

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JEFFERSON EDUARDO DALL ALBA

**POPULAÇÃO DE PLANTAS E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR DE
SOJA BMX ZEUS IPRO®**

**DOIS VIZINHOS
2021**

JEFFERSON EDUARDO DALL ALBA

**POPULAÇÃO DE PLANTAS E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR DE
SOJA BMX ZEUS IPRO®**

Plant population and productivity of BMX Zeus IPRO® soybean grow crops

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Paulo Fernando Adami

DOIS VIZINHOS

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JEFFERSON EDUARDO DALL ALBA

**POPULAÇÃO DE PLANTAS E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR DE
SOJA BMX ZEUS IPRO®**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Paulo Fernando Adami

Co-orientador: Vanderson Batista Vieira

Data de aprovação: 30 de novembro de 2021

Carlos André Bahry
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Karine Fuschter Oligini
Mestre em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2021

Dedico este trabalho à minha família, professores e amigos por toda paciência, ensinamentos e apoio recebido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida, dando-me tudo que preciso no momento certo.

A minha família que tanto ajudou nesta caminhada em busca do sonho, minha mãe Vânia e meu pai Gerson Dall” Alba, pela educação, humildade e princípios que recebi desde meu nascimento. A minha irmã Caroline pelos concelhos e por ser uma irmã tão atenciosa.

Ao orientador, Paulo Fernando Adami, este que tenho um enorme carinho, por todos os ensinamentos, ajuda e conselhos recebidos.

A UTFPR Campus Dois Vizinhos, bem como todos os professores da graduação, funcionários e terceirizados, que possibilitam a realização de toda as atividades científicas e teóricas.

Aos meus amigos de República, Emanuel Pires, Gustavo Gomes e Luís Felipe Wille, dos quais sempre recebi apoio, compartilhando bons e maus momentos, mas sempre ao meu lado. A todos meus amigos em especial Sandro Maurina, Guilherme Testa, Paulo Chitolina, e Leonir Krug, pelo apoio e ajuda em todos estes anos.

E a todos que de alguma maneira me influenciaram nesta caminhada.

RESUMO

Apesar da soja possuir plantas com excelente plasticidade, que se adapta em resposta a diferentes arranjos de plantas, novas cultivares precisam ser validadas em relação à população ótima para obtenção de elevados rendimentos. Uma população ideal permite reduzir a competição intraespecífica elevando a interceptação de radiação solar e absorção de nutrientes. Diante disso, o trabalho objetivou avaliar os componentes de rendimento e a produtividade da cultivar Brasmax Zeus IPRO® em diferentes populações de plantas na linha de semeadura. O estudo foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, sendo eles: 4 (88.888 plantas ha⁻¹); 6 (133,333 plantas ha⁻¹); 8 (177.777 plantas ha⁻¹); 10 (222.222 plantas ha⁻¹) e 12 (266.666 plantas ha⁻¹) plantas por metro linear com quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por 5 linhas de 5 metros de comprimento espaçadas em 0,45 m entre linhas, totalizando 20 parcelas, sendo amostradas 3 linhas de 3 metros de comprimento para obter a produtividade, analisadas 10 plantas para obter os componentes de rendimentos. Os dados foram submetidos à análise de variância, e o fator de população de plantas por metro linear avaliado com uma análise de regressão, com valores significativos de 5% (p < 0,05), através software SISVAR. Os componentes de rendimento (altura de inserção de primeira vagem, número de nós reprodutivos, número de ramificações, número de vagens e número de grãos) foram influenciados negativamente com o aumento da população de plantas. A massa de mil grãos e a altura de planta não foram influenciados pelo estande. Para a produtividade, para cada planta incrementada entre a população de 4 e 12 plantas m⁻¹ houve um aumento de 250 Kg de soja por hectare, com resposta linear ao incremento de população. A produtividade com 12 plantas m⁻¹ foi de 5.878,3 Kg ha⁻¹, enquanto com 4 plantas m⁻¹, obteve-se 3.656,97 Kg ha⁻¹, ou seja, uma redução de 37,79% ou 2.221,63 Kg de 12 para 4 plantas por metro linear. Conclui-se que os componentes de rendimento número de nós reprodutivos, número de ramificações, número de vagens e número de grãos diminuem conforme a população de plantas aumenta. A altura de inserção da primeira vagem aumenta conforme se eleva a população. A altura média de plantas e massa de mil grãos não são influenciadas pela população. Ocorreu incremento de produtividade de forma linear conforme o aumento da população de plantas de soja.

Palavras-chave: populações; competição; morfologia; produtividade.

