

RESPOSTA DA SOJA À DENSIDADE DE PLANTAS EM AMBIENTES FAVORÁVEIS E DESFAFORÁVEIS

*Performance of soybean in different plant density under favorable and unfavorable environments*Alvadi Antonio Balbinot Junior^{1*}, José Ubirajara Vieira Moreira²¹Doutor em Agronomia; Pesquisador em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA SOJA:alvadi.balbinot@embrapa.br²Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas; Pesquisador em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPASOJA: ubirajara.moreira@embrapa.br

*Autor para correspondência

Artigo enviado em 18/05/2017, aceito em 24/04/2018 e publicado em 17/07/2018.

Resumo – A soja apresenta alta plasticidade fenotípica, mantendo a produtividade de grãos praticamente constante frente a variações expressivas na densidade de plantas. No entanto, há carência de informações sobre a resposta da cultura a variações na densidade em ambientes favoráveis e desfavoráveis ao crescimento e à expressão do potencial produtivo da cultura. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de grãos por planta e a produtividade de grãos por área em seis cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades, em ambientes favoráveis e desfavoráveis. Foram conduzidos 16 experimentos, nove classificados como ambientes favoráveis e sete desfavoráveis. Em cada experimento, foram cultivadas seis cultivares de soja, em densidades de plantas na colheita que variaram de 50 a 330 mil ha⁻¹. A variação da produção de grãos por planta e da produtividade de grãos por área, em função da densidade de plantas, é similar em ambientes favoráveis e desfavoráveis.

Palavras-chave – *Glycine max* L., plasticidade fenotípica, produtividade, produção por planta.

Abstract – The soybean plants present high phenotypic plasticity, maintaining the grain yield constant in expressive variations in the plant density. However, there is lack of information on the crop performance due to variations in plant density in favorable and unfavorable environments to the growth and expression of the productive potential. The objective of this work was to evaluate the grain yield per plant and grain yield per area of six soybean cultivars under different densities in favorable and unfavorable environments. Sixteen experiments were conducted, nine classified as favorable environments and seven unfavorable ones. In each experiment, six soybean cultivars were grown at plant densities ranging from 50 to 330 thousand ha⁻¹. The variation of grain yield per plant and grain yield per area, as a function of plant density, is similar in favorable and unfavorable environments.

Keywords – *Glycine max* L., phenotypic plasticity, yield, production per plant.

INTRODUÇÃO

O arranjo espacial das plantas de soja pode afetar expressivamente a velocidade de fechamento das entre linhas, a produção de fitomassa, a arquitetura das plantas, a severidade de doenças, o acamamento e a produtividade da cultura (GASPAR; CONLEY, 2015; FERREIRA et al., 2016). Isso ocorre porque o arranjo afeta a competição intraespecífica e, conseqüentemente, a quantidade de recursos do ambiente – água, luz e nutrientes - disponíveis para cada planta (SUHRE et al., 2014). Uma das formas de alterar o arranjo de plantas é a densidade de semeadura.

Vários trabalhos têm demonstrado a baixa resposta da soja às variações de densidade de plantas (LEE; EGLI; TEKRONY, 2008; PROCÓPIO et al., 2013; DE LUCA; HUNGRIA, 2014; BALBINOT JUNIOR et al., 2015; FERREIRA et al., 2016). Esse resultado é função da alta plasticidade fenotípica da cultura, a qual consiste na capacidade da planta alterar sua morfologia e componentes do rendimento, a fim de adequá-los à condição imposta pelo arranjo de plantas, permitindo a manutenção da produtividade em ampla faixa de densidade (WERNER et al., 2016). Ou seja, em baixa densidade, as plantas de soja tendem a emitir maior quantidade de ramos e formar hastes

mais robustas, aumentando o número de vagens por planta (RAMBO et al., 2004). Com isso, pode haver compensação da menor quantidade de indivíduos por área pela maior produção por planta.

