



# 44ª Reunião de Pesquisa de Soja

## REGIÃO SUL - 2025

### Indicações técnicas para a cultura da soja

no Rio Grande do Sul  
e em Santa Catarina

SAFRAS 2025/2026 E 2026/2027

#### 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



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

13 e 14 de agosto de 2025

Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2025/2026 e 2026/2027

## **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

Promoção: Embrapa  
Ministério da Agricultura e Pecuária

Realização: Embrapa Trigo com apoio da Universidade de Passo Fundo

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

---

R444i Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (44. : 2025 : Passo Fundo, RS)

Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2025/2026 e 2026/2027 / organizadores, João Leonardo Fernandes Pires ... [et al.]. – Passo Fundo : Acervus, 2025.

149 p. 14x21 cm.

ISBN: 978-65-5230-067-6.

1. Soja - Cultivo - Congressos. 2. Pragas - Controle - Congressos. 3. Adubos e fertilizantes. 4. Calagem dos solos. I. Pires, João Leonardo Fernandes, org. II. Embrapa Trigo. III. Título.

CDU: 633.34

---

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues - CRB 10/1569

# **Organizadores**

---

## **João Leonardo Fernandes Pires**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Trigo.  
Rodovia BR-285, Km 294 99022-100 Passo Fundo, RS.

E-mail: joao.pires@embrapa.br

## **Alvadi Antonio Balbinot Junior**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Trigo.  
Rodovia BR-285, Km 294 99022-100 Passo Fundo, RS.

E-mail: alvadi.balbinot@embrapa.br

## **André Julio do Amaral**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Trigo.  
Rodovia BR-285, Km 294 99022-100 Passo Fundo, RS.

E-mail: andre.amaral@embrapa.br

## **Crislaine Sartori Suzana Milan**

Engenheira-agrônoma, doutora, professora do curso de Agronomia  
da Universidade de Passo Fundo. Rodovia BR-285, Km 292,7 Bairro  
São José 99052-900 Passo Fundo, RS.

E-mail: ssuzana@upf.br

## **Gilberto Rocca da Cunha**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Trigo.  
Rodovia BR-285, Km 294 99022-100 Passo Fundo, RS.

E-mail: gilberto.cunha@embrapa.br

## **Glauber Monçon Fipke**

Engenheiro-agrônomo, doutor, professor da Universidade Federal  
do Pampa, Campus Itaqui. Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n  
97650-000 Itaqui, RS.

E-mail: glauberfipke@unipampa.edu.br

## **Leila Maria Costamilan**

Engenheira-agrônoma, mestre, pesquisadora da Embrapa Trigo.  
Rodovia BR-285, Km 294 99022-100 Passo Fundo, RS.

E-mail: leila.costamilan@embrapa.br

**Osmar Conte**

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Trigo.  
Rodovia BR-285, Km 294 99022-100 Passo Fundo, RS.  
E-mail: osmar.conte@embrapa.br

**Thomas Newton Martin**

Engenheiro-agrônomo, doutor, professor do Centro de Ciências  
Rurais da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Av.  
Roraima, 1000 97105-900 Santa Maria, RS.  
E-mail: martin.ufsm@gmail.com

**Vinícius dos Santos Cunha**

Engenheiro-agrônomo, doutor, professor da Universidade Federal  
do Pampa, Campus Alegrete. Av. Tiarajú, 810 97546-550 Alegrete,  
RS.  
E-mail: viniciuscunha@unipampa.edu.br

**Vladirene Macedo Vieira**

Engenheira-agrônoma, doutora, analista da Embrapa Trigo. Rodovia  
BR-285, Km 294 99022-100 Passo Fundo, RS.  
E-mail: vladirene.vieira@embrapa.br

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

---

## **Embrapa Trigo**

### Comissão Organizadora da 44<sup>a</sup> RPSRS

João Leonardo Fernandes Pires – Coordenador do evento

Alvadi Antonio Balbinot Junior

André Julio do Amaral

Crislaine Sartori Suzana Milan

Gilberto Rocca da Cunha

Leandro Vargas

Leila Maria Costamilan

Osmar Conte

Vladirene Macedo Vieira

### Entidades credenciadas participantes

Associação Sulina de Crédito e assistência Rural –

ASCAR/Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RS

Cooperativa Central Gaúcha Ltda – CCGL/RTC

Embrapa Clima Temperado

Embrapa Pecuária Sul

Embrapa Trigo

Epagri

Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM

Universidade de Passo Fundo – UPF

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

### Alerta

As entidades participantes da 44<sup>a</sup> Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul eximem-se de qualquer garantia, seja expressa ou implícita, quanto ao uso destas indicações técnicas. Destacam que não assumem responsabilidade por perdas ou danos, incluindo, mas não se limitando a, tempo e dinheiro, decorrentes do emprego das mesmas, uma vez que muitas causas não controladas, em agricultura, podem influenciar o desempenho das tecnologias indicadas.



# Sumário

---

1 Manejo e Conservação do Solo .....	11
1.1 Introdução.....	11
1.2 Plantio Direto e Sistema Plantio Direto .....	11
1.2.1 Sistematização da lavoura .....	14
1.2.2 Descompactação de solo .....	14
1.2.3 Correção da acidez e da fertilidade de solo.....	15
1.2.4 Planejamento do sistema de diversificação de culturas .	15
1.2.5 Manejo de restos culturais .....	16
1.3 Manejo de enxurrada em sistema plantio direto .....	16
1.3.1 Terraceamento .....	18
2 Calagem, Gessagem e Adubação .....	20
2.1 Introdução.....	20
2.2 Amostragem de solo.....	20
2.3 Calagem .....	22
2.3.1 Cálculo da quantidade de corretivo a aplicar .....	25
2.3.2 Calagem em áreas sob sistema convencional.....	25
2.3.3 Calagem em áreas sob sistema plantio direto .....	26
2.3.4 Efeito residual e frequência de calagem .....	27
2.3.5 Calcário na linha.....	29
2.4 Gessagem .....	30
2.5 Adubação .....	31
2.5.1 Nitrogênio .....	31
2.5.1.1 Inoculação de sementes de soja para cultivo em áreas novas .....	33
2.5.1.2 Inoculação de sementes de soja para áreas com mais de um ano de cultivo.....	34
2.5.1.3 Procedimento de inoculação das sementes .....	35
2.5.1.4 Inoculação no sulco de semeadura .....	36
2.5.1.5 Sementes pré-inoculadas .....	37

2.5.2 Fósforo e potássio .....	37
2.5.2.1 Fontes de fósforo e de potássio.....	43
2.5.3 Enxofre .....	45
2.5.4 Micronutrientes .....	46
2.5.5 Fertilizantes orgânicos .....	47
2.5.6 Fertilizantes organo-minerais .....	47
2.5.7 Fertilizantes foliares .....	48
<b>3 Cultivares.....</b>	<b>49</b>
3.1 Cultivares de soja para cultivo na Macrorregião Sojícola 1 ....	49
<b>4 Manejo da Cultura .....</b>	<b>57</b>
4.1 Zoneamento agrícola de risco climático (ZARC) e períodos de semeadura .....	57
4.2 cultivares indicadas .....	59
4.3 Tipos de solos aptos ao cultivo .....	60
4.4 Qualidade de sementes.....	61
4.5 Espaçamento entre fileiras, população de plantas, velocidade e profundidade de semeadura.....	63
<b>5 Sistema de Produção de Grãos .....</b>	<b>66</b>
5.1 Rotação de culturas.....	66
5.2 Estratégias de sucessão trigo-soja .....	67
5.3 Estratégias de sucessão milho-soja.....	70
5.4 Cultivo da soja em terras baixas .....	72
5.4.1 Contextualização da lavoura de soja na metade Sul em áreas de rotação com arroz irrigado.....	72
5.4.2 Sistematização e preparo do solo .....	73
5.4.3 Práticas de manejo para evitar (ou mitigar) eventuais problemas com <i>carryover</i> de herbicidas .....	74
5.4.4 Escolha de cultivares .....	75
5.4.5 Processo de calagem, adubação de base e semeadura mecanizada .....	81
5.4.6 Irrigação (e drenagem).....	83
5.4.7 Demais tratos culturais.....	85
5.5 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) .....	86

5.6 Aplicações da Agriculturas de Precisão e Digital na cultura da soja .....	87
5.6.1 Mapeamento da variabilidade de características de solo .....	87
5.6.2 Mapeamento da variabilidade da produtividade .....	88
5.6.3 Manejo e Conservação de precisão.....	88
5.6.4 Sensoriamento remoto da vegetação .....	88
5.6.5 Aplicação de sementes e insumos em taxa variável .....	89
5.6.6 Desligamento de linhas de semeadura.....	89
5.6.7 Controle de plantas daninhas .....	89
5.6.8 Controle de doenças .....	90
5.6.9 Uso de VANTs (veículos aéreos não tripulados) para controle fitossanitário.....	90
5.6.10 Experimentação on-farm (na fazenda).....	91
5.6.11 Plataformas para auxílio à tomada de decisões .....	92
6 Manejo Integrado de Plantas Daninhas .....	97
6.1 Medidas preventivas.....	98
6.2 Método cultural .....	99
6.2.1 Manejo de plantas daninhas em semeadura direta .....	100
6.2.2 Efeito de restos culturais no controle de plantas daninhas .....	100
6.3 Método físico .....	102
6.4 Método químico .....	103
6.4.1 Herbicidas indicados .....	104
6.4.1.1 Pré-semeadura ou dessecação .....	104
6.4.1.2 Herbicidas de pré-semeadura incorporados (PSI) .....	105
6.4.1.3 Herbicidas de pré-emergência (PRÉ) .....	106
6.4.1.4 Herbicidas de pós-emergência (PÓS) .....	106
6.4.2 Tecnologia de aplicação .....	107
6.4.2.1 Herbicidas de solo.....	107
6.4.2.2 Herbicidas de folhagem .....	107

6.4.2.3 Adição de adjuvantes aos herbicidas de folhagem .....	109
6.4.2.4 Aplicação aérea .....	110
6.4.2.5 Mistura em tanque .....	111
6.4.3 Resistência de plantas daninhas aos herbicidas .....	112
6.4.4 Especificações para o manejo de plantas daninhas em soja resistente ao herbicida glifosato .....	113
<b>7 Manejo Integrado de Doenças .....</b>	<b>116</b>
7.1 Tratamento de sementes.....	116
7.2 Tratamento químico da parte aérea .....	118
7.2.1 Oídio .....	120
7.2.2 Doenças foliares de fim de ciclo .....	122
7.2.3 Ferrugem-asiática .....	122
7.2.4 Mofo-branco .....	125
7.2.5 Controle de fitonematoïdes .....	126
7.3 Controle através de cultivares resistentes .....	128
<b>8 Manejo Integrado de Pragas .....</b>	<b>131</b>
8.1 Introdução.....	131
8.2 Monitoramento e tomada de decisão .....	134
<b>9 Colheita.....</b>	<b>142</b>
9.1 Fatores que afetam a eficiência da colheita.....	142
9.1.1 Preparo inadequado do solo .....	142
9.1.2 Inadequação da época de semeadura, do espaçamento entre linhas e da densidade de sementes.....	143
9.1.3 Cultivares não adaptadas.....	143
9.1.4 Ocorrência de plantas daninhas .....	143
9.1.5 Retardamento da colheita .....	143
9.1.6 Umidade inadequada na colheita.....	144
9.1.7 Má regulagem e condução da colhedora .....	144
9.2 Avaliação de perdas .....	146
9.3 Como evitar perdas .....	147

# **1 Manejo e Conservação do Solo**

---

## **1.1 Introdução**

O solo é considerado um recurso natural e deve ser considerado um patrimônio da coletividade independente da posse ou uso do mesmo. O solo constitui-se como substrato natural para os seres vivos que nele habitam. Algumas modificações no uso da terra têm gerado preocupações em relação a conservação do solo e da água, pois os agricultores não vêm necessidade na adoção de técnicas conservacionistas, uma vez que a adoção do sistema de plantio direto é mais eficiente que o sistema convencional, mas, a falta de palhada na superfície do solo está levando a processos erosivos pelas chuvas de alta intensidade, reduzindo a infiltração de água no solo e aumentando as perdas de água do solo por evaporação, resultando em perdas de nutrientes por erosão e redução do potencial produtivo da lavoura. A falta de práticas conservacionistas para contenção de enxurradas tais como os terraços, semeadura em contorno e bom aporte de palhada na superfície do solo. A conjunção desses fatores constitui-se como causa principal dos processos de erosão e degradação dos solos da região Sul do Brasil.

## **1.2 Plantio Direto e Sistema Plantio Direto**

Sistemas de manejo de solo compatíveis com as características de clima, de planta e de solo da região Sul do Brasil são imprescindíveis para interromper o processo de degradação do solo e, consequentemente, manter a atividade agrícola economicamente competitiva e ambientalmente sustentável. Nesse contexto, há que se distinguir “plantio direto” ou “semeadura direta” de “sistema plantio direto”. “Plantio direto” ou

“semeadura direta” representa, simplesmente, o ato de depositar sementes, plantas ou partes de plantas no solo, na ausência de sua mobilização intensa com aração, escarificação e/ou gradagem, e manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. Conceitualmente, plantio direto ou semeadura direta não assegura diversificação de espécies, cobertura permanente de solo e nem aporte de material orgânico em quantidade, qualidade e frequência requeridas pela demanda biológica do solo. Portanto, plantio direto ou semeadura direta engloba apenas dois princípios da agricultura conservacionista: a redução ou supressão da mobilização intensa de solo e a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. Para as condições de solo e clima da região Sul do Brasil, esses princípios são insuficientes para promover conservacionismo em lavouras anuais produtoras de grãos. Nessa região, é necessário discernimento para eleger um conjunto de princípios preconizados pela agricultura conservacionista mais abrangente e mais eficaz do que simplesmente o abandono da mobilização de solo e a manutenção de resíduos culturais na superfície do solo.

“Sistema plantio direto”, por sua vez, é um termo genuinamente brasileiro, criado em meados dos anos 1980, em razão da percepção de que a viabilidade do plantio direto ou da semeadura direta, de modo ininterrupto ao longo do tempo na região Sul do Brasil, requeria um conjunto de tecnologias ou de princípios da agricultura conservacionista mais amplo. O plantio direto ou a semeadura direta necessitava ser entendido e praticado como “sistema de manejo” e não como “simples método de semeadura e preparo reduzido do solo”. Assim, sistema plantio direto passou a ser conceituado como complexo de práticas conservacionistas destinadas à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo: mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura ou de plantio, manutenção de resíduos culturais na superfície do solo, e diversificação de sistemas

produtivos e/ou de espécies em determinado sistema produtivo, via rotação, sucessão e/ou consociação de culturas.

No início dos anos 2000, o conceito de sistema plantio direto foi ampliado, passando a incorporar a estratégia denominada de colher-semear. A estratégia de colher-semear constitui prática relevante para aumento do número de safras por ano agrícola, para ampliação da diversidade de espécies cultivadas e redução ou supressão do intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura subsequente, promovendo cobertura permanente de solo e adição de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência compatíveis com a demanda do solo. O processo colher-semear pode ser avaliado também como prática primordial, tanto para a manutenção quanto para a restauração ou recuperação da fertilidade do solo. A adoção do sistema plantio direto, fundamentada nesse conceito, objetiva expressar o potencial genético das espécies cultivadas mediante maximização do fator ambiente e do fator solo, sem, contudo, degradá-los. A consolidação do sistema plantio direto, entretanto, está essencialmente alicerçada na diversificação de culturas orientada ao incremento da rentabilidade, à promoção da cobertura permanente de solo, à geração de benefícios fitossanitários e à ciclagem de nutrientes. A interação da diversificação de culturas, abandono da mobilização de solo e manutenção permanente da cobertura de solo assegura a evolução paulatina da melhoria biológica, física e química do solo.

O plantio direto constitui, atualmente, a modalidade de agricultura conservacionista de maior adoção na região Sul do país. A transformação do plantio direto ou semeadura direta em sistema plantio direto e sua manutenção requerem implementação de ações integradas, entre as quais as descritas a seguir:

### **1.2.1 Sistematização da lavoura**

Sulcos e depressões no terreno decorrentes da drenagem natural ou de processos erosivos concentram a enxurrada, dificultando o livre tráfego de máquinas na lavoura e promovendo focos de infestação de plantas daninhas e manchas de menor fertilidade de solo em relação ao restante da área. Assim, por ocasião da adoção do sistema plantio direto, inclusive a partir da transformação de plantio direto ou semeadura direta em sistema plantio direto, indica-se eliminar esses obstáculos, mediante uso de plainas ou de motoniveladoras ou mesmo de escarificação, e até mesmo aração, seguida por gradagem. A execução dessas práticas objetiva evitar a mobilização do solo após adoção e consolidação do sistema plantio direto.

### **1.2.2 Descompactação de solo**

Solos compactados geralmente apresentam: baixa taxa de infiltração de água, ocorrência frequente de enxurrada, raízes deformadas, estrutura degradada e elevada resistência do solo à penetração e/ou às operações de preparo. Em consequência, sintomas de deficiência de água nas plantas podem ser evidenciados mesmo em situações de breve estiagem. Constatada a existência de compactação de solo, indica-se abrir pequenas trincheiras (30 cm de lado por 50 cm de profundidade), em vários pontos da lavoura, visando detectar os limites superior e inferior da (s) camada (s) compactada (s) através do aspecto morfológico da estrutura do solo, da forma e da distribuição do sistema radicular das plantas e/ou da resistência ao toque com instrumento pontiagudo.

