



## Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja

Edison Ulisses Ramos Junior<sup>1,\*</sup> , Eduardo Megier Ramos<sup>2</sup> , Cerezo Cavalcante Bulhões<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Sinop, MT, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

\*Autor correspondente: edison.ramos@embrapa.br

Recebido: 01/12/2017; Aceito: 19/03/2019

**Resumo:** A densidade de semeadura é amplamente estudada para a cultura da soja, visando definir a melhor população de plantas para cada tipo de cultivar disponível, visto que a população de plantas pode afetar expressivamente sua arquitetura, o que se reflete nos componentes produtivos e na produtividade de grãos da cultura. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades de plantas na linha sobre os componentes produtivos e a produtividade de grãos de duas cultivares de soja. O experimento foi conduzido de outubro de 2016 a fevereiro de 2017, em Sinop (MT). Os tratamentos foram constituídos de duas cultivares de soja de ciclo precoce, recomendadas para a região edafoclimática 402 e cinco densidades de semeadura, sendo de 140, 200, 260, 320 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>, para as duas cultivares. Avaliaram-se as seguintes características: altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Submeteram-se os resultados obtidos à análise de variância pelo teste F, sendo o fator qualitativo (cultivar) comparado pelo teste F e, para o fator quantitativo (população), realizou-se o estudo de regressão. Os resultados permitiram inferências sobre o comportamento de duas cultivares com diferentes hábitos de crescimento, porém não foi possível estabelecer qual a população que possibilita maiores ganhos em rendimento.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merrill; cultivares; plantas por metro.

## Plant density in yield components and productivity of soybean cultivars

**Abstract:** Seeding density is widely studied for soybean cultivation, aiming to define the best plant population for each type of cultivar available, once that the plant population can significantly affect the architecture of the plants, reflecting the productive components and grain yield of the plant. The objective of this work was to evaluate the effect of different plant densities in the line on the production components and grain yield of two soybean cultivars. The experiment was conducted from October 2016 to February 2017, in Sinop-MT. The treatments were composed of two cultivars of early-cycle soybean, recommended for the edaphoclimatic region 402 and five sowing densities, being 140, 200, 260, 320 and 380 thousand plants ha<sup>-1</sup> for both cultivars. The following characteristics were evaluated: plant height, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of 100 grains and grain yield. The results obtained were subjected to analysis of variance by the F test, with the qualitative factor (cultivar) compared by the F test and for the quantitative factor (population) the regression study was carried out. The results allowed to infer about the behavior of two cultivars with different growth habits, however, it was not possible to establish which population allows higher yield gains.

**Keywords:** *Glycine max* L. Merrill; cultivars; plants per meter.

---

### 1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é o produto mais importante do agronegócio brasileiro e uma das principais culturas oleaginosas cultivadas no mundo. Sua composição química permite múltiplas aplicações, entre elas na alimentação humana, animal e na produção de biocombustíveis. A cultura tem relevante papel socioeconômico para o

agronegócio brasileiro, além de se constituir em matéria-prima fundamental para impulsionar diversos complexos agroindustriais (MAUAD et al., 2010).

Na safra 2016/2017, o Brasil ocupou o posto de maior exportador e segundo maior produtor da oleaginosa. Nos últimos 20 anos, o crescimento anual da produção de soja no Brasil foi de 4,2 milhões de toneladas. A produção brasileira passou de 26 milhões de toneladas em área de 11,3 milhões de hectares na safra 1996/1997 para 110 milhões de toneladas em 33,7 milhões de hectares na safra 2016/2017. Esse incremento na produção se deve, principalmente, ao aumento da produtividade. O estado do Mato Grosso tem importante participação no cenário da produção brasileira de soja, sendo o maior produtor da cultura no país e representando 28% de toda a produção nacional na safra 2016/2017 (CONAB, 2017).

