

## Expressão das características agronômicas da soja manejada sob diferentes épocas de semeadura e densidades de cultivo

### Expression of agronomic characteristics of soybean managed under different sowing times and cultivation densities

#### Márcio Peter \*

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

#### Francielen Lima da Silva

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

#### Letícia Barão Medeiros

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

#### Mariano Peter

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

#### Tiago Zanatta Aumonde

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

#### Tiago Pedó

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

**Revista de la Facultad de Agronomía**  
Universidad Nacional de La Plata, Argentina  
**ISSN:** 1669-9513  
**Periodicidad:** Semestral  
Vol. 120, núm. 2, 2021  
redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar  
**Recepción:** 24/06/2020  
**Aprobación:** 11/05/2021

**URL:** <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/23/232371003/index.html>

**DOI:** <https://doi.org/10.24215/16699513e075>

**\*Autor correspondente:** [marcio.peter@yahoo.com.br](mailto:marcio.peter@yahoo.com.br)



## Resumo

O trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes épocas de semeadura e densidades de cultivo na expressão de caracteres agronômicos da soja. O delineamento usado foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x5 (duas épocas de semeadura e cinco densidades de cultivo), em quatro repetições. A semeadura na primeira época foi realizada em 15 de novembro de 2018 e a segunda em 14 de dezembro de 2018. As densidades de cultivo foram de 160, 200, 240, 280 e 320 mil plantas por hectare. Foram avaliados altura de plantas, altura de inserção de primeiro legume, diâmetro de haste, número de ramificações, número de legumes, número de sementes, número de legumes na metade inferior e superior de plantas, massa de sementes na haste principal e nas ramificações, rendimento e massa de mil sementes. As densidades de semeadura não afetaram o rendimento de sementes, semeadura na primeira época favoreceu maior rendimento de sementes e maior massa de mil sementes. Em menores densidades de cultivo ocorreu maior ramificação das plantas e maior número de legumes por planta evidenciando a plasticidade fenotípica. O aumento da densidade de cultivos favorece maior proporção de sementes na haste principal e na metade superior das plantas.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, ambientes de cultivo, manejo populacional, produtividade, produção de sementes

## Abstract

The work aimed to evaluate the effect of different sowing times and crop densities on the expression of soybean agronomic characters. The design used was completely randomized in a 2x5 factorial scheme (two sowing times and five cultivation densities), in four replications. Sowing in the first season was carried out on November 15, 2018 and the second on December 14, 2018. The cultivation densities were 160, 200, 240, 280 and 320 thousand plants per hectare. Plant height, height of first pod insertion, stem diameter, number of branches, number of pods, number of seeds, number of pods in the lower and upper half of plants, seed mass in the main stem and branches were evaluated, yield and mass of a thousand seeds. Sowing densities did not affect seed yield, sowing in the first season favored higher seed yield and greater mass of a thousand seeds. At lower cultivation densities there was a greater branching of plants and a greater number of vegetables per plant, showing phenotypic plasticity. The increase in the density of crops favors a greater proportion of seeds in the main stem and in the upper half of the plants.

**Keywords:** *Glycine max*, cultivation environments, population management, productivity, seeds production

## INTRODUÇÃO

A produção brasileira de soja na safra agrícola 2018/2019 foi de 113,4 milhões de toneladas cultivadas em mais de 35 milhões de hectares, o que representa uma média de 3.186 kg.ha<sup>-1</sup>. O Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor em área cultivada com 5,7 milhões de hectares e produção de 18,6 milhões de toneladas, ficando atrás apenas do estado do Mato Grosso que possui a maior área semeada e maior produção (Conab, 2019).

A soja (*Glycine max*) é a principal *comodity* agrícola produzida no Brasil, o volume de exportação de soja em grãos em 2018 foi de 83,6 milhões de toneladas, seguido de farelo de soja e de óleo, respectivamente com 16,9 e 1,4 milhões de toneladas, gerando um acumulado de 40,9 bilhões de dólares em 2018 (Embrapa, 2019). O Principal mercado de destino é a China que nesta safra absorveu 78,3% do volume de soja exportado pelo Brasil (Cepea, 2019).

O uso de soja e seus derivados é de suma importância na formulação de rações para alimentação animal, extração de óleo, produção de combustíveis e com uma crescente demanda pelo seu uso na alimentação humana como fonte de proteínas e para substituição por alimentos como a carne e o leite e seus derivados (Cavalett & Ortega, 2010; Rigo, 2015).

Devido à grande importância econômica e social o cultivo da soja se expandiu ao longo do país sendo atualmente cultivada na grande maioria dos estados brasileiros. A disseminação da cultura condiciona os cultivos a uma grande diferença de ambientes de produção onde ocorrem variações na temperatura, incidência de radiação, altitude, regimes pluviométricos, diferentes tipos de solos e fotoperíodo. Variações destes fatores afetam diretamente o desenvolvimento da cultura da soja, o que pode afetar diretamente o rendimento de produção (Jiang et al., 2011; Balbinot Junior et al., 2018).

A época de semeadura e adaptabilidade de cada cultivar ao ambiente de cultivo estão diretamente ligados ao rendimento de sementes (Meotti et al., 2012). No Rio Grande do Sul a época de semeadura conforme o zoneamento agroclimático de risco (ZARC) se inicia a partir de 21 de setembro e encerra em 31 de dezembro, no sul do estado este período compreende entre 1 de outubro até 31 de dezembro (Brasil, 2018).

Semeaduras em períodos tardios promovem redução do ciclo da soja com maior influência no estágio vegetativo além de plantas de menor porte, menor número de nós por planta e redução no rendimento (Ludwig et al., 2010). A época de semeadura aliada a densidade de plantas são fatores fundamentais que definem a arquitetura das plantas, alterando a altura de plantas, número de ramificações, altura de inserção de primeiro legume e por consequência podendo afetar o rendimento de sementes.

