

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA EM CULTIVARES DE SOJA TOLERANTE E SUSCETÍVEL À DEFICIÊNCIA DE FÓSFORO

GUSTAVO ZIMMER¹; WILLIAM LORESNKI CORREA²; GABRIELA DIAS GOMES DA SILVA³; VICTÓRIA DA COSTA DIAS⁴; THAIS ONGARATTO DE CAMARGO⁵; LILIAN VANUSSA MADRUGA DE TUNES⁶

¹PPG C&T SEMENTES/UFPEL – gstzimmer@hotmail.com

²FAEM/UFPEL – william.lorenski@outlook.com

³FAEM/UFPEL – gabrieladiasgomes@gmail.com

⁴FAEM/UFPEL – victoriapatriciadias@gmail.com

⁵FAEM/UFPEL – thaisongaratto@hotmail.com

⁶PPG C&T SEMENTES/UFPEL – lillianmtunes@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é a cultura de grãos mais produzida no Brasil, com previsão de mais de 38 milhões de hectares cultivados e produtividade média de 3,45 t ha⁻¹ para a safra 2020/21, a segunda maior dentre os principais países produtores (USDA, 2020). Contudo, a produtividade brasileira ainda é limitada em diversas lavouras devido à baixa disponibilidade de fósforo, causada pela elevada intemperização do solo que apresenta elementos de alta afinidade por esse nutriente (CAMPOS, 2014).

Diversos experimentos têm sido desenvolvidos na cultura visando identificar regiões genômicas e mecanismos moleculares de tolerância à deficiência de fósforo (ZHANG et al., 2014; WANG et al., 2016; LU et al., 2018; YANG et al., 2020). A primeira etapa desses estudos requer a identificação de cultivares com diferentes graus de tolerância à deficiência por fósforo. De forma geral, essa identificação é realizada através de experimentos em casa de vegetação, principalmente através do cultivo hidropônico ou em vasos contendo solos com baixos teores de fósforo, diferenciando cultivares a partir da produção de matéria seca ou características fotossintéticas após curtos períodos de desenvolvimento vegetativo, entre 7 a 14 dias. Todavia, esses estudos não têm avaliado a relação entre a maior produção de matéria seca nas fases iniciais do desenvolvimento e maiores produtividades de grãos ao final do cultivo. Dessa maneira, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de matéria seca de componentes no momento da colheita em cultivares de soja previamente identificadas como tolerante e suscetível à deficiência de fósforo.

2. METODOLOGIA

Foram utilizadas as cultivares DM 66i68 RSF IPRO e SYN 15630 IPRO, previamente identificadas como tolerante e suscetível à deficiência de fósforo, respectivamente, através da avaliação da produção de matéria seca de plantas (ZIMMER et al., 2019). As plantas foram cultivadas em casa de vegetação pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel utilizando vasos plásticos contendo 24 kg de solo (20 litros) do horizonte A1 de Planossolo como substrato. Cada unidade experimental foi constituída por dois baldes contendo três plantas cada.

A acidez do solo foi corrigida através da adição de 0,3 g de CaO (PRNT=167%) kg de solo⁻¹. A quantidade de fertilizante potássico foi determinada de acordo com a expectativa de rendimento de 5t ha⁻¹, através do cloreto de potássio. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de fósforo na proporção de 0, 50, 100, 150 e 200% da dose recomendada conforme o Manual

de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2016) para solos com teor de fósforo muito baixo, utilizando superfosfato triplo moído.

O solo foi corrigido 15 dias antes da semeadura, conjuntamente à adição de água até o ponto de friabilidade. Durante o cultivo, foi realizada a irrigação duas vezes ao dia, ou conforme a necessidade e o manejo foi realizado de acordo com as indicações para a cultura. Ao final do cultivo as plantas de cada repetição foram cortadas junto à base do solo e a matéria seca do ramo principal (MSRP), ramificações (MSR), vagens (MSV) foram determinadas. A massa de parte aérea (MSPA) foi calculada a partir da soma de MSRP, MSR, MSV e do rendimento de grãos (dados não apresentados). A matéria seca de folhas e raízes não foi determinada devido ao elevado grão de deterioração das mesmas por ocasião da colheita. Os resultados para as variáveis foram apresentados em gramas. Adicionalmente, foi calculado o percentual entre o rendimento de grãos e MSPA (GPA).

