

## Crescimento de plantas de soja em função da redução da densidade de semeadura e sua relação com a produtividade



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
18**

*Alvadi Antonio Balbinot Junior  
André Sampaio Ferreira  
Flávia Werner  
Marcelo Augusto de Aguiar e Silva  
Claudemir Zucareli*

***Embrapa Soja  
Londrina, PR  
2018***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**  
Rod. Carlos João Strass, s/n,  
acesso Orlando Amaral  
C.P. 231, CEP 86001-970  
Fone:3371-6000  
www.embrapa.br/soja  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Soja

Presidente  
*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretária-Executiva  
*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros  
*Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte*

Supervisão editorial  
*Vanessa Fuzinato Dall' Agnol*

Normalização bibliográfica  
*Ademir Benedito Alves de Lima*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Thais Sofia Ribeiro Santos*

Foto da capa  
*Alvadi Antonio Balbinot Junior*

**1ª edição**  
PDF digitalizado (2018)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Soja

---

Crescimento de plantas de soja em função da redução da densidade de sementeira e sua relação com a produtividade / Alvadi Antonio Balbinot Junior [et al.]. – Londrina : Embrapa Soja, 2018.

PDF (18 p.) : il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja, ISSN 2178-1680; n.18)

1.Soja. 2.Densidade de sementeira. 3.Prática cultural. I.Balbinot Junior, Alvadi Antonio. II.Ferreira, André Sampaio. III.Werner, Fátima. IV.Silva, Marcelo Augusto de Aguiar e. V.Zucarelli, Claudemir. VI.Título. VI.Série.

CDD 633.34

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	10
Referências .....	16

# Crescimento de plantas de soja em função da redução da densidade de semeadura e sua relação com a produtividade

Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>1</sup>; André Sampaio Ferreira<sup>2</sup>; Flávia Werner<sup>2</sup>; Marcelo Augusto de Aguiar e Silva<sup>3</sup>; Claudemir Zucareli<sup>3</sup>

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de duas cultivares de soja durante o ciclo de desenvolvimento, em função da redução na densidade de semeadura, e verificar a sua relação com a produtividade. Foi conduzido um experimento de campo nas safras 2016/17 e 2017/18, em Londrina, PR. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com cinco repetições e esquema fatorial 2 x 5. O primeiro fator se consistiu de duas cultivares de soja, BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO e o segundo por cinco densidades de semeadura: 100, 80, 60, 40 e 20% da quantidade de sementes indicada pelo obtentor das cultivares. Em geral, não houve diferenças expressivas de biomassa acumulada durante o ciclo de desenvolvimento entre as densidades de 100, 80 e 60% do indicado. Nas duas safras, houve correlação positiva entre o crescimento das plantas, avaliado do estágio V3 a R2, e a produtividade de grãos. A correlação entre a biomassa nos estádios R3 a R6 e a produtividade foi muito influenciada pela safra.

**Termos para indexação:** biomassa, semeadura, produtividade

---

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Doutorando da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

## Soybean growth as a function of sowing rate reduction and relation to grain yield

---

**Abstract** - The objective of this work was to evaluate the growth of two soybean cultivars during the development cycle, as a function of the reduction in sowing rate, and to verify its relation to grain yield. A field experiment was carried out in the 2016/17 and 2017/18 growing seasons, Londrina, Paraná state, Brazil. The experimental design was a randomized complete block with five replications and a 2 x 5 factorial scheme. The first factor consisted of two soybean cultivars, BRS 1010IPRO and NS 5959IPRO, and the second by five sowing rates: 100, 80, 60, 40 and 20% of indicated. In general, there were no significant differences in biomass accumulated during the development cycle at densities of 100, 80 and 60% of the indicated. In both growing seasons, there was a positive correlation between plant growth, evaluated from stage V3 to R2, and yield. The correlation between biomass at stages R3 to R6 and yield was strongly influenced by the growing season.