A densidade de plantas de soja tem influência no número e na distribuição de legumes e principalmente no número de ramificações por planta, plantas cultivadas em menores densidades quando comparadas a plantas mais adensadas tendem a emitir maior número de ramos laterais que compensam no rendimento da cultura, o que é conhecido como plasticidade fenotípica (Procópio et al., 2013; De Luca & Hungria, 2014; Balbinot Junior et al., 2018). Por outro lado, Modolo et al. (2016) verificou alteração no rendimento da cultura em cultivos com diferentes densidades.

Cultivos com alta densidade de plantas de soja favorecem maior altura de planta, maior inserção de primeiro legume e menor diâmetro da haste principal o que ocorre devido a menor incidência de radiação solar direta e maior incidência de radiação difusa (Mauad et al., 2010; Pricinotto & Zucareli, 2014). Plantas de porte muito elevado estão sujeitos ao acamamento o que pode causar menor rendimento na cultura (Balbinot Junior et al., 2015). Em cultivos muito adensados há maior dificuldade de realizar o manejo fitossanitário, podendo ocorrer maior incidência de doenças e de insetos pragas prejudicando o rendimento e qualidade das sementes.

Desta forma, o objetivo do trabalho é avaliar a influência da época de semeadura e de diferentes densidades nos atributos de crescimento de plantas de soja, nos caracteres agrônômicos e no rendimento.

## METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no município de Turuçu, Rio Grande do Sul – Brasil nas coordenadas de latitude 31°27'49" S e longitude 52°11'41" O, na safra agrícola de 2018/2019. O solo onde foi

conduzido o experimento é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico (Embrapa, 2013). Com clima *Cfa* por *Köppen* com distribuição de chuvas ao longo do experimento de 95 milímetros mensais e temperatura média de 21,4°C com máximas de 39°C e mínimas de 8,2°C.

Para a adubação foi coletada uma análise de solo onde as características químicas do solo foram: profundidade de coleta 0 a 20 centímetros; teor de Fósforo, Potássio e de Enxofre de 77,2; 23 e 37,5 mg.dm<sup>3</sup>, respectivamente; CTCpH7 de 10,3; Alumínio, Cálcio e Magnésio, respectivamente de 0,2; 4,8 e 2,2 mmolc.dm<sup>3</sup>; Saturação de bases, Argila e matéria orgânica de 70; 22 e 1,66%; Cobre, Zinco, Manganês e Sódio de 0,8; 0,8; 43 e 33 mg.dm<sup>3</sup>.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com esquema fatorial 2x5, sendo duas épocas de semeadura e cinco densidades de cultivo. As semeaduras foram realizadas em 15 de novembro e 14 de dezembro de 2018. As densidades utilizadas foram de 160, 200, 240, 280 e 320 mil plantas por hectare. As unidades experimentais foram compostas por cinco linhas de cultivo de cinco metros e espaçadas em 0,5 metros. Para retirar o efeito de bordadura foram descartadas as plantas das duas linhas externas e 0,5 metros em cada extremidade das linhas.

A semeadura foi efetuada de forma manual com quantidade de sementes acima do recomendado e efetuado o raleio das plantas em excesso com 20 dias após a semeadura. A adubação de base utilizada foi de fertilizante N-P-K na formulação de 05-20-20. As sementes foram inoculadas com inoculante a base de *Bradyrhizobium Elcani* e *Japonicum*. Ao longo de desenvolvimento foi realizado o manejo de plantas daninhas, insetos praga e doenças conforme recomendações para a cultura.

Foram utilizadas dez plantas coletadas ao acaso do interior da área útil da parcela para avaliação. As variáveis avaliadas no experimento foram: altura de planta (AP, cm), altura de inserção de primeiro legume (IPL, cm), diâmetro de haste (DH, mm), número de ramificações (NR, unidades), , número total de legumes (NTL, unidades), número total de sementes (NTS, unidades), número de legumes na metade produtiva inferior (NLI, unidades), número de legumes na metade produtiva superior (NLS, unidades), massa de sementes na haste principal (MSHP, gramas), massa de sementes nas ramificações (MSR, gramas), rendimento (Rend, kg.ha<sup>-1</sup>) e massa de mil sementes (MMS, gramas).

O número de legumes na haste principal (NLHP), número de legumes nas ramificações (NLR), massa de sementes da metade produtiva inferior (MSI) e massa de sementes da metade produtiva superior (MSS) foram avaliados e calculados em relação a sua proporção e distribuição nas plantas.

Para as variáveis AP e IPL foi utilizada uma régua milimétrica para as medições, o DH foi avaliado com auxílio de paquímetro digital, para a MSHP, MSR, MSI e MSS foi utilizada balança digital com três casas decimais.

O rendimento foi avaliado pela coleta de 2m<sup>2</sup> de área útil do interior da parcela útil e o resultado foi transformado para kg.ha<sup>-1</sup>. A massa de mil sementes foi avaliada pela massa de oito repetições de 100 sementes posteriormente obtido a média e multiplicado por 10 (Brasil, 2009).

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homogeneidade de distribuição, posteriormente realizada a análise de variância para as variáveis avaliadas, as variáveis significativas para interação foram avaliadas em conjunto, variáveis não significativas para interação foram desmembradas para os efeitos individuais de cada fator. Quando significativo para o fator época foi realizado teste de médias por Tukey a 5% de significância, a densidade foi avaliada por regressão polinomial.

## RESULTADOS

A análise de variância apresentou significância para interação entre a época de semeadura e a densidade de cultivo para as variáveis altura de inserção de primeiro legume (IPL), número de legumes na metade superior da planta (NLS) e para a massa de sementes na metade superior das plantas (MSS) (Tabela 1).

O fator época de semeadura foi significativo a nível de 5% pelo teste F (Tabela 1) para altura de plantas (AP), diâmetro de haste (DH), número de ramificações (NR), número de legumes na haste principal (NLHP), número total de legumes (NTL), número total de sementes (NTS), número de legumes na metade superior (NLS), massa de sementes na haste principal (MSHP), massa de

sementes na metade inferior e superior das plantas (MSI e MSS), rendimento (Rend) e para a massa de mil sementes (MMS).

