

RENDIMENTO DE SOJA EM FUNÇÃO DO ARRANJO DE PLANTAS

Alcir José Modolo¹, Lucas Leonardo Schidlowski¹, Lindolfo Storck¹, Giovani Benin¹, Thiago de Oliveira Vargas¹, Emerson Trogello²

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, Paraná. e-mail: alcir@utfpr.edu.br, lucas.schidlowski@gmail.com, lindolfstorck@gmail.com, giovani.bn@gmail.com, thiagovargas@utfpr.edu.br

²Instituto Federal Goiano (IF Goiano), e-mail: emerson.trogello@ifgoiano.edu.br

RESUMO

O presente trabalho avalia o efeito de diferentes espaçamentos entre linhas e de populações de plantas no desempenho agrônômico da soja, bem como identifica o arranjo espacial que possibilita o máximo potencial de rendimento de grãos. A combinação de 288.000 plantas ha⁻¹ com o espaçamento de 0,20 m maximizou a produtividade de grãos (4.278 kg ha⁻¹). A altura final de planta e altura de inserção da primeira vagem têm efeitos direto e indireto positivos e o número de vagens por planta tem efeito indireto negativo sobre a produtividade de grãos. A redução do espaçamento entre linhas é importante ferramenta para proporcionar incrementos no rendimento de grãos, gerando maior rentabilidade ao produtor.

Palavras-chave: *Glycine max*, População de plantas, Espaçamento entre linhas, Plantio direto

SOYBEAN YIELD UNDER PLANT ARRANGEMENT

ABSTRACT

This study evaluates the effect of different row spacings and soybean plant populations on the development of the soybean crop, as well as the spatial arrangement that allows the best potential yield. The combination of 288,000 plants ha⁻¹ and 0.20 m row spacing maximized (4,278 kg ha⁻¹) the grain yield. The plant height and first pod height have direct and indirect positive effects and the number of pods per plant has negative indirect effect on the grain yield. The row spacing reduction is an important tool to increase grain yield, thus generating higher profitability to the soybean producer.

Keywords: *Glycine max*, Plant population, Row spacing, No-tillage

INTRODUÇÃO

A soja ocupa posição de destaque no agronegócio, sendo a cultura de maior importância econômica. É uma espécie que apresenta grande plasticidade quanto à resposta ao arranjo espacial de plantas, variando o número de ramificações, de vagens e de grãos por planta, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas, não apresentando, na maioria das situações, diferenças significativas em rendimento de grãos para pequenas variações na população final de plantas (PEIXOTO et al., 2000; LINZMEYER JUNIOR et al., 2008; OZ, 2008), desde que as mesmas sejam distribuídas uniformemente na área (VAZQUEZ et al., 2008).

Atualmente, o Brasil dispõe de genótipos de soja com potenciais de produtividade de até 6.000 kg ha⁻¹. A baixa produtividade, em nível de lavoura, deve-se a diversos fatores relacionados à planta, ao ambiente e às práticas de manejo. Dentre as práticas de manejo, o arranjo de plantas, seja pela variação na população de plantas ou pelo espaçamento entre linhas, merece atenção especial, pois determina o grau de competição intraespecífica e afeta a expressão dos componentes do rendimento e produtividade de grãos (TOURINO et al., 2002; RAMBO et

al., 2003; HEIFFIG et al., 2006; FARIAS et al., 2007; RAHMAN & HOSSAIN, 2011).

A redução do espaçamento entre linhas tem se mostrado importante ferramenta em proporcionar incremento do rendimento da cultura (KNEBEL et al., 2006; DE BRUIN & PEDERSEN, 2008; BIANCHI et al., 2010; COX & CHERNEY, 2011). Este aumento no rendimento tem sido associado a diversos fatores, como o melhor uso da água devido ao sombreamento mais rápido do solo, redução da competição intraespecífica, maior habilidade de competição com plantas daninhas e rápida interceptação da energia solar (MAEHLER et al., 2003; RAMBO et al., 2003; PARCIANELLO et al., 2004).

Estudando o efeito do espaçamento entre linhas na produtividade da soja, Pires et al. (2000) verificaram que, com 0,20 m entre linhas, o potencial de produtividade da soja foi aproximadamente 10% superior, quando comparado ao espaçamento de 0,40 m. Nos últimos anos houve avanços tecnológicos quanto ao material genético, proteção de sementes, adubação, tratamentos fitossanitários e controle de insetos. As empresas disponibilizam aos produtores os chamados “pacotes tecnológicos”, incluindo material e assistência técnica. Para esta nova situação, o estudo da adequação do espaçamento e da população de plantas pode

ser determinante para um novo patamar de produtividade de soja.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes populações de plantas e do espaçamento entre linhas nos componentes de rendimento e na produtividade da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na região sudoeste do Estado do Paraná, Brasil, na safra 2010/2011, em área agrícola do município de Pato Branco, definida pelas coordenadas 26°09'25,3" de latitude sul e 52°39'39,2" de longitude oeste, com 803 m de altitude.