ABSTRACT

Although soybean has plants with excellent plasticity, which adapts in response to different plant arrangements, new cultivars need to be validated in relation to the optimal population to obtain high yields. An ideal population allows to reduce intraspecific competition by increasing the interception of solar radiation and nutrient absorption. Therefore, this work aimed to evaluate the yield components and productivity of the cultivar Brasmax Zeus IPRO® in different plant populations in the sowing line. The study was conducted at the Experimental Station of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. The experimental design used was a randomized block design, with five treatments, namely: 4 (88,888 plants ha⁻¹); 6 (133,333 plants ha⁻¹); 8 (177,777 plants ha⁻¹); 10 (222,222 plants ha⁻¹) and 12 (266,666 plants ha⁻¹) plants per linear meter with four replications. The experimental plots consisted of 5 lines of 5 meters in length, spaced 0.45 m between lines, totaling 20 plots, 3 lines of 3 meters in length were sampled to obtain yield, and 10 plants were analyzed to obtain yield components. Data were subjected to analysis of variance, and the plant population factor per linear meter was evaluated with a regression analysis, with significant values of 5% ($p < 0.05$), using SISVAR software. The yield components (height of insertion of the first pod, number of reproductive nodes, number of branches, number of pods and number of grains) were negatively influenced by the increase in plant population. The thousand grain mass and plant height were not influenced by the stand. For productivity, for each plant increased between the population of 4 and 12 plants m⁻¹ there was an increase of 250 kg of soybean per hectare, with a linear response to the increase in population. The productivity with 12 plants m⁻¹ was 5,878.3 Kg ha⁻¹, while with 4 plants m⁻¹, it was obtained 3,656.97 Kg ha⁻¹, that is, a reduction of 37.79% or 2,221.63 kg from 12 to 4 plants per linear meter. It is concluded that the yield components number of spawning nodes, number of branches, number of pods and number of grains decrease as plant population increases. The height of insertion of the first pod increases as the population increases. The average plant height and mass of a thousand grains are not influenced by population. There was a linear increase in productivity as the population of soybean plants increased.

Keywords: population; competition; morphology; productivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. JUSTIFICATIVA	9
3. OBJETIVOS	10
3.1 Objetivo geral	10
3.2 Objetivos específicos	10
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
5. MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1 Localização da área	15
5.2 Delineamento	15
5.3 Implantação	16
5.4 Análise de solo.....	16
5.5 Manejo fitossanitário	16
5.6 Análises dos componentes de rendimento e produtividade	17
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
7 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem enorme importância econômica no mundo, atuando como desenvolvedora em diversos setores da economia. No Brasil, é a commodity mais exportada atualmente. Na safra 2020/21 o Brasil foi o maior produtor mundial, a produção de 135,9 milhões de toneladas. Esta é considerada um recorde, ganhos de 8,9% em relação à safra 2019/20 (CONAB, 2021).

A produtividade da soja é afetada por fatores edafoclimáticos como o estresse hídrico, ataques de pragas e doenças, deficiências nutricionais e erros de manejo dentre eles, fatores pré-plantio com a escolha indevida do grupo de maturação do cultivar, época de semeadura e populações inadequadas para o material, a partir da recomendação do obtentor. Esses fatores somados ou analisados individualmente, contribuem para a média produtiva da soja no Brasil, em torno de 3.529 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2021);

Segundo a Embrapa (2020) a produção de soja no Brasil, entre as safras 2000/2001 a 2017/2018 tem uma taxa geométrica de crescimento anual de 6,2%, tendo dois elementos principais contribuindo para o aumento, sendo a área com crescimento anual de 4,6%, saindo de 14,0 milhões de hectares para 35,1 milhões de ha no período, e produtividade com incremento de 1,5% ao ano, saindo de 2.751 Kg ha⁻¹ na safra de 2000/2001 para 3.349 Kg ha⁻¹ em 2017/2018, responsável por 52,4% da produção de grãos no país.

Apesar da soja apresentar características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições do ambiente e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes de rendimento (HEIFFIG *et al.*, 2002), trabalhos tem demonstrado resposta da cultura da soja às variações de densidade (HEIFFIG *et al.*, 2006).

Na safra 2020/21, as condições de baixa precipitação hídrica associadas às limitações fisiológicas da semente, resultou em muitas áreas com baixo estande de plantas, tendo a maior parte das lavouras um estande final entre 6 a 8 plantas por metro linear. Isto associado a novas cultivares, gera dúvida sobre tomadas de decisão, assim como sobre necessidade de replantio ou mesmo na população a ser utilizada no momento da semeadura.

Para lavouras de soja de alto potencial, é pré-requisito os cuidados desde a semeadura e o estabelecimento até a colheita. Logo, a taxa de semeadura ganha destaque, o que irá afetar o estande final e os processos ligados a essa condição, como desenvolvimento de caule, ramos, raízes e área foliar de modo que produzam maior número de estruturas reprodutivas (PIRES *et al.*, 2000).

Até a década de 80, o estande de plantas das lavouras de soja era em torno de 400 mil plantas ha⁻¹, visando reduzir a interferência das plantas daninhas na cultura. Porém facilitava o acamamento destas áreas. Com o desenvolvimento de novas moléculas de herbicidas, associado ao desenvolvimento de semeadoras modernas e o aumento na qualidade das sementes pouco a pouco essa população foi decaindo (EMBRAPA, 2010).

Outro importante aspecto a ser considerado é a competição intraespecífica por luz, água e nutrientes que ocorre em elevadas populações, ocasionando uma diminuição na produtividade. Em estudos sobre arranjo de plantas com novas disposições na lavoura permite-se minimizar a competição intraespecífica e maximizar-se o aproveitamento dos recursos ambientais (HEIFFIG, *et al.*, 2006).

Através do exposto o presente trabalho, objetivou avaliar os componentes de rendimento e a produtividade da cultivar Brasmax Zeus IPRO nas populações de 4 (88.888 plantas ha⁻¹); 6 (133.333 plantas ha⁻¹); 8 (177.777 plantas ha⁻¹); 10 (222.222 plantas ha⁻¹) e 12 (266.666 plantas ha⁻¹) plantas por metro linear.

