

## VARIAÇÃO DE ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS DE SOJA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

ÉLCIO HIROYOSHI YANO<sup>1</sup>, VANESSA DIAS REZENDE TRINDADE<sup>2</sup>, VINÍCIUS MOLINA ROSABONI<sup>3</sup>, ANDRÉ LUIZ FERRACINI SHINKAI<sup>4</sup>, BRUNA MOREIRA MAIOLI<sup>5</sup>, JOSÉ VICTOR PARO<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, FE/UNESP, Ilha Solteira- SP, [elcio.yano@unesp.br](mailto:elcio.yano@unesp.br);

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Agrônômica, FE/UNESP Ilha Solteira, [vanessadrtrindade@gmail.com](mailto:vanessadrtrindade@gmail.com);

<sup>3</sup> Graduando de Agronomia, FE/UNESP-Ilha Solteira – SP, [vinciusmolina.r@gmail.com](mailto:vinciusmolina.r@gmail.com);

<sup>4</sup> Graduando de Agronomia, FE/UNESP-Ilha Solteira – SP, [andreshinkai.agronomo@gmail.com](mailto:andreshinkai.agronomo@gmail.com);

<sup>5</sup> Graduanda de Zootecnia, FE/UNESP-Ilha Solteira – SP, [brunamaioli33@gmail.com](mailto:brunamaioli33@gmail.com);

<sup>6</sup> Graduando de Agronomia, FE/UNESP-Ilha Solteira – SP, [jvictorparo@gmail.com](mailto:jvictorparo@gmail.com);

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de agosto de 2020 – Congresso On-line

**RESUMO:** As inovações tecnológicas têm proporcionado no decorrer tempo a sustentabilidade. O experimento foi instalado na FEPE, da FE-UNESP, em Selvíria-MS, com o objetivo foi avaliar as características produtivas da soja com variação de espaçamento e densidade populacional em sistema integrado de produção. O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso com 9 tratamentos de: D= Espaçamento entre linhas de 0,45m; D/D= espaçamento reduzido de 0,225m (dupla passada) e D/D/D= espaçamento duplo alternado de 0,45 m x 0,225 m, integrado com a população recomendada, com redução (-) e aumento (+) em 10% ao sugerido pelo fornecedor de semente. A porcentagem de cobertura do solo, população final de planta, dimensões de diâmetro de caule, altura de planta e inserção de 1<sup>o</sup>vagem, vagens/planta e produtividade de palha de planta e grãos diferenciaram estatisticamente entre os espaçamentos e as densidades de plantas. O espaçamento reduzido com elevação da população poderá ocasionar risco de perda no momento da colheita por acamamento de plantas pela maior estatura e menor calibre de caule. A redução da densidade de populacional no espaçamento convencional resultou na maior produtividade de grãos pelo fator compensatório de vagens/planta.

**PALAVRAS-CHAVE:** dupla passada, espaçamento reduzido, competição intraespecífico

### VARIATION OF SPACE AND DENSITY OF SOYBEAN PLANTS IN INTEGRATED PRODUCTION SYSTEMS

**ABSTRACT:** Technological innovations have provided sustainability over time. The experiment was carried out in FEPE, from FE/UNESP, in Selvíria-MS. The statistical design split plot with 9 treatments of: D = 0.45m line spacing; D/D = reduced spacing of 0.225m (double pass) and D/D/D = alternate double spacing of 0.45 mx 0.225 m, integrated with the recommended population, with reduction (-) and increase (+) by 10% to that suggested by the seed supplier. The percentage of soil cover, final plant population, stem diameter dimensions, plant height and 1<sup>st</sup> pod insertion, pods/ plant and plant straw and grain yield differed statistically between plant spacing and density. The reduced spacing with elevation of the population may cause a risk of loss at the time of harvest due to the lodging of plants due to their greater height and smaller stem caliber. The reduction in population density in the conventional spacing resulted in higher grain productivity due to the compensatory factor of pods /plant.