O experimento fatorial, quatro populações x quatro espaçamentos, foi conduzido segundo o delineamento blocos ao acaso com três repetições. As unidades experimentais foram iguais a 3,0 metros de comprimento e cinco fileiras de semeadura, sendo a área útil constituída pelas três linhas centrais, deixando-se 0,5 m em cada extremidade como bordaduras frontais. As quatro populações de plantas foram: 160.000, 220.000, 280.000 e 340.000 plantas ha⁻¹ e os quatro espaçamentos entre as linhas foram: 0,20 m; 0,35 m; 0,50 m; e 0,65 m.

A área de implantação do experimento era manejada sob sistema de plantio direto há,

aproximadamente, 10 anos, sendo a soja cultivada na resteva do trigo implantada no inverno. Na instalação da cultura do trigo foi realizada a adubação com 550 kg ha⁻¹ da formulação NPK (08-15-15). Para a cultura da soja foi realizada adubação de base, visando a manter a fertilidade do solo, aplicando-se o equivalente a 150 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK (00-20-15).

Utilizou-se o genótipo de soja BMX Potência RR de ciclo semiprecoce, porte alto, com hábito de crescimento indeterminado e elevado potencial produtivo. A semeadura foi realizada de forma manual, sendo as sementes distribuídas na linha de semeadura com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, em profundidade média de deposição das sementes de 5,0 cm. As sementes foram tratadas com o fungicida Derosal plus e com o inseticida Belure, na dose de 200 ml do i.a. para cada 100 kg de sementes. Durante a condução da cultura, foram realizadas as práticas fitotécnicas de acordo com as necessidades.

Quando as plantas atingiram a maturação fisiológica, fase caracterizada pelo estágio fenológico R₈ pela escala de Fehr & Caviness (1977), foi realizada a colheita manual da área útil de cada unidade experimental. Foram selecionadas, aleatoriamente, 10 plantas por unidade

experimental para avaliar o número de ramos por planta (NR), altura final de planta (AFP) e de inserção da primeira vagem (IPV) e número de vagens por planta (NV). A produtividade de grãos (Prod) foi calculada através da massa total de grãos produzidos por área útil, corrigida a umidade dos grãos para 13% e extrapolando o resultado para kg ha⁻¹.

Os resultados foram submetidos às análises de variância e as hipóteses dos efeitos principais e da interação espaçamento x população foram testadas pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando a interação era significativa, foi ajustada uma superfície de resposta considerando os efeitos lineares e quadráticos de cada variável explicativa (espaçamento e população) e o efeito da interação linear entre as duas variáveis.

Foi estimada a matriz de correlação linear entre os cinco caracteres (NR, IPV, AFP, NV e Prod) e verificada a multicolinearidade, nas variáveis explicativas (NR, IPV, AFP e NV), por meio do seu número de condição. A decomposição das correlações entre os caracteres das variáveis explicativas com a produtividade de grãos (variável principal), em efeitos diretos e

indiretos, foi procedida conforme Cruz & Carneiro (2006).

Para as análises de variância e as estimativas dos parâmetros das superfícies de resposta e da análise de trilha foi usado o aplicativo Genes (CRUZ, 2006). O software Sigmaplot 12 foi usado para a elaboração dos gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de ramos (NR) por planta, altura de inserção da primeira vagem (IPV), altura final de planta (AFP), número de vagens (NV) por planta e a produtividade (Prod) de grãos de soja foram influenciados significativamente (valor- $p < 0,05$) pelos espaçamentos entre linhas, pelas populações de plantas e pela interação espaçamento x população (Tabela 1). O número médio de grãos por vagens (2,1) e massa média de mil grãos (153 g), não foram influenciados significativamente, tanto pelos diferentes espaçamentos entre linhas quanto pelas populações de plantas e suas interações, devido ao limite genético da cultivar/espécie quanto à expressão destes caracteres.

Tabela 1. Análise de variância dos caracteres número de ramos (NR) por planta, altura de inserção da primeira vagem (IPV), altura final de planta (AFP), número de vagens por planta (NV) e produtividade de grãos (Prod, kg ha⁻¹). Pato Branco, PR, 2011.

FV	GL	Quadrados Médios				
		NR	IPV	AFP	NV	Prod
Bloco	2	0,05	0,13	0,32	23,59	1841,0
Espaçamento (E)	3	15,89 *	7,37 *	34,80 *	5142,2 *	214820,0 *
População (P)	3	23,64 *	94,69 *	76,24 *	3108,5 *	167322,0 *
E x P	9	0,61 *	1,68 *	5,32 *	54,3 *	24824,0 *
Resíduo	30	0,18	0,06	0,45	13,33	5088,0
Média	-	4,66	20,02	93,84	66,61	4036,0
CV (%)	-	9,20	1,20	0,70	5,5	1,8

* Significativo (valor- $p < 0,05$) pelo teste F; GL = Graus de liberdade; CV = Coeficiente de variação.

