

Embrapa Trigo  
Ministério da Agricultura e Pecuária  
Universidade de Passo Fundo

## 44<sup>a</sup> Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul

13 e 14 de agosto de 2025

### **Atas e Resumos**

#### Organizadores

João Leonardo Fernandes Pires, Alvadi Antonio Balbinot Junior, André Julio do Amaral, Crislaine Sartori Suzana Milan, Gilberto Rocca da Cunha, Glauber Monçon Fipke, Leila Maria Costamilan, Osmar Conte, Thomas Newton Martin, Vinícius dos Santos Cunha, Vladirene Macedo Vieira

Passo Fundo, RS  
2025

Diagramação: João Leonardo Fernandes Pires e Márcia Barrocas Moreira Pimentel  
Arte da capa: Raoni Locatelli  
Revisão: João Leonardo Fernandes Pires e Márcia Barrocas Moreira Pimentel

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

R444a Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (44. : 2025 :  
Passo Fundo, RS)  
Atas e resumos da XLIV Reunião de Pesquisa de Soja da  
Região Sul [recurso eletrônico] / organizadores, João Leonardo  
Fernandes Pires ... [et al.]. – Passo Fundo : Acervus, 2025.  
12 MB ; PDF.

ISBN: 978-65-5230-068-3.

1. Soja - Cultivo - Congressos. 2. Pragas - Controle -  
Congressos. 3. Entomologia. 4. Pesquisa científica. I. Pires,  
João Leonardo Fernandes, org. II. Embrapa Trigo. III. Título.

CDU: 633.34

---

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

## Distribuição de plantas na cultura da soja: 25 anos de contribuições científicas

Thomas Newton Martin<sup>(1\*)</sup>, Vinicius dos Santos Cunha<sup>(2)</sup>, Glauber Monçon Fipke<sup>(2)</sup>, João Leonardo Fernandes Pires<sup>(3)</sup> e Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>(3)</sup>

(1) Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista produtividade CNPq. (2) Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete e Campus Itaqui. (3) Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

(\*) martin.ufsm@gmail.com

**Resumo** – A distribuição espacial de plantas é um dos fatores mais relevantes para a produtividade da soja, sendo determinada principalmente pela população de plantas, espaçamento entre as fileiras e uniformidade de distribuição das plantas nas fileiras. A distribuição de plantas é influenciada diretamente pela velocidade de deslocamento e regulagens da semeadora, qualidade das sementes, condições de solo, entre outros fatores operacionais e agronômicos. Diante da grande variabilidade ambiental existente no Brasil — incluindo diferentes cultivares, condições climáticas/meteorológicas, sistemas de produção e níveis de mecanização — é difícil estabelecer uma indicação única e universal. Ainda assim, nos últimos 25 anos, uma quantidade expressiva de estudos científicos, foi publicada sobre o tema, envolvendo cerca de 168 pesquisadores, em 32 locais de pesquisa e com base em 118 experimentos. Os principais resultados indicam que a uniformidade na semeadura é essencial para produtividades elevadas. Espaçamentos entre fileiras inferiores a 45 cm apresentam potencial produtivo elevado, com melhor aproveitamento dos recursos do ambiente (radiação solar, água e nutrientes) e maior eficiência na competição com plantas daninhas. Espaçamentos entre 50 e 60 cm, em geral, também propiciam adequada estabilidade de rendimento. Já espaçamentos superiores a 60 cm são mais indicados em situações de elevada pressão de doenças, por reduzirem o período de molhamento das folhas. Quanto à população de plantas, indica-se, na maioria dos cenários, entre 200.000 e 300.000 plantas por hectare, com a utilização de cultivares de porte ereto, elevada capacidade de ramificação e eficiência na cobertura do solo. Por fim, ressalta-se que a soja apresenta plasticidade fenotípica, o que permite que a planta se ajuste às diferentes condições de cultivo, desde que haja suprimento adequado de luz, água e nutrientes.

**Termos para indexação:** *Glycine max* (L.) Merrill, população de plantas, espaçamento entre fileiras, uniformidade de distribuição de plantas nas fileiras.

### Spatial distribution of soybean plants: 25 years of scientific contributions

**Abstract** – The spatial distribution of plants is one of the most relevant factors for soybean yield, being primarily determined by plant population, row spacing, and the uniformity of plant distribution within the rows. Plant distribution is directly influenced by planter speed and adjustments, seed quality, soil conditions, among other operational and agronomic factors. Given the high environmental

variability in Brazil — including different cultivars, climatic/weather conditions, production systems, and levels of mechanization — it is difficult to establish a single, universal recommendation. Nevertheless, over the past 25 years, a significant number of scientific studies have been published on the subject, involving around 168 researchers, across 32 research locations, and based on 118 experiments. The main findings indicate that sowing uniformity is essential for achieving high yields. Row spacings narrower than 45 cm show high yield potential, enabling better use of environmental resources (solar radiation, water, and nutrients) and greater efficiency in weed competition. Row spacings between 50 and 60 cm also generally provide adequate yield stability. In contrast, spacings greater than 60 cm are more suitable under conditions of high disease pressure, as they reduce the leaf wetness period. Regarding plant population, in most scenarios, it is recommended to maintain between 200,000 and 300,000 plants per hectare, using upright cultivars with high branching capacity and efficient ground coverage. Finally, it is important to emphasize that soybean plants exhibit phenotypic plasticity, allowing them to adjust to different cultivation conditions, provided that there is an adequate supply of light, water, and nutrients.