**KEYWORDS:** double pass, reduced spacing, interspecific competition

## **INTRODUÇÃO**

A expansão do cultivo de soja no Brasil é de suma relevância para o agronegócio, pela sua participação como o principal produto de commodities de interesse internacional no complexo agroindustrial. Na safra 2019/20 ocupou uma área de 36,9 milhões de hectares, com produção de 120,9 milhões de toneladas, segundo a COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB (2020).

Mediante à esta necessidade de atender a esta demanda, diversas tecnologias têm sido empregadas na busca de estratégias que possibilite aumento de produtividade de grãos na mesma área, em que a evolução dos processos de melhoramento genético de novos cultivares, consolidação de técnicas de implantação com uso de máquinas mais sofisticadas e aplicação de novos insumos, tem evoluído para a concretização destas inovações tecnológicas.

A redução de espaçamento e aumento de população da soja permite uma uniformidade na distribuição espacial entre plantas com maior índice de fechamento, facilitando o controle de infestação de plantas daninhas com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. Segundo Modolo et al (2016) uma das causas que limitam a baixa produtividade de soja deve-se aos fatores relacionados à planta, ao ambiente e às práticas de manejo.

Em relação à disposição das plantas, pela variação na população e espaçamento entre linhas, pode-se determinar o grau de competição intraespecífica e afetar a expressão dos componentes de produtividade de grãos. A redução do espaçamento entre linhas tem se mostrado importante ferramenta em proporcionar incremento associado a otimização do uso da água, pelo sombreamento mais rápido do solo, e redução da competição intraespecífica por plantas daninhas. Garcia et al. (2016), testaram três cultivares distintos, em espaçamentos reduzido (20 cm), convencional (45 cm), fileiras duplas (20cm x 60cm) e modalidade de semeadura cruzada a 45 cm, e observaram que dependendo do cultivar não sofre alterações de produtividade com variação dos espaçamentos entre linhas.

Estudos demonstram que a mudança no arranjo espacial na cultura da soja, tem mostrado resultados divergentes, pois afetam diretamente a competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, podendo alterar a capacidade produtiva devido presença de pragas, doenças e plantas daninhas, porém, dependendo da densidade populacional, pode estimular o crescimento vertical da planta, o que pode gerar perdas de grãos por acamamento de plantas.

Assim, objetivo foi avaliar as características produtivas da soja quanto distribuição espacial entre plantas com a variabilidade de população e espaçamentos entre linhas (convencional, reduzido e duplo alternado) em sistemas integrados de produção.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no verão de 2018-19, em uma área de irrigação complementar por pivô central, que veem sendo conduzido em sistema de integração de lavoura-pecuária pelo cultivo simultâneo de espécies forrageira com a cultura do milho (outono-inverno), em sucessão de soja há 4 anos, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, em Selvíria- MS. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico textura argilosa de acordo com as normas de classificação de Santos et al (2018).

O delineamento estatístico utilizado foi de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, sendo constituídos por 9 tratamentos: D= Espaçamento convencional de 0,45m entre linhas população de plantas recomendada de 355552 sementes ha<sup>-1</sup>; D -10% e D+10%= Espaçamento entre linhas de 0,45m com população de plantas 10% abaixo e 10% acima do recomendado; D/D= espaçamento reduzido entre linhas de 0,22m com dupla passada da semeadora-adubadora com população recomendada da empresa; D/D -10% e D/D +10% =

espaçamento reduzido entre linhas de 0,22m com população de 10% abaixo e acima da recomendação e D/D/D= espaçamentos duplo alternado com entre linhas de 0,45 m x 0,22 m com dupla passada do conjunto trator-semeadora com metade 75% do número de linhas semeadora-adubadora e população recomendada; D/D/D -10% e D/D/D +10%= espaçamentos duplo alternado com entre linhas de 0,45 m x 0,22 m com população inferior e superior a 10%, ao sugerido pelo fornecedor de semente.