Peixoto et al. (2000) afirmaram que as variáveis número de grãos por vagem e massa de mil grãos são aspectos geneticamente pré-definidos, tendo pouca alteração com diferentes manejos. Desta forma, estes dados não foram usados para as demais análises.

O número de condição da matriz de correlação entre os caracteres explicativos (NR, IPV, AFP e NV) foi igual a 25, não caracterizando problema para a análise de trilha.

As correlações positivas e significativas (valor- $p < 0,05$) dos caracteres AFP e IPV com a produtividade de grãos (Tabela 2) devem-se, simultaneamente, aos seus efeitos diretos e indiretos positivos, com redução nesta magnitude devido ao efeito indireto negativo de NV. Assim, a ausência de correlação entre NV e Prod é devida aos efeitos indiretos de

AFP e IPV. Não há relação direta e nem indireta de NR sobre a produtividade de grãos.

Para a produtividade de grãos, o modelo de superfície de resposta (Figura 1) ajustou-se com um coeficiente de determinação igual a 80,1% em relação à variação dos valores das unidades experimentais. Esta superfície de resposta ajustada tem como ponto crítico um valor máximo (Prod = 4.278 kg ha⁻¹), considerando a combinação de 0,20 m de espaçamento (E) entre linhas e uma população (P) igual a 288.000 plantas ha⁻¹.

Valores de E e P diferentes do ponto crítico resultam em estimativas menores de produtividade. Dentro dos limites de variação de E e P no experimento, a amplitude de variação das estimativas de Prod foi igual a

RENDIMENTO DE SOJA EM FUNÇÃO DO ARRANJO DE PLANTAS

514 kg ha⁻¹, valor considerado importante (12,7% da média de produtividade), mantendo fixo os demais fatores determinantes da produtividade.

Como curiosidade, a menor estimativa de Prod, com base no modelo ajustado é obtida com E = 0,65 m e P = 340.000 plantas ha⁻¹.

Markos et al. (2011) utilizando-se de duas variedades de soja (Awassa-95 e Belessa-95), semeadas em três diferentes arranjos espaciais (plantio equidistante, plantio em fileiras emparelhadas e plantio em

fileiras retangulares) e quatro populações de plantas (200.000, 300.000, 400.000 e 500.000 plantas ha⁻¹), observaram que a elevação da população de plantas de 200.000 para 500.000 plantas ha⁻¹ proporcionou incremento de 66,9% na produtividade (3.680 para 6.144 kg ha⁻¹). A produção por planta é inversamente proporcional ao aumento de produtividade por área, quando se trata de variações de população de plantas. Estes valores foram superiores aos do trabalho que apresentou aumento de produtividade até a população de 288.000 plantas ha⁻¹.

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson e dos efeitos diretos (na diagonal) e indiretos dos caracteres número de ramos (NR) por planta, altura final de planta (AFP), altura de inserção da primeira vagem (IPV) e número de vagens por planta (NV) sobre a produtividade de grãos de soja e coeficiente de determinação. Pato Branco, PR, 2011.

Efeitos	NR	AFP	IPV	NV
NR	0,217	-0,165	-0,124	0,187
AFP	-0,547	0,718	0,486	-0,538
IPV	-0,292	0,345	0,510	-0,229
NV	0,688	-0,599	-0,359	0,800
Correlação de Pearson	0,067 ^{ns}	0,297*	0,512*	0,219 ^{ns}
Coefficiente de determinação	66,5%			

* significativo pelo teste t (valor-p <0,05); ^{ns} não significativo, 48 observações.