**Index terms:** *Glycine max* (L.) Merrill, plant density, row spacing, spatial distribution of plants in rows.

## Introdução

O arranjo espacial das plantas é um fator-chave para o sucesso produtivo da soja, pois influencia diretamente a interceptação da luz, o uso eficiente de recursos, a capacidade de competição com plantas daninhas, o tempo de molhamento foliar e a formação dos componentes de rendimento e sua produtividade de grãos. Para alcançar produtividades elevadas, é fundamental entender como os fatores de produção interagem para configurar um arranjo eficiente (Corassa et al., 2018). O espaçamento entre fileiras é um dos primeiros elementos a definir esse arranjo. Fileiras estreitas (menores que 30 cm) tendem a favorecer o fechamento rápido do dossel, melhorando a interceptação da luz, a eficiência fotossintética e o controle de plantas daninhas. Já espaçamentos maiores, podem beneficiar cultivares de crescimento indeterminado, permitindo maior crescimento de ramos laterais, com reflexos no rendimento de grãos. A população de plantas, ajustada à cultivar e ao ambiente, também pode ser determinante. Populações elevadas aumentam a competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, exigindo equilíbrio para que cada planta obtenha a arquitetura adequada (Balbinot et al., 2018). Por outro lado, populações baixas

e mal distribuídas podem reduzir o aproveitamento do espaço, afetando negativamente o índice de área foliar e a produtividade. O método de semeadura impacta diretamente a distribuição das plantas (Cunha et al., 2024). Fileiras duplas, por exemplo, podem reduzir o tempo de molhamento das folhas inferiores, diminuindo o impacto de doenças. Semeaduras mais adensadas também oferecem maior capacidade de competição com plantas daninhas. Conforme a época de semeaduras as variáveis temperatura, radiação, fotoperíodo e disponibilidade hídrica são alteradas, repercutindo no crescimento e desenvolvimento das plantas. Semeaduras em época ideal podem favorecer o crescimento equilibrado da planta, o alongamento do caule, a emissão de entrenós e o crescimento de ramos, contribuindo para um dossel estruturado e produtivo. A qualidade da semeadura, determinada pela velocidade da operação e pela uniformidade de distribuição das sementes, é essencial para um arranjo espacial eficiente (Bortoli et al., 2021). Irregularidades na profundidade ou espaçamento comprometem o estande e resultam em plantas desuniformes, o que pode reduzir a produtividade. Além disso, as características genéticas das cultivares influenciam o “arranjo ideal”. Cultivares que apresentam alta plasticidade fenotípica, principalmente elevada capacidade de ramificação, podendo se beneficiar de arranjos espaciais que permitam menor competição intraespecífica, aumentando a participação dos ramos na formação da produtividade (Balbinot et al., 2018). Fatores adicionais, como fertilidade do solo, disponibilidade hídrica e eficiência da fixação biológica de nitrogênio (Luca & Hungria, 2014), também influenciam o arranjo ao afetarem a arquitetura das plantas, o número de vagens e a massa dos grãos. Em ambientes com mais recursos, as plantas exploram melhor o espaço disponível, resultando em maior produtividade. Objetivou-se com esse estudo apresentar e discutir as principais descobertas em nível nacional que se referem a distribuição espacial de plantas nos últimos 25 anos.

### **Material e métodos**

Foi realizado um levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados nos últimos 25 anos (a partir do ano 2000), com foco em estudos