Além da expressão do potencial de produtividade da soja, a densidade de semeadura influencia no custo com sementes, alterando a rentabilidade da cultura, sobretudo em função do aumento do custo desse insumo observado nas últimas safras (FERREIRA et al., 2016). No meio técnico há dúvidas sobre o ajuste da densidade de plantas de soja em função das características do ambiente de produção. Nesse contexto, a presente pesquisa se fundamenta nas seguintes questões científicas: em ambientes de produção favoráveis à cultura, o aumento da densidade para proporcionar ganhos de produtividade ou nessa condição pode-se reduzir a densidade em função da maior capacidade de crescimento das plantas? Por outro lado, em ambientes desfavoráveis o aumento da densidade pode proporcionar maior aproveitamento dos recursos do ambiente ou nessa situação é preferível reduzir a densidade em razão da menor disponibilidade de recursos do ambiente?

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de grãos por planta e a produtividade de grãos por área em seis cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades, em ambientes favoráveis e desfavoráveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos 16 experimentos nas safras 2009/10 e 2010/11 (Tabela 1). Em cada experimento foram semeadas seis cultivares de soja (Tabela 2). O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela possuía quatro linhas espaçadas em 0,5 m, com cinco metros de comprimento. A área útil das parcelas foi composta pelas duas linhas centrais. A variação da densidade de plantas foi obtida pela semeadura em três densidades, 150, 280 e 360 mil sementes viáveis ha⁻¹. A adubação foi realizada conforme análise do solo. Todas as práticas culturais foram adotadas com base na indicação técnica para a cultura.

Tabela 1. Média de produtividade e classificação ambiental dos experimentos considerados na análise.

Experimentos	Safr 2009/10	
	Média de produtividade (kg ha ⁻¹)	Classificação ambiental
Londrina, PR, semeadura em 04/11	3.055	Favorável
Londrina, PR, semeadura em 11/12	1.431	Desfavorável
Ponta Grossa, PR, semeadura em 26/10	2.370	Desfavorável
Ponta Grossa, PR, semeadura em 03/11	3.086	Favorável
	Safr 2010/11	
Dourados, MS, semeadura em 05/10	3.499	Favorável
Dourados, MS, semeadura em 08/11	3.270	Favorável
Dourados, MS, semeadura em 10/12	3.221	Favorável
Londrina, PR, semeadura em 05/10	3.035	Favorável
Londrina, PR, semeadura em 08/11	3.250	Favorável
Londrina, PR, semeadura em 07/12	2.871	Desfavorável
Ponta Grossa, PR, semeadura em 13/10	2.595	Desfavorável
Ponta Grossa, PR, semeadura em 10/11	2.308	Desfavorável
Ponta Grossa, PR, semeadura em 18/12	1.623	Desfavorável
Ponta Porã, MS, semeadura em 09/10	3.634	Favorável
Ponta Porã, MS, semeadura em 08/11	3.705	Favorável
Ponta Porã, MS, semeadura em 09/12	2.691	Desfavorável

Tabela 2. Cultivares utilizadas nos 15 experimentos com densidades de plantas.

Cultivares	Grupo de maturidade relativa	Tipo de crescimento
BRS 283	6.5	Indeterminado
BRS 284	6.3	Indeterminado
BRS 294RR	6.3	Determinado
BRS 295RR	6.5	Determinado
BRS 316RR	6.5	Determinado
BRS 317	6.6	Determinado

No momento da colheita, realizou-se a contagem de plantas na área útil, obtendo a densidade final real em cada parcela. Esses dados foram utilizados nas análises de regressão com a produção por planta e produtividade. As plantas contidas na área útil foram colhidas e trilhadas e a

produtividade por área corrigida para 13% de umidade. A produção de grãos por planta, que representa a plasticidade fenotípica da soja, foi estimada pela divisão da produção de grãos pelo número de plantas colhidas. Os experimentos foram classificados como ambientes favoráveis (produtividade média superior a 3.000 kg ha⁻¹) e

desfavoráveis (produtividade média inferior a 3.000 kg ha⁻¹). O principal estresse que limitou a produtividade nos ambientes desfavoráveis foi o déficit hídrico, especialmente na fase de enchimento dos grãos. Além disso, vários outros fatores podem ter limitado a produtividade da soja nos ambientes desfavoráveis, inclusive em função de épocas de semeadura menos favoráveis à cultura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão para verificar a relação entre a densidade final de plantas e a produção de grãos por planta e da densidade com a produtividade por área nos ambientes favoráveis e desfavoráveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito da densidade de plantas sobre a produção de grãos por indivíduo e sobre a produtividade por área foi