Normalmente, a ocorrência de camadas compactadas não ultrapassa 25 cm de profundidade. Para descompactar o solo, indica-se usar implementos de escarificação contendo hastes

com ponteiras estreitas (não superior a 8 cm de largura), reguladas para operar imediatamente abaixo da camada compactada mais profunda. O espaçamento entre hastes deve ser de 1,2 a 1,25 vezes a profundidade de trabalho. Caso as ponteiras das hastes sulcadoras sejam da ordem de 5 cm de largura, o espaçamento entre hastes deve ser de 1,0 vez a profundidade de trabalho. A descompactação deve ser realizada quando o solo estiver com a umidade correspondente à faixa de friabilidade, devendo ser executada transversalmente ao plano de declive do terreno. Os efeitos benéficos dessas práticas dependem do manejo adotado após a descompactação. Em sequência às operações de descompactação do solo, é indicada a semeadura de culturas com alta produção de fitomassa aérea e sistema radicular denso e profundo. Em geral, mantendo-se elevado padrão de produção de fitomassa e controlando-se o tráfego de máquinas na lavoura, é provável que não haja necessidade de novas escarificações ou subsolagens.

### **1.2.3 Correção da acidez e da fertilidade de solo**

Em solos com elevada acidez e com baixos teores de fósforo (P) e de potássio (K), a aplicação de calcário e de fertilizantes e sua incorporação, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, é fundamental para viabilizar o sistema plantio direto nos primeiros anos, período em que a reestruturação do solo ainda não manifestou seus efeitos benéficos. Para essa operação, faz-se uso das indicações que constam no Capítulo 2, item 2.3.

### **1.2.4 Planejamento do sistema de diversificação de culturas**

O tipo e a frequência das espécies contempladas no planejamento de sistema de diversificação de culturas devem

atender tanto aos aspectos técnicos, que objetivam a conservação do solo, quanto aos aspectos econômicos e comerciais compatíveis com os sistemas de produção praticados regionalmente.

A sequência de espécies a ser cultivada em determinada área deve considerar, além do potencial de rentabilidade, a suscetibilidade de cada cultura à infestação de pragas, de plantas daninhas e de doenças, a disponibilidade de equipamentos para seu manejo e de seus restos culturais e o histórico e o estado atual da lavoura, considerando os aspectos de fertilidade do solo e de exigência nutricional das plantas. O arranjo das espécies no tempo e no espaço deve ser orientado para a diversificação de cultivares, a fim de possibilitar o escalonamento da semeadura e da colheita. Para fins de estruturação do solo, a quantidade e a qualidade do material orgânico produzido pelas espécies cultivadas são de maior relevância que o arranjo das mesmas. No sul do Brasil, um dos sistemas de rotação de culturas compatíveis com a produção de soja, para um período de três anos, envolve a seguinte sequência de espécies: aveia/soja, trigo/soja e ervilhaca/milho.

### **1.2.5 Manejo de restos culturais**

Na colheita de grãos das culturas que precedem a semeadura de soja, é importante que os restos culturais sejam distribuídos numa faixa equivalente à largura da plataforma de corte da colhedora, independentemente de serem ou não triturados.

## **1.3 Manejo de enxurrada em sistema plantio direto**

A cobertura permanente do solo e os reflexos positivos na sua estruturação, a partir da adoção do sistema plantio direto, têm

sido insuficientes para disciplinar os fluxos de matéria e de energia gerados pelo ciclo hidrológico em escala de lavoura e, consequentemente, não constituem meios plenamente eficazes para controle da erosão hídrica. Embora no sistema plantio direto a cobertura de solo exerça função primordial na dissipação da energia erosiva da chuva, há limites críticos de comprimento do declive em que essa eficiência é superada, desencadeando o processo de erosão hídrica. Assim, mantendo-se constantes todos os fatores relacionados à erosão hídrica e incrementando-se apenas o comprimento do declive, tanto a quantidade quanto a velocidade da enxurrada produzida por determinada chuva irão aumentar, elevando o risco de erosão. A cobertura de solo apresenta potencial para dissipar, em até 100%, a energia erosiva da gota de chuva, mas não manifesta essa mesma eficiência para dissipar a energia erosiva da enxurrada. A partir de determinado comprimento de declive, o potencial de dissipação de energia erosiva da cobertura de solo é superado, o que permite a flutuação e o transporte de restos culturais, bem como o desencadeamento do processo erosivo sob a cobertura vegetal. Nesse contexto, toda prática conservacionista capaz de manter o comprimento do declive dentro de limites que mantenham a eficiência da cobertura vegetal de solo na dissipação da energia erosiva incidente contribuirá, automaticamente, para minimizar o processo de erosão hídrica. Semeadura em contorno, terraços, taipas de pedra, faixas de retenção, canais divergentes, culturas em faixas, entre outros procedimentos, são práticas conservacionistas eficientes para segmentação do comprimento do declive e, comprovadamente, constituem técnicas associadas à cobertura de solo para controle efetivo da erosão. Portanto, para o efetivo controle do processo de erosão hídrica, é fundamental dissipar a energia erosiva do impacto da gota de chuva e do cisalhamento da enxurrada, mediante a manutenção do solo permanentemente

coberto e redução da quantidade e da velocidade do escoamento superficial.

A implementação de práticas conservacionistas, em adição à cobertura vegetal de solo para o efetivo controle da erosão hídrica, pode fundamentar-se na observância do ponto de falha (ineficácia) dos resíduos culturais. Essa constatação indicará o comprimento crítico da pendente, isto é, o máximo espaçamento horizontal permitido entre terraços.

### **1.3.1 Terraceamento**

Terraço é uma estrutura hidráulica conservacionista, composta por um camalhão e um canal, construído transversalmente ao plano de declive do terreno. Essa estrutura constitui-se em barreira ao livre fluxo da enxurrada, disciplinando-a mediante promoção da taxa de infiltração no canal do terraço (terraço de absorção), ou da condução para fora da lavoura (terraço de drenagem). O objetivo fundamental do terraceamento é reduzir os riscos de erosão hídrica e proteger os mananciais hídricos.

A determinação do espaçamento entre terraços varia com o tipo de solo, à declividade do terreno, ao regime pluvial, ao manejo de solo e de culturas e à modalidade de exploração agrícola. Experiências têm demonstrado que o critério comprimento crítico da pendente nem sempre é adequado para o estabelecimento do espaçamento entre essas estruturas conservacionistas. Isso se justifica pelo fato de que a secção máxima do canal do terraço de base larga, economicamente viável e tecnicamente possível de ser construída, é de, aproximadamente, 1,5 m<sup>2</sup>, área que poderá mostrar-se insuficiente. Do exposto, infere-se que a falha de resíduos culturais na superfície do solo constitui apenas um indicador prático para constatar a presença de erosão hídrica e identificar a necessidade de implementação de tecnologia-

solução. Por sua vez, o dimensionamento da prática conservacionista a ser estabelecida demanda o emprego de método específico, embasado no volume máximo esperado de enxurrada. Para o dimensionamento de terraços, indica-se o software “Terraço for Windows”, versão “Terraço 4.1 - Dimensionamento e manejo de sistemas de conservação do solo e drenagem de superfície”. Esse software se encontra disponível no site do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa:<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>.

# **2 Calagem, Gessagem e Adubação**

## **2.1 Introdução**

As informações sobre adubação e calagem para a soja descritas na sequência baseiam-se em sugestões do “Manual de calagem e adubação dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina” (CQFS-RS/SC, 2016). O sistema de recomendação considerado tem a análise química do solo como principal instrumento de diagnóstico da fertilidade do solo, objetivando elevar o teor de nutrientes no solo a níveis considerados adequados para a cultura expressar seu potencial de rendimento, desde que os demais fatores determinantes da produção não sejam limitantes. Nesse sistema, as indicações de adubação são estabelecidas de acordo com a expectativa de rendimento da cultura e os níveis dos nutrientes do solo.

## **2.2 Amostragem de solo**

A obtenção de amostras representativas das condições químicas do solo a ser cultivado é a etapa inicial do sistema de recomendação de adubação e calagem. Em áreas de teores baixos de fósforo (P) e/ou de potássio (K), a amostragem de solo deverá ser efetuada, preferencialmente, antes do cultivo de inverno que precede a semeadura da soja. Isso possibilitará que as doses de correção dos teores de P e de K do solo, sugeridas na Tabela 2.6, sejam aplicadas, integralmente, no sulco de semeadura, parcelando-as nos cultivos de inverno e de verão. Dessa forma, será possível atender as quantidades de  $P_2O_5$  e de  $K_2O$  sugeridas no item 2.5.2. Isso também possibilita evitar a aplicação destes nutrientes na superfície do solo, aumentando a eficiência da adubação, diminuindo o gradiente de concentração

de P e de K no perfil do solo e o risco de perda destes nutrientes por escoamento superficial.

Para a obtenção de amostras representativas, o plano de amostragem de solo deve prever a definição de áreas/glebas uniformes, conforme o histórico de manejo do solo e da lavoura e suas características; do número de subamostras a serem coletadas em cada área e da profundidade de amostragem. As características específicas das áreas, como topografia, cor e profundidade do solo, histórico de cultivo, manejo da calagem e adubação, incluindo tipo, quantidade de adubos e corretivos aplicados, entre outros; determinarão o número de áreas a serem amostradas separadamente. O sistema de preparo do solo adotado na área, como preparo convencional ou plantio direto, é preponderante para a determinação da profundidade de amostragem do solo. A coleta de amostra de solo pode ser realizada com pá de corte ou diferentes tipos de trados, desde que estes evitem a perda da camada superficial do solo e possibilitem coletar o mesmo volume de solo ao longo da camada amostrada. Em áreas preparadas sob sistema convencional ou cultivo mínimo, em razão das operações de preparo promoverem a uniformização do solo, ambos os amostradores são eficientes. Por outro lado, nas áreas sob plantio direto, onde a adubação é localizada na linha de semeadura, a coleta com pá de corte, de uma fatia contínua de solo de 3 a 5 cm de espessura, de entrelinha a entrelinha, é mais indicada. Pode ser substituída, porém, por coleta com trado calador abrangendo a extensão de uma linha transversal a duas linhas de semeadura. Neste caso, a coleta deve ser realizada da seguinte forma: a) coletar um ponto no centro da linha e um ponto de cada lado, se a cultura precedente for cultivada com espaçamento entrelinhas de 15 a 20 cm; b) coletar um ponto no centro da linha e três pontos de cada lado, se a cultura precedente for cultivada com espaçamento entrelinhas de 40 a 50 cm; e c) coletar um ponto

no centro da linha e seis pontos de cada lado, se a cultura precedente for cultivada com espaçamento entre linhas superior a 60 cm. Outra opção mais simples consiste em coletar o solo somente nas entrelinhas do último cultivo ou da cultura em desenvolvimento. Adotando-se este método, é preciso ter-se em conta que o teor de nutrientes no solo pode ser subestimado em razão de a amostra não incluir o resíduo do fertilizante aplicado na linha de semeadura do cultivo anterior. Este procedimento é válido particularmente para comparar resultados de análise de uma mesma gleba ao longo dos anos.

Com relação ao número de subamostras constituintes de uma amostra composta representativa de uma gleba uniforme, sugere-se, como regra geral, 10 a 20 pontos (ou subamostras) por gleba homogênea. Esse número depende, diretamente, do grau de variabilidade espacial da fertilidade do solo. Quanto à profundidade de amostragem, esta varia com o sistema de preparo do solo, como consta na Tabela 2.1. No sistema plantio direto, pode não ser necessário amostrar a camada de 10-20 cm, quando esta não tem restrição química ao crescimento vegetal, como se verifica, em áreas com incorporação de calcário e fertilizantes fosfatadas e potássicos, antes da implantação do sistema plantio direto, ou solos com baixa acidez.

## 2.3 Calagem

A calagem é de grande importância para o cultivo da soja em solos ácidos, promovendo a neutralização da acidez, redução ou eliminação dos efeitos tóxicos do alumínio (Al) e/ou manganês (Mn) e a melhoria do ambiente radicular, aumentando a disponibilidade de nutrientes e favorecendo o estabelecimento e a eficiência da simbiose rizóbio-planta e, consequentemente, da fixação biológica de nitrogênio.

A correção da acidez do solo é promovida pela aplicação de materiais corretivos, como o calcário agrícola. A quantidade de corretivo a ser utilizada varia com o pH a ser atingido e em função de características do solo, em especial, do conteúdo de Al, argila e matéria orgânica (MO), que constituem as principais fontes de acidez e de tamponamento do pH. Maiores quantidades de corretivo são requeridas em solos em que os valores destes atributos são mais elevados.

De forma geral, o pH em água adequado para a cultura de soja situa-se entre 5,5 e 6,0. A quantidade de corretivo de acidez e a forma de aplicação variam com o sistema de manejo do solo e outros critérios que constam na Tabela 2.2. Ela é determinada com base no valor do índice SMP do solo (Tabela 2.3), mas em solos com baixo poder tampão este índice pode não indicar calagem, apesar de pH do solo necessitar de correção. Nesse caso, a quantidade de corretivo pode ser calculada usando as equações do item 2.3.1.

**Tabela 2.1** Camadas e amostradores sugeridos para a amostragem de solo em diferentes condições de cultivo de soja.

Sistema de cultivo/Condição	Camada de solo (cm)	Amostrador
Com revolvimento do solo ou implantação do sistema plantio direto	0 - 20	Todos
Plantio direto consolidado	0 – 10 e 10 – 20 <sup>(1)</sup>	Pá-de-corte ou trado calador posicionado no sentido transversal às linhas de adubação <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> A amostragem separando as camadas de 0 a 10 e de 10 a 20 cm é necessária para o monitoramento da acidez e recomendação da calagem, conforme sugerido na Tabela 2.2. Em solo com incorporação de calcário e fertilizantes fosfatados e potássicos, antes da implantação do sistema plantio direto, não é necessário amostrar a camada de 10-20 cm. <sup>(2)</sup> Procedimento alternativo ao da pá-de-corte.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

**Tabela 2.2** Critérios sugeridos para a aplicação de calcário em diferentes condições de cultivo de soja.

Sistema de cultivo/Condição	Amostragem do solo (cm)	pH de referência	Tomada de decisão	Quantidade de calcário	Modo de aplicação
Convencional	0 a 20	6,0	pH < 5,5 <sup>(1)</sup>	1 SMP para pH <sub>água</sub> 6,0	Incorporado <sup>(2)</sup>
Implantação do sistema	0 a 20	6,0	pH <sub>água</sub> < 5,5	1 SMP para pH <sub>água</sub> 6,0	Incorporado <sup>(2)</sup>
Plantio direto	Sistema consolidado, sem restrições na camada de 10 a 20 cm	0 a 10 <sup>(4)</sup>	6,0	pH <sub>água</sub> < 5,5 <sup>(1)</sup>	1/2 SMP para pH <sub>água</sub> 6,0
	Sistema consolidado, com restrições <sup>(3)</sup> na camada de 10 a 20 cm	10 a 20 <sup>(4), (6)</sup>	6,0	pH <sub>água</sub> < 5,5 e AI ≥ 10%	1 SMP para pH <sub>água</sub> 6,0 <sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> Não aplicar quando V ≥ 65 % e saturação por AI na CTC < 10 %.

<sup>(2)</sup> Quando a disponibilidade de P e de K for menor do que o nível crítico recomenda-se fazer a adubação de correção com incorporação de fertilizantes aproveitando a mobilização do solo pela calagem.

<sup>(3)</sup> Considerar para a decisão de incorporar o calcário, a produtividade das culturas abaixo da média local, especialmente em anos de estiagem; compactação do solo restringindo crescimento radicular em profundidade; e disponibilidade de fósforo na camada de 10 a 20 cm abaixo do teor crítico.

<sup>(4)</sup> Amostrar separadamente as camadas de 0 a 10 e de 10 a 20 cm.

<sup>(5)</sup> Quantidade aplicada em superfície limitada a 5 t/ha (PRNT 100%).

<sup>(6)</sup> Tomada de decisão independe da condição do solo da camada 0 a 10 cm.

<sup>(7)</sup> Usar valor de SMP médio das duas camadas (0 a 10 e 10 a 20 cm), para definir a dose de calcário a ser incorporado.

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016).

### 2.3.1 Cálculo da quantidade de corretivo a aplicar

As quantidades de corretivo indicadas para a elevação do pH em água do solo a 5,5 ou 6,0 constam na Tabela 2.3. Essas doses foram estabelecidas para a camada de 0-20 cm e para calcários com valor de PRNT (Poder relativo de neutralização total) de 100 %. Elas devem ser ajustadas, de acordo com a camada de solo a ser corrigida e com o valor do PRNT do corretivo. A escolha do tipo de calcário, calcítico ou dolomítico, normalmente é baseada no custo do produto aplicado na propriedade e na relação cálcio: magnésio do solo que pretende-se atingir com a calagem.

Em alguns solos, principalmente os de textura arenosa, o índice SMP pode indicar quantidades muito pequenas de corretivo, embora o valor do pH em água possa ser menor que o preconizado para a cultura. Nesses solos, a necessidade de calagem (NC) é calculada com base nos teores de matéria orgânica (MO) e de alumínio trocável (Al) do solo, empregando-se as seguintes equações para o solo atingir o pH em água desejado:

para pH 5,5: NC = - 0,653 + 0,480 MO + 1,937 Al;

para pH 6,0: NC = - 0,516 + 0,805 MO + 2,435 Al;

em que, NC: é expressa em t/ha; MO em % e Al em cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>.