O experimento foi conduzido em blocos completos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial, cultivares (2) x doses de fósforo (5). As análises estatísticas foram realizadas utilizando R (R Core Team, 2020), através da interface *RStudio* (RStudio Team) e o pacote estatístico *ExpDes.pt* (FERREIRA et al., 2014). Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o F calculado foi significativo em nível de 5% de probabilidade, as médias das cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey, para efeito de dose foi calculado o polinômio mais representativo através de análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de variância para as variáveis. Houve interação entre os fatores cultivar e dose de fósforo para todas as variáveis exceto GPA onde houve apenas o efeito simples de ambos os fatores. Para as variáveis que apresentaram interação, foram estimadas curvas dose-resposta para as duas cultivares, em todos os casos os resultados puderam ser ajustados ao modelo quadrático com coeficientes de determinação (R^2) superiores à 95% (Figura 1). Em contrapartida, para RGA foi realizada a comparação das médias das cultivares pelo Teste de Tukey e o efeito das doses foi ajustado ao modelo linear com R^2 de 0,98.

Tabela 1. Quadro de ANOVA para as variáveis de produção de matéria seca de partes em cultivares de soja sob diferentes doses de fósforo. FAEM/UFPeL, Pelotas, 2020.

FV	GL	MSRP	MSR	MSV	MSPA	GPA
Bl.	3	6,727	20,846	61,514	736,733	4,913
Cv	1	1160,231**	8,572 ^{ns}	23,86 ^{ns}	285,492 ^{ns}	164,87**
Dose	4	355,4**	1113,597**	4548,667**	79968,493**	173,08**
Cv*Dose	4	21,275**	14,875*	81,05**	1270,25**	2,548 ^{ns}
Res.	25	2,86	4,596	10,429	179,964	4,166
CVe (%)		5,59	9,89	7,19	7,17	3,37

**Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}Não significativo. FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; Bl: Bloco; Cv: Cultivar; CVe: Coeficiente de variação experimental.

A variável MSRP (Figura 1A) apresentou aumentos rápidos a partir dos incrementos iniciais da disponibilidade fósforo e um desempenho superior para a cultivar DM 66i68 RSF IPRO em todas as doses. Contudo, na dose 200% pode-se

observar um pequeno declínio de MSRP para a cultivar, que atingiu o ponto de máxima na dose de 167%, enquanto o ponto de máxima estimado para SYN 15630 IPRO foi de 188%.