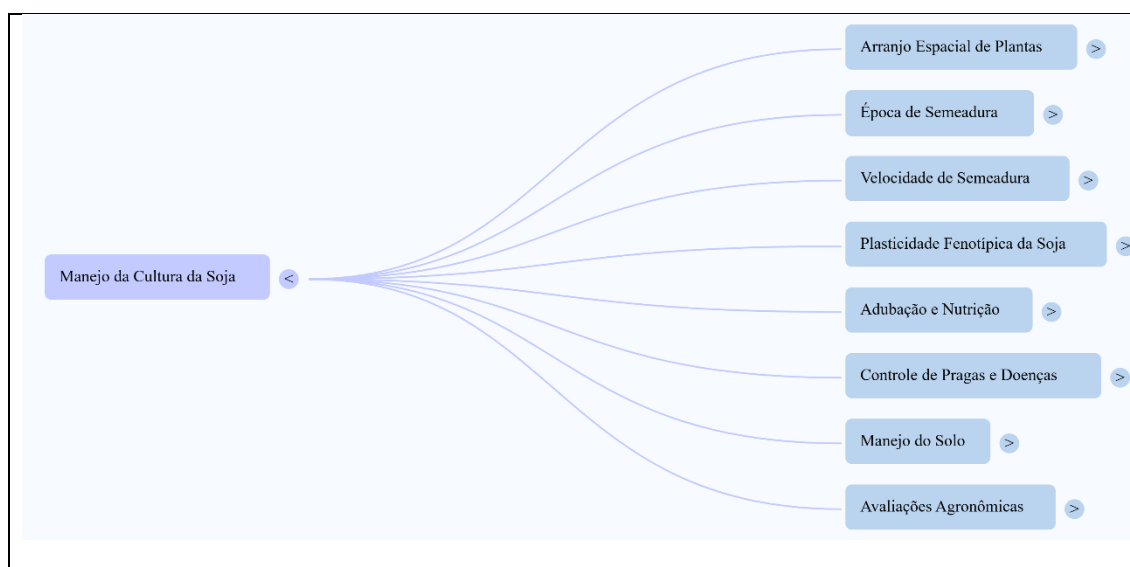
relacionados à distribuição de plantas na cultura da soja. A busca contemplou apenas artigos publicados em revistas científicas indexadas no sistema Qualis/CAPEs, com registro de ISSN, e que tivessem como base experimentos de campo conduzidos no Brasil. Como critérios de inclusão, os artigos selecionados deveriam apresentar os princípios básicos da experimentação agrícola, incluindo repetição, casualização e análise estatística adequada. Não foram incluídas publicações de trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado, relatórios ou circulares técnicas e resumos publicados em eventos técnico científicos.

A seleção focou exclusivamente em estudos com relação direta com o arranjo espacial de plantas de soja, contemplando os seguintes fatores de produção: (i) populações de plantas; (ii) espaçamento entre fileiras; (iii) velocidade de semeadura; (iv) percentual de falhas no estande; (v) tipo de crescimento das cultivares (determinado e indeterminado); (vi) método de semeadura (tradicional, fileiras duplas, semeadura cruzada, a lanço e semeadura em espaçamento reduzido). Inicialmente, realizou-se uma busca direta por artigos que atendessem aos critérios mencionados. Em seguida, foi adotada uma abordagem iterativa de pesquisa, utilizando-se as referências bibliográficas dos artigos inicialmente selecionados para identificar novos estudos relevantes. Esse processo de busca e seleção foi encerrado apenas quando não foram mais encontrados novos artigos relacionados ao tema. Como etapa final, foi elaborada uma tabela síntese, contendo as principais conclusões de cada estudo, com o objetivo de identificar os resultados mais promissores e consistentes ao longo dos 25 anos analisados. Para a organização, análise e sistematização das informações utilizadas neste estudo, foi empregada a ferramenta NotebookLM, desenvolvida pelo Google (<https://notebooklm.google.com/>, Google, 2025). O NotebookLM foi utilizado como apoio na etapa de revisão bibliográfica, auxiliando na extração de trechos relevantes, cruzamento de informações entre fontes e elaboração de sínteses temáticas. Todos os dados analisados pela ferramenta foram previamente inseridos e validados pelos autores, garantindo a rastreabilidade das fontes utilizadas. O arquivo complementar a referência dos artigos, DOI e conclusões

dos artigos encontra-se em: <https://encurtador.com.br/VPjXD> fazendo parte da literatura consultada para a produção desse texto.

## Resultados e discussão

O resumo do organograma a respeito das interações entre as variáveis que compõem a distribuição de plantas está destacado na Figura 1. O organograma completo pode ser acessado em: <https://encurtador.com.br/AF6ii>



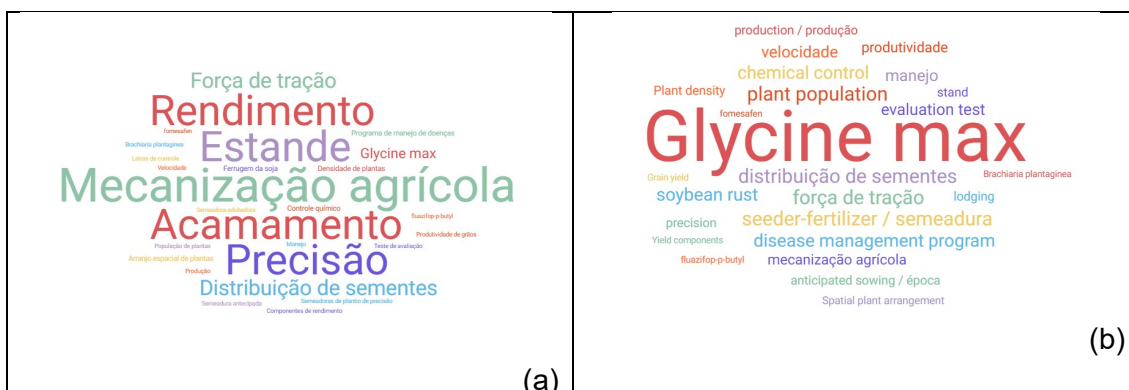
**Figura 1.** Resumo do organograma a respeito das interações das variáveis que compõem o manejo na cultura da soja avaliados pelos 76 artigos.