A densidade de cultivo foi significativa (Tabela 1) para 14 variáveis avaliadas, não sendo apenas para rendimento (Rend) e para a massa de mil sementes (MMS).

A altura de inserção de primeiro legume para a primeira época de cultivo foi superior em plantas cultivadas em densidades acima de 200.000 plantas por hectare, o que na segunda época de semeadura foi observado em cultivos acima de 240.000 plantas por hectare. A época de semeadura favoreceu maior altura de inserção de primeiro legume apenas para a densidade de cultivo de 320.000 plantas por hectare, sendo as plantas da segunda época de semeadura superiores as plantas da primeira época.

**Tabela 1**

*Análise de variância para as variáveis avaliadas em soja cultivada em duas épocas e cinco densidades de cultivo no município de Turuçu - RS, na safra 2018/2019.*

	GL <sup>2</sup>	AP <sup>1</sup>	IPL	DH	NR
Época	1	3948,16*	0,02 <sup>ns</sup>	26,89*	4,90*
Densidade	4	125,86*	102,15*	6,06*	12,27*
E x D	4	39,85 <sup>ns</sup>	23,78*	0,88 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
Bloco	3	2,31	3,13	0,41	0,20
Resíduo	27	24,8	8,46	0,39	0,59
C. V. <sup>3</sup>		4,61	9,83	7,82	18,71
	GL	NLHP	NLR	NTL	NTS
Época	1	1046,52*	11,66 <sup>ns</sup>	829,01*	2512,22*
Densidade	4	36,48*	1793,60*	2226,18*	10708,62*
E x D	4	19,45 <sup>ns</sup>	47,55 <sup>ns</sup>	90,05 <sup>ns</sup>	351,47 <sup>ns</sup>
Bloco	3	2,24	28,19	15,03	126,02
Resíduo	27	9,77	38,91	64,94	363,02
C. V.		9,07	26,41	13,88	15,5
	GL	NLI	NLS	MSHP	MSR
Época	1	46,22 <sup>ns</sup>	483,72*	205,99*	0,33 <sup>ns</sup>
Densidade	4	1934,69*	15,34*	6,84*	299,99*
D X E	4	62,97 <sup>ns</sup>	9,07*	4,63 <sup>ns</sup>	5,33 <sup>ns</sup>
Bloco	3	17,42	0,70	2,23	2,50
Resíduo	27	55,01	2,72	2,45	4,97
C. V.		18,89	8,77	11,64	25,07
	GL	MSI	MSS	Rend	MMS
Época	1	43,77*	51,18*	9612331,80*	6262,50*
Densidade	4	329,85*	3,22*	393729,19 <sup>ns</sup>	80,51 <sup>ns</sup>
D X E	4	6,68 <sup>ns</sup>	1,95*	395878,12 <sup>ns</sup>	19,74 <sup>ns</sup>
Bloco	3	2,78	0,55	237093,18	236,15
Resíduo	27	8,45	0,70	414713,57	44,07
C. V.		18,96	11,97	12,79	3,10

\*AP Altura de planta, IPL- altura de inserção de primeiro legume, DH- diâmetro de haste, NR- número de ramificações, NLHP- número de legumes na haste principal, NLR- número de legume nas ramificações, NTL- número total de legumes, NTS- número total de sementes, NLI- número de legumes na metade inferior, NLS- número de legumes na metade superior, MSHP- massa de sementes na haste principal, MSR- massa de sementes nas ramificações, MSI- massa de sementes na metade inferior das plantas, MSS- massa de sementes na metade superior das plantas, Rend- rendimento e MMS- massa de mil sementes<sup>2</sup> G.L.- Graus de liberdade<sup>3</sup> C.V.- Coeficiente de variação\* Valores significativos a nível de 5% de significância<sup>ns</sup> Valores não significativos a 5% de significância pelo teste F.

O número de legumes na metade superior das plantas foi superior em todas as densidades de cultivo na primeira época de semeadura com exceção da densidade de 280.000 plantas por hectare. Na segunda época de semeadura não houve diferença em relação as densidades de cultivo. A semeadura em primeira época favoreceu plantas com maior número de legumes na metade superior em todas as densidades de cultivo avaliadas.

A massa de sementes na metade superior de plantas foi maior para as densidades de cultivo de 160.000 e 240.000, não diferindo estatisticamente de cultivos nas densidades de 200.000 e 320.000 plantas, o menor valor foi observado em densidade de 280.000 plantas por hectare para a primeira época de semeadura. Na segunda época de semeadura as densidades de cultivos não afetaram a massa de sementes na metade superior das plantas. A semeadura na primeira época favoreceu maior massa de sementes na metade superior da planta para todas as densidades de cultivo, com exceção da densidade de 280.000 planta por hectare onde não foi observada diferença para o fator época (Tabela 2).

A época de semeadura teve influência significativa a nível de 5% pelo teste de tukey (Tabela 3) para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro de haste (DH), número de ramificações (NR), número de legumes na haste principal (NLHP), número total de legumes (NLT), número total de sementes (NTS), massa de sementes na haste principal (MSHP), massa de sementes na metade inferior das plantas (MSI), rendimento (REND) e para a massa de mil sementes (MMS).

A altura de plantas (AP) foi superior na primeira época de semeadura em relação a segunda para todas as densidades de cultivo avaliadas, resultados semelhantes foram observados para o diâmetro de haste das plantas (DH), número de legumes na haste principal (NLHP) e para a massa de mil sementes (MMS).

O número de ramificações (NR) não nas plantas não foi alterado entre as épocas de semeadura. Já, o número total de legumes (NLT) foi superior em soja cultivada na primeira época de semeadura. Enquanto que, o número total de sementes por planta (NTS) foi superior em cultivos de soja semeadas na primeira época.

O rendimento (REND) de sementes foi superior em cultivo de soja semeada na primeira época de semeadura de forma semelhante ao ocorrido com relação à massa de mil sementes (MMS).