A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo. Empregam-se várias técnicas de manejo para se atingir a máxima lucratividade em uma lavoura comercial de soja, além de se contar com o clima favorável. Destacam-se, entre essas técnicas, o controle de doenças, plantas daninhas e insetos, o preparo conservacionista do solo, a seleção de cultivares adaptadas para a região, o emprego eficaz de fertilizantes e corretivos, o uso de sementes de qualidade e o arranjo espacial de plantas (CRUZ et al., 2016).

Nos últimos anos, o avanço de diversas tecnologias no manejo da soja, como o desenvolvimento de cultivares de maior porte e o aumento na capacidade produtiva do solo, contribuíram para a redução da população de plantas, que, em meados de 1980, era de 400 mil plantas ha<sup>-1</sup>, permitindo-se utilizar 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2013). A densidade de semeadura é amplamente estudada em relação à cultura da soja, visando definir a melhor população de plantas para cada tipo de cultivar disponível. Isso porque ela pode afetar expressivamente a velocidade de fechamento entre linhas, a produção de fitomassa, a arquitetura das plantas, a severidade de doenças, o acamamento e a produtividade da cultura. 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 (ARGENTA et al., 2001).

Na soja, há tolerância a ampla variação na população de plantas, alterando-se mais sua morfologia que o rendimento de grãos. Características morfofisiológicas tais como número de ramos por planta, comprimento de ramos e números de nós férteis têm relação com o potencial produtivo da planta de soja, uma vez que representam maior superfície fotossintetizante e também potencialmente produtiva por meio do número de locais para surgimento de gemas reprodutivas. Em contrapartida, o número e o comprimento de ramos podem constituir demanda adicional que desvia os fotoassimilados que, de outra forma, seriam aproveitados na fixação e na produção de estruturas reprodutivas (RIBEIRO et al., 2017).

A soja apresenta alta plasticidade quanto à resposta ao arranjo espacial de plantas, alterando o número de ramificações, de vagens e de grãos por planta, bem como o diâmetro do caule, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas (EMBRAPA, 2013). Perante condições de menor densidade, a tendência é que as plantas elevem suas médias de modo a compensar a produtividade de grãos, no entanto deve-se levar em conta que espaços vazios deixados na linha podem ocasionar o desenvolvimento de plantas daninhas e levar ao estabelecimento de plantas de soja com porte reduzido (VAZ BISNETA, 2015).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades de plantas na linha sobre os componentes produtivos e a produtividade de grãos de duas cultivares de soja.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento de outubro de 2016 a fevereiro de 2017, em área experimental da Agropel Sementes, Sinop, MT, localizada a 11°54'56"S, 55°29'57"W. Identificou-se o solo da área como latossolo vermelho-amarelo, com as seguintes características químicas: pH<sub>CaCl2</sub> = 5,2, matéria orgânica — M.O. = 40 g dm<sup>-3</sup>; P<sub>Melich1</sub> = 8,4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,23 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,73 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,73 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al + H = 3,75 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 55,6%; argila = 544 g kg<sup>-1</sup>; silte = 134 g kg<sup>-1</sup>; areia = 322 g kg<sup>-1</sup>. Os tratamentos estudados foram constituídos de duas cultivares de soja de ciclo precoce, recomendadas para a região médio-norte do estado do Mato Grosso. A cultivar BRS 7380 RR é material transgênico resistente ao herbicida glyphosate, de alto teto produtivo, de hábito de crescimento indeterminado, e que apresenta resistência aos dois nematoides de galha, a seis raças de nematoides de cisto e tolerância ao nematoide das lesões radiculares. A cultivar BRS 7780 IPRO é material determinado, apresenta alto teto produtivo com estabilidade e resistência ao nematoide de galha da espécie *Meloidogyne incognita*.