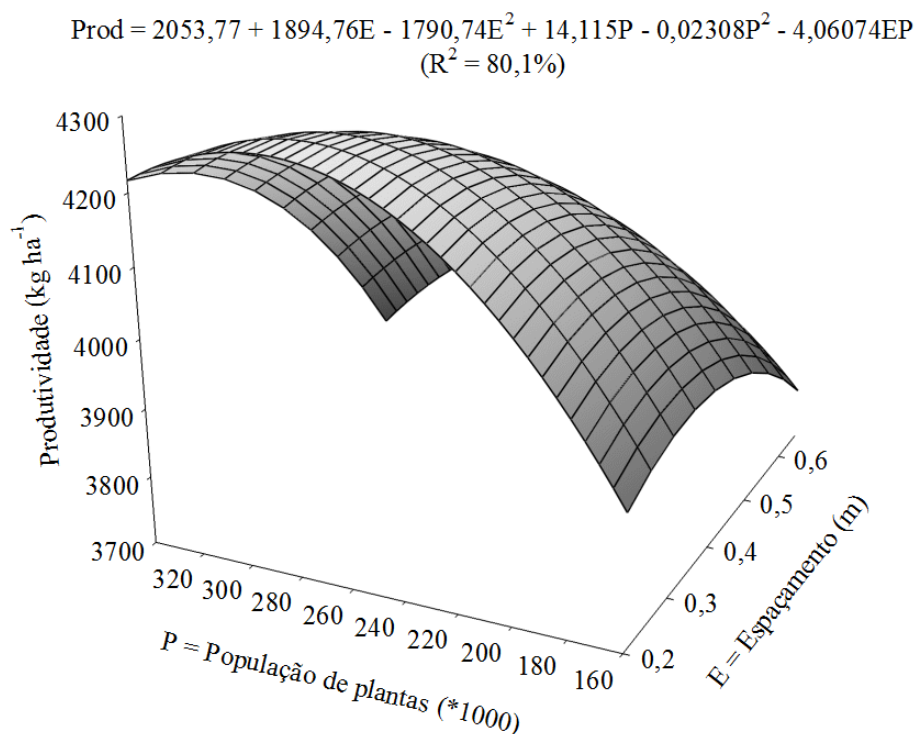


Figura 1. Efeito dos espaçamentos entre linhas (E, m) e das populações de plantas (P, x1000 plantas ha⁻¹) sobre a produtividade de grãos (Prod, kg ha⁻¹) de soja. Pato Branco, PR, 2011.

O efeito direto positivo de NV e os efeitos indiretos negativos da AFP e IPV sobre a produtividade (Tabela 2), podem estar associados à melhor distribuição de plantas que ocorre no espaçamento reduzido (0,20 m), desta forma aumenta-se melhorando assim a distribuição da luminosidade nos estratos inferiores do dossel. Com isso, aumenta a produção fotossintética, contribuindo com o aumento no rendimento de grãos. Os resultados deste trabalho estão de acordo com estudos de De Bruin & Pedersen (2008); Cox & Cherney (2011) e Singh (2011), que também evidenciaram

maiores rendimentos de grãos nos menores espaçamentos entre linhas.

O modelo da superfície de resposta estimado para a altura final de plantas (AFP) tem um coeficiente de determinação igual a 91,4% (Figura 2). O ponto crítico desta superfície de resposta resulta num máximo (AFP = 97,2 cm) com a combinação E = 0,45 m e P = 303.200 plantas ha⁻¹ e uma amplitude de variação da AFP, dentro dos limites estudados, igual a 10,6 cm. Considerando o efeito direto positivo de AFP sobre a produtividade de grãos (Tabela 2), o resultado do ponto crítico para AFP,

próximo ao resultado do ponto crítico para a produtividade, era esperado, pelo menos quanto a variação da população de plantas. Os menores valores de AFP foram estimados para o espaçamento de 0,20 m entre linhas e 160.000 plantas ha⁻¹. Observa-se, ainda, que a elevação da população, acima do ponto crítico, causa redução na AFP. Essa redução pode ter ocorrido devido à maior competição entre as plantas que, sob condições extremas, atinge patamares que fazem com que as próprias plantas atuem umas sobre as outras, por outros recursos limitantes além da luz, limitando seu desenvolvimento em altura.

A altura de inserção da primeira vagem (IPV), com um efeito direto semelhante, em magnitude e sinal, ao coeficiente de correlação com a produtividade (Tabela 2) ajustou-se bem (R² = 93,4%) à superfície de resposta (Figura 3). No entanto, o ponto crítico, que é um ponto de máximo IPV, é obtido com E = 0,38 m e P = 699.800 plantas ha⁻¹, valor muito acima dos valores experimentados.

Dentro dos limites de E e P estudados, a variação das estimativas de IPV, segundo o modelo da superfície de resposta, é igual a 8,3 cm de amplitude.