O número de legumes na haste principal (NLHP) foi superior na primeira época em relação a segunda época de semeadura, sendo o número de legumes nas ramificações (NLR) não afetado devido ao fator época, porém ao aumentar o número de plantas por hectare há um aumento da proporção de sementes na haste principal (Figura 1a e 1b).

**Tabela 2**

*Interação entre os fatores época e densidade de semeadura de soja cultivada no município de Turuçu-RS na safra 2018/2019.*

Dens. <sup>2</sup>	IPL <sup>3</sup>		NLS		MSS	
	1 <sup>4</sup>	2	1	2	1	2
160	26,0 bA <sup>1</sup>	22,6 cA	24,7 aA	15,7 aB	9,1 aA	5,9 aB
200	27,7 abA	27,7 bcA	23,3 aA	15,8 aB	8,4 abA	5,8 aB
240	31,1 abA	30,5 abA	22,9 aA	16,2 aB	9,0 aA	6,4 aB
280	33,1 aA	31,2 abA	18,7 bA	15,2 aB	6,8 bA	6,2 aA
320	30,1 abB	35,7 aA	21,7 abA	13,6 aB	7,4 abA	5,0 aB

<sup>1</sup> Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a nível de 5% pelo teste de Tukey<sup>2</sup> Densidade de cultivo<sup>3</sup> IPL- altura de inserção de primeiro legume, NLS- número de legumes na metade superior das plantas e MSS- massa de sementes na metade superior<sup>4</sup> Épocas de semeadura (1- semeadura em 15 de novembro da 2018 e 2- semeadura em 14 de dezembro de 2018).

A massa de sementes na metade inferior e superior das plantas (MSI e MSS) foi maior em soja cultivada na primeira época de semeadura sendo a proporção de ambas ao longo da planta semelhante em ambas as épocas ocorrendo redução da proporção de sementes na metade inferior das plantas com o aumento da densidade de cultivo (Figura 1c e 1d).

A altura de plantas (Figura 2a) aumentou conforme o aumento da densidade de plantas em ambas as épocas de semeadura, sendo os maiores valores observados na densidade de 320.000 plantas por hectare, conforme regressão linear significativa a 5%, com bons coeficientes de determinação para a primeira época ( $R^2 > 0,44$ ) e para a segunda época ( $R^2 > 0,93$ ).

A altura de inserção de primeiro legume (Figura 2b) foi superior à medida que a densidade de cultivo foi maior em ambas as épocas com regressão linear significativa, sendo este efeito mais evidenciado no cultivo de segunda época onde se observou um coeficiente de determinação de 0,94 e para a primeira época de cultivo de 0,59.

O diâmetro da haste (Figura 2c) apresentou tendência de redução com o aumento das densidades de cultivo, observando-se valores maiores no cultivo com menores densidades e menores diâmetros nas maiores densidades observados em ambas as épocas de cultivo, ajustando-se a um modelo linear para ambas com coeficiente de determinação de 0,77 e 0,98 para a primeira e segunda época de cultivo, respectivamente.

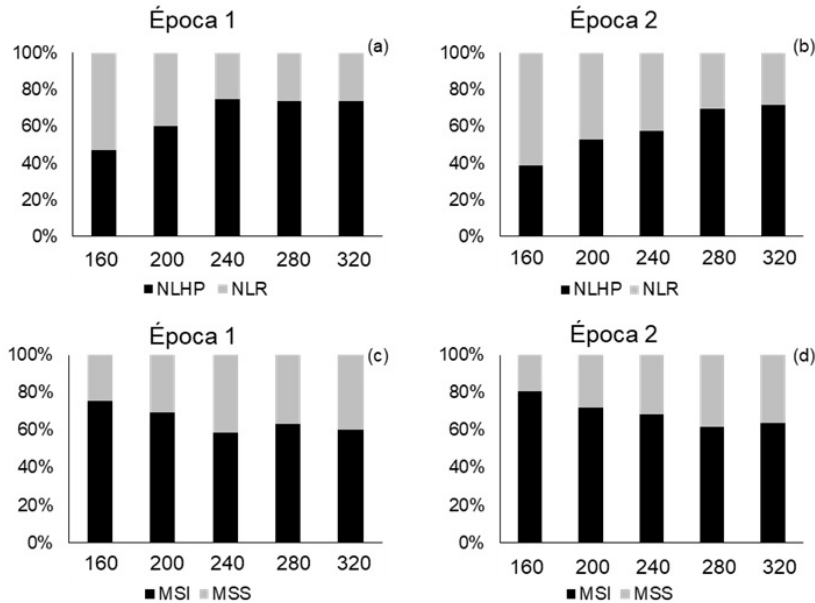
O número de ramificações (Figura 2d) decresceu conforme o aumento das densidades de cultivo para ambas as épocas de semeadura com regressões lineares significativas, com coeficientes de determinação de 0,85 e 0,99 para a primeira e segunda época de cultivo, respectivamente.

**Tabela 3**

*Comparação de médias entre o fator época de semeadura para o cultivo de soja no município de Turuçu-RS na safra 2018/2019.*

Den <sup>3</sup>	AP <sup>2</sup>		DH		NR		NTL	
	1 <sup>4</sup>	2	1	2	1	2	1	2
160	114,0	90,1	10,7	8,1	5,5	6,2	91,2	77,8
200	114,5	96,8	9,2	7,7	4,7	5,0	69,6	56,5
240	120,6	97,9	8,3	7,4	3,0	4,2	53,3	53,8
280	115,2	101,4	8,0	6,7	2,7	3,5	46,4	41,4
320	123,3	103,4	8,2	6,4	2,7	2,3	52,4	37,5
Ī	117,5A <sup>1</sup>	97,9B	8,9A	7,3B	3,7A	4,2A	62,6A	53,4B
Den	NTS		MSHP		Rend		MMS	
	1	2	1	2	1	2	1	2
160	193,2	169,2	17,4	11,3	5861,9	4798,1	224,5	198,9
200	141,5	122,2	16,3	11,0	5412,6	4135,1	226,1	196,8
240	115,5	115,5	16,6	11,8	5232,6	4782,7	223,3	198,2
280	92,7	88,2	13,7	11,6	5194,7	4576,6	228,3	207,8
320	111,0	79,5	14,5	10,2	5923,7	4420,9	227,9	203,4
Ī	130,8A	114,9B	15,7A	11,2B	5525,1A	4542,7B	226,0A	201,0B