Como resultados foram avaliados 74 artigos científicos publicados em periódicos indexados no Qualis/Capes. Os artigos foram escritos por 168 autores distintos. Os experimentos foram realizados em 32 locais, totalizando 118 experimentos diferentes (Figura 2) que utilizaram 71 cultivares e/ou linhagens.



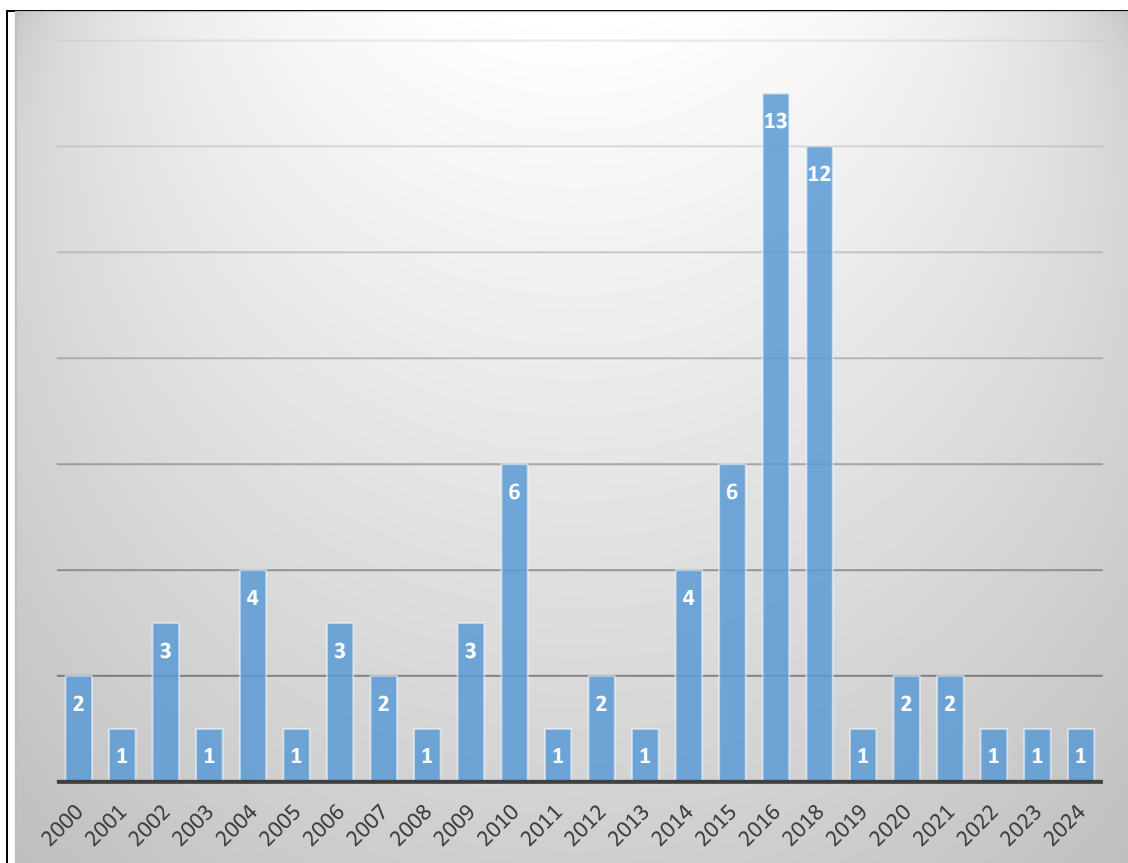
**Figura 2.** Locais de realização dos 118 experimentos sobre o arranjo de plantas em soja.

As principais palavras-chave com frequência superior a 10 vezes, assim como as principais palavras que ocorrem nos títulos dos artigos são apresentadas na Figura 3. A frequência com que a palavra-chave ocorre está relacionada com a proporção da palavra na figura. O termo “mecanização agrícola” ocorre 267 vezes (palavra-chave mais frequente) enquanto a palavra *Glycine max* ocorre 43 vezes (palavra do título do artigo mais frequente). Destacando assim, que esses são os termos de indexação mais frequentes.



**Figura 3.** Frequência de ocorrência das palavras chaves (a) e dos termos utilizados no título das publicações sobre arranjo de plantas em soja (b).

A frequência dos artigos publicados está destacada na Figura 4, onde verifica-se que os dois anos em que mais artigos foram publicados foi 206 e 2018.



**Figura 4.** Frequência de publicações nos 25 anos de avaliações.

### **Problemas que geraram as pesquisas**

Dentre os principais problemas e discrepâncias a serem resolvidos destacados pelos 76 artigos, indicam-se os mais frequentes: (i) a técnica de semeadura cruzada, carece de estudos aprofundados sobre seus efeitos na produtividade, na interação com a população e no espaçamento entre fileiras, bem como sua influência na severidade da ferrugem asiática. Ainda há pouca compreensão sobre como a população de plantas afeta o crescimento e a distribuição das raízes no perfil do solo, especialmente considerando a distribuição espacial das raízes, o que limita a interpretação dos efeitos da competição intraespecífica; (ii) o arranjo espacial e o manejo de cultivares modernas de soja, com arquitetura compacta e tipo de crescimento indeterminado, são pouco estudados, principalmente em relação à contribuição dos ramos para a plasticidade fenotípica e o rendimento. A interação entre a população de semeadura e níveis de fertilização fosfatada e potássica, bem como os efeitos sobre a qualidade das sementes (teores de óleo e proteína),