### 2.3.2 Calagem em áreas sob sistema convencional

Em áreas sob sistema convencional de preparo do solo, preconiza-se a calagem quando o valor do pH<sub>água</sub> for menor que 5,5, desde que o valor da saturação por bases (V) seja menor que 65% e o valor da saturação por Al na CTC efetiva seja maior que 10 % (Tabela 2.2). A dose de calcário a ser aplicada é obtida da Tabela 2.3, correspondendo à quantidade necessária para elevar

o valor do pH<sub>água</sub> a 6,0. O corretivo deve ser incorporado uniformemente na camada de 0-20 cm.

### **2.3.3 Calagem em áreas sob sistema plantio direto**

Antes da implantação do sistema plantio direto, em solos ácidos e manejados sob preparo convencional ou sob campo natural, preconiza-se corrigir a acidez da camada arável (0-20 cm), mediante a incorporação de calcário, com base nos critérios e doses que constam nas Tabelas 2.2 e 2.3.

Em solos sob campo natural, a eficiência da calagem superficial depende muito da acidez potencial do solo (maior em solos argilosos), da disponibilidade de nutrientes, do tempo transcorrido entre a calagem e a semeadura de soja e da precipitação pluvial. Por essa razão, sugere-se que o corretivo seja aplicado seis meses antes da semeadura da cultura.

Em solo sob sistema plantio direto consolidado, preconiza-se a calagem quando o valor do pH<sub>água</sub> da camada de 0-10 cm for menor que 5,5, o valor V for menor que 65% e a saturação por Al (% Al) for maior que 10 % (Tabela 2.2). A dose de calcário a ser aplicada é obtida da Tabela 2.3, correspondendo a  $\frac{1}{4}$  (uma quarta parte) da dose necessária para elevar o pH do solo até 6,0. O corretivo deve ser aplicado uniformemente na superfície do solo. Esta sugestão considera que houve a correção da acidez da camada mais profunda que 10 cm, quando do estabelecimento do sistema plantio direto e que a reacidificação de solos manejados sem revolvimento ocorre a partir da superfície.

Em solos com acidez na camada de 10 a 20 cm e com saturação por Al  $\geq 30\%$ , na camada de 10 a 20 cm, pode ser necessário reiniciar o sistema plantio direto. Isto é mais importante em áreas em que a produtividade das culturas é menor que a

média local, especialmente em anos de estiagem, com compactação do solo restringindo o crescimento radicular em profundidade e com baixa disponibilidade de P. Nessa condição de área, sugere-se a amostragem de solo nas camadas 0-10 e 10-20 cm. Se a decisão for por reiniciar o sistema plantio direto, preconiza-se incorporar o calcário ao solo, por aração e gradagem, aplicando a dose para pH 6,0, conforme indicado na tabela do índice SMP (Tabela 2.3), e utilizando o valor médio deste índice calculado com o resultado das amostras das camadas de 0-10 e de 10-20 cm. Deve-se ter cautela em decidir reiniciar o sistema plantio direto, evitando que ocorra erosão (Ver Capítulo 1). Assim, esta decisão deve considerar aspectos relacionados à adequada conservação do solo e da água e, portanto, a avaliação por engenheiros agrônomos é imprescindível.

Em solo sob plantio direto consolidado, com calagem recente e quando a análise de solo indicar que um dos critérios de decisão de calagem (Tabela 2.2) não foi atingido, a aplicação de corretivo não necessariamente aumentará o rendimento da soja. Isso decorre do fato de o método SMP não detectar o corretivo que ainda não reagiu no solo. Em geral, são necessários três anos para que ocorra dissolução completa do corretivo. Observando-se esses aspectos, evita-se a supercalagem.

### **2.3.4 Efeito residual e frequência de calagem**

Em geral, o efeito da calagem persiste de 3 a 5 anos, dependendo da quantidade e do tipo de corretivo utilizado, do manejo do solo e da cultura, etc. Em áreas com monocultivo de soja, este efeito é mais prolongado, que em áreas com cultivo de soja e gramíneas com adubação nitrogenada. Após esse período, indica-se realizar nova análise de solo para quantificar a dose de corretivo a ser aplicada. Em razão da prolongada persistência, a calagem deve ser realizada visando o sistema de produção,

definindo-se a dose em função da cultura de maior exigência, desde que isso não resulte em prejuízos ao desenvolvimento das demais espécies.

Quando do parcelamento da aplicação da dose de corretivo recomendada pela análise de solo, o somatório das quantidades parciais aplicadas não deve ultrapassar a dose inicialmente recomendada.

**Tabela 2.3** Quantidade de calcário necessário para elevar o pH<sub>água</sub> do solo a 5,5 ou 6,0.

Índice SMP	pH <sub>água</sub> desejado		Índice SMP	pH <sub>água</sub> desejado	
	5,5	6,0		5,5	6,0
	t/ha <sup>(1)</sup>			t/ha <sup>(1)</sup>	
≤4,4	15,0	21,0	5,8	2,3	4,2
4,5	12,5	17,3	5,9	2,0	3,7
4,6	10,9	15,1	6,0	1,6	3,2
4,7	9,6	13,3	6,1	1,3	2,7
4,8	8,5	11,9	6,2	1,0	2,2
4,9	7,7	10,7	6,3	0,8	1,8
5,0	6,6	9,9	6,4	0,6	1,4
5,1	6,0	9,1	6,5	0,4	1,1
5,2	5,3	8,3	6,6	0,2	0,8
5,3	4,8	7,5	6,7	0,0	0,5
5,4	4,2	6,8	6,8	0,0	0,3
5,5	3,7	6,1	6,9	0,0	0,2
5,6	3,2	5,4	7,0	0,0	0,0
5,7	2,8	4,8	-	-	-

<sup>(1)</sup> Quantidade de corretivo de acidez com PRNT 100%, para a camada de 0-20 cm. Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

### 2.3.5 Calcário na linha

A calagem na linha de semeadura é indicada para culturas sensíveis a acidez, como a soja, em situações onde não foi possível aplicar a quantidade de corretivo recomendada em área total. Essa prática consiste na aplicação de pequenas quantidades de calcário finamente moído na linha de semeadura, ou calcário de alta reatividade farelado ou granulado. A adoção dessa prática requer a observação dos seguintes critérios:

- em solo com acidez elevada (necessidade de calcário para pH 6,0 maior que 7 t/ha) e não corrigido, a aplicação de calcário na linha deve ser associada a calagem parcial equivalente à um quarto da indicação para pH 6,0;
- em solo com acidez intermediária (necessidade de calcário para pH 6,0 menor que 7 t/ha), a prática de uso de calcário na linha pode ser adotada isoladamente;
- em solo com acidez corrigida integralmente, não se indica usar esta prática;
- o calcário deve apresentar PRNT superior a 90%, quando for de origem mineral, ou superior a 75%, quando for originado de concha marinha. A quantidade de calcário a aplicar por cultura varia de 200 a 300 kg/ha, para solos de lavoura, e de 200 a 400 kg/ha, para solos de campo natural, sendo a dose mais alta indicada para solos argilosos.

A aplicação de corretivo de acidez na linha de semeadura deve considerar o que consta no item 2.3.4.

## 2.4 Gessagem

A aplicação de gesso agrícola na cultura da soja tem se mostrado uma alternativa eficiente para mitigar problemas de acidez do solo em subsuperfície (abaixo de 20 cm) em áreas sob plantio direto e também para fornecer enxofre. A alta saturação por alumínio ( $Al^{3+}$ ) em camadas mais profundas do solo compromete o desenvolvimento radicular das plantas e, consequentemente, a absorção de nutrientes e água, reduzindo a produtividade, especialmente em condições de deficiência hídrica. A calagem seja para correção da acidez geralmente tem efeito limitado a camadas superficiais do solo (0-20 cm) no curto e médio prazo, especialmente quando aplicada em superfície. Nesse contexto, o gesso agrícola, por apresentar maior solubilidade que o calcário, permite a movimentação de cátions como cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e o ânion sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) para camadas mais profundas do solo, amenizando assim a toxicidade por  $Al^{3+}$  e favorecendo o crescimento radicular.

A recomendação do uso de gesso deve ser feita com base na análise do solo na camada de 20 a 40 cm de profundidade. A saturação por  $Al^{3+}$  é o principal indicador para tomada de decisão da necessidade de aplicação ou não. Em condições sem deficiência hídrica, a soja tende a responder positivamente ao gesso apenas quando a saturação por  $Al^{3+}$  for superior a 40%. Nesse cenário, o incremento médio de produtividade esperado é de 5%, com probabilidade de resposta de 40%. Por outro lado, quando ocorre deficiência hídrica, a resposta é mais frequente e ocorre quando a saturação por  $Al^{3+}$  for maior que 10%, com uma probabilidade de resposta de até 97% e incremento médio de produtividade de 12%. Em sistemas com rotação com milho e cereais de inverno, o teor crítico de saturação por  $Al^{3+}$  para aplicação de gesso agrícola diminui para 5%.

Quando necessário aplicar, as doses indicadas de gesso agrícola em Latossolos variam entre 2,0 e 3,0 t/ha para alcançar até 95% da produtividade máxima. Contudo, é necessário cautela em solos com baixos teores de magnésio ( $Mg^{2+}$ ), pois o aumento de  $Ca^{2+}$  pode induzir deficiência de  $Mg^{2+}$ , especialmente em solos arenosos ou com baixa capacidade de troca de cátions (CTC). Em solos com menos de 15% de argila e teores baixos de Mg, doses de 0,5 t/ha de gesso já são suficientes para reduzir a produtividade das culturas. E mesmo em Latossolos mais argilosos, doses maiores que 6-9 t/ha também tem reduzido a produtividade da soja. Assim, para evitar esses problemas adversos do uso de doses elevadas gesso, pode-se utilizar como critério o cálculo da dose em função do teor de argila, conforme a equação abaixo:

$$\text{Dose de gesso agrícola (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{Teor de argila (\%)} \times 50$$

A aplicação de gesso agrícola para mitigar a toxidez por Al em subsuperfície não é recomendada quando a saturação por  $Al^{3+}$  for inferior a 5%, pois a probabilidade de resposta é muito baixa ou nula. Porém, doses menores de gesso podem ser utilizadas com o objetivo de fornecer S na forma de sulfato como será visto no item 2.5.3. Ainda, vale ressaltar que a aplicação de gesso deve ser precedida de calagem, conforme critérios apresentados no item 2.3, já que essas técnicas, apesar de complementares, têm ações e objetivos diferentes.

## 2.5 Adubação

### 2.5.1 Nitrogênio

A experiência de pesquisa indica que não há necessidade de aplicar fertilizante nitrogenado para o estabelecimento ('arranque') e em outras fases de desenvolvimento da soja. A demanda de

nitrogênio (N) é suprida pelo solo e pela fixação biológica do nitrogênio (FBN), resultante da simbiose da planta com o rizóbio fornecido mediante a inoculação das sementes. Além de aumentar o custo de produção, a aplicação de N ao solo afeta a nodulação de raízes de soja por rizóbios estabelecidos e inibe a FBN por estirpes introduzidas por meio de inoculantes comerciais, não havendo evidências de que proporciona aumento do rendimento de grãos. No entanto, se as formulações de adubo que contêm N forem mais econômicas do que aquelas sem o nutriente, contendo o mesmo teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de K<sub>2</sub>O, poderão ser utilizadas, desde que a dose de N aplicada não seja superior a 20 kg/ha.

O uso de estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium*, assegura o suprimento adequado de nitrogênio mesmo em lavouras de alta produtividade. A inoculação é indispensável em áreas novas ou que ficaram longos períodos sem cultivar soja, pois as populações naturais de bactérias fixadoras de N podem ser baixas ou inexistentes. Mesmo em áreas tradicionalmente produtoras, a reinoculação anual, seja nas sementes ou no sulco de semeadura, mantém populações eficientes no solo e pode aumentar a produtividade em média de 8%.

Certificar-se de que os inoculantes contenham uma ou duas das bactérias diazotróficas autorizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), das espécies *Bradyrhizobium japonicum* (estirpe SEMIA 5079), *B. diazoeficiens* (SEMIA 5080) e *B. elkanii* (estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019), bem como a concentração mínima de 1 x 10<sup>9</sup> células viáveis g<sup>-1</sup> ou mL<sup>-1</sup> do produto exigida pela legislação brasileira

A correção da acidez e teores de nutrientes adequados no solo são essenciais para o estabelecimento e para a eficiência da simbiose rizóbio-planta, responsável pela FBN.

Com o avanço das pesquisas, observou-se que o *Azospirillum brasiliense*, bactéria promotora de crescimento

vegetal, potencializava o desempenho da soja quando usada juntamente com *Bradyrhizobium*. Embora o *Azospirillum* fixe pouco nitrogênio, sua principal ação está na produção de fitormônios que estimulam o crescimento radicular, ampliam a exploração do solo, favorecem a absorção de água e nutrientes e aumentam a nodulação por *Bradyrhizobium*. Como resultado, a coinoculação promove nodulação mais precoce e abundante e pode elevar a produtividade média em cerca de 16%. Portanto, a coinoculação com *Azospirillum brasiliense* (estirpes ABV 5 e ABV 6) é indicada para uso na cultura da soja.

Os resultados consistentes ao longo dos anos demonstram que a inoculação e a coinoculação, quando realizadas de forma correta, aumentam a produtividade da soja, reduzem custos com fertilizantes nitrogenados, melhoram a eficiência de uso dos nutrientes e fortalecem a sustentabilidade ambiental da produção. Assim, essas práticas se consolidam como ferramentas essenciais para manter a competitividade da soja brasileira e apoiar sistemas de produção mais rentáveis e sustentáveis.

### **2.5.1.1 Inoculação de sementes de soja para cultivo em áreas novas**

Em áreas de primeiro ano de cultivo, a resposta da planta de soja à inoculação é elevada, porque no solo não há originalmente população de rizóbios compatíveis em quantidade e com eficiência suficiente. A dose de inoculante nesses casos deve ser pelo menos o dobro da empregada em áreas de cultivo tradicional de soja. A utilização de agrotóxicos, micronutrientes e outros produtos aplicados às sementes deve ser feita de forma compatível com a inoculação, mas pode ser altamente prejudicial em solos de primeiro cultivo, especialmente nos arenosos. Quanto maior o número de células viáveis nas sementes no momento da

semeadura, melhores serão a nodulação e o rendimento de grãos. Inoculantes turfosos, em geral, fornecem maior proteção às bactérias. Nessas áreas de primeiro cultivo de soja, o tratamento de sementes com outros produtos que não o inoculante deve ser evitado, desde que:

- As sementes possuam alta qualidade fisiológica e sanitária, estejam livres de fitopatógenos importantes (pragas quarentenárias ou pragas não quarentenárias regulamentadas), definidos e controlados pelo Certificado Fitossanitário de Origem (CFO) ou Certificado Fitossanitário de Origem Consolidado (CFOC), conforme a legislação. (Instrução Normativa N.º 6, de 13 de março de 2000, publicada no D.O.U. em 05 de abril de 2000);
- O solo apresente boa disponibilidade hídrica e temperatura adequada para a rápida germinação e emergência da soja.

Quando as condições acima não forem atendidas, pode-se optar pela inoculação no sulco, conforme especificado no item 2.5.1.4.

### **2.5.1.2 Inoculação de sementes de soja para áreas com mais de um ano de cultivo**

A compilação de mais de 80 experimentos conduzidos por instituições de pesquisa nas diversas regiões produtoras de soja do Brasil é conclusiva em apontar ganhos médios de 8% no rendimento de grãos com a inoculação anual, também denominada de reinoculação, em áreas já cultivadas com soja. Por isso, recomenda-se a reinoculação anual como uma prática de baixo custo, altamente benéfica à cultura.

### 2.5.1.3 Procedimento de inoculação das sementes

A inoculação deve ser feita da seguinte maneira:

- usar inoculantes cuja eficiência agronômica tenha sido comprovada por órgãos oficiais de pesquisa e com registro no MAPA;
- usar a quantidade de inoculante indicada pelo fabricante de modo a atingir quantidade mínima de 1,2 milhões de células viáveis de *Bradyrhizobium* por semente. Além disso, o volume de inoculante líquido a aplicar não deve ser inferior a 100 mL, sem qualquer diluição em água, por 50 kg de sementes. Em áreas de primeiro ano de cultivo, usar pelo menos o dobro da dose de inoculante;
- no caso de inoculantes turfosos, em pó, misturar primeiramente o produto com solução adesiva (10% de açúcar ou 20% de goma arábica ou solução de celulose substituída a 5% ou solução adesiva do fabricante). O volume final da solução não deve ser superior a 700 mL por 100 kg de semente;
- misturar o inoculante com as sementes de forma uniforme e deixar secar à sombra, efetuando a semeadura no mesmo dia.