semelhante nas seis cultivares utilizadas nos experimentos, por isso serão apresentados os dados referentes à média dos genótipos. A produção de grãos por planta nos ambientes favoráveis (16,17 g planta⁻¹) foi 32% superior aos ambientes desfavoráveis (12,20 g planta⁻¹). Nos ambientes desfavoráveis, a taxa de decréscimo da produção por planta foi de 0,063 g a cada mil plantas ha⁻¹ de acréscimo na densidade (Figura 1). Nos ambientes favoráveis, essa taxa de decréscimo foi de 0,082 g planta⁻¹. Ou seja, a taxa de decréscimo da produção por planta com o aumento da densidade foi 30% superior nos ambientes favoráveis em relação aos desfavoráveis, percentagem similar à magnitude da produção por planta – 32%. Isso indica que a redução da produção de grãos por planta frente ao aumento do número de indivíduos por área apresentou tendência similar entre os dois ambientes de produção (Figura 1).

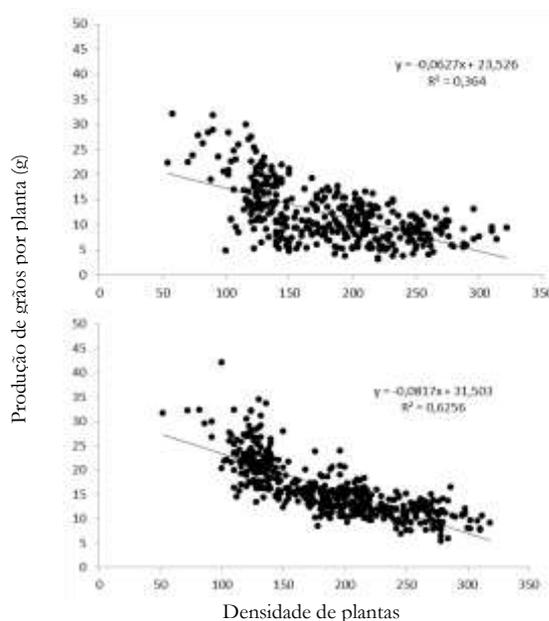


Figura 1. Produção de grãos por planta de soja sob diferentes densidades de plantas na colheita em ambientes desfavoráveis (A) e favoráveis (B). Coeficientes de determinação significativos a 5% de probabilidade do erro.

Nos dois tipos de ambiente, a produtividade de grãos foi praticamente constante no intervalo de 100 a 300 mil plantas ha⁻¹ (Figura 2). Nos dois ambientes não houve ajuste do modelo linear aos dados. Isso indica que em ambientes desfavoráveis ao crescimento e à produção da soja, o uso de altas densidades não é uma técnica que possa aumentar o aproveitamento dos recursos do meio – água,

luz e nutrientes – a fim de incrementar a produtividade de grãos. Da mesma forma, em ambientes favoráveis o aumento da densidade também não se reflete em aumentos significativos de produtividade. Nesse contexto, a resposta da cultura à variação na densidade de plantas foi similar nos dois ambientes de produção.

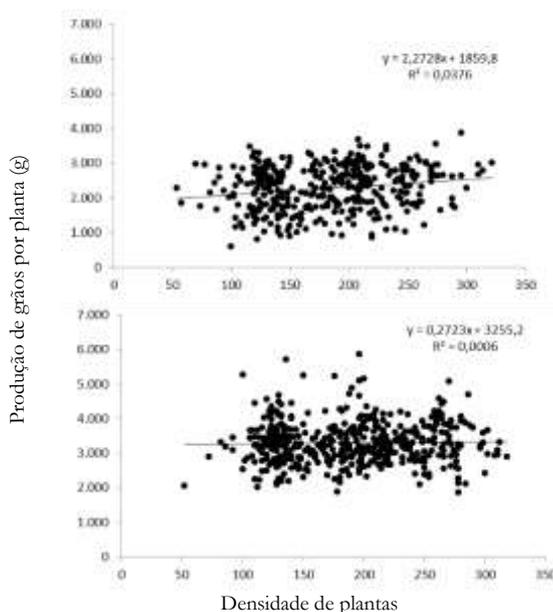


Figura 2. Produtividade de grãos de soja sob diferentes densidades de plantas na colheita em ambientes desfavoráveis (A) e favoráveis (B). Coeficientes de determinação não significativos a 5% de probabilidade do erro.