Conduziu-se o experimento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 × 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas cultivares (BRS 7380 RR e BRS 7780 IPRO) e cinco densidades de semeadura, que foram de 140, 200, 260, 320 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de soja espaçadas

0,45 m entre si, com 5 m de comprimento. Consideraram-se, como bordadura, as duas linhas de cada extremidade lateral, o que resultou em área útil de 4,5 m<sup>2</sup>. Instalou-se o experimento sob palhada de *Urochloa brizantha*, em semeadura direta. A semente foi tratada com piraclostrobina (25 g L<sup>-1</sup>), tiofanato metílico (250g L<sup>-1</sup>), fipronil (250g L<sup>-1</sup>) na dose de 200 mL p.c./100 kg de sementes, e inoculada com *bradyrhizobium japonicum* na dose recomendada pelo fabricante. Os tratos culturais seguiram as recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), de 2013. Efetuou-se a semeadura em 15 de outubro de 2016, com a utilização de 350 kg/ha de fertilizante com formulação 0:18:18 (N-P-K) no sulco de semeadura.

Avaliaram-se as seguintes características: altura de plantas, número de vagens, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. As avaliações dos componentes produtivos foram realizadas após coleta de 10 plantas na área útil de cada parcela, no estádio R9. Após a pesagem das parcelas, corrigiu-se a umidade para 13% e, posteriormente, transformaram-se os valores em kg ha<sup>-1</sup>. Submeteram-se os resultados obtidos à análise de variância pelo teste F, sendo o fator qualitativo (cultivar) comparado pelo teste F e o fator quantitativo (população) por regressão, com auxílio do *software* Sisvar<sup>®</sup>, versão 5.6.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

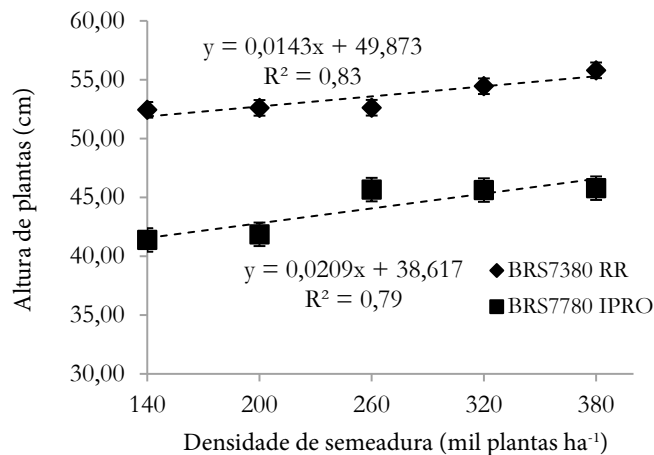
Apresenta-se o resumo da análise de variância para as variáveis influenciadas por algum dos tratamentos e/ou suas interações na Tabela 1.

Pela Figura 1, pode-se observar que a cultivar BRS 7380 RR apresentou altura média (0,52 m) superior à BRS 7780 IPRO (0,45 m). Essa característica é determinada, em grande parte, pela influência genética da cultivar, motivo por que a primeira, de tipo de crescimento indeterminado, apresenta porte superior ao segunda, de tipo determinado. Pode-se observar também que, para ambas as cultivares, o aumento da densidade proporcionou aumento na altura das plantas. Isso pode ser explicado pelo fato de que, com o aumento da densidade de semeadura, cresce a competição intraespecífica por nutrientes, água e principalmente luz, o que leva ao estiolamento das plantas. Ao se elevar a densidade de plantas e estimular a competição entre elas, ocorre menor disponibilidade de fotoassimilados para

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para as variáveis que foram influenciadas pelos tratamentos.

Causas da variação	Altura de planta	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
Cultivar	141,7**	166,8**	67,14**	19,43**	0,86 <sup>ns</sup>
População	6,45**	7,49**	3,67*	1,08 <sup>ns</sup>	2,56*
Cultivar × População	2,67*	1,3 <sup>ns</sup>	3,18*	1,61 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Média	49,24	39,64	2,31	15,87	3276
CV (%)	6,25	15,9	6,15	4,05	6,83

\*Significativo a 5 % pelo teste de F; \*\*significativo a 1% pelo teste de F; <sup>ns</sup>não significativo pelo teste de F a 5%; CV: coeficiente de variância.