<sup>1</sup> Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente a nível de 5% pelo teste de Tukey<sup>2</sup> AP- Altura de planta, DH- diâmetro de haste, NR- número de ramificações, NTL- número total de legumes, NTS- número total de sementes, MSHP- massa de sementes na haste principal, Rend- rendimento e MMS- massa de mil sementes.<sup>3</sup> Den.- densidade de cultivo<sup>4</sup> Épocas de semeadura (1- semeadura em 15 de novembro da 2018 e 2- semeadura em 15 de dezembro de 2018).



**Figura 1**

*Distribuição proporcional do número de legumes na haste principal e nas ramificações (1a e 1b) e proporção da massa de sementes na parte metade inferior e superior das plantas (1c e 1d). NLHP- Número de legumes na haste principal, NLR-Número de legumes nas ramificações, MSI-massa de sementes na metade inferior das plantas e MSS-massa de sementes na metade superior das plantas.*

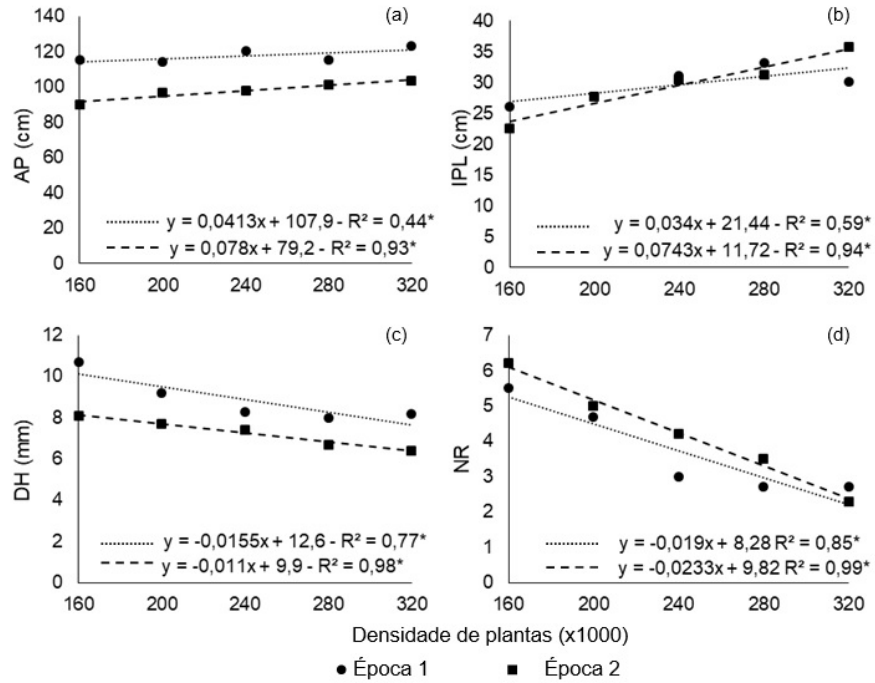
O número de legumes na haste principal (Figura 3a) reduziu ao aumentar a densidade de cultivo, onde verificou-se uma regressão linear significativa para a primeira época de semeadura ( $R^2=0,57$ ). Corroborando com o número de legumes nas ramificações (Figura 3b) que reduziu de forma drástica com o aumento da densidade de plantas em ambas as épocas de cultivo reduzindo assim a expressão deste componente. As regressões lineares foram significativas para ambas as épocas com coeficiente de determinação de 0,75 e 0,89 para a primeira e segunda época de cultivo respectivamente.

O número total de legumes (Figura 3c) e número total de sementes (Figura 3d) reduziram ao aumentar a densidade de cultivo para ambas as épocas de semeadura com tendência linear e significativa.

O número de legumes na metade inferior da planta (Figura 4a) e a massa de legumes na metade inferior da planta (Figura 4c) reduziram ao amentar a densidade de cultivo de forma mais intensa quando comparada a redução de número de legumes na metade superior (Figura 4b) e massa de sementes na metade superior (Figura 4d), nas quais também foi observada redução com o aumento da densidade de cultivo, porém com menor intensidade de redução.

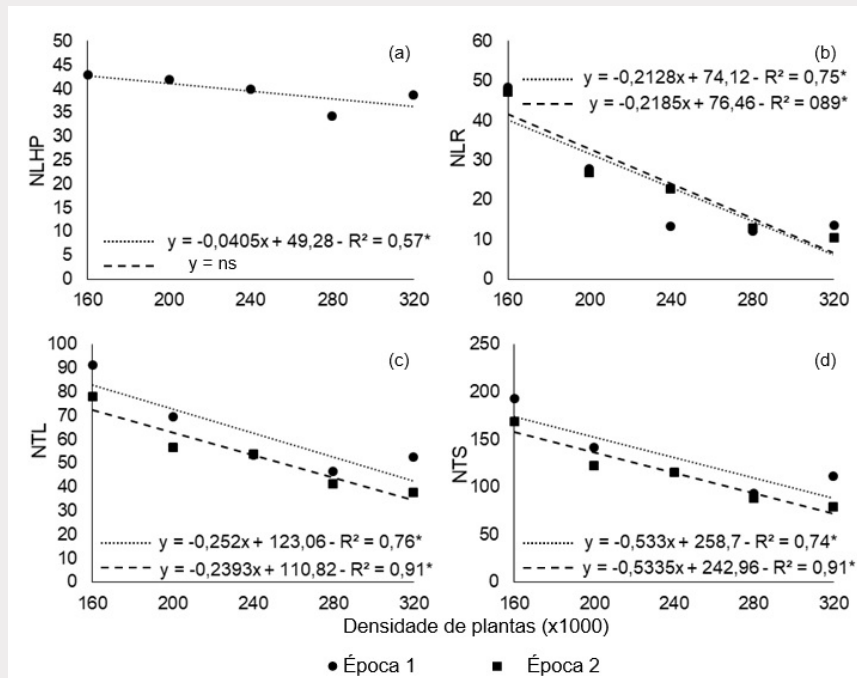
A massa de sementes na haste principal (Figura 5a) reduziu com o aumento da densidade de cultivo, o que também foi observado para a massa de sementes das ramificações (Figura 5b). A intensidade de redução foi superior para a massa de sementes nas ramificações.