$$AFP = 54,22 + 63,86E - 46,8889E^2 + 0,188P - 0,00026P^2 - 0,07145EP$$

$$R^2 = 91,4\%$$

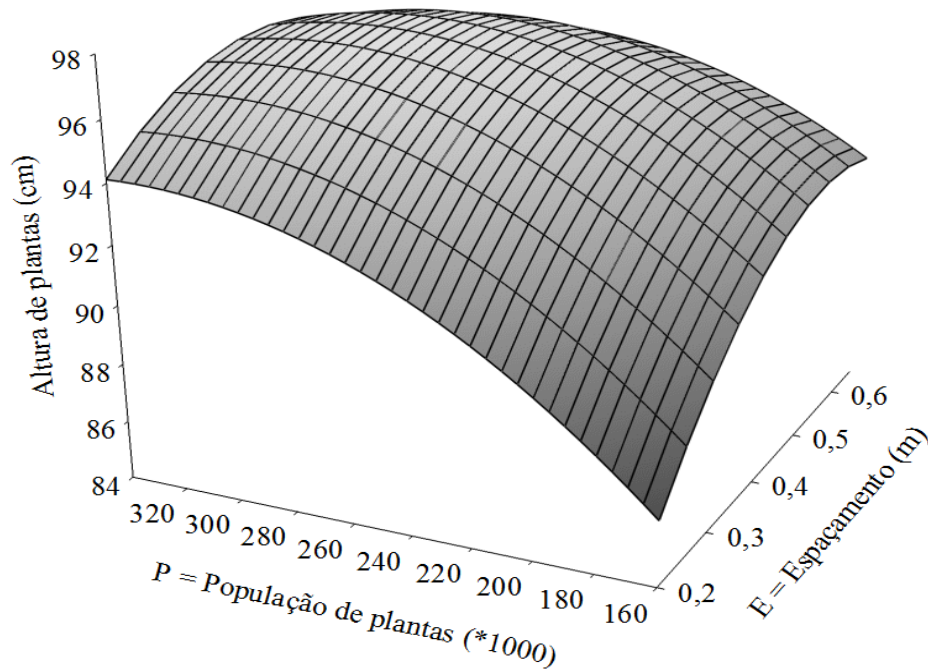


Figura 2. Efeito dos espaçamentos entre linhas (E, m) e das populações de plantas (P, x1000 plantas ha⁻¹) sobre a altura final de plantas de soja (AFP, cm). Pato Branco, PR, 2011.

$$\text{IPV} = 6,41 + 16,79E - 23,1296E^2 + 0,05544P - 0,0000P^2 + 0,001059EP$$
$$R^2 = 93,4\%$$

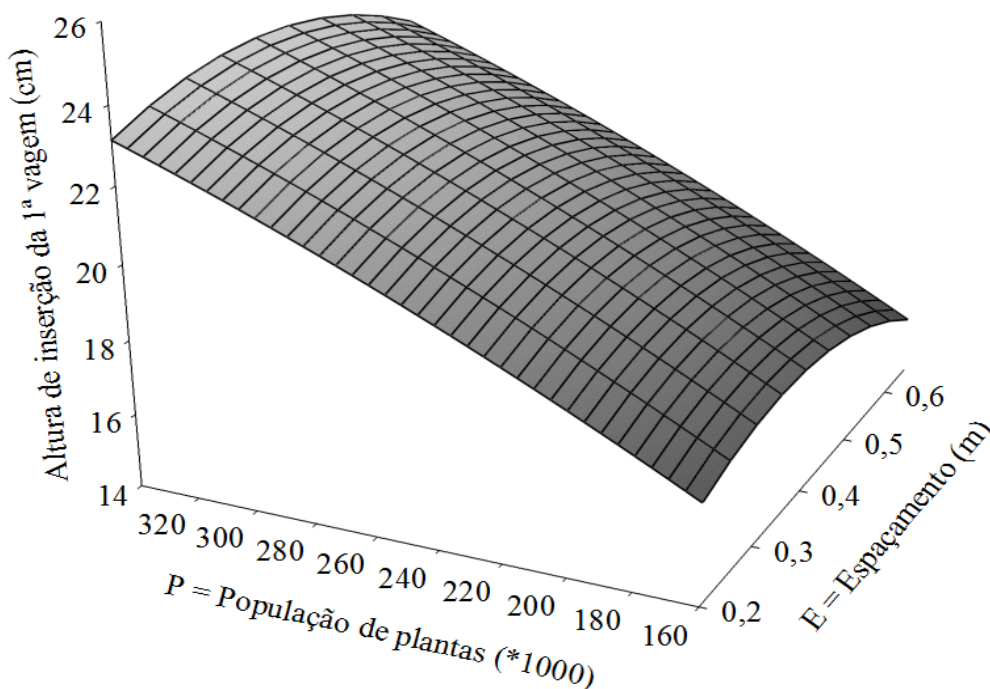


Figura 3. Efeito dos espaçamentos entre linhas (E, m) e das populações de plantas (P, x1000 plantas ha⁻¹) sobre a altura de inserção da primeira vagem (IPV, cm) de soja. Pato Branco, PR, 2011.

Os acréscimos na IPV, devido ao aumento da população de plantas, é justificável, uma vez que quando se eleva a competição intraespecífica, aumenta-se a competição por luz, reduzindo a partição de fotoassimilados para ramificações, priorizando, assim, o crescimento em altura de plantas, conseqüentemente elevando a IPV. Em relação ao espaçamento entre linhas, observa-se elevação na IPV até o espaçamento de 0,38 m entre linhas e a partir desse tem-se redução na IPV.