Cuidados com a inoculação:

1. usar somente inoculantes que estejam dentro do prazo de validade;
2. conservar o inoculante em lugar fresco e arejado até o momento de uso;
3. realizar a semeadura com umidade do solo adequada para manter a eficiência do inoculante;
4. por ocasião da semeadura, evitar:
5. que o reservatório de sementes da semeadora seja aquecido em demasia, pois temperaturas elevadas

podem comprometer a eficiência da inoculação; aplicação conjunta de fungicidas, micronutrientes e inoculantes às sementes pois de modo geral, reduz a nodulação e a FBN. Havendo a necessidade de aplicar fungicidas, sugere-se o uso dos seguintes princípios ativos, por serem menos prejudiciais ao rizóbio: carbendazim + captana, carbendazim + tiram e carboxina + tiram, cuja aplicação, assim como a de micronutrientes, deve anteceder a do inoculante. Neste caso, é necessário aguardar a secagem do produto químico aplicado (fungicida e/ou micronutriente) para proceder à inoculação.

#### **2.5.1.4 Inoculação no sulco de semeadura**

O método tradicional de inoculação das sementes pode ser substituído pela aplicação do inoculante por aspersão no sulco, simultaneamente à semeadura, em solos com ou sem população estabelecida de *Bradyrhizobium*. Caso esse procedimento seja adotado, a dose aplicada de inoculante deve ser equivalente a, no mínimo, 2,5 milhões de células/semente. Em áreas sem o uso de inoculantes por vários anos, particularmente em solos arenosos, é recomendável a aplicação de doses superiores, havendo constatações de respostas positivas com a aplicação de doses proporcionais a 6 milhões de células/semente. O volume de líquido (inoculante mais água) usado na inoculação no sulco não deve ser inferior a 50 L/ha, para permitir a adequada distribuição das bactérias no solo. Recomenda-se que o pH da água seja medido pois o desenvolvimento das culturas de rizóbios ocorre entre pH 5,5 a 7,5. A utilização desse método tem a vantagem de reduzir os

efeitos tóxicos de produtos utilizados no tratamento de sementes sobre a bactéria.

### **2.5.1.5 Sementes pré-inoculadas**

Tem sido comum a comercialização de sementes de soja pré-inoculadas (inoculação antecipada) com *Bradyrhizobium*. Sementes pré-inoculadas são comercializadas já com a adição do inoculante e juntamente com outros produtos utilizados no tratamento de sementes. O inoculante para essa finalidade possui protetores celulares ou outro veículo que proporcione maior sobrevivência da bactéria, comparado ao inoculante tradicional. O período máximo entre a inoculação e a semeadura deve ser o indicado pelo fabricante para garantir a quantidade mínima necessária de bactérias viáveis nas sementes. É importante observar se o inoculante possui registro no MAPA, para pré-inoculação, além de quantos dias de armazenamento e de qual é a compatibilidade com os produtos químicos utilizados no tratamento de sementes. Ainda assim, recomenda-se que as sementes sejam analisadas em laboratório, antes da semeadura, para avaliar a sobrevivência das bactérias inoculadas nessa condição, pois, frequentemente, tem sido observada redução drástica de células vivas de *Bradyrhizobium* em sementes pré-inoculadas e, consequentemente, menor eficiência dos inoculantes.

### **2.5.2 Fósforo e potássio**

A quantidade a aplicar de fertilizantes fosfatados e potássicos varia com o teor disponível de P e K do solo (Tabelas 2.4 e 2.5). Estes são determinados com a análise de solo e os resultados são interpretados de acordo com as classes ou faixas de disponibilidade às plantas especificadas nas Tabelas 2.4 e 2.5. Em

solos com teores de P e de K classificados como “muito baixo”, “baixo” e “médio” preconiza-se a adubação corretiva. Esta prevê a quantidade destes nutrientes necessária para elevar os teores até a classe do “alto”. Quando os teores de P e de K correspondem aos desta classe de interpretação, pouco incremento no rendimento é esperado com a aplicação de fertilizante contendo esses nutrientes.

As doses de P e de K indicadas para a cultura da soja visam satisfazer dois critérios: a) elevação do teor disponível do nutriente no solo ao nível crítico, mediante adubação corretiva total ou gradual; e b) reposição da quantidade de nutrientes exportada pelos grãos acrescida de perdas diversas, mediante a adubação de manutenção. Com base nesses critérios, tem-se uma adubação balanceada em termos de manutenção da fertilidade do solo e obtenção de retornos econômicos satisfatórios.

**Tabela 2.4** Interpretação do teor de fósforo (P) do solo, extraído com o método Mehlich-1, conforme o teor de argila, para a cultura da soja.

Interpretação	Classe de solo conforme o teor de argila (%)			
	> 60	41 a 60	21 a 40	< 20
mg P/dm <sup>3</sup>				
Muito baixo	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 6,0	≤ 10,0
Baixo	3,1 - 6,0	4,1 - 8,0	6,1 - 12,0	10,1 - 20,0
Médio	<b>6,1 - 9,0</b>	<b>8,1 - 12,0</b>	<b>12,1 - 18,0</b>	<b>20,1 - 30,0</b>
Alto	9,1 - 12,0	12,1 - 24,0	18,1 - 36,0	30,1 - 60,0
Muito alto	> 12,0	> 24,0	> 36,0	> 60,0

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

**Tabela 2.5** Interpretação do teor de potássio (K) do solo, extraído com o método Mehlich-1, conforme a capacidade de troca de cátions (CTC a pH 7,0), para a cultura da soja.

Interpretação	CTC do solo			
	≤ 7,5	7,6 a 15,0	15,1 a 30,0	> 30,0
	mg K/dm <sup>3</sup>			
Muito baixo	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 45
Baixo	20,1 – 40,0	30,1 – 60,0	40,1 – 80,0	45,1 – 90,0
Médio	40,1 – <b>60,0</b>	60,1 – <b>90,0</b>	80,1 – <b>120,0</b>	90,1 – <b>135,0</b>
Alto	60,1 – 120,0	90,1 – 180,0	120,1 – 240,0	135,1 – 270,0
Muito alto	> 120,0	> 180,0	> 240,0	> 270,0

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

A adubação de correção pode ser efetuada de forma total ou gradual. As quantidades de P e de K sugeridas para a adubação de correção total constam na Tabela 2.7. A adubação corretiva gradual consiste em aplicar uma fração da quantidade de P ou de K utilizada para a adubação de correção total, porém no decurso de dois cultivos sucessivos. No primeiro cultivo após a análise de solo, a adubação de correção gradual consiste em 2/3 da dose da Tabela 2.8, enquanto que o restante da dose de correção (1/3) será aplicado no segundo cultivo. Dessa forma, após esse último cultivo, terá sido aplicado à quantidade total de P ou de K indicada para a adubação de correção total (Tabela 2.7), porém fracionada em dois cultivos sucessivos. A adubação de correção total é indicada quando há disponibilidade de recursos financeiros ou a relação de troca entre o custo do fertilizante e o preço do grão for favorável ao investimento em adubação. Esse tipo de correção é indicado somente nos níveis “muito baixo” e “baixo” de P e K. Do contrário, é indicada a adubação gradual. No sistema convencional de cultivo ou em áreas em que se pretende iniciar o sistema plantio

direto, a adubação de correção pode ser realizada aplicando os fertilizantes a lanço e incorporando-os na camada de 0-20 cm do solo. Em áreas em que este sistema foi estabelecido sem a adequada correção dos teores de P e de K do solo, os fertilizantes podem ser aplicados na linha de semeadura. Neste caso, a dose de correção deve ser acrescida das quantidades de P e de K indicadas para a adubação de manutenção, que é explicada no texto a seguir.

Devido a ocorrência ocasional de chuva em intensidade superior a capacidade limite de infiltração de água dos solos, a geração de escoamento superficial é inevitável, especialmente quando o solo já se encontra previamente saturado com água devido a eventos anteriores. Dessa forma, para evitar as perdas de P e de K por escoamento superficial, a aplicação de fertilizantes fosfatados e potássicos deve ser feita preferencialmente no sulco de semeadura. É importante destacar que o efeito salino de fertilizantes aplicados no sulco de semeadura depende mais da distância entre o fertilizante e a semente do que da dose aplicada. A aplicação de P e K pode ser feita de forma integral no sulco de semeadura, desde que a distância da zona de deposição do fertilizante seja feita pelo menos 5 cm abaixo e 5 cm ao lado da semente. Além disso, a aplicação de P e K no sulco de semeadura abaixo de 10 cm de profundidade provavelmente resulta em incrementos significativos de produtividade quando os teores de P e K estão abaixo do nível crítico na camada de 10-20 cm.

Em não havendo possibilidade de realizar regulagens na semeadora para distanciar o adubo da semente, ou dependendo das condições de solo e de cultivo, para evitar concentração excessiva de nutrientes junto à semente e possível efeito salino do cloreto de potássio principalmente, recomenda-se que a quantidade máxima a aplicar na linha deverá ser de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 80 kg/ha de K<sub>2</sub>O, devendo o restante ser aplicado na linha de semeadura de cultivos posteriores.

Em solos arenosos (< 20 % de argila) ou com CTC < 7,5 cmol./dm<sup>3</sup> a adubação corretiva total de K ou de P deve ser evitada, devido ao maior risco de perda destes nutrientes por lixiviação. Nesta situação, a adubação corretiva pode ser gradual.

As doses de P e de K sugeridas para a adubação de correção gradual e para a adubação de manutenção em cultivos com a expectativa de rendimento grão de soja de 3,0 t/ha constam na Tabela 2.8. Para expectativas maiores de RG, deverão ser acrescentados 15 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 25 kg/ha de K<sub>2</sub>O, por tonelada de grão adicional.

Em solos com teores de P e de K considerados “Alto” e “Muito alto” (Tabelas 2.4 e 2.5), não é necessário aplicar as doses indicadas para a adubação de correção, pois os teores destes nutrientes já correspondem ao esperado para o desenvolvimento máximo da cultura. Nesta situação, indica-se somente a adubação de manutenção, que consiste em aplicar 45 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O, para o rendimento de referência de 3 t/ha. Para expectativas de rendimento maiores acrescentar 15 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 25 kg de K<sub>2</sub>O/ha por tonelada de grão adicional. Essas doses são suficientes para suprir a exportação de P e K de materiais genéticos antigos e modernos (Tabela 2.6).

**Tabela 2.6** Exportação de nutrientes por tonelada de grãos de soja.

Nutriente	Soja não RR (kg/t)	Soja RR-2 (kg/t)
Nitrogênio (N)	58	56
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	11	13
Potássio (K <sub>2</sub> O)	19	24
Cálcio (Ca)	2,2	2,6
Magnésio (Mg)	2,4	2,8
Enxofre (S)	2,6	3,2

Fonte: Filippi et al. (2021).

As doses da Tabela 2.8, previstas em solos com teores de P e de K “muito baixo” e “baixo”, não devem ser utilizadas quando a adubação corretiva total. Para este tipo de adubação, as doses de correção são as previstas na Tabela 2.7. A estas doses, ainda devem ser acrescidas as doses de manutenção de P e de K.

Quando a análise de P e K do solo for efetuada com o método Mehlich-3, a interpretação dos valores pode ser obtida transformando os teores em “equivalentes Mehlich-1”, conforme as equações abaixo:

$$PM1 = PM3 / [2,0 - (0,02 * argila)]$$

em que:

PM1 = teor de P extraído com Mehlich-1 ( $mg/dm^3$ );

PM3 = teor de P extraído com Mehlich-3 ( $mg/dm^3$ ); e

argila = teor de argila determinado com o método do densímetro (%).

$$KM1 = KM3 * 0,83,$$

em que:

KM1 = teor de K extraído com Mehlich-1 ( $mg/dm^3$ );

KM3 = teor de K extraído com Mehlich-3 ( $mg/dm^3$ ).

Indica-se a amostragem de solo deverá ser realizada com antecedência e a correção de áreas com baixos teores destes nutrientes poderá ser realizada no inverno (Item 2.2). Decorridos dois cultivos após a aplicação das doses indicadas de fertilizantes, recomenda-se realizar nova amostragem de solo, para verificar se os teores de P e de K no solo atingiram os valores desejados e, então, planejar as adubações para os próximos cultivos.

As doses indicadas pressupõem que a maioria dos fatores de produção esteja em níveis adequados. Dessa forma, em muitas situações, haverá necessidade de adaptações locais, tanto da adubação quanto da calagem. Para permitir ajuste das doses em

função das formulações de fertilizantes existentes no mercado, admitem-se variações de  $\pm 10$  kg/ha de nas quantidades indicadas na Tabela 2.8, sobretudo nas doses mais elevadas.

### 2.5.2.1 Fontes de fósforo e de potássio

As quantidades de fósforo das Tabelas 2.7 e 2.8 referem-se ao teor do nutriente dos fertilizantes fosfatados acidulados (Superfosfatos, MAP, DAP e formulações NPK) extraído com citrato neutro de amônio + água. É possível utilizar também fosfatos naturais reativos, cujo teor de P é extraído em ácido cítrico a 2% (relação 1:100). No entanto, em razão da menor solubilidade que as fontes aciduladas, o uso de fosfatos naturais é indicado para solos com teor maior de P disponível (classes Médio, Alto e Muito Alto), ou ainda, como opção para a fosfatagem corretiva total, desde que se realize a incorporação da fonte na camada de 0-20 cm. Os fosfatos naturais reativos são mais eficientes em solos com pH menor que 5,5 e necessitam de maior área de contato com o solo para o aumento da eficiência agronômica da fonte. Com base no efeito desses fosfatos no rendimento de grãos de soja, em sucessão/rotação com outras culturas, verificou-se que tendem a ser equivalentes aos fertilizantes solúveis no segundo ou terceiro cultivos após a aplicação, embora normalmente proporcionem menor rendimento de grãos no primeiro cultivo. Assim, é importante a aplicação dessa fonte de P em cultivos precedentes ao da soja. A dose de P do fosfato natural reativo é estabelecida em função do teor total de  $P_2O_5$ , que deve ser no mínimo de 28%. Assume-se que este teor é disponibilizado em até três safras.

Com relação às fontes de K, as mais comuns são o cloreto de potássio ( $KCl$ ) e o sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ), ambos solúveis em água e eficientes. Na escolha de fontes de P ou de K, deve ser considerado o custo da unidade de  $P_2O_5$  e  $K_2O$  posto na

propriedade, levando em conta os critérios de solubilidade acima indicados para os fosfatos.

**Tabela 2.7** Quantidades de fósforo e de potássio necessárias para a correção total, de acordo com a interpretação dos teores destes nutrientes<sup>(1)</sup>.

<b>Classe de Interpretação do teor de P ou de K do solo</b>	<b>Fósforo</b>	<b>Potássio</b>
	kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	kg de K <sub>2</sub> O/ha
Muito baixo	160	120
Baixo	80	60
Médio	40	30

<sup>(1)</sup> Devem ser adicionadas também as quantidades de P e de K indicadas para a manutenção.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

**Tabela 2.8** Quantidades de fósforo e de potássio para a correção gradual e para a adubação de manutenção (3,0 t grão/ha), de acordo com a interpretação dos teores destes nutrientes<sup>(1)</sup>.

<b>Classe de Interpretação do teor de P ou de K do solo</b>	<b>Fósforo por cultivo</b>		<b>Potássio por cultivo</b>	
	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>1º</b>	<b>2º</b>
	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha		kg de K <sub>2</sub> O/ha	
Muito baixo	155	95	155	115
Baixo	95	75	115	95
Médio	85	45	105	75
Alto	45	45	75	75
Muito alto	0	≤ 45	0	≤ 75

<sup>(1)</sup> Para rendimento maior do que 3 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 15 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 25 kg de K<sub>2</sub>O/ha, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

### 2.5.3 Enxofre

Preconiza-se, para o cultivo da soja, que o teor de enxofre no solo seja maior que 10 mg/dm<sup>3</sup> na camada de 0-10 ou 0-20 cm, e de 8,5 mg/dm<sup>3</sup> na camada de 20-40 cm. Do contrário, recomenda-se aplicar 20 kg/ha de S. Essa dose é suficiente para repor a exportação de aproximadamente 4 ton/ha de soja (Tabela 2.6), que combinada com as deposições atmosféricas de S que variam de 3,3 a 4,5 kg/ha/ano no RS são suficientes para suprir a demanda da cultura. Recomenda-se usar preferencialmente fontes de S na forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), forma prontamente disponível para absorção das plantas. Nesse sentido, o gesso agrícola pode ser usado como fonte de S. A aplicação de S elementar é uma alternativa, mas devido ao fato de necessitar ser oxidado pelos microrganismos para então se tornar disponível para as plantas, a sua contribuição no curto prazo é incerta e varia em função de vários fatores. Mas o fornecimento via S elementar pode ser uma estratégia visando adubar o sistema no médio e longo prazo, combinada com uma fonte de rápida liberação na forma de sulfato.

Importante destacar que devido à dinâmica do nutriente no solo, é muito difícil acumular e aumentar os teores na camada de solo superficial (0-20 cm), e seu acúmulo ocorrerá preferencialmente em camadas de solo mais profundas. O incremento nos teores de S na superfície do solo depende muito do incremento do teor de MOS, pois até 90% do S no solo encontra-se em formas orgânicas. Logo, no médio e longo prazo, é preciso investir em rotações de culturas e cobertura do solo para incrementar os teores de S. Por isso, em solo amostrado na camada de 0-10 cm, a deficiência deste nutriente deverá ser confirmada com a amostragem de camadas mais profundas (10-20 e 20-40 cm), pois o teor de S pode ser maior abaixo da camada de 10 cm.