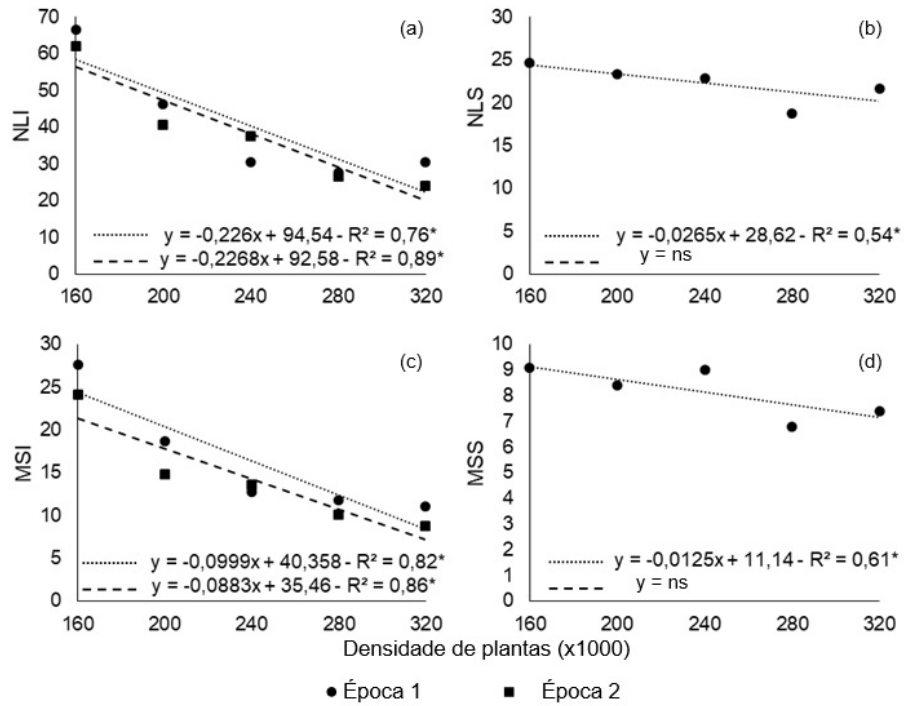
**Figura 2**

Polinômios ortogonais para as variáveis altura de planta (AP), altura de inserção de primeiro legume (IPL), diâmetro de haste (DH) e para o número de ramificações (NR) avaliadas em soja cultivadas nas densidades de cultivo de 160, 200, 240, 280 e 320 mil plantas por hectare em duas épocas de semeadura.



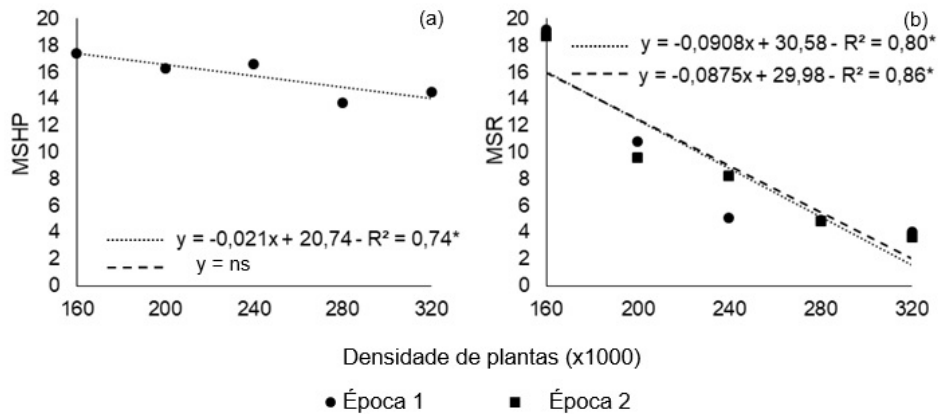
**Figura 3**

Polinômios ortogonais para as variáveis número de legumes na haste principal (NLHP), número de legumes nas ramificações (NLR), número total de legumes (NTL) e para o número total de sementes (NTS) avaliadas em soja cultivadas nas densidades de cultivo de 160, 200, 240, 280 e 320 mil plantas por hectare em duas épocas de semeadura.



**Figura 4**

Polinômios ortogonais para as variáveis número de legumes na metade inferior (NLI), número de legumes na metade superior (NLS), massa de sementes na metade inferior (MSI) e para a massa de sementes na metade superior (MSS) avaliadas em soja cultivadas nas densidades de cultivo de 160, 200, 240, 280 e 320 mil plantas por hectare em duas épocas de semeadura.



**Figura 5**

Polinômios Ortogonais para as variáveis massa de sementes na haste principal (MSHP), massa de sementes nas ramificações (MSR) e rendimento avaliadas em soja cultivadas nas densidades de cultivo de 160, 200, 240, 280 e 320 mil plantas por hectare em duas épocas de semeadura.

## DISCUSSÃO

A época de semeadura e a densidade de plantas influenciaram na expressão dos caracteres de altura de inserção do primeiro legume (IPL), número de legumes na metade superior da planta (NLS) e na massa de sementes na parte superior das plantas (MSS). A época de semeadura tem papel de suma importância na cultura da soja sendo responsável por expor a cultura a condições de clima mais favoráveis ao seu pleno desenvolvimento e expressão da produtividade (Peixoto et al., 2000).