Mauad et al. (2010), trabalhando com

populações de 250.000 a 400.000 plantas ha⁻¹, observaram que a IPV e a AFP tiveram comportamento linear crescente. Do mesmo modo, Lima et al. (2012), avaliando a produtividade de grãos na cultura da soja, submetida a diferentes densidades de semeadura e adubação em linhas convencionais e cruzadas, observaram que a maior densidade de plantas propiciou maior altura final de plantas. Tais resultados diferem do presente trabalho, que apresenta um ponto crítico de máximo dentro dos limites de E e P estudados.

O modelo da superfície de resposta estimado para o número de vagens por planta (NV) tem um coeficiente de determinação igual a 96,1% (Figura 4). O ponto crítico desta superfície de resposta resulta num mínimo (NV = -44,6) na combinação E = 0,42 m e P = 1.275.000 plantas ha⁻¹. Neste caso, mesmo com alta qualidade de ajuste da superfície de resposta (R² = 96,1%) e o baixo coeficiente de variação, o ponto crítico para E e P extrapola os limites experimentados e tem

como estimativa um valor de NV negativo (nulo) indesejável. No entanto, dentro dos limites de E e P experimentados, as maiores estimativas de NV (desejável), pelo modelo de superfície de resposta ajustado, são NV = 115,1 (E = 0,20 m; P = 160.000 plantas ha⁻¹) e NV = 100,6 (E = 0,20 m; P = 220.000 plantas ha⁻¹) ou seja, baixo espaçamento entre linhas e população abaixo da média experimentada.

$$NV = 206,88 - 284,542E + 182,4074E^2 - 0,299P + 0,00010P^2 + 0,10185EP$$

$$R^2 = 96,1\%$$

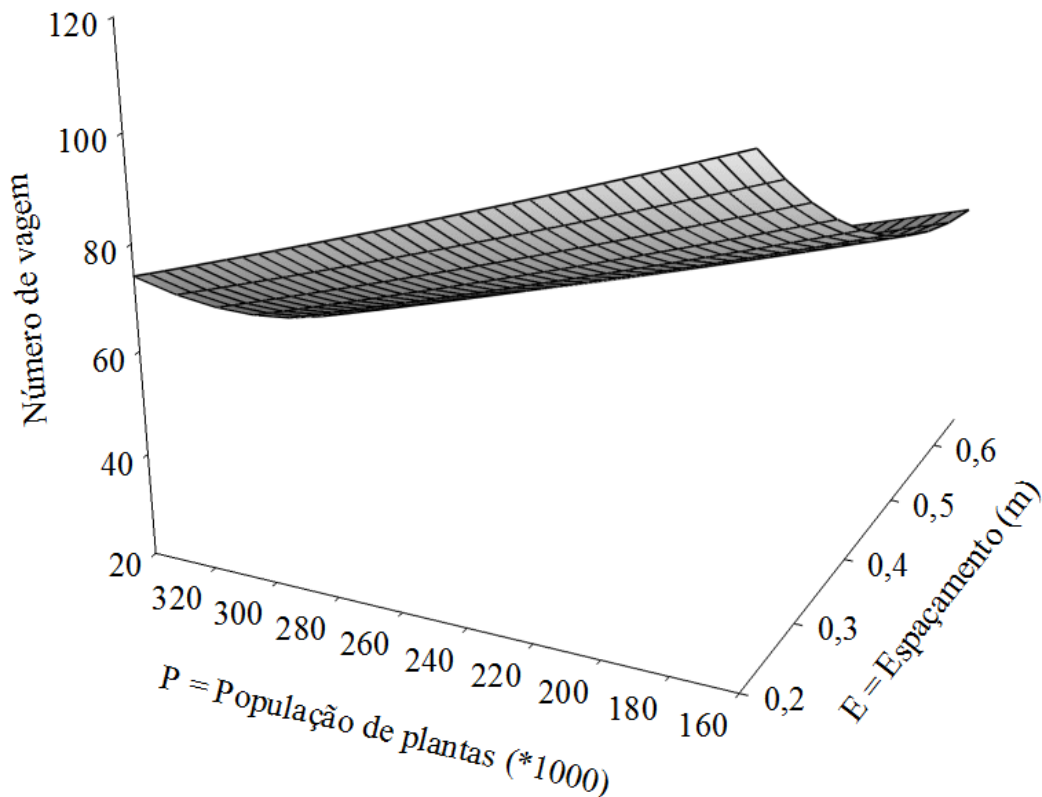


Figura 4. Efeito dos espaçamentos entre linhas (E, m) e das populações de plantas (P, x1000 plantas ha⁻¹) sobre o número de vagens (NV) por planta de soja. Pato Branco,PR, 2011.

