividade e na

qualidade fisiológica das sementes (CAMARGO et al., 2008).

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), sementes viáveis e vigorosas (VV) e sementes viáveis e não vigorosas (VNV) pelo teste de tetrazólio (TZ) de soja cv. M 6410 IPRO produzidas na safra 2017 com adubo foliar fosfatado aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento e submetidas ao armazenamento.

Fase fenológica	IVG	E	IVE	TZ	
				VV	VNV
Testemunha	34,19 a	75 b	5,08 b	76 a	17 a
V5	32,60 b	88 a	5,99 a	74 a	16 a
R2	32,18 b	69 b	4,53 b	71 a	12 a
R4	32,83 b	65 b	4,30 b	66 a	13 a
V5 + R2	33,93 b	86 a	5,74 a	70 a	12 a
V5 + R4	35,04 a	87 a	6,05 a	73 a	19 a
R2 + R4	32,99 b	69 b	4,55 b	69 a	16 a
V5+R2+R4	34,69 a	87 a	5,79 a	73 a	20 a
Armazenamento					
0 dias	43,89 a	80 a	5,41 a	75 a	15 a
180 dias	23,47 b	76 a	5,10 a	68 b	16 a
CV (%)	3,57	22,52	24,29	6,75	22,70

* Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($P < 0.05$).

A maioria dos atributos da qualidade fisiológica de sementes indicou resultados positivos da aplicação de adubo foliar fosfatado no estádio V5 e suas associações com os estádios R2 e R4 sobre o vigor das sementes de soja (Tabelas 1, 2 e 3). Possivelmente, as respostas obtidas nesse trabalho com aplicações de P podem estar diretamente relacionadas à maior absorção do elemento após 30 dias da emergência, uma vez que a aplicação no estágio V5 foi realizada por volta de 40 dias após a emergência.

Há que se considerar que deve existir um suprimento de fósforo durante toda a produção de sementes, considerando que 60% do fósforo total é absorvido depois do florescimento, indo praticamente em sua

totalidade para as sementes (RESENDE et al., 2005).

Os trabalhos anteriormente realizados com as aplicações de adubo foliar fosfatado em diferentes doses e suas associações com as fases fenológicas foram direcionados para o desempenho do rendimento da cultura da soja (RESENDE et al., 2005; SALVAGIOTTI et al., 2013; FERREIRA et al., 2018).

Os resultados apresentados originalmente na presente pesquisa evidenciam os efeitos positivos da tecnologia de aplicação do fósforo sobre a qualidade de sementes de soja, atributo imprescindível para a indústria sementeira e incentivam a investigação de novas tecnologias de aplicação de nutrientes durante a produção, para obter sementes com elevada germinação e vigor.

Tabela 3. Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA) e massa de matéria seca de raiz (MSR) de sementes de soja cv. M 6410 IPRO produzidas na safra 2017 em Dourados (MS) com adubo foliar fosfatado aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento e submetidas ao armazenamento por 180 dias.

	CPA		CR		MSPA		MSR	
	0	180	0	180	0	180	0	180
Testemunha	28,43 aA	12,70 bA	18,58 aB	15,80 bA	1,26 aA	1,07 bA	1,71 aA	1,01 bA
V5	33,12 aA	12,76 bA	21,33 aA	15,85 bA	1,21 aA	1,08 bA	1,95 aA	1,03 bA
R2	27,36 aA	11,82 bA	16,27 aC	15,92 bA	1,14 aA	1,05 bA	1,54 aA	1,03 bA
R4	28,04 aA	12,47 bA	16,40 aC	16,30 bA	1,94 aA	1,12 bA	1,40 aA	1,04 bA
V5 + R2	28,77 aA	12,68 bA	16,54 aC	16,21 bA	1,91 aA	1,12 bA	1,41 aA	1,06 bA
V5 + R4	29,28 aA	13,72 bA	17,09 aC	16,04 bA	1,27 aA	1,08 bA	1,44 aA	1,02 bA
R2 + R4	30,11 aA	12,71 bA	18,83 aB	16,23 bA	1,29 aA	1,11 bA	1,59 aA	1,04 bA
V5+R2+R4	22,88 aA	13,31 bA	16,10 aC	14,25 bA	1,28 aA	1,06 bA	1,66 aA	1,01 bA

* Letras minúsculas iguais nas linhas e letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (P < 0.05).

4 CONCLUSÕES

A aplicação de adubo foliar com fósforo em diferentes fases fenológicas não influencia os componentes de produtividade de sementes de soja cultivar M 6410;

A aplicação do adubo foliar nas fases fenológicas associadas ao estágio V5 são favoráveis para a produção de sementes de soja

com elevado potencial fisiológico, o qual é afetado negativamente pelo armazenamento das sementes por 180 dias.