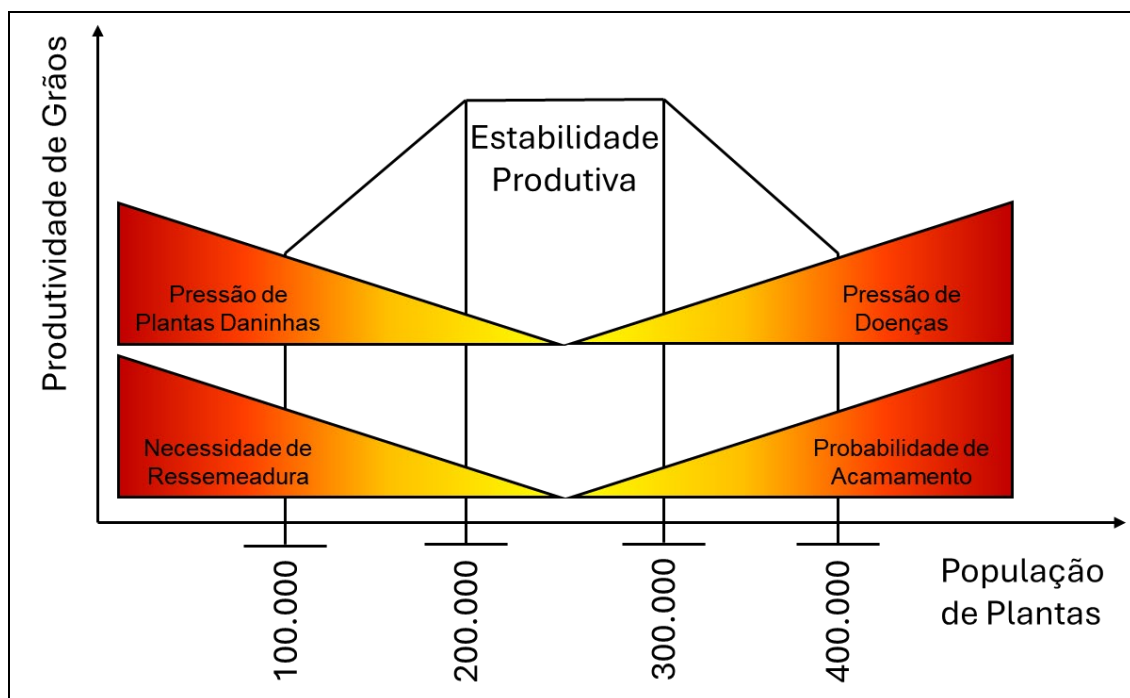
ainda não estão claramente definidos; (iii) ausência de um espaçamento e populações ideais universais para soja, pois a resposta da planta varia conforme o solo, clima, cultivar e manejo, tornando fundamental a avaliação da interação entre esses fatores para identificar a população ideal em cada condição produtiva. Resultados divergentes sobre os efeitos da alta população de semeadura e da velocidade de implantação evidenciam a complexidade do tema e a necessidade de investigação das condições específicas que influenciam o sucesso da semeadura. (iv) a dinâmica do uso da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em diferentes arranjos espaciais da soja é pouco explorada, assim como a eficiência das semeadoras, que apresentam limitações em seus mecanismos dosadores, especialmente em terrenos irregulares, gerando falhas na distribuição de sementes. Estudos nacionais sobre semeadoras pneumáticas e métodos mais robustos para avaliar o espaçamento real das plantas após a emergência são insuficientes, o que dificulta a padronização do manejo; (v) carência de informações sobre como o arranjo de plantas influencia a ocorrência e o progresso de doenças foliares, assim como sobre os efeitos da antecipação da semeadura para culturas sucessoras, como o milho safrinha. Essas lacunas indicam a necessidade de novas pesquisas que integrem aspectos agronômicos, fisiológicos e econômicos para otimizar o manejo da semeadura de soja em diferentes ambientes e cultivares, promovendo produtividade, sustentabilidade e rentabilidade ao produtor.

## **População de plantas e produtividade da soja**

### **Faixa ideal e estabilidade produtiva**

Definir a população ideal de plantas é essencial para maximizar a produtividade da soja. A cultura apresenta alta plasticidade fenotípica, o que permite estabilidade de produtividade entre 200.000 e 300.000 plantas/ha, desde que não se ultrapassem os limites fisiológicos (Figura 5). Nos últimos 50 anos houve um aumento na população de plantas e na melhoria de aspectos de distribuição e plantabilidade das mesmas (Umburanas et al., 2022). Em baixas populações, a planta pode compensar com maior número de vagens e massa de grãos por planta (Suhre et al., 2014). Essa estratégia também reduz custos,

especialmente com sementes transgênicas, desde que sejam usadas sementes de qualidade e haja distribuição uniforme na semeadura.