## 2.5.4 Micronutrientes

A aplicação de molibdênio pode proporcionar incremento no rendimento de grão de soja, particularmente quando do cultivo em solos com pH<sub>água</sub> inferior a 5,5 e que apresentem deficiência de N no início do desenvolvimento da cultura. Essa deficiência é caracterizada pelo amarelecimento generalizado das folhas, resultante da baixa fixação biológica de N. O sintoma é relativamente comum na implantação do cultivo de soja em solos sob campo natural.

As quantidades de Mo sugeridas para a cultura da soja são: aplicação em semente, 12 a 25 g/ha; e, aplicação foliar, 25 a 50 g/ha. As doses maiores são indicadas para solos arenosos. As principais fontes de Mo são o molibdato de amônio ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), que contém 54% de Mo solúvel em água; e o molibdato de sódio ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), contendo 39% de Mo solúvel em água. Da mesma forma que o sugerido para o uso de fungicidas, a aplicação de Mo na semente deve anteceder à inoculação. Mesmo assim, poderá ocorrer efeito nocivo desses produtos à sobrevivência das bactérias fixadoras de N. Dar preferência, pois, à aplicação foliar, que deverá ser realizada nos estádios V2-V3 (cerca de 30 a 45 dias após a emergência), para diminuir o risco de danos às bactérias inoculadas via semente.

Em sistemas com integração lavoura-pecuária, deve-se monitorar o teor de Mo das pastagens. Após sucessiva aplicação de Mo na soja e ao elevar o pH mediante a calagem ocorre aumento na disponibilidade do nutriente no solo, podendo afetar o metabolismo do cobre em ruminantes e causar sua morte. Por essa razão, a aplicação de Mo na soja não deve ser realizada todos os anos e deve ser interrompida quando o teor na matéria seca da parte aérea das pastagens atingir 5 mg/kg.

Quanto à aplicação dos demais micronutrientes (Zn, Cu, B, Mn, Fe, Cl) e Co, em algumas situações, as plantas podem apresentar melhor aspecto visual. No entanto, isto pode ocorrer sem incremento no rendimento. Em adição, deve ser considerado que a maioria dos fertilizantes fosfatados apresenta alguns desses nutrientes em sua composição. Já os adubos orgânicos podem conter concentrações significativas desses elementos. Por essa razão, a aplicação de micronutrientes à soja somente deve ser realizada se a análise de solo ou de tecido foliar indicar evidente deficiência. Se for usado produto que contenha Co, este não deve ultrapassar 3 g/ha, para evitar clorose nas plantas de soja, no início do desenvolvimento da cultura.

### **2.5.5 Fertilizantes orgânicos**

Adubos orgânicos podem ser utilizados no cultivo da soja, desde que as doses de N não sejam excessivas, inibindo a fixação biológica de N, favorecendo o crescimento excessivo e o acamamento de plantas. As doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de K<sub>2</sub>O devem ser as mesmas indicadas para os fertilizantes minerais, mas, no cálculo das quantidades a aplicar, deve-se considerar a concentração destes na matéria seca, o teor desta fração no fertilizante e a mineralização do produto no solo. Em geral, a liberação de nutrientes da fração orgânica, na primeira safra, é de cerca de 50%, para o N, e 80%, para P. Já o K é liberado integralmente na primeira safra. Salienta-se que o índice de eficiência do N e do P varia com a fonte utilizada.

### **2.5.6 Fertilizantes organo-minerais**

Este grupo de fertilizantes provém da combinação de adubos orgânicos e minerais. A fração orgânica pode ter um efeito melhorador do solo, mas não aumentando a eficiência de aproveitamento dos nutrientes presentes. O cálculo da dose deve considerar os teores de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e outros nutrientes, bem como seu custo. Também para este grupo de fertilizante é importante considerar que o aporte de nitrogênio não prejudique a simbiose rizóbio-planta.

### 2.5.7 Fertilizantes foliares

Resultados de pesquisa realizadas no Sul do Brasil com vários fertilizantes foliares não demonstraram aumento no rendimento, quando aplicados em solos e plantas em que não há deficiência destes nutrientes. A aplicação de Mo foliar, em situações específicas, foi descrita no item 2.5.4.

## Referências

CQFS – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376 p.

FILIPPI, D.; DENARDIN, L. G. O.; AMBROSINI, V. G.; ALVES, L. A.; FLORES, J. P. M.; MARTINS, A. P.; PIAS, O. H. C.; TIECHER, T. Concentration and removal of macronutrients by soybean seeds over 45 years in Brazil: a meta-analysis. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, e0200186, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20200186>.

# **3 Cultivares**

---

Com o estabelecimento do sistema de registro de cultivares, executado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária por meio do Registro Nacional de Cultivares (RNC), a Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul não faz indicação de cultivares. Fica a critério dos técnicos a indicação que melhor se adapte às condições de cada lavoura.

## **3.1 Cultivares de soja para cultivo na Macrorregião Sojícola 1**

As cultivares de soja registradas pelos obtentores para cultivo na Macrorregião Sojícola 1 (Figura 3.1), nas safras de 2025/2026 e 2026/2027, podem ser verificadas no link: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/>.

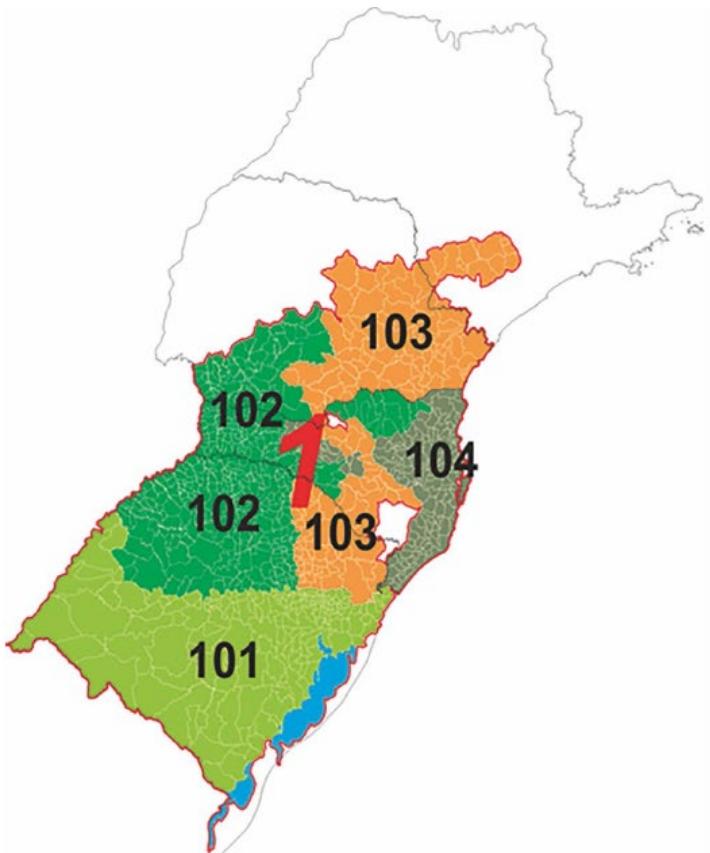
A título de informação, na Tabela 3.1 está o rendimento de grãos de cultivares de soja de ciclo precoce (Grupo I do ZARC), avaliadas na Microrregião 101, pela Fundação Pró-Sementes, na safra 2024/2025.

Na Tabela 3.2, constam os rendimentos de grãos e rendimentos relativos de cultivares de soja de ciclo médio/tardio (Grupo II do ZARC), avaliadas na Microrregião 101, pela Fundação Pró-Sementes na safra 2024/2025.

Na Tabela 3.3, constam os rendimentos de grãos e rendimentos relativos de cultivares de soja de ciclo precoce (Grupo I do ZARC), avaliadas na Microrregião 102, pela Fundação Pró-Sementes na safra 2024/2025.

Na Tabela 3.4, constam os rendimentos de grãos e rendimentos relativos de cultivares de soja de ciclo médio/tardio (Grupo II do ZARC), avaliadas na Microrregião 102, pela Fundação Pró-Sementes na safra 2024/2025.

Na Tabela 3.5, constam os rendimentos de grãos e rendimentos relativos de cultivares de soja de ciclo precoce (Grupo I do ZARC), avaliadas na Microrregião 103, pela Fundação Pró-Sementes na safra 2024/2025.



**Figura 3.1.** Macrorregião Sojícola 1.

Fonte: Kaster & Farias (2012).

**Tabela 3.1** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja de ciclo precoce (Grupo I) indicadas para o Estado do Rio Grande do Sul pelo Zoneamento Agrícola do MAPA – 2024/2025 - Microrregião 101, semeados em Arroio Grande, Bagé e Cachoeira do Sul, e em percentagem com relação à média dos ensaios. Fundação Pró-Sementes, Passo Fundo, 2025.

Cultivar	GMR	Arroio Grande			Bagé			Cachoeira do Sul			Média Microrregião 101		
		kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%
NEO 560 IPRO	5.6	2.826	47	100	3.450	57	127	5.139	86	105	3.805	63	109
DM 54IX57 I2X	5.4	3.177	53	112	3.460	58	128	4.623	77	94	3.753	63	108
BMX TORQUE I2X	5.7	3.061	51	108	2.497	42	92	5.167	86	105	3.575	60	103
GH 5933 IPRO	5.9	2.987	50	105	2.880	48	106	4.833	81	99	3.567	59	102
DM 56I59RSF IPRO	5.7	3.012	50	106	2.399	40	89	5.251	88	107	3.554	59	102
BMX CROMOTF IPRO	5.6	2.860	48	101	2.314	39	85	5.444	91	111	3.539	59	102
BMX VÊNUS CE	5.7	2.974	50	105	2.515	42	93	5.114	85	104	3.534	59	101
M 5947 IPRO	5.9	2.806	47	99	2.930	49	108	4.805	80	98	3.514	59	101
NEO 590 I2X	5.9	2.938	49	104	2.691	45	99	4.870	81	99	3.500	58	100
BMX ZEUS IPRO	5.5	2.668	44	94	2.747	46	101	4.836	81	99	3.417	57	98
DM 5958 RSF IPRO	5.9	2.882	48	102	2.581	43	95	4.700	78	96	3.388	56	97
NEO 580 IPRO	5.8	2.602	43	92	2.710	45	100	4.836	81	99	3.383	56	97
AS 3595 I2X	5.9	2.544	42	90	2.642	44	98	4.885	81	100	3.357	56	96
M 5710 I2X	5.7	2.940	49	104	2.539	42	94	4.587	76	94	3.355	56	96
GH 2258 IPRO	5.9	2.248	37	79	2.596	43	96	5.031	84	103	3.292	55	95
BMX TROVÃO I2X	5.2	2.887	48	102	2.377	40	88	4.286	71	87	3.184	53	91
<b>Média</b>		<b>2.838</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>2.708</b>	<b>45</b>	<b>100</b>	<b>4.901</b>	<b>82</b>	<b>100</b>	<b>3.482</b>	<b>58</b>	<b>100</b>
<b>CV(%)</b>		15,37			12,34			6,53					

GMR = Grupo de Maturidade Relativa; CV = coeficiente de variação. Data semeadura: Arroio Grande = 05/12/2024; Bagé = 04/12/2024; Cachoeira do Sul = 14/11/2024. Fonte: adaptado de Fundação Pró-Sementes e Sistema Farsul (Kehl, 2025).

**Tabela 3.2** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja de ciclo médio/tardio (Grupo II) indicadas para o Estado do Rio Grande do Sul pelo Zoneamento Agrícola do MAPA – 2024/2025 - Microrregião 101, semeados em Arroio Grande, Bagé e Cachoeira do Sul, e em percentagem com relação à média dos ensaios. Fundação Pró-Sementes, Passo Fundo, 2025.

Cultivar	GMR	Arroio Grande			Bagé			Cachoeira do Sul			Média Microrregião 101		
		kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%
HO IGUAÇU IPRO	6.4	3.316	55	98	3.596	60	118	5.095	85	113	4.002	67	110
HO PIRAPÓ IPRO	6.4	3.629	60	108	3.744	62	123	4.425	74	99	3.933	66	108
BMX FIBRA IPRO	6.4	3.746	62	111	3.607	60	118	4.409	73	98	3.921	65	108
BS2606 IPRO	6.0	3.267	54	97	3.411	57	112	4.959	83	110	3.879	65	107
M 6100 XTD	6.1	3.845	64	114	2.955	49	97	4.706	78	105	3.835	64	105
DM 60IX64 I2X	6.0	3.366	56	100	3.085	51	101	4.854	81	108	3.768	63	104
NEO 610 IPRO	6.1	2.943	49	87	3.115	52	102	5.038	84	112	3.698	62	102
BMX COMPACTA IPRO	6.5	3.610	60	107	3.157	53	103	4.210	70	94	3.659	61	101
DM 64I63 IPRO	6.5	3.160	53	94	3.188	53	104	4.487	75	100	3.612	60	99
M 6410 IPRO	6.4	3.094	52	92	3.288	55	108	3.986	66	89	3.456	58	95
HO PARAGUAÇU I2X	6.4	3.175	53	94	2.642	44	87	4.525	75	101	3.447	57	95
TMG 2165 IPRO	6.5	3.474	58	103	2.591	43	85	3.765	63	84	3.277	55	90
TMG 7362 IPRO	6.1	3.584	60	106	2.256	38	74	3.986	66	89	3.275	55	90
GH 6433 I2X	6.4	2.925	49	87	2.104	35	69	4.436	74	99	3.155	53	87
<b>Média</b>		<b>3.367</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>3.053</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	<b>4.492</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>3.637</b>	<b>61</b>	<b>100</b>
<b>CV(%)</b>		12,82			11,25			10,98					

GMR = Grupo de Maturidade Relativa; CV = coeficiente de variação. Data semeadura: Arroio Grande = 05/12/2024; Bagé = 04/12/2024; Cachoeira do Sul = 14/11/2024. Fonte: adaptado de Fundação Pró-Sementes e Sistema Farsul (Kehl, 2025).

**Tabela 3.3** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja de ciclo precoce (Grupo I) indicadas para o Estado do Rio Grande do Sul pelo Zoneamento Agrícola do MAPA – 2024/2025 – Microrregião 102, semeados em Júlio de Castilhos, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga, e em percentagem com relação à média dos ensaios. Fundação Pró-Sementes, Passo Fundo, 2025.

Cultivar	GMR	Júlio de Castilhos			Passo Fundo			São Luiz Gonzaga			Média Microrregião 102		
		kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%
BMX CROMOTFIPRO	5.6	3.528	59	122	2.640	44	125	3.544	59	124	3.237	54	123
BMX LANÇA IPRO	5.8	3.758	63	129	2.458	41	116	2.975	50	104	3.064	51	117
M5947 IPRO	5.9	3.227	54	111	2.190	37	103	3.282	55	115	2.900	48	110
GH2258 IPRO	5.9	4.038	67	139	1.809	30	85	2.773	46	97	2.874	48	109
BMX ZEUS IPRO	5.5	3.403	57	117	2.532	42	120	2.611	44	91	2.849	47	108
DM54IX57i2x	5.4	4.092	68	141	2.165	36	102	2.154	36	75	2.804	47	107
BMX VÊNUS CE	5.7	2.868	48	99	2.285	38	108	3.179	53	111	2.777	46	106
NEO 560 IPRO	5.6	2.662	44	92	2.645	44	125	2.855	48	100	2.721	45	104
DM56159 RSF IPRO	5.7	2.013	34	69	2.393	40	113	3.690	61	129	2.699	45	103
BMX RAIO IPRO	5.0	2.938	49	101	2.570	43	121	2.574	43	90	2.694	45	103
NEO 590 i2x	5.9	3.246	54	112	1.842	31	87	2.834	47	99	2.641	44	101
BMXTROVÃO i2x	5.2	3.069	51	106	2.207	37	104	2.435	41	85	2.571	43	98
DM5958 RSF IPRO	5.9	3.114	52	107	1.823	30	86	2.756	46	96	2.564	43	98
M5710 i2x	5.7	2.316	39	80	2.083	35	98	3.229	54	113	2.543	42	97
BMX TITANIUM TF i2x	5.6	2.782	46	96	2.028	34	96	2.670	45	93	2.494	42	95
BMX TORQUE i2x	5.7	2.493	42	86	1.657	28	78	3.138	52	110	2.429	40	92
BRS 5804 RR	5.8	2.690	45	93	1.995	33	94	2.571	43	90	2.418	40	92
AS3595 i2x	5.9	3.212	54	111	1.641	27	77	2.386	40	83	2.413	40	92
BMX ATIVARR	5.6	2.319	39	80	2.083	35	98	2.745	46	96	2.382	40	91
NEO 580 IPRO	5.8	1.487	25	51	1.820	30	86	3.092	52	108	2.133	36	81
GH5933 IPRO	5.9	1.705	28	59	1.628	27	77	2.558	43	89	1.964	33	75
<b>Média</b>		<b>2.903</b>	<b>48</b>	<b>100</b>	<b>2.119</b>	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>2.860</b>	<b>48</b>	<b>100</b>	<b>2.627</b>	<b>44</b>	<b>100</b>
<b>CV(%)</b>		16,06			9,54			11,13					

GMR = Grupo de Maturidade Relativa; CV = coeficiente de variação. Data semeadura: Júlio de Castilhos = 13/11/2024; Passo Fundo = 31/10/2024; São Luiz Gonzaga = 22/11/2024. Fonte: adaptado de Fundação Pró-Sementes e Sistema Farsul (Kehl, 2025).