**Index terms:** biomass, sowing, yield

## Introdução

---

O consumo mundial de proteína animal, sobretudo das carnes de frango e de suíno, cresceu expressivamente nas últimas duas décadas. Um dos impactos gerados por este fato foi o aumento na demanda por farelos proteicos utilizados na fabricação de ração animal, normalmente oriundos de grãos de soja (Henchion et al., 2014). Em um contexto marcado pelo crescimento no consumo de proteína animal e pela preocupação com a saúde e o desenvolvimento de novas matrizes energéticas, a soja se tornou uma das principais *commodities* mundiais, sustentada por diferentes segmentos, como produção de carnes, elaboração de bebidas à base de soja, fabricação de óleos alimentícios (Rigo et al., 2015) e geração de biocombustíveis (Castanheira et al., 2015).

Nas últimas duas décadas, a produtividade da cultura da soja aumentou significativamente no Brasil, devido à geração e utilização de amplo portfólio de tecnologias. Atualmente, há registros de lavouras comerciais com produtividades superiores a 7 t ha<sup>-1</sup>. O alcance de altas produtividades depende da elevada eficiência em interceptar a radiação solar pelas plantas, em converter a radiação interceptada em biomassa e, por fim, ter alta participação da biomassa nos grãos (Board, 2000). Ou seja, o adequado acúmulo de biomassa, que corresponde ao crescimento das plantas (Radford, 1967), é fundamental para obtenção de altas produtividades.

No início do ciclo de desenvolvimento da soja, o acúmulo de biomassa é lento, acelerando após o estágio V5, até atingir o máximo, no estágio R6, quando todas as partes das plantas estão plenamente desenvolvidas (folhas, caule, vagens e grãos) (Tsumanuma et al., 2010). O entendimento da evolução do crescimento durante o ciclo da cultura e seu efeito sobre a produtividade pode fundamentar práticas de manejo para que seja atingido crescimento adequado para obtenção de altas produtividades (Tagliapietra et al., 2018).

Uma prática de manejo que interfere diretamente no acúmulo de biomassa pela cultura da soja é a densidade de semeadura (Procópio et al., 2013; Werner et al., 2016). Geralmente, densidades que variam de 135 a 440 mil plantas ha<sup>-1</sup> tem pouco impacto na produtividade da soja, desde que não haja falhas de estande na lavoura (Ferreira et al., 2016). Isso ocorre em razão da alta plasticidade fenotípica da cultura. No entanto, a maioria das pesquisas realizadas no Brasil acerca da plasticidade fenotípica da soja utilizou cultiva-

res com tipo de crescimento determinado, que, em geral, apresentam plantas com elevada ramificação e crescimento vegetativo vigoroso (Rambo et al., 2004). Por outro lado, na última década, a maioria das cultivares de soja lançadas no mercado brasileiro apresenta tipo de crescimento indeterminado e com menor ramificação e crescimento vegetativo (Procópio et al., 2013; Werner et al., 2016).

O custo com sementes de soja tem aumentado nas últimas safras, principalmente devido ao uso de cultivares transgênicas, com inserção de características de interesse agrônomo (Hirakuri; Balbinot Junior, 2015). Isso tem estimulado a reflexão sobre a viabilidade da utilização de menores densidades de semeadura, aproveitando a plasticidade fenotípica da cultura, desde que as sementes tenham adequada qualidade, a semeadura seja realizada de acordo com as indicações técnicas e o solo esteja com a fertilidade corrigida (Ferreira et al., 2016). Nesse contexto, questiona-se sobre o efeito de baixas densidades de semeadura sobre o acúmulo de biomassa pela soja durante o ciclo de desenvolvimento e a sua relação com a produtividade em cultivares modernas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento de duas cultivares de soja durante o ciclo de desenvolvimento, em função da redução na densidade de semeadura, e verificar a sua relação com a produtividade.