Este resultado não pode ser interpretado isoladamente, visto que a produtividade depende do NV e da população de plantas. Pela análise de trilha (Tabela 2), existe um efeito direto positivo e alto de NV e efeitos indiretos negativos de AFP e IPV sobre a produtividade, anulando a correlação entre NV e produtividade. Desta forma, não é possível definir os melhores tratamentos pelo NV sem considerar AFP e IPV, que são correlacionados com a produtividade.

Com relação ao número de ramos por

planta (NR), o modelo de superfície de resposta (Figura 5), apesar da qualidade ($R^2 = 90,6\%$) e significância (valor- $p < 0,05$) do ajuste, é inconclusivo devido ao ponto crítico ($E = 0,42$ m; $P = 526.100$ plantas ha^{-1}) ser um ponto de sela (máximo para espaçamento e mínimo para população). Contudo, as maiores estimativas de NR obtidas, pelo modelo de superfície de resposta ajustado, foram com a população de 160.000 plantas ha^{-1} e um espaçamento entre linhas igual a 0,20 m (NR = 8,0) e 0,35 m (NR = 7,1).

$$NR = 14,69 - 5,648E - 6,2963E^2 - 0,043P + 0,00003P^2 + 0,02089EP$$

$$R^2 = 90,6\%$$

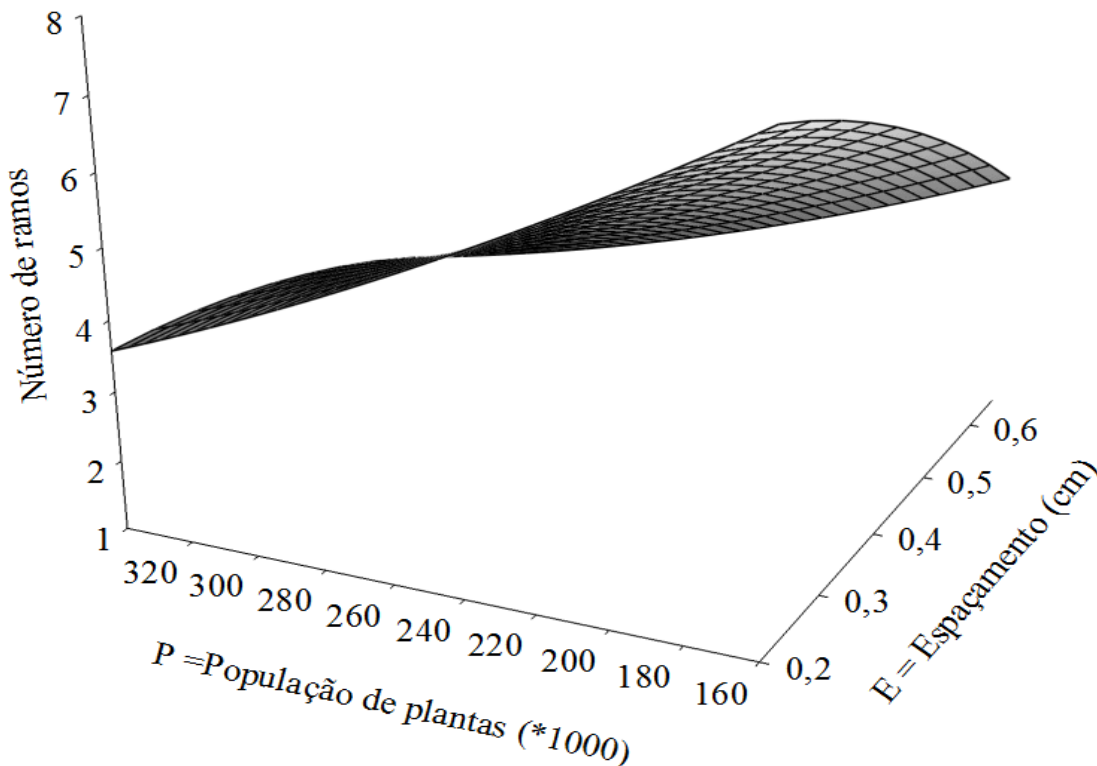


Figura 5. Efeito dos espaçamentos entre linhas (E, m) e das populações de plantas (P, x1000 plantas ha^{-1}) sobre o número de ramos (NR) por planta de soja. Pato Branco, PR, 2011.

O aumento da população de plantas ou os maiores espaçamentos entre linhas apresentaram comportamento inverso, tendo menor NR, devido à competição intraespecífica estabelecida. De acordo com Cox & Cherney (2011), o número de ramos por planta é o principal mecanismo de plasticidade da soja, sendo capaz de compensar o rendimento de grãos quando se tem grandes variações no estande de plantas. Ainda, segundo os autores, o NR reduz linearmente com o aumento na população de plantas.