2. JUSTIFICATIVA

Para que uma lavoura se torne produtiva e rentável é importante conhecer o material que se está trabalhando, bem como a porcentagem de germinação, vigor e pureza das sementes, assim podendo determinar a taxa ótima de semeadura, ou seja, a quantidade de sementes distribuídas na área que possibilitará os melhores resultados produtivos.

Quando o agricultor determina uma taxa de semeadura abaixo da recomendada, ou devido a limitação de estabelecimento do material, ocorrerá uma redução no potencial produtivo, não tendo plantas suficientes para aproveitar os recursos refletindo em uma baixa produção, mediante a situações em que o replantio da área seja uma alternativa. Com uma taxa de semeadura acima, o produtor terá maiores gastos na aquisição das sementes e dificuldades na condução da lavoura, tendo impacto na produtividade, em função da competição intraespecífica.

O cultivo da soja é e está sendo cada vez mais tecnificado, através da obtenção de novos materiais para regiões e situações diferentes, resistentes e tolerantes a determinadas pragas e doenças e materiais geneticamente modificados que permitem a aplicação de defensivos para o controle de plantas daninhas, como o Roundup Ready® que possibilita tolerância ao glifosato, e plataformas que são promessas como a LibertyLink® e Enlist®.

O estudo da melhor população para novos cultivares se faz necessário, pois a produtividade da área inicia antes do plantio, determinando a população de plantas bem como a distribuição destas na área. Adequando uma melhor população, há a possibilidade de as plantas serem mais eficientes na interceptação de luz, absorção de água e nutrientes, com isso podem maximizar seu potencial produtivo.

Com isso o papel das pesquisas é de facilitar a tomada de decisão sobre a taxa de semeadura ótima, proporcionando ao produtor rural segurança sobre a produção e contribuindo com a eficiência produtiva da propriedade.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a resposta da cultivar de soja BMX Zeus IPRO® em função de diferentes estandes de planta.

3.2 Objetivos específicos

Avaliação dos componentes de rendimento (altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de nós reprodutivos, número de vagens, número de grãos por planta, número de ramificações, massa de mil grãos e produtividade) e produtividade para as diferentes populações.

Gerar informações para auxiliar estudantes, técnicos, pesquisadores e produtores rurais para que possam tomar as melhores decisões diante de situações atípicas a fim de contribuir para uma agricultura mais rentável e sustentável.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), a população adequada é fundamental e depende de alguns fatores como, o bom preparo do solo, a semeadura na época indicada e a disponibilidade hídrica, momento correto de entradas com defensivos, correta regulagem da semeadora (densidade e profundidade) e ótima qualidade fisiológica das sementes empregadas (VAZQUEZ *et al.*, 2008).

Para esta cultura, o acúmulo de plantas em alguns pontos pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menor número de ramificações e diâmetro de haste reduzido, tendo menor produção individual, tornando a lavoura mais propensa ao acamamento (ENDRES, 1996). Mesmo em casos que não se identifica redução no rendimento, a arquitetura das plantas é alterada, facilitando o acamamento e com isso ocasionando perdas na colheita (GAUDÊNCIO *et al.*, 1990).

A produtividade máxima da soja é determinada pela otimização da capacidade de interceptar a radiação solar e acumular matéria seca durante o estágio vegetativo e reprodutivo, ficando dependente das condições de genótipo, nutrição e densidade populacional (WELLS, 1991; 1993).

O índice de área foliar (IAF) é a relação entre a área da folhagem e a superfície do solo por ela ocupada e é variável de acordo com espécies vegetais, clima, estações do ano e estágio de desenvolvimento da planta (MÜLLER, 1981; CÂMARA e HEIFFIG, 2000).

Sendo uma cultura altamente plástica, ou seja, respondendo ao arranjo espacial de plantas adotado, com isso altera sua morfologia e seus componentes de produção (HEIFFIG-DEL AGUILA *et al.*, 2005; FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2010 e SILVA *et al.*, 2010), citados por BÜCHLING *et al.* (2017).

O agrupamento dos materiais de soja por grupo de maturação veio da necessidade de padronizar a informação da duração dos ciclos para as cultivares de soja. Essa classificação por grupos de maturação varia de zero a 10, quanto mais próximo da linha do Equador maior é o número. Cada grupo se adapta em função de sua resposta ao fotoperíodo em determinada faixa de latitude. Segundo Penariol (2000) para o Brasil os grupos indicados variam de 4.0 até 10, e a cada aumento de número após o ponto ocorre um incremento de 1,5 a 2 dias no ciclo.

Cultivares do tipo de crescimento determinado apresentam maior taxa de crescimento na fase vegetativa, conseqüentemente, maior estatura e maior número de nós no florescimento, enquanto, cultivares do tipo indeterminado apresentam crescimento inicial mais lento, porém, tem seu crescimento paralelo ao florescimento que ocorre em um período mais longo (ZANON *et al.*, 2016).

As cultivares de hábito de crescimento indeterminado são predominantes no Brasil, que tem opções de cultivares adaptadas tanto para o sul quanto para o norte do país com altas produtividades pela sua alta adaptabilidade a diferentes zonas de latitude (PIANA *et al.*, 2017).