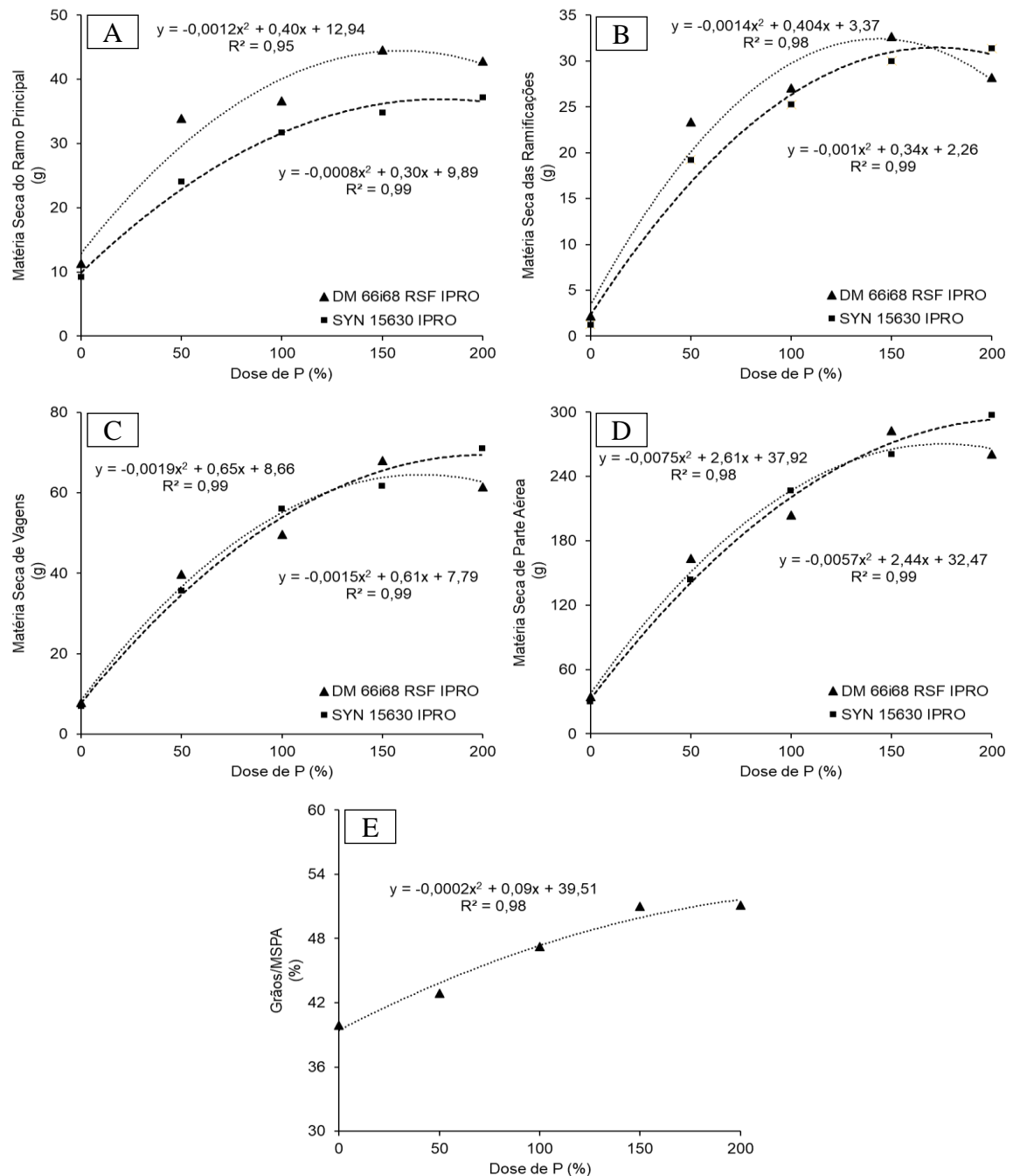


Figura 1. Produção de matéria seca e percentual de grãos em relação a matéria seca de parte aérea de cultivares de soja sob diferentes doses de fósforo. FAEM/UFPEL. Pelotas, 2020.

Para as variáveis MSR, MSV e MSPA (Figura 1 B, 1C e 1D), as cultivares apresentaram comportamento semelhante a MSRP. Contudo, a cultivar SYN 15630 IPRO apresentou desempenho superior nas doses de 150% para MSV e MSPA e de 200% para MSR, MSV e MSPA. Os pontos de máxima estimados para DM 66i68 RSF IPRO foram de 144%, 171% e 174% para MSR, MSV e MSPA, respectivamente, enquanto os pontos de máxima para SYN 15630 IPRO foram estimados nas doses de 170%, 203% e 214%. A ausência de interação entre os fatores para a variável GPA (Tabela 1) e o maior valor observado para a

variável na cultivar SYN 15630 IPRO (Tabela 2) demonstram que maior produção de matéria seca não acarreta, necessariamente, em maior produção de grãos.

Tabela 2. Percentual de grãos em relação a matéria seca dos componentes da parte área. FAEM/UFPEL, Pelotas, 2020.

Cultivar	GPA (%)
DM 66i68 RSF IPRO	43,97 b
SYN 15630 IPRO	48,34 a
Média Geral	46,16

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

4. CONCLUSÕES

A seleção de cultivares de soja para tolerância à deficiência de fósforo a partir de variáveis de produção da matéria seca durante o desenvolvimento vegetativo é eficiente em identificar cultivares com maior produção de matéria seca no momento da colheita sob tais condições. Entretanto, uma maior produção de matéria seca não acarreta, necessariamente, em maior produção de grãos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, M. **Grau de saturação de fósforo em solos tropicais altamente intemperizados**. 2014. 91f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.
- CQFS RS/SC (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO). **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.
- FERREIRA, E.; CAVALCANTI, P.; NOGUEIRA, D. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v. 5, n. 19, p. 2952-2958. 2014. doi: 10.4236/am.2014.519280.
- LU, H.; YANG, Y.; LI H.; et al. Genome-Wide Association Studies of Photosynthetic Traits Related to Phosphorus Efficiency in Soybean. **Frontiers in Plant Science**, v.9, n.1226. 2018. doi:10.3389/fpls.2018.01226.
- R Core Team (2020). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
- RStudio Team (2020). **RStudio: Integrated Development Environment for R**. RStudio, PBC, Boston, MA. Disponível em: <http://www.rstudio.com/>
- USDA (United States Department of Agriculture). 2018. **World agricultural production**. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acesso em 30 set. 2020.
- WANG, Q.; WANG, J.; YANG, Y.; DU, W.; ZHANG, D.; YU, D.; CHENG, H. A genome-wide expression profile analysis reveals active genes and pathways coping with phosphate starvation in soybean. **BMC Genomics**, v.17, n. 192, 2016.
- YANG, Y.; WANG, L.; ZHANG, D.; et al. GWAS identifies two novel loci for photosynthetic traits related to phosphorus efficiency in soybean. **Molecular Breeding**, v.40, n.29. 2020. doi:10.1007/s11032-020-01112-0
- ZIMMER, G.; CAMARGO, T. O.; DA SILVA, G. D. G.; CORRÊA, W. L.; TUNES, L. V. M. Seleção de cultivares de soja tolerantes a deficiência de fósforo. In: **ENPOS: XXI Encontro de Pós-Graduação**, Pelotas, 2019, **Anais...** Pelotas: Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação, 2019.