**Tabela 3.4** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja de ciclo médio/tardio (Grupo II) indicadas para o Estado do Rio Grande do Sul pelo Zoneamento Agrícola do MAPA – 2024/2025 - Microrregião 102, semeados em Júlio de Castilhos, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga e em percentagem com relação à média dos ensaios. Fundação Pró-Sementes, Passo Fundo, 2025.

Cultivar	GMR	Júlio de Castilhos			Passo Fundo			São Luiz Gonzaga			Média Microrregião 102		
		kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%
M 6100 XTD	6.1	3.755	63	133	2.205	37	102	3.171	53	114	3.044	51	118
DM 60IX64 RSF i2x	6.0	3.470	58	123	2.318	39	107	3.034	51	109	2.940	49	114
TMG 7362 IPRO	6.1	3.926	65	139	2.034	34	94	2.601	43	94	2.854	48	110
NEO 610 IPRO	6.1	3.339	56	118	2.011	34	93	3.013	50	109	2.788	46	108
HOPARAGUAÇU i2x	6.4	3.345	56	119	1.991	33	92	2.793	47	101	2.710	45	105
HO IGUAÇU IPRO	6.4	2.970	49	105	2.243	37	103	2.742	46	99	2.652	44	102
BMX FIBRA IPRO	6.4	2.472	41	88	2.361	39	109	2.757	46	99	2.530	42	98
GH 6433 i2x	6.4	2.510	42	89	2.292	38	106	2.672	45	96	2.491	42	96
M 6410 IPRO	6.4	2.425	40	86	2.212	37	102	2.768	46	100	2.468	41	95
TMG 2165 IPRO	6.5	2.679	45	95	2.073	35	96	2.561	43	92	2.438	41	94
HO PIRAPÓ IPRO	6.4	2.283	38	81	2.290	38	106	2.631	44	95	2.401	40	93
BMX COMPACTA IPRO	6.5	2.644	44	94	2.084	35	96	2.460	41	89	2.396	40	93
DM 64I63 RSF IPRO	6.5	1.914	32	68	2.254	38	104	2.950	49	106	2.373	40	92
BS2606 IPRO	6.0	1.748	29	62	1.975	33	91	2.687	45	97	2.137	36	83
<b>Média</b>		<b>2.820</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>2.167</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>2.774</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>2.587</b>	<b>43</b>	<b>100</b>
<b>CV(%)</b>		<b>16,74</b>			<b>11,84</b>			<b>6,46</b>					

GMR = Grupo de Maturidade Relativa; CV = coeficiente de variação. Data semeadura: Júlio de Castilhos = 13/11/2024; Passo Fundo = 31/10/2024; São Luiz Gonzaga = 22/11/2024. Fonte: adaptado de Fundação Pró-Sementes e Sistema Farsul (Kehl, 2025).

**Tabela 3.5** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja de ciclo precoce (Grupo I) indicadas para o Estado do Rio Grande do Sul pelo Zoneamento Agrícola do MAPA – 2024/2025 - Microrregião 103, semeado em Vacaria, e em percentagem com relação à média do ensaio. Fundação Pró-Sementes, Passo Fundo, 2025.

Cultivar	GMR	Vacaria			Média Microrregião 103		
		kg/ha	sacas/ha	%	kg/ha	sacas/ha	%
AS 3595 i2x	5.9	7.049	117	123	7.049	117	123
BMX ZEUS IPRO	5.5	6.907	115	120	6.907	115	120
DM 54IX57 i2x	5.4	6.737	112	117	6.737	112	117
GH 2258 IPRO	5.9	6.517	109	113	6.517	109	113
BMX TITANIUM TF i2x	5.6	6.294	105	110	6.294	105	110
BMX RAIO IPRO	5.0	6.200	103	108	6.200	103	108
NEO 580 IPRO	5.8	6.182	103	108	6.182	103	108
NEO 560 IPRO	5.6	6.038	101	105	6.038	101	105
BMX TORQUE i2x	5.7	5.653	94	98	5.653	94	98
BMX VÊNUS CE	5.7	5.613	94	98	5.613	94	98
BMX TROVÃO i2x	5.2	5.565	93	97	5.565	93	97
BRS 5804 RR	5.8	5.558	93	97	5.558	93	97
BMX LANÇA IPRO	5.8	5.506	92	96	5.506	92	96
BMX ATIVA RR	5.6	5.488	91	95	5.488	91	95
NEO 590 i2x	5.9	5.392	90	94	5.392	90	94
M 5710 i2x	5.7	5.383	90	94	5.383	90	94
GH 5933 IPRO	5.9	5.142	86	89	5.142	86	89
BMX CROMO TF IPRO	5.6	5.066	84	88	5.066	84	88
DM 56159 RSF IPRO	5.7	4.954	83	86	4.954	83	86
DM 5958 RSF IPRO	5.9	4.774	80	83	4.774	80	83
M 5947 IPRO	5.9	4.680	78	81	4.680	78	81
<b>Média</b>		<b>5.748</b>	<b>96</b>	<b>100</b>	<b>5.748</b>	<b>96</b>	<b>100</b>
<b>CV(%)</b>		9,76					

GMR = Grupo de Maturidade Relativa; CV = coeficiente de variação. Data semeadura: 01/11/2024. Fonte: adaptado de Fundação Pró-Sementes e Sistema Farsul (Kehl, 2025).

Por meio do QR Code abaixo é possível consultar os resultados do Ensaio de Cultivares em Rede (ECR® Soja) conduzido pela Fundação Pró-Sementes.



## Referências

KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. **Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja – terceira aproximação**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 69 p. (Embrapa Soja. Documentos, 330). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54939/1/Doc-330-OL1.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2016.

KEHL, K. ECR® Soja RS: ensaio de cultivares em rede 2024/2025. Passo Fundo: Fundação Pró-Sementes, 2025. 34 p.

## **4 Manejo da Cultura**

---

### **4.1 Zoneamento agrícola de risco climático (ZARC) e períodos de semeadura**

O nível de tecnologia adotado e a variabilidade climática explicam grande parte das flutuações no rendimento de grãos das culturas, que ocorrem em diferentes safras e entre locais. A implementação do Programa de Zoneamento Agrícola no Brasil, a partir da safra de inverno de 1996, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa, como principal instrumento de apoio à Política Agrícola do Governo Federal, na área de crédito e segurança rural, buscou reduzir as perdas causadas por adversidades climáticas na agricultura brasileira (Cunha et al., 2011). A deficiência hídrica durante a estação de crescimento é a principal variável climática determinante de oscilações no rendimento de grãos de soja, tanto entre safras quanto entre regiões, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

Para fins de enquadramento de operações de crédito rural no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) ou para adesão ao Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), indica-se que sejam consultadas, junto aos agentes financeiros, as portarias publicadas anualmente pelo Mapa, no Diário Oficial da União (DOU), com vistas a contemplar adequadamente cultivares (ciclo, conforme Grupo de Maturidade Relativa - GMR) e as classes de água disponível (ADs) em escala municipal. Essas portarias podem ser consultadas no portal do Mapa na Internet, disponíveis em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias>

Ou, acessando o Portal do Mapa (<https://www.agricultura.gov.br>), no item assuntos, selecionar política agrícola, gestão de riscos, risco agropecuário, portarias e, uma vez nesse endereço, Portarias por Unidade Federativa (UF) e, na sequência, escolher a unidade da federação de interesse e, nesse caso, Soja ano-safra 2025/2026. Adicionalmente, no mesmo portal do Mapa, pode ser visualizada a tábua de riscos, no item assuntos, gestão de riscos, risco agropecuário, painel de indicação de riscos, e, na sequência, novo painel dos riscos do ZARC, ZARC oficial, seleção de safra, cultura, UF, grupo de cultivares e solo (Água Disponível (AD)). Ou, diretamente, em: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Zarc/Zarc.html>

Outra alternativa de acesso rápido e facilitado aos dados do Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Mapa é pelo uso da aplicativo ZARC Plantio Certo. O software pode ser obtido, gratuitamente, nas lojas de aplicativos da Embrapa na Google Play e na Apple Store.

O calendário de semeadura ZARC soja, para o Estado do Rio Grande do Sul, ano safra 2025/2026, foi definido pela Portaria do MAPA nº 379, de 24 de junho de 2025 (Brasil, 2025b), e consta na Tabela 4.1. E, para o Estado de Santa Catarina, pela Portaria do MAPA nº 380, de 24 de junho de 2025 (Brasil, 2025c), conforme especificado na Tabela 4.2. Destaca-se que o início de semeadura diferenciado, entre os dois estados, é função do período de vazio sanitário, que é específico por Unidade da Federação, estabelecido pela Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA visado à prevenção a ao controle da ferrugem asiática da soja (Brasil, 2025a).

**Tabela 4.1** Períodos possíveis para semeadura da soja nos Estados do Rio Grande do Sul<sup>(1)</sup>.

28	29	30	31	32	33	34	35	36	01	02	03
1º a 10 20	11 a 31	21 a 10	1º a 10 20	11 a 30	21 a 10	1º a 10	11 a 20	21 a 31	1º a 10	11 a 20	21 a 31
Out.			Nov.			Dez.			Jan.		

<sup>(1)</sup>Extraído da Portaria 379/2025 (DOU 26/06/2025). Fonte: Brasil (2025b).

**Tabela 4.2** Períodos possíveis para semeadura da soja no Estado de Santa Catarina<sup>(1)</sup>.

28	29	30	31	32	33	34	35	36	01	02	03	04
1º a 10	11 a 20	21 a 31	1º a 10	11 a 20	21 a 30	1º a 10	11 a 20	21 a 31	1º a 10	11 a 20	21 a 31	1º a 10
Out.			Nov.			Dez.			Jan.			Fev.

<sup>(1)</sup>Extraído da Portaria 380/2025 (DOU 26/06/2025). Fonte: Brasil (2025c).

## 4.2 Cultivares indicadas

As cultivares de soja, no Brasil, para fins do Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Mapa, são agrupadas, por macrorregião sojícola, em função do Grupo de Maturidade Relativa (GMR), conforme a seguinte especificação:

- Macrorregião 1 – Rio Grande do Sul: Grupo I ( $GMR < 6.2$ ); Grupo II ( $6.2 \leq GMR \leq 7.2$ ) e Grupo III ( $GMR > 7.2$ ); e
- Macrorregião 1 – Santa Catarina: Grupo I ( $GMR < 6.4$ ); Grupo II ( $6.4 \leq GMR \leq 7.4$ ) e Grupo III ( $GMR > 7.4$ ).

A relação das cultivares de soja por GMR e água disponível, dos municípios com indicação de cultivo e períodos favoráveis para semeadura de soja, nos Estados do RS e de SC, é parte das portarias de zoneamento agrícola de risco climático que são, anualmente, divulgadas pelo Mapa. Especificamente para a safra 2025/2026, devem ser consideradas a Portaria do MAPA nº 379, de 24 de junho de 2025 (Brasil, 2025b), e, para o Estado de Santa

Catarina, a Portaria do MAPA nº 380, de 24 de junho de 2025 (Brasil, 2025c).

O escalonamento da semeadura de cultivares de diferentes GMR em épocas durante o período indicado de cultivo, numa mesma propriedade, é estratégia importante para minimizar eventuais riscos causados por adversidades climáticas e melhorar a eficiência de uso de máquinas e equipamentos.

### **4.3 Tipos de solos aptos ao cultivo**

São aptos ao cultivo da soja nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, as seis classes de água disponível AD1, AD2, AD3, AD4, AD5 e AD6 (Tabela 4.3), que podem ser estimadas por função de pedotransferência em função dos percentuais granulométricos de areia total, silte e argila, conforme especificado na Instrução Normativa SPA/MAPA nº 2, de 5 de agosto de 2022 (Brasil, 2022). Limite inferior e superior para seis classes de AD a serem utilizadas nas avaliações de risco de déficit hídrico do Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

**Tabela 4.3** Limite inferior e superior para seis classes de classes de água disponível (AD) a serem utilizadas nas avaliações de risco de déficit hídrico do Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Limite inferior (mm/cm)	Classes de AD	Limite superior (mm/cm)
0,34	≤ AD1 <	0,46
0,46	≤ AD2 <	0,61
0,61	≤ AD3 <	0,80
0,80	≤ AD4 <	1,06
1,06	≤ AD5 <	1,40
1,40	≤ AD6 <	1,84*

\*Amostras de solo com composição granulométrica que eventualmente resulte em estimativa de AD acima de 1,84 mm/cm serão representadas pela classe AD6.

Não são indicadas para o cultivo:

- Áreas de preservação permanente, de acordo com a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012;
- Áreas com solos que apresentam profundidade inferior a 50 cm ou com solos muito pedregosos, isto é, solos nos quais calhaus e matações ocupem mais de 15% da massa e/ou da superfície do terreno; e,
- Áreas que não atendam às determinações da Legislação Ambiental vigente, do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) dos estados.

Por fim, cabe ressaltar que, nos solos de natureza hidromórfica (sujeitos a alagamento) **NÃO SÃO COBERTOS RISCOS POR INUNDAÇÃO (EXCESSO HÍDRICO)**, uma vez que se subentende, nesses casos, a necessidade de escolha de área com capacidade de drenagem eficiente e uso de cultivares e sistema de produção específicos.

E que a gestão de riscos de natureza climática, na cultura de soja no Sul do Brasil, pode ser melhorada pela assistência técnica local, via a diluição de riscos, quando são associadas, ao calendário de semeadura preconizado nas Portarias do Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), práticas de manejo de cultivos que contemplem a rotação de culturas, o escalonamento de épocas de semeadura e a diversificação de cultivares (com ciclos diferentes) em uma mesma propriedade rural.

## 4.4 Qualidade de sementes

O uso de sementes de elevada qualidade é determinante para o sucesso da produção na cultura da soja. A transferência das tecnologias alcançadas pelo melhoramento genético é realizada por meio deste importante insumo. Sementes viáveis e

vigorosas resultam no estabelecimento de uma lavoura uniforme, determinando uma das bases para expressão do máximo potencial genético da cultivar (Marcos Filho, 2015).

A semente é caracterizada pelo somatório dos atributos de qualidade genética, física, fisiológica e sanitárias, sendo estes indissociáveis. O atributo genético tem relação com a pureza varietal, garantindo que a lavoura irá expressar as características da cultivar, sem qualquer tipo de contaminação genética, ou presença de outras cultivares. Já a qualidade física é expressa pela pureza física do lote de sementes, ou seja, indica a proporção dos componentes físicos do lote, sendo separados em sementes puras, outras sementes e material inerte. Um lote de sementes com alta pureza física é um indicativo que o campo de produção foi bem conduzido, e que a colheita e o beneficiamento foram eficientes. O atributo sanitário está relacionado com a presença e ao dano de pragas e doenças nas sementes. Por sua vez, a qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente originar uma plântula normal, universalmente avaliada pelo teste de germinação. Já o vigor busca aprofundar a avaliação da qualidade fisiológica, estimando o desempenho das sementes sob condições não ideais, evidenciando a capacidade de estabelecer um estande plantas no campo de maneira rápida e uniforme.

A semente de soja é aquela produzida dentro do sistema formal com tecnologias adequadas e seguras, observando conformidades técnicas e legais, com garantia de padrões estabelecidos por normas de produção e comercialização do Ministério da Agricultura e Pecuária.

## 4.5 Espaçamento entre fileiras, população de plantas, velocidade e profundidade de semeadura

A distribuição espacial de plantas na lavoura é um fator relevante para a definição do rendimento de grãos da soja, sendo determinada principalmente pela população de plantas, espaçamento entre fileiras e uniformidade de distribuição de plantas. Diante da grande variabilidade ambiental e de cultivares existente no Brasil, é desafiador estabelecer uma indicação única. Nesse sentido, indicações específicas sobre população de plantas e espaçamento entre fileiras para cada cultivar devem ser acessadas junto aos obtentores das cultivares.

Nas épocas indicadas de semeadura, devem ser empregados espaçamentos de 20 a 50 cm entre as fileiras, sendo que os espaçamentos entre 45 a 50 cm são os mais usuais. Para solos de várzea, o espaçamento indicado é de 50 cm entre fileiras. Espaçamentos superiores a 60 cm são indicados somente em situações de elevada pressão de doenças, por terem potencial para reduzir o período de molhamento das folhas.

Outros sistemas de semeadura, como a semeadura cruzada (em fileiras perpendiculares), têm como objetivo otimizar a distribuição espacial, mas 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 indicada. 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.

Quanto à população de plantas, indica-se, na maioria dos casos, entre 200 e 300 mil plantas por hectare (20 a 30 plantas/m<sup>2</sup>), porém podem ocorrer variações, em função das indicações dos

obtentores, da época de semeadura, de eventos climáticos (El Niño e La Niña, por exemplo), entre outros. Variações de 20%, para mais ou para menos, em geral não alteram significativamente o rendimento de grãos. Quando a semeadura for realizada no final da época indicada, sugere-se aumentar a população de plantas e reduzir o espaçamento entre as fileiras. Existe resposta diferenciada em rendimento para espaçamentos e populações de plantas, dependendo da época de semeadura, da arquitetura da planta e do Grupo de Maturidade Relativa (GMR) da cultivar. Em condições que favorecem a ocorrência de acamamento de plantas, pode-se amenizar o problema, sem afetar o rendimento, reduzindo-se a população em até 20%. Por outro lado, quando a semeadura é realizada próxima ao final da época indicada, sugere-se acréscimo de 20% na população de plantas, com vistas a compensar a redução de estatura de planta, em função do encurtamento do subperíodo vegetativo.