Estudos do arranjo de plantas com novas disposições na lavoura permitem minimizar a competição intraespecífica e maximizar o aproveitamento dos recursos ambientais. Essas alterações podem ocorrer elevando ou diminuindo a densidade de plantas na linha de semeadura, ou alterando a distância entre as linhas de semeadura (PIRES *et al.*, 1998). Para a mesma população, se constatou que a produção por planta diminui quando aumenta a densidade de plantas na linha e se aumenta o espaçamento entre linhas. Isto ocorre em razão da maior competição entre plantas na linha, resultando em uma tendência à menor produção por unidade de área (CÂMARA, 1998; PELUZIO *et al.*, 2000).

Desde o início do plantio da soja no Brasil houve muitas mudanças e inovações, como o sistema plantio direto, o advento das cultivares transgênicas Roundup Ready™ e a introdução de cultivares mais produtivas. Entretanto, essas novas cultivares de soja apresentam hábito de crescimento e porte diferentes das primeiras cultivares utilizadas, fazendo-se necessário mudanças no arranjo espacial de plantas praticado pelos produtores (SOUZA *et al.*, 2010).

Com isso a introdução de cultivares que apresentam hábito de crescimento indeterminado, maior precocidade, arquitetura compacta, folíolos pequenos e alto potencial de rendimento de grãos vem gerando questionamentos acerca de arranjos espaciais de plantas, podendo conferir maiores produtividades com baixas mudanças nos custos de produção (PROCÓPIO *et al.*, 2013).

Frequentemente, ocorrem reduções na população de plantas em virtude de um desempenho germinativo inadequado de sementes submetidas a condições adversas e que, muitas vezes, não é considerado pelos produtores (VAZQUEZ *et al.*, 2014).

Devido à baixa população na lavoura o replantio passa a ser uma opção, entretanto a decisão é difícil de ser tomada.

A densidade ideal de plantas para cada cultivar depende, principalmente, das características como: ciclo biológico, altura da planta, hábito de crescimento, índice de acamamento e período juvenil (GILIOLI *et al.*, 1984). Os espaçamentos entre as linhas e a densidade de plantas nas linhas podem ser alterados, visando estabelecer o arranjo mais adequado à obtenção de maior produtividade e adaptação à colheita mecanizada (TOURINO *et al.*, 2002).

Falhas operacionais na semeadura podem promover uma queda nos rendimentos da cultura. Segundo Schuch & Peske (2008), as falhas de plantas nas lavouras podem decorrer da baixa qualidade das sementes, e pela semeadura inadequada, quando não é depositada no local correto. Paralelamente as falhas de plantio pode ocorrer a deposição de duas sementes ou mais no mesmo local, resultando nas chamadas plantas duplas, elevando competição entre elas mesmas e reduz a produção (FISS *et al.*, 2018).

Relatado por Procópio *et al.*, (2013), uma planta de soja por cova tende a produzir o mesmo que quatro plantas na mesma cova. Em seu trabalho, Pinto (2010) demonstrou que não há compensação pelas plantas vizinhas quando ocorre uma falha.

Populações de plantas de soja entre 10 a 15 plantas por metro linear é uma tendência utilizada podendo reduzir os custos de produção com a aquisição de sementes e não reduzem significativamente a produção. (TOURINO *et al.*, 2002).

Em baixas densidades populacionais, a emissão de ramos pela planta aumenta, assim como o tamanho e diâmetro, maior ângulo em relação a haste principal, elevando a emissão de folhas compensando os espaços vazios. Em altas altitudes e temperaturas amenas há alto potencial de crescimento, ocorrendo tolerância a menores densidades, logo em regiões de menores altitudes e temperaturas elevadas o crescimento de plantas é reduzido em função do maior gasto energético devido a respiração (EMBRAPA, 2020).

A altura de planta e inserção da primeira vagem deve ser considerado em relação a produtividade, controle de doenças e plantas daninhas, ocorrência de acamamento e eficiência no índice de colheita (FLORENCIO, 2017). O número de ramificações por planta, números de nós férteis com o potencial produtivo da soja, a

competição interespecífica, são características morfofisiológicas e do ambiente que implicam em diferente superfície fotossintética e potencialmente produtiva (MAUAD *et al.*, 2010).

Quando a lavoura possui densidade de plantas acima do recomendado para a cultivar, época de plantio e região, a competição entre plantas é elevada, podendo ocorrer redução de produção de grãos por planta e conseqüentemente por área, diminuindo a produtividade (BALBINOT JUNIOR, 2011).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização da área

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no município de Dois Vizinhos - Paraná (25°41'32.9" S, 53°05'38.1" W). Área de plantio direto consolidado, sendo o solo classificado por Bhering e Santos, (2008) como Latossolo Vermelho distrófico.

O clima local é classificado como Cfa – Clima subtropical úmido (ALVARES *et al.*, 2013). A semeadura ocorreu na data de 13 de outubro de 2020, com a colheita realizada na data de 22 de fevereiro de 2021.

5.2 Delineamento

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram 5 diferentes populações, 4 (88.888 plantas ha⁻¹); 6 (133,333 plantas ha⁻¹); 8 (177.777 plantas ha⁻¹); 10 (222.222 plantas ha⁻¹) e 12 (266.666 plantas ha⁻¹) plantas por metro linear.

Para estabelecer as populações de plantas, os espaços entre as plantas foram equidistantes. A população de 4 plantas por metro linear consta com 0,25 metro entre plantas; 0,166 m para a população de 6 plantas m⁻¹; 0,125 m para 8 plantas m⁻¹; 0,100 m para 10 plantas m⁻¹; 0,083 m para 12 plantas m⁻¹.

