

Variação na densidade de plantas de uma cultivar de soja com alto potencial de engalhamento

Gabriel Castoldi¹ e Ana Paula Morais Mourão Simonetti²

Resumo: A definição da correta densidade de plantas é fator fundamental para o sucesso no cultivo da soja. Objetivou-se assim avaliar a resposta de uma cultivar de soja com potencial para engalhamento a variações na densidade de plantas. O experimento, conduzido em Capitão Leônidas Marques – PR em blocos casualizados com quatro repetições, testou a cultivar NA 5909 RG, nas densidades de 8, 11, 14, 17 e 20 plantas m⁻¹, em espaçamento entrelinhas de 0,45 m. A variação da densidade não afetou a altura das plantas, a altura de inserção da 1ª vagem e nem o número de grãos por vagem, que apresentaram, respectivamente, valores médios de 99 cm, 17 cm e 2,3. O peso de 100 grãos, entretanto, foi maior quanto maior foi a população – variação de 14,7 g (8 pl m⁻¹) a 15,6 g (20 pl m⁻¹). O maior peso de grãos nas maiores populações foi responsável por compensar a redução do número de vagens e de grãos por planta quando do aumento da população. Notadamente, o engalhamento das plantas nas menores populações foi maior - aumento de 1,98 (20 pl m⁻¹) para 3,96 galhos pl⁻¹ (8 pl m⁻¹), reflexo da capacidade de compensação da cultura da soja. Todas as variações, entretanto, não resultaram em alterações na produtividade, que na média foi de 4.132 kg ha⁻¹. Conclui-se assim, que em condições de alta fertilidade, é possível reduzir a densidade de plantas da cultivar NA 5909 RG a 8 pl m⁻¹ sem resultar em prejuízos à produtividade.

Palavras-chave: *Glycine max*, população, produtividade.

Variation in the plant density of a soybean cultivar with high ability to produce branches

Abstract: The definition of the correct plant density is a key factor for the success in soybean cultivation. Thus, it was aimed to evaluate the response of a soybean cultivar with high ability to produce branches to variation in plant density. The experiment, carried out in Capitão Leônidas Marques (PR, Brazil) in a randomized blocks design with four replicates, tested the soybean cultivar NA 5909 RG, planted in the density of 8, 11, 14, 17 and 20 plants per meter, in a row spacing of 0.45 m. The density variation did not affect the height of the plants, the height of insertion of the 1st pod and the number of grains per pod, which presented, respectively, mean values of 99 cm, 17 cm and 2.3. The weight of 100 grains, however, was higher in the lowest population - ranging from 14.7 g (8 pl m⁻¹) to 15.6 g (20 pl m⁻¹). The higher grain weight in the greatest densities was responsible for compensating for the reduction in the number of pods and grains per plant when the population increased. Notably, the number of branches increased in highest plant densities – increase of 2 (20 pl m⁻¹) to 4 pl⁻¹ (8 pl m⁻¹) branches per plant, reflecting the soybean compensation capacity. All variations,

¹ Formando no Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. gah_castoldi@hotmail.com

² Engenheira Agrônoma. Doutora e Coordenadora do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. anamourao@fag.edu.br

however, did not result in changes in grain yield, which on average was 4,132 kg ha⁻¹. It is concluded that under conditions of high soil fertility, it is possible to reduce the plant density of the soybean cultivar NA 5909 RG until to 8 pl m⁻¹ without resulting in loss to yield.

Key words: *Glycine max*, population, grain yield.

Introdução

O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das atividades de maior importância econômica no agronegócio brasileiro, devido ao seu grande potencial produtivo e sua composição química e nutritiva, que lhe confere diferentes aplicações na alimentação humana e animal, com relevante papel sócio econômico, além de ser matéria prima indispensável na impulsão de diversos complexos agroindustriais (MAUAD *et al.*, 2010).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial, atrás apenas dos EUA. Na safra de 2015/2016, o Brasil foi responsável por produzir aproximadamente 95,631 milhões de toneladas de grãos cultivados em uma área de 33,177 milhões de hectares. Como maior produtor do Brasil, o estado do Mato Grosso destacou-se com produção de 26.058 milhões de toneladas em 9,140 milhões de hectares cultivados. O estado do Paraná, no entanto, detém a maior produtividade média, 3.141 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016).