Deve-se buscar elevada uniformidade de distribuição de sementes na fileira de semeadura, com o intuito de reduzir a competição entre plantas de soja e aumentar a eficiência de utilização de água, luz e nutrientes. Por isso, é relevante realizar a semeadura na velocidade indicada para cada semeadora (geralmente em uma faixa entre 3 e 6 km/h), atentar para as regulagens necessárias e utilizar sementes com alta qualidade.

A profundidade de semeadura indicada varia de 2,0 a 5,0 cm, sendo que as menores profundidades devem ser adotadas quando há adequada umidade no solo (solo na capacidade de campo).

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. Cabe a assistência técnica realizar ajustes nos parâmetros de arranjo espacial, que contemplem as condições de

cultivo e a plasticidade da cultura em busca da maior eficiência produtiva e econômica.

## Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução Normativa nº 2, de 5 de agosto de 2022. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 de agosto de 2022. Seção 1, p. 10. (Água Disponível)
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 1.271/2025, de 30 de abril de 2025. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 mai. 2025a. Seção 1, p. 5. (Vazio Sanitário)
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 379/2025, de 24 de junho de 2025. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jun. 2025b. Seção 1, p. 43-45. (RS)
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 380/2025, de 24 de junho de 2025. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jun. 2025c. Seção 1, p. 43-45. (SC)
- CUNHA, G. R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A. Regiões para trigo no Brasil: ensaios de VCU, zoneamento agrícola e época de semeadura. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA. G. R. (Ed.) **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p. 27-40.
- MARCOS FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates. 2015.

## **5. Sistema de Produção de Grãos**

---

### **5.1 Rotação de culturas**

A rotação de culturas consiste no cultivo de duas ou mais espécies na mesma área num período maior que um ano, enquanto a sucessão de culturas envolve o cultivo de duas ou mais espécies num período curto, de até um ano. A monocultura, ou mesmo o sistema de sucessão contínua trigo-soja, com o passar dos anos, provoca degradação física, química e biológica do solo, e, consequentemente, a queda do rendimento de grãos das culturas. Também proporciona condições mais favoráveis para o desenvolvimento de doenças, de insetos pragas e de plantas invasoras.

A rotação de culturas merece especial atenção quanto ao manejo de doenças, pois a decomposição dos restos culturais de soja elimina o substrato nutritivo dos patógenos que permanecem viáveis nestes restos. No caso de patógenos que se mantêm viáveis livres no solo, como *Rhizoctonia solani* (causador do tombamento de plântulas e da morte em reboleira), ou viáveis por longos períodos, como os esclerócios de *Sclerotinia sclerotiorum* (causador do mofo branco), a rotação de culturas deve ser priorizada com culturas não hospedeiras dos mesmos patógenos, como milho ou sorgo. Girassol, nabo forrageiro e canola não devem participar do esquema de rotação quando houver a incidência de *S. sclerotiorum*, nem tremoço (branco, amarelo ou azul) caso houver a presença de *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*, causador do cancro da haste.

A utilização desses sistemas como práticas correntes na produção agrícola tem recebido, através do tempo, reconhecimento acentuado do ponto de vista técnico, econômico e ambiental, tornando a soja em rotação de culturas um dos meios

indispensáveis ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Isto, porque diversos estudos têm demonstrado efeitos benéficos nas condições de solo, na produção das culturas subsequentes e no ambiente, quando em manejos conservacionistas. Entre eles, destacam-se: melhor utilização do solo e dos nutrientes; mobilização e transporte dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície; aumento do teor de matéria orgânica; controle da erosão, plantas invasoras e insetos pragas; melhor distribuição da mão de obra ao longo do ano, melhor aproveitamento das máquinas agrícolas, maior estabilidade econômica e diminuição de riscos ao produtor. Torna-se importante, portanto, o uso de diferentes culturas com sistemas radiculares agressivos e abundantes, alternando-se anualmente. Essa prática determina inúmeras vantagens ao agricultor, destacando-se, entre elas, o aumento no rendimento de grãos de soja.

## 5.2 Estratégias de sucessão trigo-soja

A sucessão trigo-soja é a principal combinação de culturas produtoras de grãos utilizada no sul do Brasil. A disponibilização de cultivares de soja de tipo indeterminado e de ciclo precoce (Grupo de Maturidade Relativa abaixo de 6.0) tem possibilitado a antecipação da semeadura da soja para meses não tradicionais como outubro e até mesmo setembro. Isso dificulta ou impossibilita o cultivo do trigo e a colheita desse cereal até este período, tornando-se fator de risco a sustentabilidade do trigo e, por consequência, dos próprios sistemas de produção de grãos utilizados no sul do Brasil. Entretanto, estudos da sucessão trigo-soja, conduzidos no sul do País, entre as safras de verão 2012/2013 e 2014/2015, demonstraram que a falta de ajuste dos cultivos de trigo e soja, com a antecipação da semeadura da soja,

é mais frequente na Regiões Edafoclimáticas (REC) 102 e 103 da Macrorregião Sojícola 1. Estes estudos ainda demonstraram que antecipar a semeadura da soja e, assim a possível exclusão do cultivo de trigo, incrementou o rendimento de grãos de soja apenas na REC 103, região de altitude e fria, onde o trigo desloca a semeadura da soja para fins de novembro a meados de dezembro. Contudo, considerando o elevado potencial produtivo das culturas de inverno nesta região e o sistema de sucessão (trigo+soja) do ponto de vista de produção de grãos no inverno + verão e o retorno econômico, verifica-se que a melhor estratégia ainda é cultivar trigo no inverno, ajustando práticas de manejo para obter elevado rendimento de grãos, e semear soja em sequência, adotando cultivares que tenham menores perdas de potencial de rendimento de grãos pelo atraso na época de semeadura. Na REC 102, de altitude baixa à intermediária e clima quente, a melhor opção é manter a sucessão trigo-soja, enquanto antecipar a semeadura da soja (se avaliada isoladamente) resulta em menor rendimento de grãos da cultura, portanto, sendo esta indicação sem sustentação técnica.

Na Tabela 5.1 são sugeridas estratégias de sucessão trigo-soja para obter elevada produção de grãos e de retorno econômico em diferentes regiões.

Maiores informações sobre o tema podem ser encontradas em Almeida et al. (2016); Caraffa et al. (2016) e Pires et al. (2016).

**Tabela 5.1** Sugestão de estratégias de sucessão trigo-soja para obter elevada produção de grãos (inverno + verão) e retorno econômico (inverno + verão) em diferentes regiões do sul do Brasil.

	Noroeste do RS*	Planalto Médio do RS	Centro-Sul do PR
Produção de grãos (inverno + verão)	Trigo de ciclo médio semeado no início da época indicada para cultivares do Grupo II + soja GMR 6.1, I	Trigo ciclo precoce semeado em meados da época indicada para cultivares do Grupo I + soja GMR 5.3, I, 5.6, I ou 6.3, I Trigo de ciclo médio semeado no início da época indicada para cultivares do Grupo II + soja GMR 5.3, I	Trigo de ciclo tardio semeado no início da época indicada para cultivares do Grupo III + soja GMR 5.6, D ou GMR 6.2 D
Retorno econômico (inverno + verão)	Trigo de ciclo médio semeado no início da época indicada para cultivares do Grupo II + soja GMR 6.1, I	Trigo ciclo precoce semeado em meados da época indicada para cultivares do Grupo I + soja GMR 6.3, I Trigo ciclo tardio semeado no início da época indicada para cultivares do Grupo III + soja GMR 5.6, D ou GMR 6.2, D	Trigo de ciclo médio semeado no início da época indicada para cultivares do Grupo II ou ciclo precoce semeado em meados da época indicada para cultivares do Grupo I + soja GMR 5.3, I ou 5.6, I Trigo ciclo tardio semeado no início da época indicada para cultivares do Grupo III ou ciclo precoce semeado em meados da época indicada para cultivares do Grupo I + soja GMR 5.6, D

\* Regiões representativas de outras com características edafoclimáticas similares. GMR = grupo de maturidade relativa; I = tipo de crescimento indeterminado; D = tipo de crescimento determinado. Cultivares de trigo Grupo I = < 130 dias; Grupo II = 130 ≤ n ≤ 140; Grupo III = > 140 dias.

## 5.3 Estratégias de sucessão milho-soja

Apesar da redução da área de milho, verificada na última década, no Rio Grande do Sul, sobretudo pelo aumento da área de soja na safra de verão, é inegável a importância do milho na sustentabilidade, tanto do potencial produtivo dos solos quanto da competitividade econômica dos empreendimentos rurais.

No intuito de aliar os benefícios do milho com os resultados financeiros gerados pela soja, agricultores da região noroeste do Rio Grande do Sul passaram, há alguns anos, a antecipar a semeadura desse cereal para o final de julho e início de agosto, possibilitando sua colheita em meados de janeiro, e, na sequência, semeando a soja como segunda safra de verão, popularmente denominada de soja “safrinha”.

O sucesso que tem sido obtido por muitos produtores rurais, com a utilização desse sistema de sucessão milho-soja, mesmos em validação experimental pela pesquisa, tem acarretado aumento substancial de área com essa prática (mais especificamente na Região Edafoclimática 102 da Macroregião Sojícola 1). Paralelamente, tem sido realizado estudos para averiguação dos resultados gerados por essa adoção, tanto em termos de produção de grãos e de retorno financeiro, especialmente na região noroeste do Rio Grande do Sul.

A partir de resultados pesquisas apresentados na 43<sup>a</sup> Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul é possível traçar estratégias de cultivo para esse sistema de sucessão, salientando que o rendimento de grãos da soja, nessa condição, fica aquém dos obtidos nos cultivos dessa oleaginosa no período tradicional. A compensando, no resultado financeiro, advém do somatório das duas safras praticadas no verão.

Assim, para a Região Edafoclimática 102 da Macroregião Sojícola 1, a época mais adequada para a semeadura de milho (utilizando cultivares de ciclo super ou hiper precoces) ocorre no primeiro decêndio de agosto, por diminuir riscos de geadas e, ao mesmo tempo, permitir a semeadura da soja em sucessão, preferencialmente, no primeiro decêndio de janeiro (em que pese o ZARC prever para muitos municípios da região semeadura até final de janeiro).

No tocante aos genótipos de soja a serem utilizados na sucessão milho-soja, os melhores resultados tem sido alcançados com uso de cultivares de Grupo de Maturidade Relativa entre 6.3 e 6.6, com tipo de crescimento indeterminado e em densidades de, no mínimo, 30 plantas por metro quadrado. O objetivo, do uso de maiores GRM, é que se alcance estatura de plantas e altura de inserção do primeiro legume que não comprometa a colheita (uma vez que, nessas semeaduras tardias, pela temperatura mais evada e o fotoperíodo menor, a tendência é acelerar o ciclo da soja e diminuir o acúmulo de biomassa total da planta).

Atenção especial em cultivo de soja de segunda safra deve ser dada à fixação biológica do nitrogênio (com correta inoculação das sementes), ao monitoramento de pragas e, principalmente, doenças (com tendência a ocorrerem com maior intensidade) e o controle de plantas concorrentes (em especial, o milho voluntário, passível de abrigar e permitir proliferação de cigarrinhas, com intensificação do complexo de enfezamento em anos de inverno pouco rigoroso).

A fim de preservar a sustentabilidade do sistema milho-soja, não se indica a repetição desse modelo de produção por dois anos consecutivos na mesma área. A rotação de cultura, nesse caso, destaca-se como uma prática altamente recomendável.

## 5.4 Cultivo da soja em terras baixas

### 5.4.1 Contextualização da lavoura de soja na metade Sul em áreas de rotação com arroz irrigado

A cultura que teve maior expansão no sistema de rotação de culturas com o arroz (em terras baixas) foi a soja. Essa alternância entre cultivos é chamada localmente de “*ping pong* arroz/soja” (alternância de cultivo estival). Inicialmente, a sojicultura neste sistema foi impulsionada pela valorização econômica e também pelos benefícios gerados à cultura do arroz irrigado, principalmente por propiciar rotação de mecanismos de ação de herbicidas e controle mais eficiente de plantas daninhas, especialmente o arroz-daninho. Considerando a partir da safra 2014/2015 (284 mil hectares), a área de soja em rotação aumentou 59% na safra 2023/2024 (451 mil hectares), contando com média de 355 mil hectares de cultivo anual no período considerado (Irga, 2025). Apesar disso, as condições edafoclimáticas e de manejo da lavoura ainda são os principais limitantes. Para o clima, os anos de El Niño são os principais indicativos que fazem o agricultor diminuir a área cultivada, devido às chuvas frequentes que proporcionam a morte de plantas por hipóxia. Para o manejo da lavoura, ainda persistem alguns entraves gerenciais e técnicos, pois cultivar duas espécies distintas exige maior complexidade na administração da propriedade, especialmente quanto à alocação de recursos humanos, uso de maquinário, e planejamento/execução do preparo do solo, implantação e tratos culturais (Marchesan, 2020).

### 5.4.2 Sistematização e preparo do solo

Por se tratar de terras baixas, há necessidade de sistematização das áreas tornando um sistema funcional de manejo. São necessárias adequações da área para maximizar o aproveitamento de recursos (água, nutrientes, dentre outros), principalmente durante as fases mais críticas que geralmente são o estabelecimento inicial e a fase reprodutiva da cultura da soja.

Inicialmente precisa ser identificada a existência de camada compactada, comum nos solos onde se cultiva o arroz e que não se constitui em problema para esta cultura, mas causa restrições ao desenvolvimento do sistema radicular da soja, sendo, portanto, necessário o seu rompimento para a manutenção do potencial produtivo da cultura. De maneira geral, a literatura cita a partir de 2 MPa como valor de resistência mecânica à penetração do solo que é restritivo ao desenvolvimento radicular. Esta avaliação deverá ser realizada próximo à capacidade de campo do solo, com instrumento denominado penetrômetro. Ainda, é importante estratificar em camadas de profundidade complementando com a abertura de trincheiras para visualização da zona adensada. São frequentes as limitações físicas em camadas muito próximas da superfície, como por exemplo, a partir de 5 cm de profundidade. Assim, o manejo do solo, precedendo o cultivo, com subsolador ou escarificador deve ser feito. É indicado que esta operação seja feita próxima a data de semeadura, havendo a manutenção parcial destes benefícios físicos durante toda a estação de crescimento.

Por características naturais do solo há baixa infiltração vertical, portanto, a drenagem superficial por meio de drenos bem estruturados e o dimensionamento adequado dos talhões para que não haja entrada de água externa, auxiliam na retirada da água oriunda das precipitações pluviais excessivas. De maneira prática pode-se estabelecer o prazo de 24 horas para a retirada

total da água que se acumulou na superfície do solo. Assim, se minimiza o impacto sobre os caracteres produtivos da cultura.

#### **5.4.3 Práticas de manejo para evitar (ou mitigar) eventuais problemas com carryover de herbicidas**

Devido à grande infestação de plantas daninhas de difícil controle na cultura do arroz irrigado, aproximadamente 65% dos genótipos utilizados no RS (Irga, 2025) detém a tecnologia Clearfield® (CL), o que possibilita utilizar herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (imazetapir, imazapir e imazapique). O residual destes herbicidas usados no arroz irrigado, em algumas situações, pode prejudicar a soja em sucessão, configurando o chamado “carryover”. Os impactos incluem a ocorrência de sintomas de fitotoxicidade, ou até mesmo redução da área foliar, massa de matéria seca, estatura, produtividade e qualidade das sementes (Fraga et al., 2016; Agostinetto et al., 2018).

Visando atenuar os problemas causados pelo carryover de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas há a possibilidade de escolher genótipos de soja menos suscetíveis. Portanto, é altamente recomendável o uso racional dos herbicidas deste grupo químico na cultura do arroz, no que diz respeito a doses e períodos de carência. Em áreas com presença do residual as principais estratégias são práticas de preparo do solo que proporcionem a sua aeração por um prolongado período, pois aumentam atividade microbiana aeróbica que é a principal via de degradação orgânica de imidazolinonas (Franchini et al., 2007). Assim, durante a entressafra é imprescindível que seja feito o preparo antecipado do solo e drenagem da água por meio de drenos bem dimensionados e de manutenção continuada quando assoreados.

#### 5.4.4 Escolha de cultivares

O cultivo de soja em terras baixas pode ser realizado com sucesso nas áreas com adequado sistema de drenagem, evitando áreas propensas a alagamentos e sempre considerando a importância da inserção da cultura dentro de esquema de rotação de culturas. A escolha do cultivar deve estar relacionada com a aptidão morfológica de tolerar eventuais estresses que ocorram após a implantação da cultura. Por vezes há a penalização do teto produtivo alcançável devido o propósito de proporcionar uma maior estabilidade produtiva neste ambiente.

O ciclo da cultivar, caracterizado pelo grupo de maturação relativa (GMR), é aspecto importante na escolha dos genótipos a serem cultivados em terras baixas, que são ambientes propensos a estresses causados tanto por excesso quanto por deficiência hídrica, além de deficiência de nitrogênio pela má nodulação, principalmente em áreas recém incorporadas ao cultivo de soja. Estes estresses hídricos acarretam redução de biomassa da planta, a qual, associada a menor duração da fase vegetativa (período de emergência ao início da floração), podem reduzir drasticamente o potencial produtivo das cultivares, notadamente em genótipos de  $GMR < 6.4$  (superprecoces, precoces e semiprecoces). Por estes motivos, sugere-se utilizar, preferencialmente, cultivares de soja de  $GMR \geq 6.4$  e  $\leq 7.4$  (médios e semitardios), sobretudo em áreas de primeiro ano de cultivo de soja.