Quadro 1: Delineamento experimental de blocos ao acaso, indicando a posição das parcelas na área de acordo com a quantidade de plantas por metro linear (4, 6, 8, 10 e 12 plantas m⁻¹).

4	6	10	8	12
12	10	4	6	8
8	12	6	10	4
6	8	12	4	10

Fonte: UTFPR (2021)

5.3 Implantação

Utilizou-se a cultivar de soja BMX Zeus (55I57 RSF IPRO®) da empresa Brasmex Genética, muito utilizada nas últimas safras na região sul do Brasil, sendo um material com grupo de maturação 5.5, ciclo médio de 125 dias, hábito de crescimento indeterminado, exigente em fertilidade do solo.

A semeadura foi realizada em 13 de outubro de 2020, utilizando plantio direto sobre palhada de trigo e adubação de base 370 Kg ha⁻¹ do formulado NPK 4-30-10, ajuste de população na semeadeira de 16,5 sementes por metro linear (366.666 plantas ha⁻¹).

As parcelas experimentais constaram com 5 linhas de 5 metros de comprimento espaçadas em 0,45 m entre linhas (11,25 m²). O arranquio das plantas sobressalentes ocorreu no estágio de desenvolvimento VC (cotilédone) dia 26 de outubro de 2020.

5.4 Análise de solo

As propriedades químicas do solo foram determinadas antes da implantação do estudo, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, apresentando os seguintes valores: pH (CaCl₂) 5,6 e 5,5; matéria orgânica (MO) 46,2 e 30,8 g kg⁻¹; P (Mehlich1) 26,5 e 19,7 mg dm⁻³; K 109,1 e 55,2 mg dm⁻³, capacidade de troca cátions de 9,7 e 8,8 cmolc dm⁻³ e saturação de base de 71,5 e 66,6%, respectivamente.

5.5 Manejo fitossanitário

O controle de plantas daninhas, pragas e doenças seguiu o manual de produção de soja da Embrapa (2020), sendo manejado com produtos químicos em função da incidência de daninhas, patógeno e pragas bem como o nível de dano encontrado na lavoura.

Devido ao manejo de plantas daninhas ser facilitado na cultura do trigo, principalmente para espécies dicotiledôneas (de difícil controle em soja) com o uso da molécula metsulfurom metílico, apenas necessitou fazer a limpeza das plantas voluntárias de trigo em pós germinação da soja utilizando 1100 g ha⁻¹ do herbicida Glifosato (sal de amônio).

A primeira aplicação utilizando o fungida Aproach® (Estrobilurina (picoxistrobina) e Triazol (ciproconazole)), com dose de 0,3 L ha⁻¹ ocorreu na fase de desenvolvimento V5, visando o controle de Oídio (*Microsphaera diffusa*) e Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

A primeira aplicação de inseticida ocorreu em R1 (início do florescimento), utilizando o produto comercial Expedition® (Sulfoxaminas (Sulfoxaflor) e Piretroides (Lambda-cialotrina)) na dose de 0,3 L ha⁻¹, para controle de percevejo-marrom (*Euschistus heros*), percevejo-verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*) e percevejo-verde-da-soja (*Nezara viridula*).

Tendo a segunda aplicação de fungicida ocorrendo em R1 (início do florescimento), utilizando o produto comercial FOX® (estrobilurina e triazolintiona) com dose de 0,4 L ha⁻¹, mais fungicida e acaricida Mancozeb Nortox® (alquilenobis (ditiocarbamatos), visando o controle de Oídio (*Microsphaera diffusa*) e Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e mancha alvo (*Corynespora cassiicola*).

A terceira aplicação de fungicidas ocorreu na fase R6, pleno enchimento das vagens, utilizou-se o fungicida Versatilis® (morfolina (fenpropimorfe)) dose de 0,5 L ha⁻¹ juntamente com a segunda aplicação de inseticida Expedition® na dose de 0,3 L ha⁻¹. Todas as aplicações foram feitas em área total de maneira mecanizada.

5.6 Análises dos componentes de rendimento e produtividade

A colheita foi realizada na data de 22 de fevereiro de 2021, quando as plantas atingiram o estágio R8 (maturação plena), sendo coletadas três linhas centrais de cada parcela com três metros de comprimento extrapolado para a produtividade por hectare a 13% de umidade.

Para a determinação dos componentes de rendimento foram analisadas 10 plantas por parcela, das quais foram avaliadas a altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de nós reprodutivos, número de vagens, número de grãos por planta, número de ramificações, massa de mil grãos e produtividade.

Número de ramificações: obtido pela somatória de todas as ramificações da planta, o qual inicia-se a partir do nó de inserção das folhas unifolioladas até a extremidade apical. Número de nós reprodutivos é obtido apenas da somatória dos nós onde se encontram vagens.

Número de vagens: obtido pela somatória de todas as vagens da planta.
Número de grãos por plantas: obtido através da somatória total dos grãos de uma planta.

Altura de planta, sendo o comprimento total da haste principal. Altura de inserção da primeira vagem o qual é medido da base da haste até a primeira vagem.

Massa de mil grãos: obtido através do peso de cem grãos e transformação direta para massa de mil grãos. Resultado expresso em gramas.