## Material e Métodos

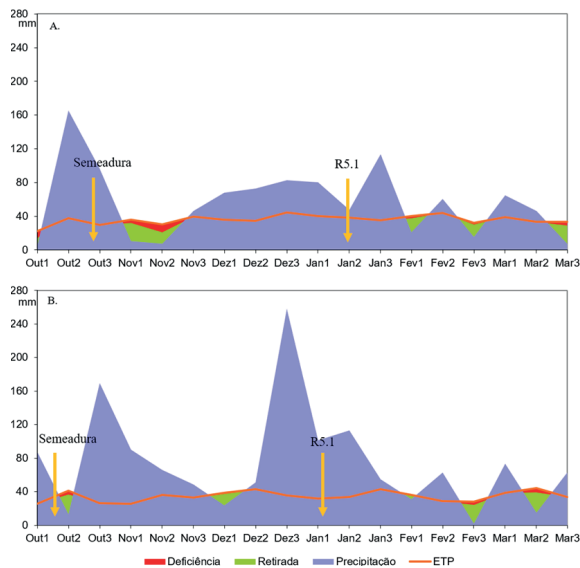
---

Foi conduzido um experimento de campo nas safras 2016/17 e 2017/18, em Londrina, PR (23° 11' S, 51° 11' O e 620 m de altitude) em um Latossolo Vermelho distrófico manejado em Sistema Plantio Direto (SPD) por mais de 10 anos. O balanço hídrico durante as duas safras é apresentado na Figura 1.

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com cinco repetições e esquema fatorial 2 x 5. O primeiro fator se consistiu de duas cultivares de soja, BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO. As cultivares avaliadas são tolerantes ao glifosato e resistentes a várias espécies de lagartas, possuem tipo de crescimento indeterminado e pertencem aos grupos de maturidade relativa 6.1 e 5.9, respectivamente. A cultivar BRS 1010IPRO possui maior altura de plantas e apresenta maior potencial de ramificação, comparativamente à NS 5959IPRO, que possui arquitetura de plantas mais compacta. O segundo fator foi constituído por cinco densidades de semeadura: 100,



80, 60, 40 e 20% da quantidade de sementes indicada pelo obtentor das cultivares. A faixa de densidade indicada para as cultivares BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO, na região de condução do experimento, é de 265 a 310 e 380 a 420 mil plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para definição das densidades de semeadura, foi considerado como indicado o valor máximo dentro da faixa indicada. Assim, os tratamentos foram constituídos das seguintes densidades: 310, 248, 186, 125 e 62 mil sementes viáveis ha<sup>-1</sup> para a cultivar BRS 1010IPRO e 420, 336, 252, 168 e 84 mil sementes viáveis ha<sup>-1</sup> para a cultivar NS 5959IPRO. As sementes utilizadas apresentaram porcentagem de germinação que variou de 88 a 92%. Quando as plantas estavam no estágio V1, foi realizada a contagem de plantas em 4 m de fileira por parcela. Para a cultivar BRS 1010IPRO foram obtidas as seguintes densidades: 275, 235, 156, 123 e 65 mil plantas ha<sup>-1</sup> na safra 2016/17 e 267, 204, 171, 131 e 62 mil plantas ha<sup>-1</sup> na safra 2017/18. Para a cultivar NS 5959IPRO foram obtidas as densidades: 365, 256, 220, 139 e 84 mil plantas ha<sup>-1</sup> na safra 2016/17 e 362, 274, 194, 139 e 80 mil plantas ha<sup>-1</sup> na safra 2017/18.



**Figura 1.** Balanço hídrico climatológico sequencial, por decêndio, durante o período de condução dos experimentos. A: outubro de 2016 a março de 2017; B: outubro de 2017 a março de 2018, Londrina, PR.

As parcelas foram constituídas de dez linhas de 10 m, com espaçamento de 45 cm (45 m<sup>2</sup>), sendo utilizadas duas linhas centrais para coleta de plantas a serem utilizadas na avaliação da produção de biomassa. A semeadura foi realizada em 28 de outubro de 2016 e 06 de outubro de 2017, utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante 0-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). As sementes foram tratadas com Carboxina e Tiram - Vitavax Thiram - 200SC® (300 mL 100 kg<sup>-1</sup> semente), Co-Mo Platinum® (100 mL 50 kg<sup>-1</sup> semente) e inoculante líquido *Bradyrhizobium Elkanii* - Gelfix 5® (100 mL 50 kg<sup>-1</sup> de sementes). O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado de acordo com as indicações técnicas para a cultura.

A biomassa seca da parte aérea das plantas de soja foi avaliada por meio da coleta das plantas contidas em 1 m de fileira por parcela, em 11 épocas de avaliação em cada safra, totalizando 1.100 amostras. No momento de cada avaliação foi registrado o estágio de desenvolvimento, segundo Ritchie et al. (1977). As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até atingir massa constante, quando foram pesadas, sendo os dados expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de erros (Shapiro; Wilk, 1965) e homogeneidade de variância dos tratamentos (Hartley, 1950). Em seguida, foram submetidos à Análise de Variância - ANOVA (p≤0,05). Também foi realizada análise de correlação linear de Pearson entre os dados de biomassa e a produtividade e a significância avaliada pelo teste t (p≤0,05).