O crescimento da produção de soja no Brasil se deve a fatores diversos, sendo a geração de tecnologias um dos principais (ROESSING *et al.*, 2005). São vários os fatores que definem altas produtividades, entretanto, os fatores climáticos se tornam os mais determinantes, em especial a distribuição de chuvas, sem diminuir a ação e importância de outros, como a capacidade produtiva do solo e a semeadura na época indicada com uma população adequada no qual também se tornam fundamentais para se ter sucesso na lavoura.

Para o aumento da produtividade, a utilização e aperfeiçoamento de novos métodos e técnicas se tornam necessários. Dentre as técnicas, a associação de arranjos espaciais e população de plantas tem se destacado como ferramenta de grande potencial para se obter aumento na produtividade (BRACHTVOGEL *et al.*, 2009). A cultura da soja caracteriza-se por apresentar alta plasticidade, ou seja, é capaz de se adaptar às condições ambientais e de manejo, através de modificações na morfologia da planta, arquitetura e componentes do rendimento, podendo estas estarem relacionadas com o espaçamento entre linhas, a fertilidade do solo e a população de plantas (PIRES *et al.*, 2000; RAMBO *et al.*, 2003).

Quanto ao efeito da população de plantas, tanto a redução como o aumento da população de plantas quando comparados com a população indicada ou a ser buscada tem que ser bem estudadas, por conta de que as características intrínsecas ao genótipo juntamente com

as condições ambientais alteram o resultado final (LUDWIG *et al.*, 2011). Esta questão é de grande importância, uma vez que uma correta distribuição de plantas na área irá consequentemente resultar em melhor aproveitamento dos recursos, juntamente com uma cobertura de solo mais eficiente, oferecendo assim melhores condições para o desenvolvimento das plantas.

O uso de populações acima do recomendado gera aumentos nos gastos com sementes, bem como favorece a ocorrência de acamamento das plantas. Já o uso de populações abaixo do recomendado, pode favorecer o desenvolvimento de ervas daninhas, bem como resultar em plantas com grande ramificação e altura reduzida, o que poderia aumentar as perdas na colheita (VASQUEZ *et al.*, 2008). Dentro deste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros produtivos de uma cultivar de soja com potencial para engalhamento em resposta a variações na população de plantas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Capitão Leônidas Marques – PR, sob a latitude 25°27'46,2''S, longitude 53°35'15,7''W e altitude 385,5 m. O clima da região, segundo classificação de Köppen e Geiger, é do tipo Cfa, com clima quente e subtropical, temperatura média de 19,5 °C e pluviosidade de 1.787 mm anual.

O solo da área experimental é classificado com um LATOSSOLO VERMELHO distrófico (EMBRAPA, 2006), de textura muito argilosa e alta fertilidade. Antes da implantação do experimento, uma amostra composta de solo (camada de 0,0 a 0,2 m) foi coletada e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Características químicas do solo da área experimental (camada de 0,0 a 0,2 m).

Prof cm	pH (CaCl ₂)	C g/dm ³	K -----	Ca	Mg cmol _c /dm ³	Al -----	H+Al	V -- %	m ---	P mg/dm ³
0-20	5,40	15,38	0,21	7,94	2,53	0,00	4,96	68	0	5,38

Extrator: P e K (HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ mol/L); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol/L)

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dados por distintas densidades de plantas de soja: 8, 11, 14, 17 e 20 plantas ha⁻¹, em um espaçamento entrelinhas de 0,45 m. Cada parcela foi composta quatro linhas de semeadura, com 5 m de comprimento cada. Utilizou-se a cultivar 'NA 5909 RG', da Nidera®, de ciclo semi-precoce, hábito de crescimento indeterminado e com alta capacidade de engalhamento.

110 **Tabela 2** - Projeção do número de plantas por m⁻¹ e ha⁻¹ em diferentes tratamentos.