A semeadura da soja foi realizada pela semeadora-adubadora de precisão da marca Marchesan, modelo Suprema Ultra flex, contendo 7 linhas espaçadas de 0,45m, utilizando o dosador de semente do tipo pneumática para distribuição de aproximadamente 360.000 sementes.ha<sup>-1</sup> do cultivar de soja da empresa Agroeste (AS 3730), e 284 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante granulado NPK (04-30-10) no sulco de semeadura, por dois mecanismos sulcadores do tipo haste e disco duplo desencontrado e defasado, acoplada à barra de tração do trator cabinado 4x2 TDA, da marca John Deere, modelo 6110-J (80,96 Kw).

A porcentagem de cobertura do solo foi avaliada após a semeadura da soja, pelo método da linha transversal descrito por Laflen et al. (1981), enquanto que a população final de plantas da cultura foi realizada em três linhas centrais de 5,0 m de comprimento de cada parcela, para ser expresso em plantas/ha, sendo que nestas mesmas linhas também foram realizadas a colheita manual das plantas para estimar a produtividade de grãos que foram trilhadas pela trilhadora mecânica estacionária de acionamento elétrico. Os grãos foram pesados em balança digital, com escala de precisão de 0,1gramas.

Para determinação do teor de água no grão foi retirado uma amostra de aproximadamente 50g de grãos de cada parcela, para serem secada em estufa de circulação forçada à 65°C por 72 horas e/ou até obter massa constante, e posteriormente corrigidos ao valor de comercialização de 13% de umidade e transformado para unidade de kg.ha<sup>-1</sup>.

A massa seca de planta foi obtida pela diferença entre massa total de planta e grãos, e secada em estufa de circulação forçada, utilizando o mesmo procedimento para determinação do teor de água no grão e transformados para kg/ha.

Amostrou-se 10 plantas sequencias por parcelas para medir as dimensões de diâmetro de caule altura de inserção da 1ª vagem e planta as características produtivas de número de vagens/planta e massa de 1000 grãos, conforme a metodologia preconizada por Brasil (1992).

Os resultados foram processados pelo programa computacional SISVAR ® (FERREIRA, 2000), e submetidos às análises de variância pelo teste F e comparação de médias de Tukey a 10% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verifica-se na Tabela 1 que a porcentagem de cobertura do solo após da semeadura e populações final, e dimensões de diâmetro de caule, altura de inserção da 1ª vagem e plantas de soja, diferiram significativamente, em que o espaçamento convencional de 0,45m apresentou maior cobertura da superfície do solo pelo menor revolvimento dos mecanismos sulcadores da semeadora-adubadora, em que decorrência da dupla passada do conjunto trator e semeadora-adubadora comprometeu a qualidade operacional da semeadura com maior incorporação da palha, dificultou a emergência e estabelecimento de plântulas de soja. Balbinot Junior et al (2014) a execução de duas operações de semeadura na mesma área, promove maior revolvimento do solo predispondo a processos erosivos e emergência de plantas daninhas.

A elevação da estabilidade populacional para 10% acima da recomendada no espaçamento reduzido de 0,22m refletiu diretamente na redução das dimensões de caule e estímulo ao crescimento em altura de planta e inserção da 1ª vagem em comparação ao espaçamento convencional de 0,45 m com a diminuição em 10% da população recomendada influenciou no desenvolvimento das plantas e nas características produtivas, de relação inversamente proporcional. Esta variação nos atributos biométricos é ocasionada pela competição por água,

luz, nutrientes, proporcionado pelo arranjo espacial e estímulo a dominância apical, corroborando com as descrições de Balbinot Junior et al (2016) que constataram uma diminuição do diâmetro de caule pela maior competição intra- específicas entre as próprias plantas com a redução dos espaçamentos nas entrelinhas. Segundo Rosaboni et al (2019), o menor diâmetro de caule das plantas de soja está diretamente relacionado com a maior estabilidade de plantas e altura de inserção de 1º vagem, estimulada incidência de radiação na porção inferior do dossel, ocasionando uma redução do calibre do caule e prolongamento do entre nó da primeira vagem.