## Resultados e Discussão

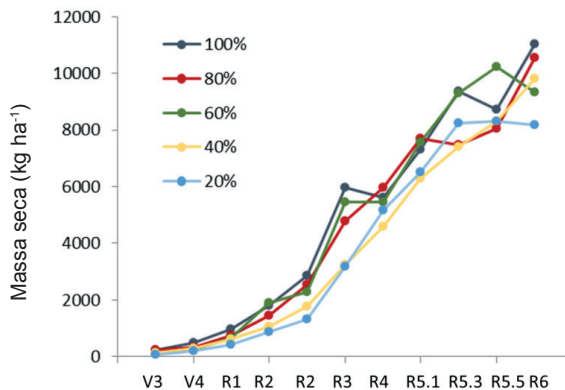
---

Nas duas safras houve interação significativa entre as cultivares e as densidades de semeadura avaliadas, por isso os dados serão apresentados por cultivar. Na safra 2016/17 houve um curto período de déficit hídrico após a emergência das plantas, seguido de adequada disponibilidade hídrica, assim como ocorreu durante todo o ciclo da cultura na safra 2017/18 (Figura 1).

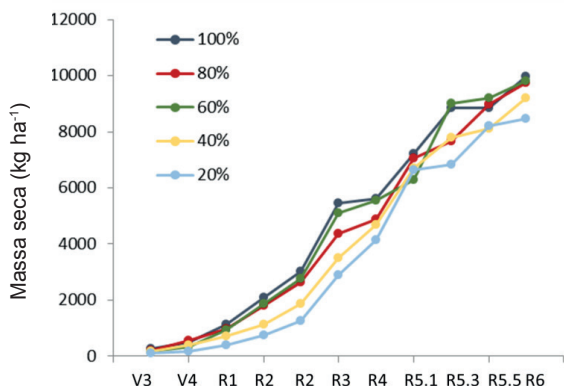
Em ambas as safras, o acúmulo de biomassa do estágio V3 a R1 foi relativamente baixo, nas duas cultivares e nas cinco densidades de semeadura avaliadas (Figuras 2, 3, 4 e 5). É importante mencionar que o reduzido crescimento até o início de florescimento (R1) é característico de cultivares com tipo de crescimento indeterminado (Werner et al., 2016). Na safra 2016/17,

mesmo considerando a maior densidade de semeadura, a biomassa em R1 foi inferior a  $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ , nas duas cultivares (Figuras 2 e 3). Na safra posterior, a biomassa em R1 na maior densidade foi inferior a  $1,0 \text{ t ha}^{-1}$ , demonstrando menor crescimento em relação à safra 2016/17. Nos estádios de R1 a R5.1 houve rápido acúmulo de biomassa, tendendo a reduzir a taxa de acúmulo durante o enchimento de grãos, quando o acréscimo é decorrente basicamente do enchimento de grãos (Tsumanuma et al., 2010).

Na safra 2016/17 houve pouca diferença de acúmulo de biomassa entre as densidades de 100, 80 e 60% do indicado, em ambas as cultivares, demonstrando a alta plasticidade fenotípica das cultivares avaliadas (Figuras 2 e 3). Nesse sentido, os dados obtidos na presente pesquisa indicam a possibilidade de redução da densidade de semeadura para o perfil de cultivares avaliadas, desde que haja formação de estande uniforme, sem falhas. No entanto, nas menores densidades – 20 e 40% do indicado – o acúmulo de biomassa foi inferior às densidades mais altas em praticamente todas as avaliações, o que limitou a produtividade.



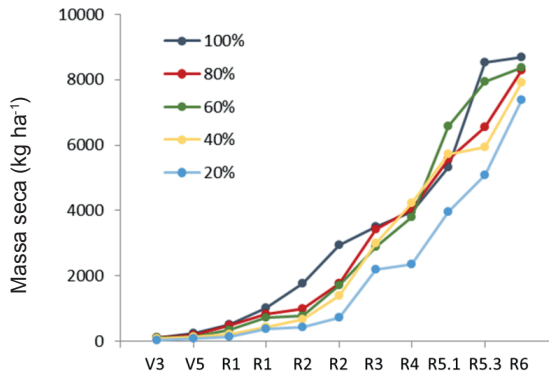
**Figura 2.** Acúmulo de biomassa seca da parte aérea da cultura da soja, cultivar BRS 1010IPRO, durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de plantas (100, 80, 60, 40 e 20% do indicado). Londrina, PR, safra 2016/17.