Tratamento	Plantas m ⁻¹	Plantas ha ⁻¹
1	8	177.777
2	11	244.444
3	14	311.111
4	17	377.777
5	20	444.444

111
 112 A semeadura da soja foi realizada em 08/10/2016, sob palhada da cultura do trigo.
 113 Utilizou-se uma semeadora-adubadora da marca Planti Center®, e com 9 linhas espaçadas
 114 entre-si 0,45 m. A taxa de semeadura foi de 28 sementes m⁻¹, e 15 dias após a semeadura
 115 (plantas em estágio V1) realizou-se o raleio para ajuste da densidade de acordo com os
 116 tratamentos. A adubação – realizada unicamente no sulco de semeadura – contou com a
 117 aplicação de 330 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-20 (N – P₂O₅ – K₂O).

118 Durante a condução do ensaio foram realizadas 4 aplicações de produtos sanitários,
 119 em 29/10/2016 (2,05 L.ha⁻¹ de Zapp®, 0,05 L.ha⁻¹ de Fulltec® e 0,12 L.ha⁻¹ de Akito®), em
 120 28/11/2016 (0,05 L.ha⁻¹ de Fulltec®, 1,23 kg.ha⁻¹ de Orthene®, 0,20 kg.ha⁻¹ de Elatus®, 0,12
 121 L.ha⁻¹ de Nomolt®, 0,40 L.ha⁻¹ de Abamex® e 0,5 kg.ha⁻¹ de Nimbus®), em 13/12/2016 (0,05
 122 L.ha⁻¹ de Fulltec®, 1,23 kg.ha⁻¹ de Orthene®, 0,12 L.ha⁻¹ de Nomolt®, 0,20 L.ha⁻¹ de Sphere
 123 Max® e 0,27 L.ha⁻¹ de Oberon®) e em 21/01/2017 (0,6 kg.ha⁻¹ de Larvin® e 0,40 L.ha⁻¹ de
 124 Northox®). Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador autopropelido, modelo
 125 Power Jet 4x2 barra traseira da marca Jan®.

126 A colheita foi realizada manualmente, em 18/02/2017. Para tal, foram coletadas as
 127 plantas de 2 m da área útil de cada parcela. Em 10 plantas de cada parcela mensurou-se altura
 128 (cm), altura de inserção da 1ª vagem (cm), número de galhos, número de vagens e número de
 129 grãos. As plantas foram então trilhadas manualmente e os grãos pesados e submetidos à
 130 determinação de umidade por meio do medidor de umidade G939 da marca Gehaka. A
 131 produtividade foi calculada em kg ha⁻¹, corrigindo-se a umidade a 13%. Amostras de grãos
 132 também foram separadas para determinação da massa de 100 grãos (g).

133 Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, com o auxílio
 134 do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Quando detectado efeito significativo
 135 dos tratamentos pelo teste F a 5% de probabilidade, procedeu-se análise de regressão linear e
 136 polinomial, ajustando-se as equações em função da significância dos parâmetros de regressão,
 137 do valor de F e do coeficiente de determinação ajustado (R²).

138
 139

Resultados e Discussão

A variação da densidade de plantas não afetou a altura das plantas (Alt), a altura de inserção da 1ª vagem (Ins 1ª) e nem o número de grãos por vagem (Gr Vag), que apresentaram, respectivamente, valores médios de 99 cm, 17 cm e 2,3 (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para os parâmetros produtivos da soja, cultivar NA5909, cultivada em diferentes densidades de semeadura. Capitão Leônidas Marques, PR, 2017.

	Alt	Ins 1ª	N Galh	N Vag	Gr Vag	Gr Pl	P100	Prod
Valor F	2,503 ^{ns}	3,142 ^{ns}	7,514 ^{**}	25,06 ^{**}	0,510 ^{ns}	42,54 ^{**}	3,313 [*]	0,502 ^{ns}
C.V. (%)	2,24	10,4	21,1	15,3	6,22	12,5	4,37	8,97
Média	99,3	17,2	2,97	50,8	2,3	118,4	15,2	4132