Os dados foram submetidos a análise de variância, e o fator de população de plantas por metro linear foi avaliado com uma análise de regressão, assim seguindo os desdobramentos necessários com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre populações para altura média de plantas (Tabela 1 – Resumo da análise de variância), tendo como média 113,11 cm para as populações estudadas. Mauad (2010) relatou alturas médias maiores para populações superiores, segundo o autor, com o aumento da densidade de plantas há um aumento na competição intraespecífica por luz, levando ao estiolamento nas maiores densidades.

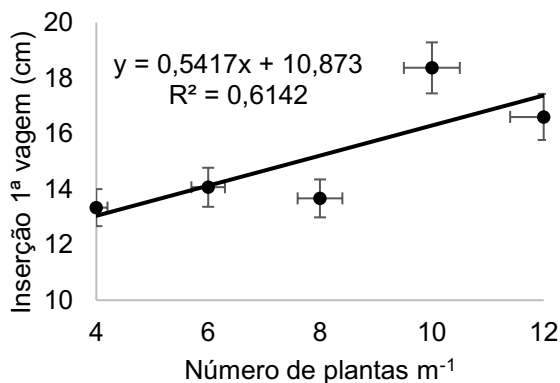
Tabela 1 – Resumo da análise de variância

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
REP	2	2,2773	1,1386	0,072	0,9314
TRAT	4	30,416	7,604	0,479	0,751
erro	8	126,976	15,872		
Total corrigido	14	159,669			
CV (%) =	3,52				
Média geral:	113,293				

Fonte: UTFPR (2021)

A altura de inserção de primeira vagem é uma característica importante para a cultura, podendo ocasionar perdas na colheita quando for muito baixa. Para tal componente houve diferença significativa. Segundo Sedyama *et al.* (1999) a altura ideal para que não ocorra perdas durante a colheita é entre 10 e 12 cm. No presente trabalho, de acordo com a Figura 1, verificou-se que à medida que a população de plantas aumentou, a inserção de primeira vagem também foi superior na haste principal.

Figura 1 – Inserção de 1ª vagem relacionada ao número de plantas m⁻¹



Fonte: UTFPR (2021)

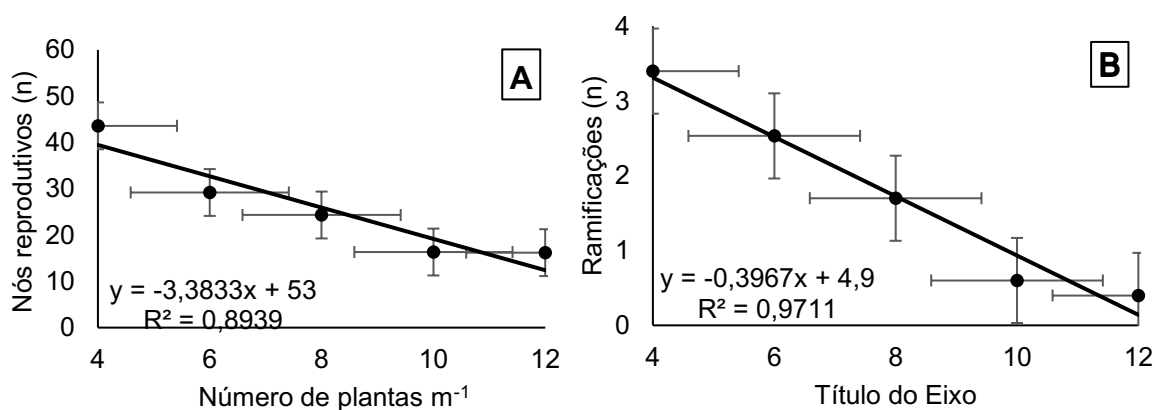
O comportamento pode ser explicado devido a um maior crescimento da haste em busca de luz, ocasionado aumento na altura de inserção.

O número de nós reprodutivos (Figura 2 – A) é um importante parâmetro para a cultura, gerando vagens e estas, grãos. Este componente de rendimento foi afetado negativamente conforme houve o aumento da população de plantas. Esta alteração morfológica da planta novamente pode ser associada à competição intraespecífica.

Ao comparar a menor com a maior população (4 e 12 plantas m^{-1}), constata-se diferença de 27 nós reprodutivos a mais para as plantas da população inferior, uma redução de 62,84% de nós potenciais produtores de vagens.

Para o número de ramificações (Figura 2 - B) houve interferência negativa com o aumento da população. De acordo com Martins (1999) a competição entre as plantas, principalmente por luz, em maiores densidades populacionais ocorre devido à menor disponibilidade de produtos fotossintéticos para a formação de gemas, sendo estes direcionados principalmente para o crescimento da haste principal.

Figura 2 - números de nós reprodutivos (A) e número de ramificações (B) relacionados ao número de plantas m^{-1}



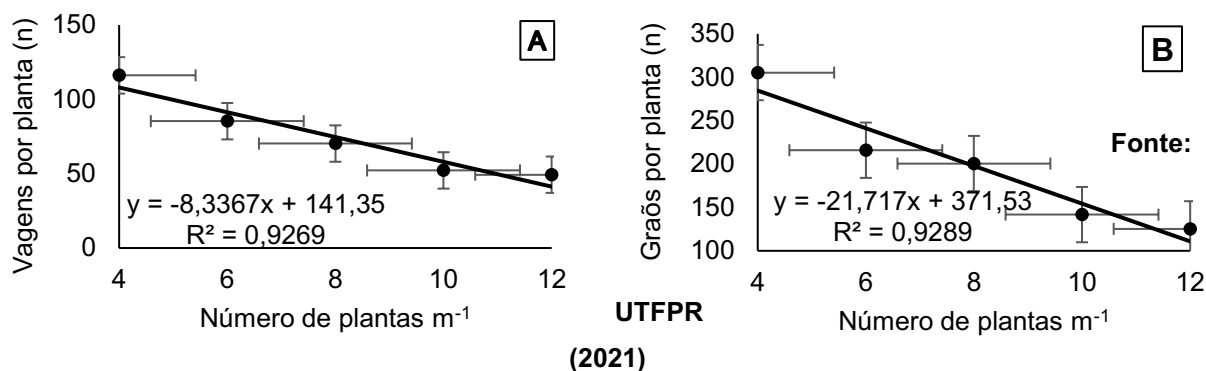
Fonte: UTFPR (2021)