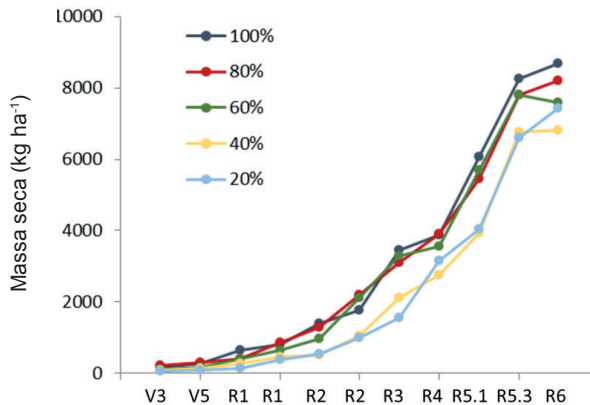
**Figura 3.** Acúmulo de biomassa seca da parte aérea da cultura da soja, cultivar NS 5959IPRO, durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de plantas (100, 80, 60, 40 e 20% do indicado). Londrina, PR, safra 2016/17.

Na safra 2017/18, para a cultivar BRS 1010IPRO não houve diferenças significativas de biomassa acumulada durante o ciclo entre as densidades de 100, 80, 60 e 40% do indicado para a cultivar, sobretudo após o estágio R3 (Figura 4). Isso demonstra a alta plasticidade fenotípica da cultivar. Para a cultivar NS 5959IPRO as densidades de 40 e 20% do indicado apresentaram menor acúmulo de biomassa em relação às maiores densidades, durante as 11 avaliações realizadas, o que indica a menor plasticidade em relação à BRS 1010IPRO (Figura 5). Assim, os resultados da safra 2017/18 corroboram os obtidos na safra anterior e indicam a possibilidade de redução da densidade de semeadura, como discutido em trabalhos recentes desenvolvidos no Brasil com cultivares modernas (Luca; Hungria, 2014; Ferreira et al., 2016; Petter et al., 2016).

Outra análise relevante é que na safra 2016/17 o crescimento das plantas foi superior ao da safra 2017/18, para as duas cultivares. Possivelmente, o principal fator relacionado a esse fato é que na última safra a semeadura foi realizada precocemente, época em que, em geral, há menor crescimento vegetativo (Stülp et al., 2009).

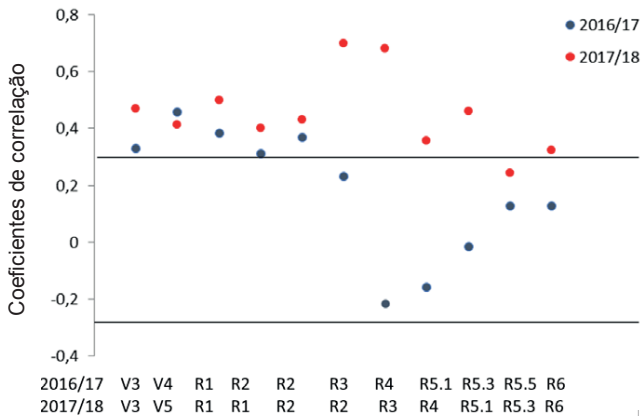


**Figura 4.** Acúmulo de biomassa seca da parte aérea da cultura da soja, cultivar BRS 1010IPRO, durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de plantas (100, 80, 60, 40 e 20% do indicado). Londrina, PR, safra 2017/18.



**Figura 5.** Acúmulo de biomassa seca da parte aérea da cultura da soja, cultivar NS 5959IPRO, durante o ciclo de desenvolvimento em cinco densidades de plantas (100, 80, 60, 40 e 20% do indicado). Londrina, PR, safra 2017/18.

Nas duas safras, houve correlação positiva entre o crescimento das plantas, avaliado no estádio V3 a R2, e a produtividade de grãos (Figura 6). Na safra 2017/18, essa correlação positiva também foi observada entre a produtividade e a biomassa avaliada em R3, R4 e R5.1. De forma geral, o crescimento das plantas se correlacionou mais fortemente à produtividade na safra 2017/18 do que na safra 2016/17.