**Figura 5.** Modelo conceitual da relação entre a população de plantas e a produtividade da soja.

#### **População otimizada por ambiente de produção**

- **Ambientes de alta produtividade:** populações entre 200.000 e 300.000 plantas/ha resultam melhores produtividades. Populações acima de 400.000 plantas/ha aumentam os custos e não trazem ganhos produtivos. A população de plantas ótima geralmente varia entre 187.000 e 290.000 plantas/ha.
- **Ambientes de baixa produtividade:** exigem populações maiores (300.000 a 400.000 plantas/ha), devido à menor capacidade de ramificação e cobertura do solo. A população de plantas ótima nesses casos varia de 268.000 a 355.000 plantas/ha.
- **Semeadura tardia e safrinha:** requerem populações mais elevadas, com ganhos de produtividade acima de 300.000 plantas/ha.

#### **Fatores agrônômicos que influenciam a “população ideal”**

- **Arquitetura da planta:** plantas com elevada altura (superior a 80 cm) e com ramificação abundante, geralmente apresentam melhores resultados em

populações inferiores a 250 mil/ha. Por outro lado, plantas baixas (inferiores a 80 cm) e com baixa ramificação, em geral, necessitam populações superiores a 250 mil/ha para maximizar a produtividade.

- **Espaçamento entre fileiras:** Espaçamentos reduzidos (20 a 45 cm) favorecem a interceptação de luz e o fechamento do dossel, podendo aumentar a produtividade em populações moderadas.
- **Distribuição e qualidade da sementeira:** A uniformidade na fileira de sementeira é fundamental. Variações reduzem a produtividade, principalmente em baixas populações.
- **Sistema de sementeira:** a sementeira cruzada não apresenta ganhos consistentes, pode elevar os custos e comprometer a população efetiva.
- **Fertilidade do solo:** A população ideal não depende dos níveis de fósforo ou potássio. O nitrogênio em cobertura é dispensável com nodulação adequada.
- **Riscos de altas populações:** populações acima de 400.000 plantas/ha aumentam o risco de acamamento e favorecem doenças como o mofo-branco e ferrugem asiática, principalmente em ambientes úmidos e com dossel fechado.

### **Efeitos do espaçamento entre fileiras de sementeira na Produtividade**

A definição do espaçamento entre fileiras mais adequado para a cultura da soja é um tema amplamente estudado, porém de difícil padronização, devido à elevada plasticidade fenotípica da planta e à interação complexa entre fatores genéticos, ambientais e de manejo. Essa plasticidade permite à soja ajustar seus componentes de rendimento a diferentes condições de cultivo, o que explica a variabilidade nos resultados encontrados na literatura.

#### **Espaçamentos reduzidos (20 a 35 cm)**

##### **Vantagens:**

- **Fechamento precoce do dossel,** promovendo maior interceptação da radiação solar, o que pode se refletir em maior acúmulo de biomassa e índice de área foliar (IAF).

- **Possibilidade de aumento na produtividade de grãos**, com maior número de vagens férteis por área e maior massa de mil grãos.
- **Redução da emergência e competição de plantas daninhas**, pelo sombreamento precoce do solo.
- **Melhor exploração do solo**, com distribuição mais homogênea do sistema radicular.
- **Redução de acamamento**, em alguns estudos, atribuída à melhor distribuição de plantas.

#### **Considerações:**

- Mais eficientes **em cultivares de porte ereto e baixa ramificação lateral**.
- Benefícios ampliados **em cultivos com semeadura tardia** ou **ambientes sem estresse hídrico**.
- Aumentam o risco de **ferrugem asiática e mofo branco**, devido à menor circulação de ar no dossel, aumentando o período de molhamento foliar.
- **Maior dificuldade operacional** para aplicação de defensivos foliares, por efeito guarda-chuva.
- **Potencial aumento de acamamento** em cultivares suscetíveis, especialmente sob alta população de semeadura.
- **Pode ocasionar alta mobilização do solo durante a semeadura, sobretudo se forem utilizadas hastes sulcadoras nas semeadoras**.
- **Maior potência requerida para tração**, uma vez que há aumento do número de fileiras na mesma largura de operação de semeadura. Ou, se houver redução do número de fileiras, haverá redução do rendimento operacional.
- **Inviabilidade de implantação do milho no mesmo espaçamento utilizado para a soja**.

#### **Espaçamentos intermediários ou convencionais (40 a 50 cm)**

- Frequentemente resultam em **produtividade estável** em uma ampla gama de populações de plantas.

- Algumas cultivares apresentaram **maior rendimento em 40 cm ou 45 cm**, superando tanto os espaçamentos reduzidos quanto os mais amplos.
- São considerados **opções consistentes e seguras**, particularmente quando associadas a sistemas de produção consolidados.

### **Espaçamentos amplos (60 a 70 cm)**

#### **Vantagens:**

- **Melhor penetração de luz e ventilação no dossel**, podendo favorecer a sanidade das folhas mais próximas ao solo.
- Em casos de **alta pressão de doenças**, como ferrugem asiática, espaçamentos amplos podem reduzir a severidade e aumentar a eficiência do controle químico.