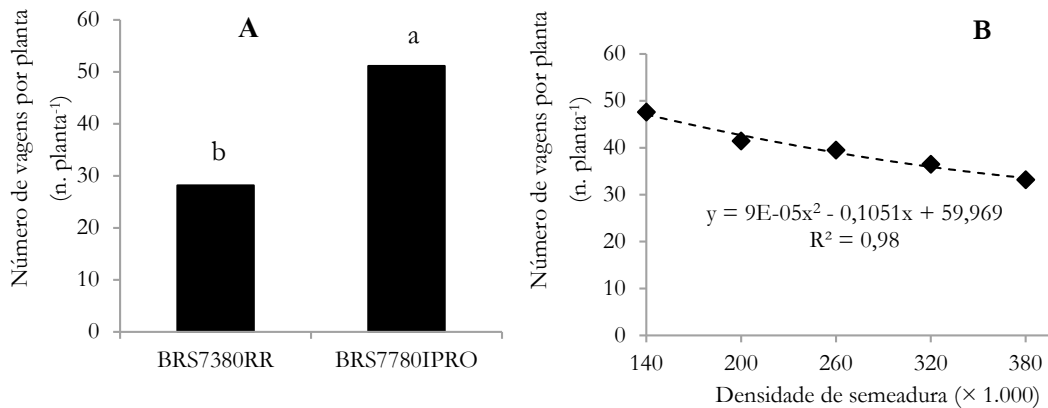
\*Barras na vertical referem-se ao erro padrão da média.

**Figura 1.** Altura de plantas das cultivares BRS 7380 RR e BRS 7780 IPRO em função das densidades de semeadura. Sinop (MT), 2017.

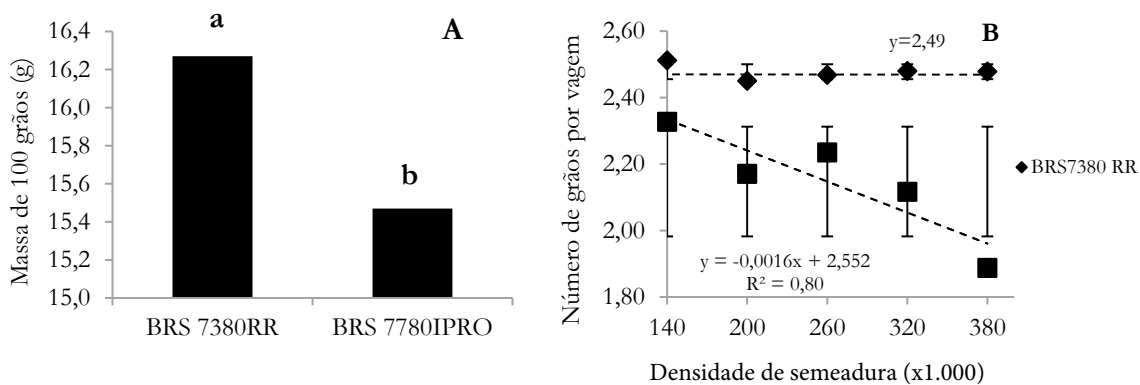
o crescimento vegetativo na forma de ramificações, e estes são distribuídos preferencialmente para o crescimento da haste principal (MAUAD et al., 2010). Aumentos na altura de plantas em função do aumento da densidade de plantio também foram constatados por Cruz et al. (2016), Mauad et al. (2010) e Balbinot Junior et al. (2015).

O número de vagens por planta estabelece-se pelo balanço entre a produção de flores por planta e a proporção destas que se desenvolve até vagem. Já o número de flores por planta é limitado pela quantidade de flores por nó e pelo número de nós por planta (JIANG & EGLI, 1993). Viram-se diferenças entre as cultivares: a BRS 7780 IPRO apresentou média de legumes por planta superior à da cultivar BRS 7380 RR nas densidades de semeadura analisadas (140, 200, 260, 320 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>) (Figura 2A). Ocorreu, porém, redução no número de vagens por planta com o aumento da densidade, para ambas as cultivares, ajustando-se a um modelo quadrático (Figura 2B). Tal resultado explica-se pelo fato de que, nas maiores densidades de semeadura, há maior disputa por luz e menor disponibilidade de fotoassimilados, o que faz com que a planta reduza o número de ramificações e origine número menor de nós, nos quais se desenvolvem as gemas reprodutivas, diminuindo-se, conseqüentemente, o número de vagens (BOARD & SETTIMI, 1986). Segundo Peixoto et al. (2000), o número de vagens por planta é um dos componentes produtivos que contribui para maior flexibilidade na variação da população, permitindo aumento ou redução sem que se observe diminuição no rendimento de grãos. Variações no número de vagens por planta em função da densidade de semeadura também foram observadas por Peixoto et al. (2000), Ribeiro et al. (2017) e Schidlowski & Modolo (2012).