O rendimento não foi influenciado pela densidade de cultivo considerando que a recomendação de cultivo desta cultivar é de 240.000 plantas por hectare o intervalo entre a menor e maior densidade de cultivo utilizadas houve adaptação das plantas ao ambiente, por ocorrer aumento no número de ramificações e maior massa de sementes por planta em cultivos conduzidos em menores densidades evidenciando a plasticidade fenotípica da soja dentro das densidades utilizadas. O aumento da densidade não afeta o rendimento de sementes de soja (Silva et al., 2010; Rodrigues et al., 2011).

A altura de plantas apresentou maiores valores com o aumento da densidade de plantas em ambas as épocas bem como a altura de inserção de primeiro legume que apresentou a mesma tendência, porém com maior intensidade na segunda época de semeadura. O aumento da densidade de plantas de soja aumenta a competição intraespecífica por fatores como água, nutrientes e principalmente por luz (Carvalho et al., 2017) causando alongamento do caule (Mauad et al., 2010) e consequentemente aumento da altura da inserção do primeiro legume.

Altura de inserção de primeiro legume foi superior para o fator época apenas na densidade de plantas de 320 mil plantas por hectare, porém para ambas as épocas as maiores alturas de inserção de primeiro legume foram observadas em densidades acima de 240 mil plantas por hectare e as menores alturas foram observadas na densidade de 160 mil plantas por hectare. A altura de inserção do primeiro legume aumenta conforme maiores densidades de cultivo, com o aumento da densidade ocorre um maior sombreamento das folhas basais ocorrendo um alongamento do caule (Carvalho et al., 2017) e ocorre maior competição intraespecífica por água, nutrientes e luz causando estiolamento das plantas (Mauad et al., 2010) e desta forma aumentando a altura de inserção do primeiro legume. Todos os resultados obtidos foram acima de 22,6 cm o que garante maior facilidade para a colheita mecanizada principalmente em áreas com maiores declividades do solo (Sedyama, 2016).

O número de legumes (NLS) e a massa de sementes na metade superior (MSS) das plantas de soja reduziu da primeira para a segunda época de semeadura com exceção da massa de sementes na metade superior na densidade de 280 mil plantas por hectare. O número de legumes e a massa de sementes na parte superior foi afetado pela densidade de plantas apenas na primeira época de semeadura onde nas densidades de 280 mil plantas foram observados os menores valores, as demais não diferindo entre si em ambas as épocas. O aumento da densidade de plantas favorece uma maior altura de plantas e desta forma ocorre o alongamento dos entre-nos da soja e desta forma não tendo influência direta na distribuição destas variáveis ao longo do caule da planta (Costa, 2013). O atraso da semeadura da soja pode favorecer a redução do período vegetativo e desta forma reduzindo o ciclo da soja devido a menor tempo de exposição da soja à fotoperíodos longos (Jiang et al. 2011), sendo assim ocorre menor altura de plantas e menor desenvolvimento favorecendo a redução do número de sementes e a massa de sementes na parte superior da planta bem como na planta inteira.

A época de semeadura influenciou na altura de plantas (AP), no diâmetro de haste (DH), no número de legumes na haste principal (NLHP), na massa de sementes na haste principal (MSHP) e na massa de mil sementes (MMS) de forma semelhante reduzindo a expressão destas variáveis na segunda época de semeadura em relação à primeira época. Semeadura em período tardio em relação à períodos recomendados expõe as plantas a um período vegetativo mais curto (Meotti et al., 2012) e desta forma absorvendo menor quantidade de nutrientes do solo, aproveitando de forma menos eficiente a energia luminosa devido à fotoperíodo menor (de Oliveira, 2010) para formação de fotoassimilados e conversão em energia disponível, formando plantas de menor porte como observado por Cruz et al. (2010), com menor diâmetro de hastes e de número de legumes na haste principal assim resultando em menor massa de sementes na haste principal. Plantas que se desenvolvem em período mais apropriado como a semeadura em período recomendado convertem melhor a energia luminosa em fotoassimilados e desta forma favorecendo maior massa de mil sementes.

O diâmetro da haste principal, o número de ramificações, o número de legumes nas ramificações, massa de sementes nas ramificações, número total de legumes e de sementes e número de legumes e massa de legumes na metade inferior das plantas reduzem com o aumento da densidade de plantas de soja, em maiores densidades há maior competição entre plantas e menor emissão de ramificações (Procopio et al., 2013; Balbinot Junior et al., 2015), semelhantes ao observado por Souza et al. (2016). O número de ramificações e de legumes por planta são as variáveis que possuem maior variação em relação à densidade de cultivo da soja evidenciando a capacidade de compensar o rendimento em menores densidades (Kumagai et al., 2015)

O número de ramificações foi menor na primeira época apenas na densidade de 240 mil plantas por hectare, não havendo diferença entre épocas para as demais densidades. Já, o número total de legumes foi superior na primeira época nas densidades de cultivo de 160, 200 e 320 mil plantas, sendo que nas demais densidades avaliadas não houve diferença para o fator época. O número total de sementes por planta apresentou superioridade na primeira época apenas na densidade de 320 mil plantas por hectare.

O rendimento de sementes foi superior em cultivo de primeira época de semeadura. Semeadura na segunda quinzena de novembro favorece a um maior desenvolvimento na cultura da soja em relação a semeadura na segunda quinzena de dezembro (Nakagawa et al., 1983) devido a fatores mais favoráveis de clima e fotoperíodo e assim favorecendo plantas mais bem desenvolvidas e mais produtivas. De Oliveira (2010) em seu estudo envolvendo duas épocas de semeadura observou maiores produtividades em soja semeada na segunda quinzena de outubro em relação a segunda quinzena de dezembro.

## CONCLUSÕES

A época de semeadura tem grande influência no rendimento e na massa de mil sementes, ocorrendo maiores resultados na semeadura em primeira época, porém as densidades utilizadas entre 160 a 320 mil plantas por hectare não afetam o rendimento na produção de sementes.