#### **Desvantagens:**

- **Fechamento tardio do dossel**, resultando em menor interceptação de luz nas fases iniciais e maior infestação de plantas daninhas.
- Menor aproveitamento do solo e recursos, especialmente com cultivares de crescimento indeterminado e baixa ramificação.

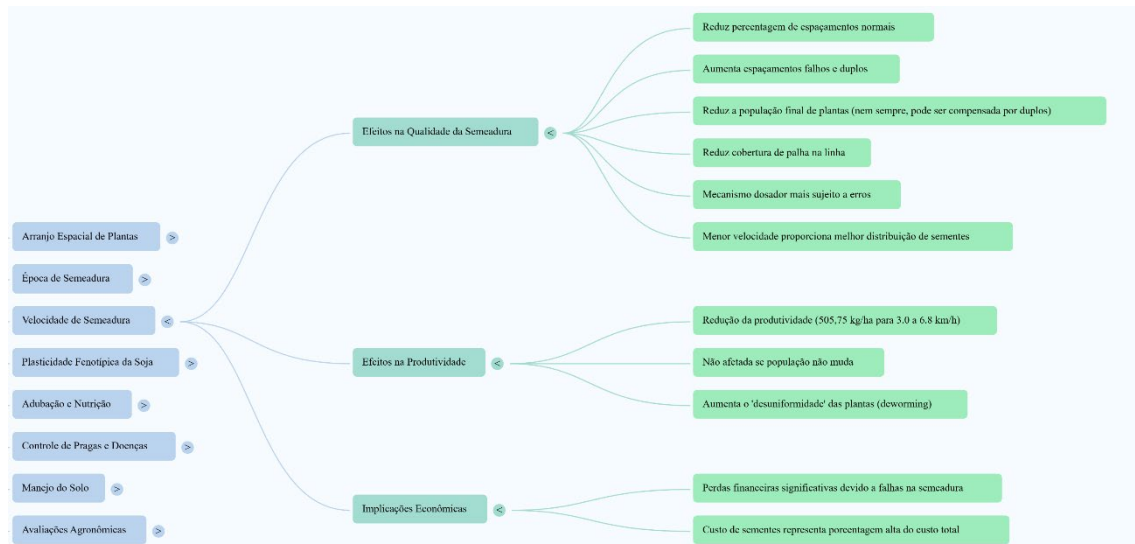
### **Semeadura cruzada e fileiras duplas**

- De modo geral, **não apresentaram ganhos consistentes de produtividade** em relação à semeadura convencional.
- A **semeadura cruzada** pode resultar em **menor populações efetiva de plantas**, maior compactação e aumento nos custos operacionais.
- A **configuração em fileiras duplas** pode melhorar a penetração de luz e defensivos no dossel, mas depende da distância entre fileiras de semeadura e do tipo de cultivar. Estudos mostraram produtividade similar ou inferior em relação aos arranjos convencionais.

### **Velocidade de semeadura e produtividade da soja**

A velocidade de semeadura afeta diretamente a uniformidade da distribuição de sementes, o estande final de plantas e, conseqüentemente, a produtividade da soja. Estudos mostram que velocidades elevadas (acima de 8

km/h) tendem a aumentar o espaçamento entre plantas, reduzir a população final e comprometer a uniformidade, o que pode resultar em menor rendimento, mesmo que alguns componentes de produtividade (como vagens por planta) aumentem (Figura 6).



**Figura 6.** Fluxograma das principais repercussões a respeito da velocidade de semeadura.

### “Velocidade ideal” e efeitos na produtividade

- A velocidade de **6,2 km/h** tem sido frequentemente associada ao melhor equilíbrio entre uniformidade de distribuição e população final, resultando em maior produtividade.
- Velocidades muito baixas (2,5 a 3,0 km/h) podem maximizar a produtividade de grãos, mas são pouco viáveis operacionalmente.
- Em um estudo, semear a 9,2 km/h reduziu a produtividade em 20%, enquanto faixas entre 3,4 e 7,7 km/h não mostraram diferenças significativas.
- Em condições específicas e com dosadores modernos (pneumáticos), velocidades de até 12 km/h não comprometeram a produtividade.

A massa de mil grãos geralmente não é afetada pela velocidade, indicando que o principal impacto ocorre na distribuição das plantas, não no tamanho dos grãos.

### **Uniformidade: fator decisivo**

Há consenso de que o aumento da velocidade compromete a uniformidade, causando espaçamentos irregulares, falhas e sobreposição de plantas — o que reduz o aproveitamento dos recursos do ambiente.

#### **Indicações gerais:**

- 5 a 7 km/h: faixa ideal para distribuição adequada e produtividade estável.
- Semeadoras mecânicas (disco horizontal): indicado entre 4 e 6 km/h.
- Semeadoras pneumáticas: operam bem até 10 km/h, dependendo do solo e da topografia.