Segundo Heiffig (2002), o número de vagens por planta é o mais importante dos componentes de produção por planta, por ser diretamente influenciado pelo arranjo populacional, o que conseqüentemente implica em uma redução no número de grãos.

As figuras 3 – A e B mostram o comportamento negativo de vagens e grãos por planta conforme o aumento na população de plantas. Novamente o fato pode ser

atrelado à competição intraespecífica ocasionada pelo aumento da densidade de plantas na linha de plantio

Gráfico 3- números de vagens por planta (A) e número de grãos por planta (B) relacionados ao número de plantas m⁻¹



Comparando as populações de 4 e 12 plantas m⁻¹ observa-se uma diferença de 57,52% em relação ao número de vagens por planta, resultado semelhante ao número de grãos, onde a diferença é de 59,00% a mais para a menor população.

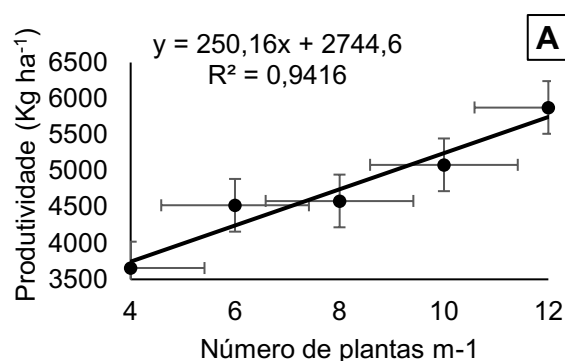
A massa de mil grãos é uma característica determinada geneticamente, mas influenciada pelo ambiente (NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002). Para a variável massa de mil grãos (MMG), não houve diferença significativa entre as populações, estas que apresentaram as seguintes médias, 206,15; 199,9; 209,2; 210,4; 210,6 g para 4, 6, 8, 10 e 12 plantas m⁻¹. Tourino *et al.* (2002) relatam que há um aumento na MMG para densidades maiores de plantios, pois o número de vagens diminui, resultando na diminuição de drenos fisiológicos, aumentando a concentração de fotoassimilados em um menor número de grãos.

Em um estudo realizado por Mauad *et al.* (2010) o autor não encontrou efeito significativo para a massa de mil grãos em relação à densidade de semeadura, relacionando este fato a uma produção maior de vagens e conseqüentemente de grãos (Figura 3 A e B). Como a população é baixa não ocorre competição por luz e nutrientes tendo a produção de fotoassimilados suficiente para o enchimento de grãos, logo em altas populações o número de vagens e de grãos é menor, sendo a produção de fotoassimilados pela planta suficiente para o número de grãos produzido por ela.

De acordo com a figura 4, houve efeito linear no aumento de produtividade conforme a população de plantas aumentou. Assim para cada planta acrescentada entre 4 e 12 plantas m⁻¹ ocorreu aumento de 250 Kg de soja por hectare. Ou seja, na

maior população a produtividade foi de 5.878,3 Kg ha⁻¹, enquanto na menor população 3656,97 Kg ha⁻¹, uma redução de 37,79% ou 2.221,63 Kg (37 sacas de 60 Kg).

Figura 4 A - produtividade de Kg ha⁻¹ relacionados ao número de plantas⁻¹



FONTE: UTFPR (2021)

As populações intermediárias 6 e 8 plantas m⁻², obtiveram rendimentos semelhantes entre si, 4524,78 e 4584,78 Kg ha⁻¹, 10 plantas m⁻² alcançou 5084,78 kg ha⁻¹.

Cruz (2016) atrela este fato a dois fatores, número de vagens por planta e a massa dos grãos, embora o número de vagens por planta tenha diminuído as populações maiores proporcionam um maior número de vagens por área.

7 CONCLUSÃO

Os componentes de rendimentos número de nós reprodutivos, número de ramificações, número de vagens e número de grãos diminuem de forma linear conforme a população de plantas aumenta.

Ocorreu aumento da altura de inserção da primeira vagem conforme se elevou a população de plantas. Altura média de plantas e massa de mil grãos não sofrem interferência significativa entre as populações.