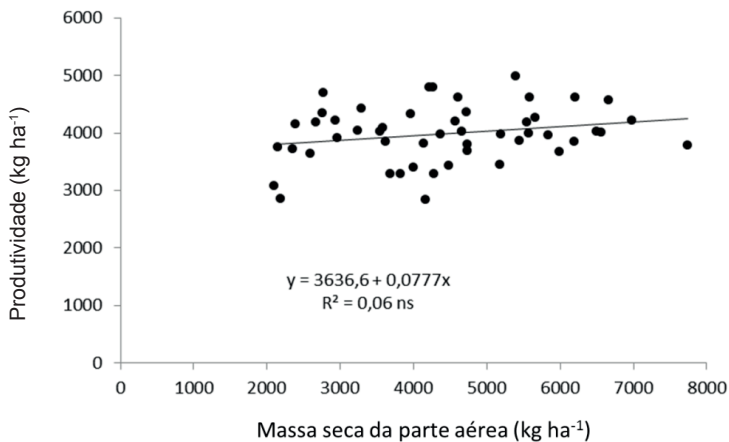
**Figura 6.** Coeficientes de correlação linear de Pearson entre a biomassa seca da parte aérea da soja avaliada em 11 estádios de desenvolvimento e a produtividade de grãos de duas cultivares de soja BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO, em duas safras. Coeficientes superiores a 0,279 são significativos pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ). Londrina, PR.

Considerando a correlação entre a biomassa acumulada em R3 com a produtividade, observa-se que na safra 2016/17 não houve associação significativa (Figuras 6 e 7). Isso indica que a variação de produção de biomassa até o início de formação das vagens, ocasionada pela densidade de semeadura, não se refletiu em variação de produtividade. Ou seja, a variação de biomassa de, aproximadamente, 2 a 8 t ha<sup>-1</sup> pouco influenciou a produtividade. Em parte isso ocorreu porque nos tratamentos em que houve menor produção de biomassa até R3 – menores densidades - houve maior crescimento posterior a esse estágio em relação às densidades mais altas, compensando a baixa produção de biomassa no início do ciclo de desenvolvimento (Figuras 2 e 3).

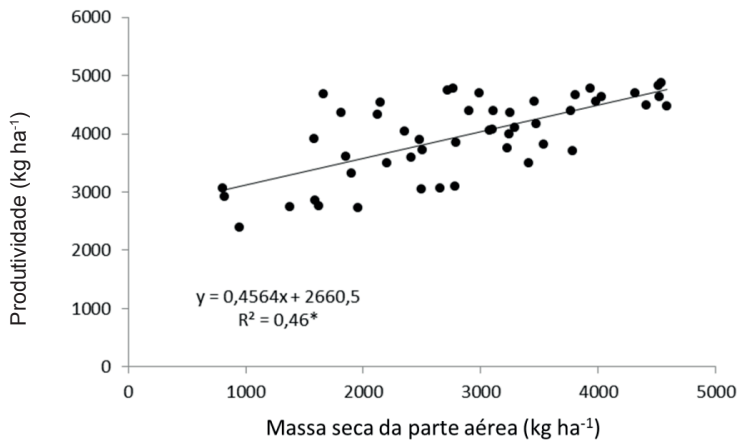
Por outro lado, na safra 2017/18 houve incremento linear significativo da produtividade frente ao aumento da biomassa avaliada em R3. É possível que isso tenha ocorrido porque na última safra a semeadura foi realizada mais precocemente, 06/10 ante 28/10 na safra 2016/17, o que provocou menor crescimento das plantas. Na safra 2017/18 muitas parcelas apresentaram produção de biomassa inferior a 1 t ha<sup>-1</sup> no estágio R3, enquanto na safra 2016/17, todos os valores foram superiores a 2 t ha<sup>-1</sup>. Nesse sentido, a redução da densidade de semeadura limita o acúmulo de biomassa e a

produtividade de grãos, especialmente em condições menos favoráveis ao crescimento das plantas de soja. Esses resultados são relevantes, pois indicam claramente que em ambientes favoráveis à soja é necessário menores quantidades de plantas para obtenção de altas produtividades, como relatado e discutido por Ferreira et al. (2016) e Balbinot Junior et al. (2018a, 2018b). Adicionalmente, destaca-se que nas duas safras as maiores produtividades ficaram na faixa de 4,5 a 5,0 t ha<sup>-1</sup>, muito superior à média do Paraná - 3,7 e 3,5 t ha<sup>-1</sup> nas safras 2016/17 e 2017/18, respectivamente (CONAB, 2018).