5 AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Grande Dourados.

6 REFERÊNCIAS

ALSHAAL, T.; EL-RAMADY, H. Foliar application: from plant nutrition to biofortification. **The Environment, Biodiversity & Soil Security**, Egypt, v. 1, n. 2017, p. 71-83, 2017.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BATISTELLA FILHO, F.; FERREIRA, M. E.; VIEIRA, R. D.; CRUZ, M. C. P.; CENTURION, M. A. P. C.; SYLVESTRE, T. B.; RUIZ, J. G. C. L. Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 7, p. 783-790, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, 2009.

CAMARGO, E. R.; MARCHESAN, E.; AVILA, L. A. D.; SILVA, L. S. D.; ROSSATO, T. L.; MASSONI, P. F. Foliar area maintenance and yield with application of foliar fertilizers on booting stage of irrigated rice. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1439-1442, 2008.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Botucatu: FUNEP, 2012.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, A. S.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; WERNER, F.; FRANCHINI, J. C.; ZUCARELI, C. Soybean agronomic performance in response to seeding rate and phosphate and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 22, n. 3, p. 151-157, 2018.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2015.

FRANÇA NETO, J. D. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; HENNING, A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

GUERRA, C. A.; MARCHETTI, M. E.; ROBAINA, A. D.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 28, n. 1, p. 91-97, 2006.

HAN, J.; JIE, W. G.; CAI, B. Y. Effect of phosphorus on the composition and accumulation of 7S and 11S globulin subunits during seed development of three soybean varieties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Temuco, v. 14, n. 4, p. 769-782, 2014.

KRUEGER, K.; GOGGI, A. S.; MALLARINO, A. P.; MULLEN, R. E. Phosphorus and Potassium fertilization effects on soybean seed quality and composition. *Crop Science*, Madson, v. 53, n. 2, p. 602-610, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*, Madson, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap.3, p.1-24.

MARIN, R. S. F.; BAHRY, C. A.; NARDINO, M.; ZIMMER, P. D. Efeito da adubação fosfatada na produção de sementes de soja. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 62, n. 3, p. 265-274, 2015.

MONSOY. Variedades: M6410 IPRO. São Paulo: Monsoy, 2018. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br>. Acesso em: 20 dez. 2018.

MO, Q.; LI, Z. A.; SAYER, E. J.; LAMBERS, H.; LI, Y.; ZOU, B.; TANG, J.; HESKEL, M.; DING, Y.; WANG, F. Foliar phosphorus fractions reveal how tropical plants maintain photosynthetic rates despite low soil phosphorus availability. *Functional Ecology*, Oxford, v. 33, n. 3, p. 503-513, 2019.

NAGEL, M.; KRANNER, I.; NEUMANN, K.; ROLLETSCHEK, H.; SEAL, C. E.; COLVILLE, L.; BÖRNER, A. Genome wide association mapping and biochemical markers reveal that seed ageing and longevity are intricately affected by genetic background and developmental and environmental conditions in barley. **Plant, Cell & Environment**, v. 38, n. 6, p. 1011-1022, 2015. doi: 10.1111/pce.12474.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap.2, p.1-24.

PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. Doses e épocas de aplicação de fosfito comercial da cultura da soja. *Enciclopédia Biosfera*, Jandaia, v. 10, n. 18, p. 1357-1365, 2014.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E. Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

SALVAGIOTTI, F.; BARRACO, M.; DIGNANI, D.; SANCHEZ, H.; BONO, A.; VALLONE, P.; GUDELJ, V. J. Plant stand, nodulation and seed yield in soybean as affected by phosphate fertilizer placement, source and application method. **European Journal of Agronomy**, [S.I.], v. 51, n.1, p. 25-33, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.06.006>.

SANO, N.; RAJJOU, L.; NORTH, H. M.; DEBEAUJON, I.; MARION-POLL, A.; SEO, M. Staying alive: molecular aspects of seed longevity. *Plant and Cell Physiology*, Kyoto, v. 57, n. 4, p. 660-674, 2016.

VIEIRA, B. G. T. L.; VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. D. B. Alternative procedure for the cold test for soybean seeds. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 540-545, 2010.

ZEINAB, A.; MAJID A.; HOSSEIN A. Evaluation of bio-phosphor and humic acid on growth parameters and oil content in evening primrose (*Oenothera biennis* L.). *Journal of Horticulture Science*, Suwon, v. 31, n. 2, p. 246-25, 2017.