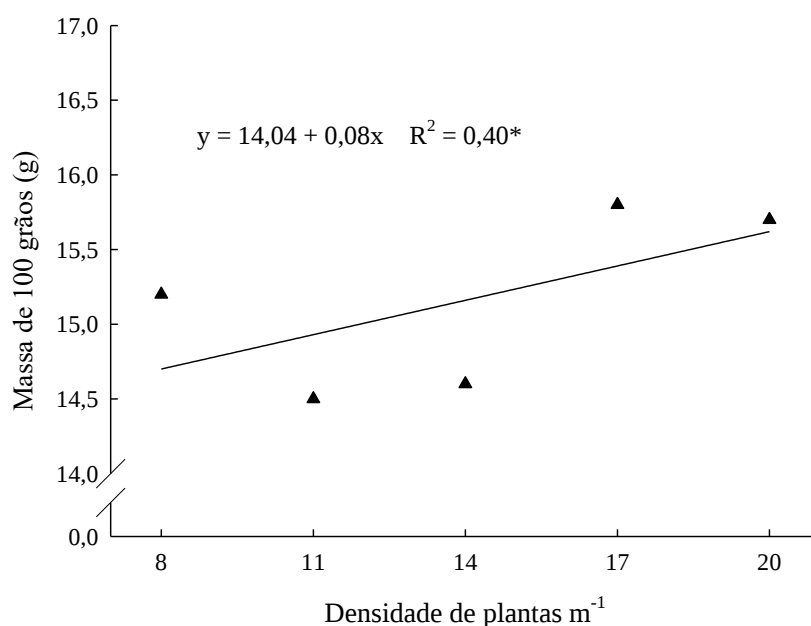
^{**}, ^{*} e ^{ns} = significativo a 1 e 5%, e não significativo.

Alt = Altura de plantas; Ins 1ª = Altura de inserção da 1ª vagem; N Galh = Número de galhos por planta; N Vag = Número de vagens por planta; Gr Vag = Número de grãos por vagem; Gr Pl = Número de grãos por planta; P100 = Peso de 100 grãos; Prod = Produtividade de grãos

A massa de 100 grãos, entretanto, foi maior quanto maior foi a população – variação de 14,7 g (8 pl m⁻¹) a 15,6 g (20 pl m⁻¹) (Figura 1), o que condiz com a avaliação de Tourino *et al.* (2002), onde constatou que a massa de 100 grãos aumentou conforme o aumento da densidade também. A maior massa de grãos nas maiores populações foi responsável por compensar a redução do número de vagens e de grãos por planta quando do aumento da população (Figuras 2 e 3). Na menor densidade (8 pl m⁻¹), cada planta de soja produziu 73 vagens e 173 grãos. Já na maior densidade (20 pl m⁻¹), cada planta de soja produziu 28 vagens e 64 grãos.

Figura 1 - Massa de 100 grãos de soja, cultivar NA5909, em função da densidade de semeadura. Capitão Leônidas Marques, PR, 2017.

* equação significativa a 5% de probabilidade.



A escolha pela qual foi feita pela regressão linear foi o qual obteve um efeito significativo no teste F a 5%, entretanto na regressão quadrática não foi significativa.

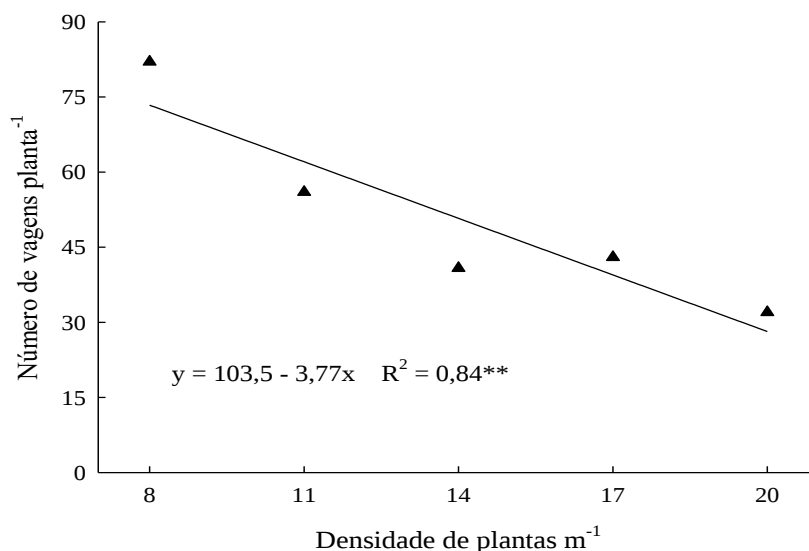
Em relação à altura de inserção da 1ª vagem e o número de vagens, não houve nenhum resultado significativo, diferente de Cougo *et al.* (2014) onde afirmam que a variação na população de plantas influenciou nos resultados tanto na altura da 1ª vagem quanto no seu número por planta, já Peixoto *et al.* (2000) afirmam que a espécie da soja tem tolerância a ampla variação na população de plantas, alterando mais a sua morfologia que o rendimento de grãos, em função da sua capacidade de compensação no uso do espaço entre as plantas.