Nesse contexto, sob adequadas condições de solo, clima e manejo, não houve diferenças expressivas de biomassa acumulada durante o ciclo de desenvolvimento nas densidades de 100, 80 e 60% do indicado, o que demonstra que a redução da densidade de semeadura até esses níveis não compromete a produção de biomassa e a produtividade. No entanto, novas pesquisas devem ser realizadas em outras regiões e cultivares, validando os resultados ora apresentados.



**Figura 7.** Relação entre a biomassa seca da cultura da soja avaliada no estágio R3 e a produtividade de grãos das cultivares BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO. ns = modelo não significativo. Londrina, PR, safra 2016/17.



**Figura 8.** Relação entre a biomassa seca da cultura da soja avaliada no estágio R3 e a produtividade de grãos das cultivares BRS 1010IPRO e NS 5959IPRO. \* Modelo significativo ( $p \leq 0,05$ ). Londrina, PR, safra 2017/18.

## Referências

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; ZUCARELI, C.; FERREIRA, A. S.; WERNER, F. Phenotypic plasticity in a soybean cultivar with indeterminate growth type. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1038-1044, 2018a.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; OLIVEIRA, M. C. N. de; ZUCARELI, C.; FERREIRA, A. S.; WERNER, F.; SILVA, M. A. A. Analysis of phenotypic plasticity in indeterminate soybean cultivars under different row spacing. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, p. 648-654, 2018b.
- BOARD, J. E. Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant populations. **Crop Science**, v. 40, p. 1285-1294, 2000.
- CASTANHEIRA, E. G.; GRISOLI, R.; COELHO, S.; SILVA, G. A.; FREIRE, F. Life-cycle assessment of soybean-based biodiesel in Europe: comparing grain, oil and biodiesel import from Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 188-201, 2015.
- CONAB. **Séries históricas**. 2018. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra/safra-serie-historica>>. Acesso em: 05 out. 2018.
- 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, p. 362-370, 2016.
- HARTLEY, H. O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, v. 37, p. 271-280, 1950.
- HENCHION, M.; MCCARTHY, M.; RESCONI, V. C.; TROY, D. Meat consumption: trends and quality matter. **Meat Science**, v. 98, p. 561-568, 2014.



- HIRAKURI, M. H.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Análise econômica de diferentes densidades de semeadura na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 7 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 87).
- LUCA, M. J. de; HUNGRIA, M. Plant densities and modulation of symbiotic nitrogen fixation in soybean. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 181-187, 2014.
- 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, p. 173-183, 2016.
- PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, 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, p. 319-325, 2013.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae – their use and abuse. **Crop Science**, v. 7, p. 171-175, 1967.
- 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, p.33-40, 2004.
- RIGO, A. A.; DAHMER, A. M.; STEFFENS, C.; STEFFENS, J.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Characterization of soybean cultivars genetically improved for human consumption. **International Journal of Food Engineering**, v. 1, p. 1-7, 2015.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20 p. (Special Report, 53).
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.
- STÜLP, M.; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; SCHUSTER, I. Desempenho agrônomo de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 5, p. 1240-1248, 2009.
- TAGLIAPIETRA, E. L.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; RICHTER, G. L.; SILVA, M. R.; CERA, J. C.; GUEDES, J. V. C.; ZANON, A. J. Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in subtropical environment. **Agronomy Journal**, v. 110, p. 932-938, 2018.
- TSUMANUMA, G. M.; CARVALHO, S. J. P.; FANCELLI, A. L.; BERNARDES, M. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E. Crescimento de dois cultivares de soja submetidos a aplicações de herbicidas e fungicidas. **Revista Ceres**, v. 57, p. 742-750, 2010.
- WERNER, F.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FERREIRA, A. S.; 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, p. 734 - 738, 2016.

**Embrapa**

---

**Soja**