### **Considerações gerais**

A definição do arranjo espacial é um dos principais fatores que influenciam a produtividade da soja. Embora a cultura apresente elevada plasticidade fenotípica e capacidade de compensar variações no estande, essa compensação apresenta limites. A eficiência no uso da luz, água e nutrientes depende da uniformidade na distribuição das plantas na fileira, da população de plantas, do espaçamento entre fileiras, da velocidade de semeadura, da arquitetura da cultivar e das condições ambientais. Espaçamentos reduzidos, entre 20 e 45 centímetros, apresentam resultados consistentes em termos de produtividade. Promovem melhor distribuição das plantas, fechamento mais rápido do dossel, maior interceptação de luz e sombreamento das plantas daninhas, além de favorecerem o aproveitamento do solo pelas raízes. No entanto, esses arranjos podem aumentar a umidade no dossel, favorecendo doenças como a ferrugem asiática e o mofo branco, dificultando a aplicação de defensivos e elevando o risco de acamamento (especialmente quando associados com população elevadas).

Espaçamentos convencionais ou intermediários, entre 40 e 60 cm, continuam muito eficientes, especialmente quando ajustados ao porte da cultivar. Favorecem cultivares com maior ramificação, permitem melhor ventilação no dossel e maior eficácia na aplicação de defensivos. Em

contrapartida, o fechamento mais lento do dossel pode aumentar a competição com plantas daninhas e reduzir a interceptação de luz no início do ciclo.

Outros sistemas de semeadura, como a semeadura cruzada (em fileiras perpendiculares), têm como objetivo otimizar a distribuição espacial, mas os estudos mostram que não há ganhos consistentes de produtividade. Além disso, essa técnica tende a elevar os custos, aumentar o risco de doenças e reduzir a eficiência operacional, por isso não é recomendado. Fileiras duplas (*twin rows*) também não demonstram vantagens claras em relação às fileiras simples e podem comprometer o fechamento do dossel, especialmente em espaçamentos largos. A semeadura agrupada (*hill drop*), quando mantém a população total por hectare, não alterou a produtividade em relação à distribuição equidistante das plantas nas fileiras. Já a semeadura a lanço, apesar de proporcionar cobertura adequada, exige maior volume de sementes, dificulta o manejo mecânico e apresenta maiores perdas por falhas de germinação e pragas (além do revolvimento do solo).

A velocidade de semeadura é outro fator crítico. Velocidades superiores a 6–8 km/h reduzem a uniformidade na distribuição das sementes na fileira, sobretudo com semeadoras mecânicas. Sistemas pneumáticos apresentam melhor desempenho nesse aspecto. O impacto final sobre a produtividade depende da cultivar utilizada e das condições ambientais. Cultivares de crescimento ereto e com baixa ramificação se adaptam melhor a espaçamentos reduzidos, enquanto cultivares com elevada ramificação respondem melhor a espaçamentos maiores. Em ambientes com recursos limitados, populações mais altas ajudam a compensar o menor crescimento individual das plantas.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – Processos 312543/2023-9), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil – Código de Financiamento 001, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS – Processos 22/2551-0001644-8) pela concessão de bolsas aos autores. Aos bolsistas e voluntários pelo auxílio na coleta de dados.

## Referências

BALBINOT, A. A.; OLIVEIRA, M. C. N. D.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; ZUCARELI, C.; FERREIRA, A. S.; WERNER, F. Phenotypic plasticity in a soybean cultivar with indeterminate growth type. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 53 (09), 1038-1044, 2018.

BORTOLI, L. F.; ARISMENDI, G. D. A.; FERREIRA, M. M.; MARTIN, T. N. Sowing speed can affect distribution and yield of soybean. **Australian Journal of Crop Science**, 15 (1), 16-22, 2021.

CORASSA, G. M.; AMADO, T. J.; STRIEDER, M. L.; SCHWALBERT, R.; PIRES, J. L.; CARTER, P. R.; CIAMPITTI, I. A. Optimum soybean seeding rates by yield environment in southern Brazil. **Agronomy Journal**, 110(6), 2430-2438, 2018.

CUNHA, V.; FIPKE, G. M.; CONCEIÇÃO, G. M.; MÜLLER, T. M.; PIRES, J. L. F.; FULANETI, F. S.; MARTIN, T. N. N. Intraspecific competition in row spacings in soybean. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 36, 1-8, 2024.

Google. *NotebookLM*. Disponível em: <https://notebooklm.google.com/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

LUCA, M. J. D.; HUNGRÍA, M. Plant densities and modulation of symbiotic nitrogen fixation in soybean. **Scientia Agricola**, 71, 181-187, 2014.

SUHRE, J. J.; WEIDENBENNER, N. H.; ROWNTREE, S. C.; WILSON, E. W.; NAEVE, S. L.; CONLEY, S. P.; DAVIS, V. M. Soybean yield partitioning changes revealed by genetic gain and seeding rate interactions. **Agronomy Journal**, 106 (5), 1631-1642, 2014.

UMBURANAS, R. C.; KAWAKAMI, J.; AINSWORTH, E. A.; FAVARIN, J. L.; ANDERLE, L. Z.; DOURADO-NETO, D.; REICHARDT, K. Changes in soybean cultivars released over the past 50 years in southern Brazil. **Scientific Reports**, 12 (1), 508, 2022.