Conforme a Figura 2 demonstra, à medida que aumenta a densidade de plantas, diminui consequentemente o número de vagens, o que condiz com os resultados de Mauad *et al.* (2010), no qual este resultado está relacionado ao fato de que em maiores densidades há uma maior competição por luz e uma menor disponibilidade de foto assimilados, fazendo com que a planta produza um menor número de nós e ramificações.

A medida que aumenta uma planta na densidade de plantio, consequentemente reduz 3,77 vagens, o que é demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Número de vagens por planta de soja, cultivar NA5909, em função da densidade de semeadura. Capitão Leônidas Marques, PR, 2017.

** equação significativa a 1% de probabilidade.

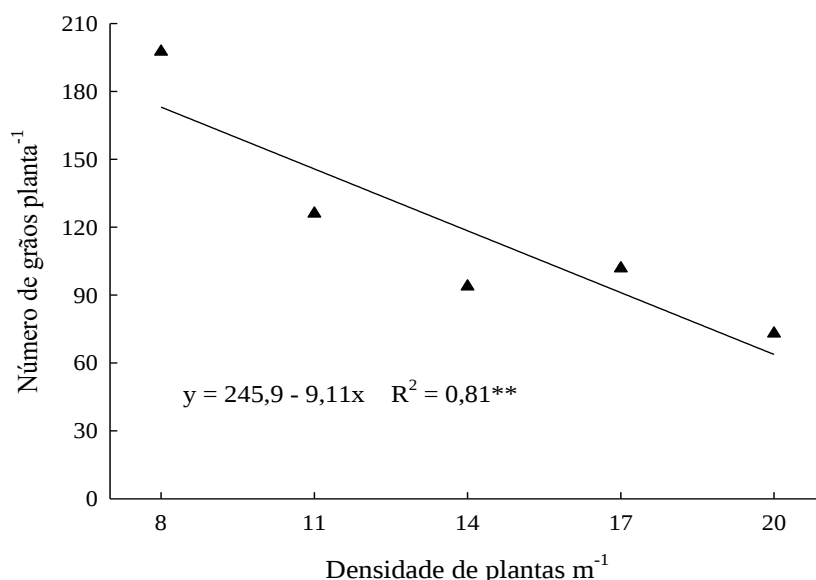


O número de grãos por vagem foi maior quanto menor foi a população, o que está de acordo com os resultados de Ludwig *et al.* (2011) no qual foi afetado pelo aumento do número de plantas, resultados estes que entram em contradição com os de Heiffig *et al.* (2002) no qual demonstrou que o número de grãos por planta se dá como uma característica genética onde não sofre influência de tratamentos.

Este resultado se deve talvez também a ação do hormônio Citocinina, no qual é produzido na raiz e auxilia no estímulo das gemas laterais.

Figura 3 - Número de grãos por planta de soja, cultivar NA5909, em função da densidade de semeadura. Capitão Leônidas Marques, PR, 2017.