De acordo com Modolo et al (2016) o aumento da competição por luz, reduz distribuição de fotoassimilados para ramificações, priorizando, assim, o crescimento em altura de plantas, consequentemente elevando de altura de inserção da 1º vagem.

A redução do espaçamento e aumento da população somente pode ser uma alternativa viável quando o cultivar de soja apresentar limitação de crescimento em altura de inserção de 1º vagem, afim de facilitar a colheita e reduzir as perdas grãos, em que Marques (2010), preconiza que a altura mínima de inserção da primeira vagem deve estar entre 0,10 e 0,15 m, como alturas consideradas adequadas para o sistema de corte das atuais plataformas de colheita.

TABELA 1. Valores médios e porcentagem de cobertura do solo, população final de plantas, diâmetro de caule, altura de inserção da 1º vagem e plantas de soja, em diferentes espaçamentos e populações sistemas de manejo do solo e mecanismos sulcadores.

Causas de Variação	Cobertura (%)	Pop. Final (plantas.ha <sup>-1</sup> )	Φ (mm)	Altura (m)		
				1º Vagem	Planta	
Espaçamento	D -10%	82,50 ab	93333 b	13,36 a	0,132 b	1,007 cd
	D	88,25 a	95926 ab	12,54 ab	0,139 b	0,985 e
	D +10%	86,25 ab	126667 ab	12,03 ab	0,169 ab	1,085 bc
	D/D -10%	68,37 e	118148 ab	12,27 ab	0,178 ab	1,082 bc
	D/D	70,37 cde	114444 ab	11,66 ab	0,158 ab	1,117 ab
	D/D +10%	69,00 de	134815 a	10,93 b	0,202 a	1,192 a
	D/D/D -10%	77,75 bcd	99630 ab	13,08 a	0,163 ab	1,115 ab
	D/D/D	80,37 ab	100741 ab	11,44 ab	0,181 ab	1,105 ab
D/D/D +10%	78,87 bc	111852 ab	11,98 ab	0,176 ab	1,052 bcd	
Valor de F	11,735*	2,462*	2,995*	4,233*	10,606*	
DMS	9,298	39672,959	2,142	0,050	0,092	
CV (%)	5,50	16,54	7,34	12,58	3,53	

\* (p<0,10; <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

As diferenças entre espaçamento entre linhas e população de plantas refletiram com diferença estatística na emissão de vagens/planta e produtividade de MS de planta e grãos de soja (Tabela 2), em que o espaçamento reduzido e com acréscimo de 10% na taxa populacional manifestou ser inversamente com redução da densidade populacional em espaçamento convencional (0,45m) ter proporcionado aumento no número de vagens por planta. Demonstrando que esta técnica torna-se inviável para cultivares de soja de crescimento indeterminado pelo menor número de vagens/planta, em que foi constatado uma diferença de produtividade de grãos de aproximadamente 34 sacas ha<sup>-1</sup>. Simionato *et al.*, (2014) também constataram uma diminuição significativa da produtividade de grãos em duas cultivares de soja com a redução de espaçamento e adensamento populacional, promoveu condições ambientais favoráveis ao maior desenvolvimento e crescimento vegetativo da cultura, pelo auto- sombreamento ter dificultado a penetração de luz até às gemas reprodutivas. Fato semelhante foi observado neste trabalho que a elevação da temperatura provocou a ocorrência do abortamento do botão floral e queda prematura de vagens em decorrência da variabilidade das condições climáticas.

A massa 1000 grão não diferenciou entre os tratamentos, pois segundo Tourino et al (2002) deve-se a característica específica de cada cultivar por serem aspectos geneticamente pré-definidos (PEIXOTO et al, 2000) e não haver competição na concentração de fotoassimilados acumulado no grão com variação de espaçamento e população.