Nas maiores densidades de plantas e nos maiores espaçamentos entre linhas, a competição pelos recursos é mais pronunciada, devido ao adensamento na linha. Em maiores densidades de plantas tem-se a competição entre as plantas de soja pelos fatores de crescimento do ambiente, especialmente pela luz, ocorrendo menor disponibilidade de produtos da fotossíntese para o crescimento vegetativo das plantas na forma de ramificações, sendo estes preferencialmente destinados ao crescimento em altura da haste principal (MARTINS et al., 1999). Ludwig et al. (2010), avaliando a influência de diferentes populações de plantas e épocas de semeadura sob genótipos convencionais e transgênicos, observaram que maior NR foi obtido na menor densidade

de semeadura, sendo semelhante ao obtido no presente trabalho. Bianchi et al. (2010), objetivando caracterizar a contribuição do cultivar e do espaçamento entre fileiras na competitividade da soja com plantas concorrentes, concluíram que o NR foi maior no menor espaçamento entre linhas (0,25 m), independentemente do cultivar e da condição de competição. A menor competição intraespecífica acarreta maior NR na cultura da soja.

CONCLUSÕES

A máxima produtividade de grãos de soja (4.278 kg ha⁻¹), cultivar BMX Potência RR, é obtida com um espaçamento de 0,20 m entre linhas e uma população de 288.000 plantas ha⁻¹.

Os caracteres altura final de planta e de inserção da primeira vagem têm efeito direto e indireto positivos, enquanto que o número de vagens por planta tem efeito indireto negativo sobre a produtividade de grãos.

A redução do espaçamento entre linhas mostra-se vantajosa, podendo ser importante ferramenta para proporcionar incrementos no rendimento de grãos, gerando maior rentabilidade ao produtor de soja.

REFERÊNCIAS

- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P.; AGOSTINETTO, D. 2010. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.esp, p.979-991.
- COX, W. J.; CHERNEY, J. H. 2011. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. **Agronomy Journal**, Madison, v.103, n.1, p.123-128.
- CRUZ, C. D. 2006. **Programa GENES**: estatística experimental e matrizes. Ed. UFV. Viçosa, 285p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. 2006. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. UFV. 2. ed. Viçosa, 585p.
- DE BRUIN, J. L.; PEDERSEN, P. 2008. Effect of row spacing and seeding rate on soybean yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.100, n.3, p.704-710.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. 2007. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja. 9p. (Circular técnica 48).
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. 1977. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University. Special Report. N. 80, 12p.
- HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. 2006. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.285-295.
- KNEBEL, J. L.; GUIMARÃES, V. F.; ANDREOTTI, M. A.; STANGARLIN, J. R. 2006. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agrônômicos em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.385-392.
- LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; THEODORO, G. F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K. S. 2012. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.6, p.954-962.
- LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; DOS SANTOS, D.; BENCKE, M. H. 2008. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.30, n.3, p.373-379.
- LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; UHRY, D.; LISBOA, J. I.; JAUER, A. 2010. Características morfológicas de cultivares de soja convencionais e Roundup ReadyTM em função da época e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.759-767.
- MAEHLER, A. R.; PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; FERREIRA, F. G. 2003. Potencial de rendimento da soja durante a ontogenia em razão da irrigação e arranjo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.2, p.225-231.
- MARKOS, D.; PAL, U. R.; URAGIE, E. 2011. Selection of planting pattern and plant population density (ppd) for medium and late maturing soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merrill) in e tropics. **Innovative Systems Design and Engineering**, Dehradun, v.2, n.4, p.242-249.
- MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. A.; ABREU, V. G. 2010. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Agrarian**, Dourados, v.3, n.9, p.175-181.
- MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. 1999. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**,

- Piracicaba, v.56, n.4, p.851-858.
- OZ, M. 2008. Nitrogen rate and plant population effects on yield and yield components in soybean. **African Journal of Biotechnology**, Johannesburg, v.7, n.24, p.4464-4470.
- PARCIANELLO, G.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L.; SAGGIN, K. 2004. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.357-364.
- PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. 2000. 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.
- PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER, A. R. 2000. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1541-1547.
- RAHMAN, M. M.; HOSSAIN, M. M. 2011. Plant density effects on growth, yield and yield components of two soybean varieties under equidistant planting arrangement. **Asian Journal of Plant Sciences**, Pakistan, v.10, n.5, p.278-286.
- RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. 2003. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.405-411.
- SINGH, G. 2011. Response of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes to plant population and planting geometry in Northern India. **International Journal of Agricultural Research**, New York, v.6, n.8, p.653-659.
- TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. 2002. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1071-1078.
- VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. 2008. Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n.2, p.1-11.

Recebido em: 21/8/2015

Aceito para publicação em: 24/11/2016