Para a massa de 100 grãos, houve diferença entre as cultivares, tendo a cultivar BRS 7380 RR e a BRS 7780 IPRO apresentado as médias de 16,3 e 15,5 g, respectivamente (Figura 3A). Esse comportamento já havia sido descrito por Balbinot Junior et al. (2015), que afirmam que essa é uma variável influenciada pelas características genéticas da planta e pouco influenciada pelo ambiente.



**Figura 2.** (A) Número de vagens por planta das cultivares BRS 7380 RR e BRS 7780 IPRO (B) e número de vagens por planta, de ambas as cultivares, em função da densidade de semeadura. Sinop, MT, 2017.



\*Barras na vertical referem-se ao erro padrão da média.

**Figura 3.** (A) Massa de cem grãos e (B) número de grãos por vagem das cultivares BRS 7380 RR e BRS 7780 IPRO, em função da densidade de semeadura. Sinop, MT, 2017.

Não se observou, porém, efeito das populações de plantas em relação à massa de 100 grãos para nenhuma das cultivares estudadas. A massa de 100 sementes é, dos componentes da produção, aquele que apresenta a menor variação percentual em função das alterações ambientais no meio. Assim, em condições adversas, a planta preferencialmente formará poucas sementes nas vagens fixadas, ao invés de várias e malformadas, pois seu objetivo biológico principal é a perpetuação da espécie (LIMA et al., 2009).

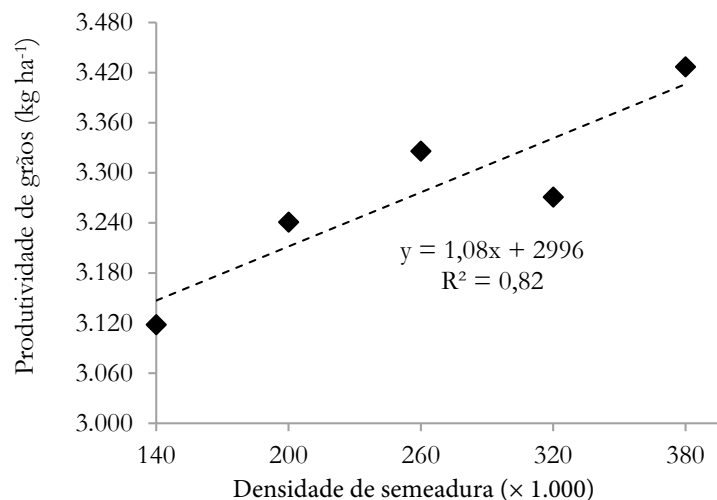
Já para o número de grãos por vagem (Figura 3B), observa-se que não houve diferenças para a cultivar BRS 7380 RR, independentemente do aumento da população. Já para a BRS 7780 IPRO, o aumento da população fez com que diminuísse o número de grãos por vagem, de forma linear, como uma forma que a planta tem de compensar a diminuição de espaço, luz e nutrientes, mas formando sementes saudáveis. Resposta semelhante foi encontrada por Ribeiro et al. (2017). Segundo Mauad et al. (2010), tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que, nas menores densidades de semeadura, tenha ocorrido maior produção de vagens por planta (Figura 2B) e maior número de grãos por vagens (Figura 3B), não ocorrendo tão intensa limitação por luz. Isso se evidencia pela melhor distribuição de plantas na área, o que se traduz em produção de fotoassimilados necessários para o enchimento de grãos. Resultados divergentes foram encontrados por Cruz et al. (2016) e Schidlowski e Modolo (2012), que verificaram que a massa de grãos observada não sofreu alteração em função das diferentes populações de plantas, assim como ocorreu com BRS 7380 RR.