TABELA 2. Valores médios das dimensões de diâmetro de caule e altura de inserção da 1ª vagem e plantas de soja, em diferentes sistemas de manejo do solo e mecanismos sulcadores.

Causas de Variação	Nº Vagem planta <sup>-1</sup>	1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
			Palha	Grão	
Espaçamento	D -10%	155 a	137,24	11198 a	3999 a
	D	141 ab	138,15	9448 ab	3863 a
	D +10%	109 de	136,43	11355 a	3542 ab
	D/D -10%	115 cde	142,97	7543 b	2482 abc
	D/D	114 cde	143,80	8047 b	2053 bc
	D/D +10%	97 e	140,54	8314 b	1971 c
	D/D/D -10%	131 abc	134,15	9217 ab	3037 abc
	D/D/D	110 de	140,66	9065 ab	2997 abc
	D/D/D +10%	110 de	136,29	8962 ab	2722 abc
Valor de F	10.077*	1,295 <sup>ns</sup>	5,145*	4,400*	
DMS	27,778	13,785	2494,093	1520,227	
CV (%)	9.60	4,13	12,45	23,66	

\* (p<0,10; <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

**CONCLUSÕES:** O espaçamento reduzido com elevação da população poderá ocasionar risco de perda no momento da colheita por acamamento de plantas pelo maior crescimento em estatura e menor calibre do caule. A redução da densidade de populacional no espaçamento convencional resultou no aumento de produtividade de grãos pela emissão de vagens/planta ser um fator compensatório.

#### REFERÊNCIAS:

- BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Semeadura cruzada, espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura influenciando o crescimento de duas cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 2, p. 83-93, 2016.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira - Grãos Volume 7 SAFRA 2019/20-** N. 11. 2020. ISSN: 2318-6852. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 29 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras de análise de sementes**. Brasília: SNDA/ DNPV/ CLAV, 1992. 365p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais ...** São Carlos: SIB, 2000. p. 255-8.
- GARCIA, R.; RICHETTI, A.; SUTIER, G. Arranjos alternativos de plantas de soja: viabilidade técnica-econômica. **Embrapa Agropecuária Oeste**. Circular técnica 37, v. 1, p. 2-9, ISSN 1679-0464, 2016. Disponível: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1051506/1/CT2016371.pdf>>. Acesso em: 25 dez. 2019.
- LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Soil Water Conservation**, Iowa. v.36, p.341-343, 1981.

MARQUES, M. C. **Adaptabilidade, estabilidade e diversidade genética de cultivares de soja em três épocas de semeadura**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

MODELO, A. J.; SCHIDLOWSKI, L. L.; STORCK, L.; BENI, G.; VARGAS, T. O.; TROGEL, E. Rendimento de soja em função do arranjo de plantas. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.91, n.3, p. 216 - 229, 2016.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.89-96, 2000.

ROSABONI, V. M.; YANO, É.H., SHINKAI, A. L. F.; TRINDADE, V. D. R.; MARIANO, G. G.; SILVA, A. L. M. Sistemas de manejo do solo para retomada do plantio direto com a cultura de soja “safrinha” na região de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2019, 48., 2019, Campinas- SP. **Anais...** Brasília- DF: SBEA, 2019. Disponível em: <http://publicacoes.conbea.org.br/anais>

SANTOS, H. G. dos Santos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5° ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 590p.

SIMIONATO, U.; FERREIRA, A.; WERNER, F.; BABOLIM, R.; IWASAKI, G.; PROCOPIO, S.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Redução do espaçamento entre fileiras na produtividade de duas cultivares de soja sob diferentes densidades de semeadura. In: **Jornada Acadêmica Da Embrapa Soja**, p. 83-87, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/993968/1/densidadesdesemeadura.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2020.

TOURINO, M. C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, 2002.