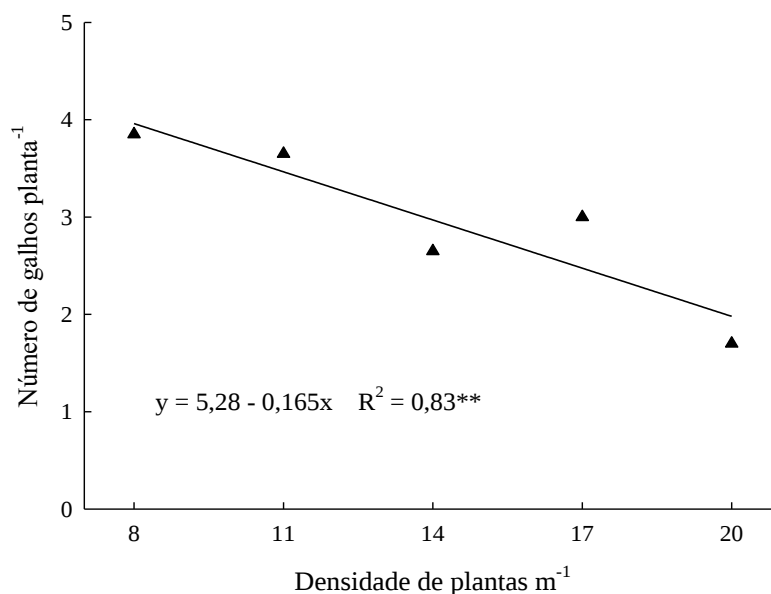
* equação significativa a 5% de probabilidade.



Para o número de galhos por planta, nota-se na Figura 4 que conforme menor a densidade de plantas, maior é o engalhamento, concordando com os resultados de Mauad *et al.* (2010) em experimentos que avaliaram o número de ramificações em função da densidade na cultura da soja.

Figura 4 - Número de galhos por planta de soja, cultivar NA5909, em função da densidade de semeadura. Capitão Leônidas Marques, PR, 2017.

** equação significativa a 1% de probabilidade.



Além disto, segundo Martins *et al.* (1999), a competição intraespecífica por parte das plantas por fatores ambientais do ambiente, especialmente a luz, faz com que determine um maior ou menor número de galhos, ou seja, devido ao número excessivo de plantas, ocorre uma menor disponibilidade de foto assimilados para o crescimento vegetativo das plantas na forma de ramificações.

Conclusões

Os resultados demonstraram que o número de vagens e grãos por planta, e o número de galhos diminuiu significativamente a medida que aumentou a densidade de plantas, enquanto que a produtividade de grãos não foi afetada em populações variando de 8, 11, 14, 17 e 20 plantas ha⁻¹.

Conclui-se assim, que em condições de alta fertilidade, é possível reduzir a densidade de plantas da cultivar NA 5909 RG a 8 pl m⁻¹ sem resultar em prejuízos à produtividade.

Referências

- BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v. 39, n.8, p. 2334-2339, 2009.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Soja em números (safra 2015/2016)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 04 abril 2017.
- COUGO, W. G.; OLIVEIRA, L. H. de.; GRIS, C. F.; FRONZA, V.; CARMOZINI, P.; VOLPE, R. Caracterização de cultivares de soja em diversas densidades de plantio para o estado de Minas Gerais. **6ª Jornada Científica e Tecnológica e 3º Simpósio de Pós Graduação do IFSULDEMINAS** 04 de Novembro de 2014, Pouso Alegre/ MG.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. V. 35, p. 1039-42, 2011.
- HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. de. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. de. S. **Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 81p.
- LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; FILHO, O. A. L.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e *Roundup Ready*TM. **Revista Ceres**, v. 58, n. 3, p. 305-313, 2011.

- 242 MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.;
243 LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e
244 desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba –SP, v. 56, n. 4,
245 p. 851-858, 1999.
- 246
247 MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da
248 densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista**
249 **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.
- 250
251 PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. de S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L.F. S.;
252 GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I.
253 Componentes da produção e rendimento de grãos. Piracicaba: **Scientia Agrícola**, v.57, n.1,
254 p.89-96. 2000.
- 255
256 PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER, A. R. Efeitos de populações e
257 espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa**
258 **Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1541-1547, 2000.
- 259
260 RAMBO, L.; COSTA, J. Á.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. (2003).
261 Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v. 33, p. 405-
262 411, 2003.
- 263
264 ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E. As perspectivas de expansão da
265 soja. In: CONGRESSO DA SOBER EM RIBEIRÃO PRETO, 43., 2006. **Anais...** São Paulo,
266 2005.
- 267
268 TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. de.; SALVADOR, N.; Espaçamento, densidade e
269 uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa**
270 **agropecuária brasileira.**, Brasília, v.37, n.8, p. 1071-1077, ago. 2002.