O número de ramificações e o número de legumes por planta nas ramificações aumentam em menores densidades de cultivo compensando o menor número de plantas através da plasticidade fenotípica da soja.

Com o aumento da densidade de cultivo há um aumento proporcional de sementes produzidas nas hastes principais das plantas aumentando também a proporção de sementes na metade superior das plantas, por plantas possuírem altura maior e maior altura de inserção de primeiro legume aumentando o risco e acamamento da cultura.

## BIBLIOGRAFIA

- Balbinot Junior, A.A., S.O. Procopio, H. Debiasi, J.C. Franchini & E.F. Panison.** 2015. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias* 36: 1215-1226.
- Balbinot Junior, A.A., M.C.N. Oliveira, J.C. Franchini, H. Bebiasi, C. Zucareli, A.S. Ferreira, & F. Werner.** 2018. Phenotypic plasticity in a soybean cultivar with indeterminate growth type. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 53(9) 1038-1044.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** 2009. Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. 398 pp.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** 2018. Secretaria de Política Agrícola - Portaria nº 154, de 25 de julho de 2018. Aprovação do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de soja no Estado do Rio Grande do Sul, ano-safra 2018/2019. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF. Ed. 143(1): 5.
- Carvalho, I.R., M. Nardino & V.Q. de Souza.** 2017. Melhoramento e cultivo da soja. n.1. Porto Alegre, Cidadela. 288 pp.
- Cavalett, O. & E. Ortega.** 2010. Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 18: 55-70.

- Centro de Estudios Avanzados en Economía Aplicada. CEPEA - Alves, L.R., A. Sanches, D.K.P. Silva, C. Sales, R. Spolidoro, L. Dias, K.E. Lacerda, & N.G. Ribeiro.** 2020. SOJA/RETRO 2019: Menor oferta e demanda firme sustentam preços em 2019. Piracicaba, janeiro.
- Companhia Nacional De Abastecimento. CONAB.** 2019. Série histórica: soja. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard>. Último acesso: Fevereiro de 2020.
- Costa, E.D.** 2013. Arranjo de plantas, características agrônomicas e produtividade de soja. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 71 pp.
- Cruz, T.V., C.P. Peixoto & M.C. Martins.** 2010. Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. *Scientia Agraria* 11(1): 033-042.
- de Luca, M.J. & M. Hungria.** 2014 Plant densities and modulation of symbiotic nitrogen fixation in soybean. *Scientia Agrícola* 71: 181- 187.
- de Oliveira, A.B.** 2010. Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidade de plantas. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 90 pp.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa.** 2013. Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação do solo. ed 3<sup>ª</sup>, Brasília, DF. 353 pp.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa.** 2019. Soja em números (safra 2018/19). Disponível em <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dadhttps://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos-economicos>. Último acesso: Junho de 2020.
- Jiang, Y., C. Wu, L. Zhang, P. Hu, W. Hou, W. Zu, & T. Han.** 2011. Long-day effects on the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] variety. *Plant Science* 180: 504-510.
- Kumagai, E., N. Aoki, Y. Masuya, & H. Shimono.** 2015. Phenotypic plasticity conditions the response of soybean seed yield to elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. *Plant Physiology* 169: 2021-2029.
- Ludwig, M.P., L.M.C. Dutra, A.O. Lucca Filho & L. Zobot.** 2010. Características morfológicas de cultivares de soja convencionais e Roundup Ready TM em função da época e densidade de semeadura. *Ciência Rural* 40(4): 759-767.
- Maud, M., T.L.B. Silva, A.I. Almeida Neto & V.G. Abreu.** 2010. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônomicas na cultura da soja. *Agrarian* 3(9): 175-181.
- Meotti, G.V., G. Benin, R.R. Silva, E. Beche & L.B. Munaro.** 2012 Épocas de semeadura e desempenho agrônomico em cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47(1): 14-21.
- Modolo, A.J., L.L. Schidlowski, L. Storck, G. Benin, T.O. Vargas & E. Trogello.** 2016. Rendimento de soja em função do arranjo de plantas. *Brazilian Journal of Agriculture* 91(3): 216-229.
- Nakagawa, J., C.A. Rosolem & J.R. Machado.** 1983. Épocas de semeadura de soja: I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 18(11): 1187-1198.
- Peixoto, C.P., G.M.S. Câmara, M.C. Martins, L.F.S. Marchiori, R.A. Guerzoni, & P. Mattiazzi.** 2000. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. *Scientia Agrícola* 57(1): 89-96.
- Pricinotto, L.F. & C. Zucareli.** 2014. Paclobutrazol no crescimento e desempenho produtivo da soja sob diferentes densidades de semeadura. *Revista Caatinga* 27: 65-74.
- Procópio, S.O., A.A. Balbinot Junior, H. Debiasi, J.C. Franchini & F. Panison.** 2013. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. *Revista de Ciências Agrárias* 56(4): 319-325.
- Rigo, A.A.** 2015. Obtenção e caracterização de farinhas de soja das cultivares BRS 267, BRS 257 e VMAX. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Departamento de ciências agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim. 89 pp.
- Rodrigues, O., M.C.C. Teixeira, P.F. Bertagnolli, E.R. Costenaro & A.C.P. Kapp.** 2011. Rendimento de grãos de soja: efeito do espaçamento e da densidade. *Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online*, 81. 16 pp. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp81.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp81.htm). Último acesso: Junho de 2020.

- Sediyama, T.** 2016. Produtividade da Soja. 1 ed. Ed. Mecenas. Londrina. 309 pp.
- Silva, L.S., M.C.C.L. Moura, R.N. Valadares, R.G. Silva & A.F.A. Silva.** 2010 Seleção de variedades de soja em função da densidade de plantio, na microrregião de chapadinha, nordeste maranhense. *Agropecuária Científica no Semi-Arido* 6(2): 07-14.
- Souza, R., I. Teixeira, E. Reis & A. Silva.** 2016. Soybean morphophysiology and yield response to seeding systems and plant populations. *Chilean journal of agricultural research* 76(1): 3-8.