Houve incremento de produtividade de forma linear conforme o aumento da população.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. **Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado**. *Semina. Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1215-1226, 2015.
- Barni, N. A., & Matznauer, R. (2000). **Ampliação do calendário de semeadura da soja no Rio Grande do Sul pelo uso de cultivares adaptados aos distintos ambientes**. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 6, 189-203.
- BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.; MANZATTO, C.V.; BOGNOLA, I.; FASOLO, P.J.; CARVALHO, A.P. POTTER, O. AGILO, M.L.D.; SILVA, J.S.; CHAFFIN, C.E.; CARVALHO JÚNIOR, W. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Embrapa Solos- Documentos (INFOTECA-E), 2008.
- 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**. *Revista Agrarian* v.10, n.35, p. 22-30, Dourados, 2017.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 10 décimo levantamento, julho. 2021.
- CRUZ, Simério Carlos Silva et al. **Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais**. *Journal of Neotropical Agriculture*, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil**: 2011. Londrina, 2010. 255 p
- ENDRES, V. C. **Espaçamento, densidade e época de semeadura**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). *Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso*. Dourados, 1996. p. 82-85.
- FERREIRA JUNIOR, J. A.; ESPINDOLA, S. M. C. G.; GONÇALVES, D. A. R.; LOPES, E. W. **Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba – MG**. *Fazu em revista*, v. 7, n. 7, p. 13-21, 2010.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: um sistema de análise estatística computador**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FISS, G.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; CASTELLANOS, C. I. S.; MENEGHELLO, G. E.; AUMONDE, T. Z. **Produtividade e características agrônômicas da soja em função de falhas na semeadura**. *Revista de Ciências*

Agrárias Amazonian Journal Of Agricultural And Environmental Sciences, Belém, p. 1-7, 2018.

FLORENCIO, Victor Hugo Rodrigues. **Caracterização de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação em função dos atributos morfológicos, fenológicos e a produtividade.** 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GAUDÊNCIO, C.A.A.; GAZZIERO, D.L.P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO, C. **População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o CentroSul do Estado do Paraná.** Londrina: Embrapa, CNPSo, 1990. 4p. (Comunicado Técnico, 47).

GILIOI, J.L.; SEDIYAMA, T.; FONSECA JR., N.S. **Herança do número de dias para floração em quatro mutantes naturais em soja estudada sob condições de dias curtos.** In: III SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA. Anais... Campinas. Londrina, EMBRAPA-CNPSo. 1984, p.47.

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. **Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais.**, Campinas, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

HEIFFIG, Lilia Sichmann. **Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais.** 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MARTINS, Mônica Cagnin *et al.* **Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja.** Scientia agrícola, v. 56, n. 4, p. 851-858, 1999.

MAUAD, Munir *et al.* **Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja.** Agrarian, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010. MÜLLER, L.

NAVARRO JÚNIOR, Hugo Motta; COSTA, José Antonio. **Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, p. 269-274, 2002.

PELUZIO, J. M.; GOMES, R. S.; ROCHA, R. N. C.; DARY, E. P.; FIDÉLIS, R. R. **Densidade e espaçamento de plantas de soja cultivar Conquista em Gurupi - TO.** Bioscience Journal, v. 16, n. 1, p. 3 - 13, 2000.

PELUZIO, J. M.; GOMES, R. S.; ROCHA, R. N. C.; DARY, E. P.; FIDÉLIS, R. R. PINTO, J. F. **Comportamento da plasticidade de plantas de soja frente a falhas e duplas dentro de uma população.** 2010. 43 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

PENARIOL, Adilson. **Soja: Cultivares no lugar certo.** Informações Agronômicas, v. 90, p. 13-14, 2000.

PIANA, Samara Cavalli *et al.* **Acúmulo De Matéria Seca Em Soja Com Hábitos De Crescimento Diversificados.** 2017.

PIRES J. L. F.; COSTA J. A.; THOMAS A. L. **Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação**. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 4, n. 2, p. 183-188, 26 dez. 1998.

PIRES, JOÃO LEONARDO FERNANDES *et al.* **Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1541-1547, 2000.

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*, Belém, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. **Aperfeiçoando o processo de semeadura**. *SEEDNews*, v. 12, n. 6, p. 22-27, 2008.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM, A. (ed). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa-MG: UFV, 1999. p.478-533.

SILVA, L. S.; MOURA, M. C. C. L; VALADARES, R. N.; SILVA, R. G.; SILVA, A. F. A. **Seleção de variedades de soja em função da densidade de plantio, na microrregião de chapadinha, nordeste maranhense**. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v. 6, n. 2, p. 07-14, 2010.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; BOLZAN, J. M.; KUHNEM JUNIOR, P. R. **Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™**. *Planta Daninha*, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

Tecnologias de Produção de Soja / Claudine Dinali Santos Seixas... [et al.] editores técnicos. – Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347 p. - (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n. 17).

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.8, p.1071-1077, 2002.

TOURINO, M.C.C. **Arranjo populacional e uniformidade de semeadura na produtividade e outras características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 2000. 139f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VASQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. **Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja**. *R. Bras. Sementes*, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VAZQUEZ, G. H; PERES, A. R; TARSITANO, M. A. A; **Redução na população de plantas de soja e o retorno econômico na produção de grãos**. *Científica*, Jaboticabal, v.42, n.2, p.108–117, 2014

WELLS, R. **Dynamics of soybean growth in variable planting patterns**. *Agronomy Journal*, Madison, v. 1, n. 81, p. 44-48, 1993.

WELLS, R. **Soybean growth response to plant density: relationships among photosynthesis, leaf area, and light interception**. Crop Science, Madison, v. 31, n. 3, p. 755- 756, 1991.

ZANON, Alencar Junior *et al.* **Efeito do tipo de crescimento no desenvolvimento de cultivares modernas de soja após o início do florescimento no Rio Grande do Sul**. Bragantia, v. 75, p. 445-458, 2016.