Os resultados apresentados demonstram a possibilidade de redução da densidade de plantas de soja em relação ao que é atualmente utilizado pelos produtores brasileiros - em geral, densidades que variam de 250 a 350 mil plantas ha^{-1} (BALBINOT JUNIOR et al., 2015). Em trabalho desenvolvido por Petter et al., 2016, observou-se que o aumento da densidade acima de 200 mil plantas ha^{-1} não aumentou a eficiência de aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa. Ferreira et al. (2016) verificaram que as variações de produtividade de grãos em densidades de 135 a 435 mil plantas ha^{-1} foram insignificantes, corroborando os resultados da presente pesquisa. Enfatiza-se que a redução na densidade de plantas pode representar economia significativa no custo com sementes, mas é necessário o uso de sementes de alta qualidade e semeadoras bem reguladas para evitar falhas na lavoura, que podem reduzir a produtividade de grãos.

Os resultados obtidos também indicam que a viabilidade do replantio da cultura em lavouras com problemas no estabelecimento das plantas só é viável em densidades extremamente baixas (inferiores a 100 mil plantas ha^{-1}) ou quando há grandes falhas na lavoura, independentemente do ambiente de produção. É relevante pontuar que o replantio é uma prática que implica no aumento expressivo do custo de produção, pois há necessidade de dessecação química das plantas que emergiram na primeira semeadura, gasto de mais sementes e realização de uma operação de semeadura adicional (GASPAR; CONLEY, 2015).

CONCLUSÕES

A variação da produção de grãos por planta e da produtividade de grãos por área, em função da densidade de plantas de soja, é similar em ambientes favoráveis e desfavoráveis.

REFERÊNCIAS

- BALBINOT JR., A.A.; PROCÓPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1215-1226, 2015.
- DE LUCA, M. J.; HUNGRIA, M. Plant densities and modulation of symbiotic nitrogen fixation in soybean. *Scientia Agricola*, v. 71, n. 3, p. 181-187, 2014.
- FERREIRA, A.S.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H. Plant density and mineral nitrogen fertilization influencing yield, yield components and concentration of oil and protein in soybean grains. *Bragantia*, v. 75, n. 3, p.362-370, 2016.
- GASPAR, A.P.; CONLEY, S.P. Responses of canopy reflectance, light interception, and soybean seed yield to replanting suboptimal stands. *Crop Science*, v. 55, n. 1, p. 377-385, 2015.
- LEE, C. D; EGLI, D. B; TEKRONY, D. M. Soybean response to plant population at early and late planting dates in the Mid-South. *Agronomy Journal*, v. 100, n. 4, p. 971-976, 2008.

PETTER, F.A.; SILVA, J.A.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PACHECO, L.P.; ALMEIDA, F.A. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. *Bragantia*, v. 75, n. 2, p. 173-183, 2016.

PROCOPIO, S. A.; BALBINOT JR., A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. *Revista Agro@ambiente*, v. 8, n. 2, p. 212-221, 2014.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. *Ciência Rural*, v. 34, n. 1, p. 33-40, 2004.

SUHRE, J.J.; WEIDENBENNER, N.H.; ROWNTREE, S.C.; WILSON, E.W.; NAEVE, S.L.; CONLEY, S.P.; CASTEEL, S.N.; DIERS, B.W.; ESKER, P.D.; SPECHT, J.E.; DAVIS, V.M. Soybean yield partitioning changes revealed by genetic gain and seeding rate interactions. *Agronomy Journal*, v. 106, n. 5, p. 1631-1642, 2014.

WERNER, F.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; AGUIAR E SILVA, M.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. Soybean growth affected by seeding rate and mineral nitrogen. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 8, p. 734-738, 2016.