No que se refere à produtividade de grãos, não houve diferenças entre as cultivares estudadas. Para ambas, o aumento na densidade de semeadura até 380 mil plantas por hectare proporcionou aumento na produtividade de grãos. Na menor densidade, observou-se produtividade de grãos de 3.140 kg ha<sup>-1</sup> e, na maior densidade, 3.390 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4).

Como não houve alteração na massa de grãos mediante as densidades analisadas, pôde-se relacionar esse aumento de produtividade ao número de vagens por planta (Figura 2A). Apesar de esse número ter diminuído com o aumento da densidade de semeadura (Figura 2B), a maior quantidade de plantas proporcionou maior número de vagens por hectare. Multiplicando-se o número de vagens por planta pelo número destas por metro obtêm-se 567,72 e 299,9 vagens por metro, respectivamente, na maior e menor população, resultado semelhante ao encontrado por Cruz et al. (2016). Büchling et al. (2017), no entanto, testando populações de 150 a 450 mil plantas há<sup>-1</sup>, constataram nas cultivares utilizadas a capacidade de manter a produtividade de grãos estável com a mudança na população de plantas, diferentemente do ocorrido neste estudo.

## CONCLUSÕES

As duas cultivares avaliadas apresentaram variações em seus componentes produtivos e na produtividade, em função do aumento na densidade de plantas na linha. Os aumentos observados, porém, não permitiram estabelecer as populações mais adequadas.



**Figura 4.** Produtividade média de grãos em função de cinco densidades de semeadura, para as cultivares de soja BRS 7380 RR e BRS 7780 IPRO. Sinop, MT, 2017.

## REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000600027>
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCOPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. **Densidade de plantas na cultura da soja**. Brasil: Embrapa Soja, 2015.
- BOARD, J.E.; SETTIMI, R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy Journal**, v.78, n.6, p.995-1002, 1986. <http://doi.org/10.2134/agronj1986.00021962007800060013x>
- BÜCHLING, C.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; BOTTEGA E.L. Uso da plasticidade morfológica como estratégia para a redução da população de plantas em cultivares de soja. **Agrarian**, v.10, n.35, p.22-30, 2017. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i35.3931>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quinto levantamento**, abril/2017. Brasília: CONAB, 2017. 157 p.
- CRUZ, S.C.S.; SENA JUNIOR, D.G.; SANTOS, D.M.A.; LUNEZZO, L.O.; MACHADO, C.G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.3, n.1, p.1-6, 2016. <https://doi.org/10.32404/rean.v3i1.431>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2014**. Londrina: EMBRAPA, 2013. 265 p.
- JIANG, H.; EGLI, D.B. Shade induced change in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. **Agronomy Journal**, v.85, n.2, p.221-225, 1993. <https://doi.org/10.2134/agronj1993.00021962008500020011x>
- LIMA, E.V.; CRUSCIL, A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agrônômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.69-80, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100008>
- MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA NETO, A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v.3, n.9, p.175-181, 2010.
- 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 rendimentos de grãos. **Scientia Agricola**, v.57, n.1, p.89-96, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000100015>
- RIBEIRO, A.B.M.; BRUZI, A.T.; ZUFFO, A.M.; ZAMBIAZZI, E.V.; SOARES, I.O.; VILELA, N.J.D.; PEREIRA, J.L.A.R.; MOREIRA, S.G. Productive performance of soybean cultivars grown in different plant densities. **Ciência Rural**, v.47, n.7, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160928>
- SCHIDLowski, L.L.; MODOLO, A.J. Efeito do espaçamento e população de plantas no desempenho agrônômico da soja. *In*: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 2., 2012, Dois Vizinhos. **Anais [...]**. 2012.
- VAZ BISNETA, M. **Influência do tipo de crescimento, época e densidade de semeadura em caracteres morfoagronômicos de cultivares de soja**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.