Sob condições menos restritivas ao acúmulo de biomassa, como é o caso de áreas de segundo ano de cultivo de soja, com adequado histórico de nodulação, com correção de pH do solo, com níveis adequados de nutrientes para a cultura e ainda com possibilidade de suplementação hídrica e mesmo facilidade de drenagem de eventual excesso hídrico, a adoção de cultivares de

GMR < 6.4 pode ser estratégia interessante neste sistema de produção de grãos. Por outro lado, o cultivo de genótipos de GMR  $\geq 7.4$  (tardios) deve ser considerado com cautela em terras baixas, devido às chances de perdas acentuadas na colheita em decorrência de precipitações de outono, associadas ao grande número de dias sem chuva, para que os solos de terras baixas atinjam teor de umidade que permita a retomada da colheita mecanizada.

Várias instituições públicas e privadas têm direcionado esforços para desenvolver estudos com cultivares submetidas a períodos diferenciados de inundação (cerca de 24 ou até 48 horas), simulando o excesso hídrico. As avaliações realizadas nos últimos quatro anos pelo IRGA identificaram cultivares mais tolerantes ao excesso hídrico na fase vegetativa (Uhry Jr., 2024). No entanto, todas são sensíveis ao estresse no estabelecimento (germinação e emergência). Nas Tabelas 5.2 a 5.5 são apresentados alguns resultados de rendimento médio de grãos de cultivares de soja em terras baixas em Municípios da Metade Sul do Rio Grande do Sul nas safras 2023/2024 e 2024/2025.

**Tabela 5.2** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja do Grupo de Maturidade Relativa (GMR) ≤ 6,0, em terras baixas em Municípios da Metade Sul do Rio Grande do Sul na safra 2023/2024. Irga, Cachoeirinha, 2025.

Cultivar	Rendimento de grãos (t/ha)			
	Cachoeira do Sul	Cachoeirinha	Santa Vitória do Palmar	Uruguaiana
54SC122 I2X (HO IJUÍ I2X)	5,43	4,84	3,59	5,07
55i57 RSF IPRO (BMX ZEUS)	5,69	—	—	2,78
56iX58 RSF (TITANIUM TF I2X)	6,44	5,29	4,79	4,48
57i59 RSF IPRO (BMX CROMO)	4,97	—	—	2,60
57iX60 RSF I2X (BMX TORQUE)	4,96	4,88	4,15	3,82
57K58 RSF (Vênus)	5,17	4,28	—	2,84
58HO110 MM IPRO (HO AMAMBAY)	5,10	4,94	3,27	5,14
61SC115 I2X (HO TIBAGI I2X)	5,07	4,41	3,98	4,04
95R40 IPRO	5,08	4,46	3,53	4,89
95R70 CE	5,72	—	3,22	4,45
95Y42 IPRO	4,81	3,96	4,92	5,15
95Y95 IPRO	5,56	4,56	3,99	4,70
97R50 IPRO	—*	4,78	—	—
DM 54IX57 RSF I2X	5,36	5,00	—	3,68
DM 56i59 RSF IPRO	5,40	4,99	—	2,84
DM 60IX64 RSF I2X	5,52	4,69	4,02	3,73
FTR 2858 IPRO	—	4,65	2,49	4,73
GH 2258 IPRO	4,72	5,67	4,03	5,34
GH 5933 IPRO	5,37	4,47	3,67	5,30
M5710 I2X (5801 I2X)	5,03	5,07	5,46	4,53
NEO 510 IPRO	—	5,17	3,56	—
NEO 531 I2X	—	4,96	3,02	—
NEO 560 IPRO	6,32	5,14	3,21	4,28
NEO 580 IPRO	5,44	—	—	4,20
NEO 581 E	4,72	4,32	3,86	5,39
NEO 590 I2X	4,88	4,41	3,97	4,55
NS 5922 IPRO	5,15	4,85	3,58	4,92
ST 541 I2X	5,06	4,51	2,52	5,04
CV (%)	—	10,94	10,50	—

CV = coeficiente de variação. \* — Não avaliada(o) neste local.

Fonte: adaptado de Irga (Uhry Jr. et al., 2025).

**Tabela 5.3** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja do Grupo de Maturidade Relativa (GMR) > 6,0, em terras baixas em Municípios da Metade Sul do Rio Grande do Sul na safra 2023/2024. Irga, Cachoeirinha, 2025.

Cultivar	Rendimento de grãos (t/ha)			
	Cachoeira do Sul	Cachoeirinha	Santa Vitória do Palmar	Uruguaiana
64HO114 IPRO (HO PIRAPÓ)	5,08	—	3,83	4,31
64HO130 I2X (HO PARAGUAÇU)	5,11	4,45	3,06	4,63
64i61 RSF IPRO (BMX FIBRA)	5,11	4,91	4,78	3,99
65i65 RSF IPRO (BMX COMPACTA)	5,50	—	—	4,35
65K67 RSF CE (FÚRIA)	*—	4,16	—	—
66 E	—	4,85	—	2,86
67SC115(HOPRATA I2X)	5,12	4,33	4,64	4,46
6968 RSF RR (VALENTE)	—	—	4,29	—
BS1950324 IPRO (GH 2361 IPRO)	4,99	4,80	2,97	3,68
CZ 15B99 I2X	5,04	5,18	3,90	4,76
CZ 16B21 I2X	5,66	4,28	2,58	3,44
DM64i63RSF IPRO	5,36	—	3,51	3,86
DM 65IX67 RSF I2X	—	4,12	—	—
DM 66i68 RSF IPRO	6,75	4,64	3,89	3,92
FTR 327C IPRO	4,81	4,43	3,18	4,15
FTR 3771 IPRO	4,92	4,02	2,45	3,38
M 6100 XTD	5,64	4,72	3,53	4,05
M 6130 I2X	5,28	5,08	4,75	4,37
NEO 610 IPRO	5,79	—	3,34	3,36
NEO 620 IPRO NP	—	4,54	—	5,40
NEO 630 IPRO	—	3,93	—	—
NEO 661 I2X	—	4,38	—	3,86
NK6630I2X(GH6630I2X)	—	4,46	3,11	—
NS 6222 IPRO	4,87	—	3,26	3,84
NS 6446 I2X	5,44	—	4,16	3,84
NS 6601 IPRO	6,35	4,98	3,94	4,80
ST 611 IPRO	4,77	5,01	3,24	4,36
ST 616 I2X	5,38	4,86	3,27	3,79
ST 622 IPRO	—	—	2,53	—
TEC IRGA 6070 RR	—	—	3,43	—
TMG 2165 IPRO	—	4,83	3,49	3,60
TMG 22X65 I2X	—	4,13	4,22	3,51
TMG 7362 IPRO	—	4,55	5,28	4,34
CV (%)	—	10,94	10,50	—

CV = coeficiente de variação. \* — Não avaliada(o) neste local. Fonte: adaptado de Irga (Uhry Jr. et al., 2025).

**Tabela 5.4** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja do Grupo de Maturidade Relativa (GMR) ≤ 6,0, em terras baixas em Municípios da Metade Sul do Rio Grande do Sul na safra 2024/2025. Irga, Cachoeirinha, 2025.

Cultivar	Rendimento de grãos (t/ha)				
	Cachoeira do Sul	Cachoeirinha	Camaquã	Santa Vitória do Palmar	Uruguaiana
53IX55 RSF I2X (IMUNE TF I2X)	—*	3,45	—	—	—
54SC122 I2X (HO IJUÍ I2X)	2,95	3,20	2,57	2,89	4,30
57Ix60 RSF I2X (BMX TORQUE)	2,71	2,78	3,33	2,77	4,52
60SC110 (HO CASCAVEL I2X)	3,91	2,71	2,39	2,59	3,92
95R40 IPRO	3,94	2,97	3,34	—	4,05
95Y95 IPRO	3,29	3,52	2,69	—	4,83
CZ 15B99 I2X	4,65	2,81	3,64	3,63	5,00
DM 59IX61 RSF I2X	3,87	3,08	3,52	2,55	5,37
DM 60IX64 RSF I2X	3,39	2,56	2,65	3,85	4,70
FTR 2858 IPRO	3,10	2,52	2,46	2,97	4,59
GH 2258 IPRO	4,27	2,91	2,23	3,01	4,74
GH 2459 I2X	3,75	2,39	3,04	—	4,76
GH 5933 IPRO	4,09	3,08	2,28	2,98	4,92
M5710 I2X	2,96	3,06	2,76	2,38	5,68
NEO 581 E	3,54	3,59	3,41	3,26	4,74
NEO 590 I2X	2,60	2,44	3,37	3,28	4,90
NEO 600 I2X	3,92	2,83	2,37	2,71	4,99
NS 5624 I2X	4,17	3,77	3,52	—	5,77
NS 5922 IPRO	2,84	3,12	2,74	2,11	5,54
PP PROEZA	3,53	3,17	3,35	3,11	4,79
ST 541 I2X	4,71	2,40	2,87	2,87	4,66
ST 570 I2X	2,87	2,90	2,42	2,76	—
CV (%)	—	12,53	—	11,70	—

CV = coeficiente de variação. \* — Não avaliada(o) neste local. Fonte: adaptado de Irga (Uhry Jr. et al., 2025).

**Tabela 5.5** Rendimento médio de grãos das cultivares de soja do Grupo de Maturidade Relativa (GMR) > 6,0, em terras baixas em Municípios da Metade Sul do Rio Grande do Sul na safra 2024/2025. Irga, Cachoeirinha, 2025.

Cultivar	Rendimento de grãos (t/ha)				
	Cachoeira do Sul	Cachoeirinha	Camaquã	Santa Vitória do Palmar	Uruguaiana
56IX58 RSF (TITANIUM TF I2X)	4,19	3,57	2,79	4,19	5,09
64HO130 I2X (HO PARAGUAÇU)	3,04	3,72	2,36	3,21	4,16
64i61 RSF IPRO (BMX FIBRA)	2,72	3,07	1,80	4,64	4,26
65K67 RSF CE (FÚRIA)	*—	3,51	—	—	—
66 E	—	3,49	—	—	—
67SC115 (HO PRATA I2X)	3,75	2,93	3,29	3,86	4,14
6968 RSF RR (VALENTE)	4,60	—	—	4,14	—
97Y70 CE	2,99	4,05	2,44	—	4,86
BSIRGA 1642IPRO	—	3,46	—	—	—
BS1950324 IPRO (GH 2361 IPRO)	4,19	3,27	1,91	—	4,73
CZ 26B41 I2X	3,73	3,47	2,36	3,43	—
DAGMA 6524 I2X	—	4,24	—	—	—
DM65IX67 RSF I2X	3,39	3,69	1,97	4,19	4,62
DM6668RSFIPRO	3,98	3,61	1,10	4,93	4,48
FTR 327C IPRO	—	3,52	2,03	3,22	4,58
FTR 4662 I2X	—	—	—	—	3,66
FTR 466L IPRO	3,04	3,70	3,69	3,77	—
GH 2463 I2X	3,56	3,37	2,34	2,76	4,58
M 6100 XTD	3,54	3,53	1,74	3,35	5,18
M 6130 I2X	3,23	3,29	1,97	3,32	4,97
M 6131 I2X	—	—	—	3,29	—
M 6202 I2X	3,08	2,95	2,04	2,70	4,90
NEO 610 IPRO	4,31	3,09	1,90	—	4,93
NEO 620 IPRO NP	3,39	3,66	1,72	3,10	5,12
NEO 661 I2X	—	3,90	—	—	—
NS 6446 I2X	3,47	3,62	4,07	2,82	4,60
NS 7224 I2X	2,85	—	—	2,65	5,03
RAÇA E	3,42	3,90	2,60	3,71	4,07
ST 616 I2X	—	2,95	2,49	3,59	4,50
TECIRGA 6070RR	4,23	—	—	3,42	—
TMG 2165 IPRO	3,12	3,67	1,73	4,19	5,38
TMGGUANANDI I2X	3,12	3,92	3,49	3,68	5,40
TMGMANACÁXTD	2,91	3,83	2,17	4,06	—
CV (%)	—	12,53	—	11,70	—

CV = coeficiente de variação. \* — Não avaliada(o) neste local. Fonte: adaptado de Irga (Uhry Jr. et al., 2025).

### **5.4.5 Processo de calagem, adubação de base e semeadura mecanizada**

A correção do pH do solo é indispensável para a cultura da soja, porém, em sistema de irrigação por inundação (como no cultivo do arroz irrigado), esta operação, usualmente, não é feita devido o fenômeno da “autocalagem”. Assim, é importante frisar que as condições de pH ácido retornarão após o alagamento, sendo necessária a correção naquelas áreas que irão ser utilizadas para o cultivo da soja. Durante o processo de preparo do solo (descompactação), pode ser aproveitada a oportunidade para aplicação e incorporação destes corretivos.

Diversas publicações técnicas têm se utilizado de referências baseadas em “terras altas” para recomendar adubação para soja cultivada em Terras Baixas (Almeida; Anghinoni, 2018). Scivittaro et al. (2021) realizaram o acompanhamento de algumas áreas nesta condição, buscando investigar aspectos da fertilidade do solo. Os autores observaram grande predominância de solos com característica de pH ácido associado a baixa frequência de adoção da prática de calagem, além da presença de teores limitantes à soja para P e K. Desta forma, os autores consideraram necessário um alto apporte dos nutrientes para o alcance de altas produtividades da cultura. Concenço et al. (2020) fizeram uma análise das recomendações de adubação para soja vigentes para o RS e constataram que o aporte deve ser maior do que está em vigor atualmente nas recomendações de P e K, quando do cultivo em terras baixas. Visando atenuar esses efeitos, Anghinoni e Uhry Jr. (2024) propõe como alternativa a adubação corretiva gradual de 1/3 a cada cultivo (Tabela 5.6).

**Tabela 5.6** Indicação de adubação fosfatada e potássica para soja em áreas de Terras Baixas, em função da disponibilidade de cada elemento.

Classe de interpretação	Adubação Fosfatada			Adubação Potássica		
	1/3 Corretiva	Manutenção 3,0 t/ha	Total*	1/3 Corretiva	Manutenção 3,0 t/ha	Total*
	----- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) -----			----- K <sub>2</sub> O (kg/ha) -----		
Muito baixo	53	45	98	40	75	115
Baixo	27	45	72	20	75	95
Médio	13	45	58	10	75	85
Alto	0	45	45	0	75	75
Muito Alto	0	≤45	≤45	≤45	≤75	≤75

\* Adicionar 15 e 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, por tonelada adicional a ser produzida.  
Adaptado de: Anghinoni e Uhry Jr. (2024).

Durante o processo de semeadura deve-se optar pelo uso de uma semeadora com haste sulcadora (HS), seja ela alinhada ou desencontrada da deposição de sementes. Porém, essa operação poderá proporcionar uma abertura de sulco muito profunda afetando a distribuição vertical das sementes, chamado de “sepultamento de sementes”. Alguns mecanismos adaptados à semeadora têm apresentado bons resultados para minimizar esse efeito. Outro ponto a ser observado é o benefício da HS na drenagem da água logo após a semeadura quando ocorrem precipitações pluviais. Apenas a utilização do disco duplo ou mesmo do disco turbo na deposição do fertilizante não é suficiente para “quebrar” a camada de maior compactação do solo, dificultando o fluxo de água e comprometendo a disponibilidade de oxigênio para a semente em processo de germinação. O apodrecimento de sementes e o ataque de fungos patogênicos são alguns dos reflexos, ocasionando a redução do estande inicial de plantas.

O tratamento de sementes com fungicidas, inseticidas, protetores, micronutrientes, dentre outros produtos, deverá ser feito mediante a necessidade. É indispensável o fornecimento de inoculante a base de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* spp. Atualmente, tem sido desenvolvida novas possibilidades para

maximizar a simbiose planta-bactéria e consequentemente, a fixação biológica do nitrogênio, como uso de osmoprotetores (para preservar as condições biológicas vitais dos microorganismos), novas espécies (e estirpes) de microorganismos, novas ferramentas de aplicação (inoculação no sulco), dentre outras.

#### **5.4.6 Irrigação (e drenagem)**

Em decorrência da baixa declividade, taxa de infiltração e estrutura do solo presente nas áreas de terras baixas, a irrigação por sulcos na lavoura de soja é a principal alternativa. Em algumas regiões do Estado tem sido realizado o cultivo de soja sobre camalhões, assim, caracterizando-se como o denominado “Sistema sulco-camalhão”. Esse tipo de cultivo evita o excesso hídrico na linha de semeadura, como também, possibilita a irrigação por superfície em áreas não sistematizadas devido a condução da água pelos sulcos que são formados entre os camalhões. Para evitar as perdas nestes sistemas podem ser utilizados politubos para conduzir a água da irrigação até o sulco. A implantação do Sistema é composta por diversas etapas, tais como, o levantamento de dados altimétricos, operações de corte e aterro que compõe a “suavização” do terreno, construção do sulco-camalhão, dentre outras (Bueno et al., 2020).

É importante frisar que o sulco-camalhão pode ser construído concomitante ao ato de semejar, com semeadora especializada chamada “semeadora-camalhoeira”. Devido algumas restrições no quesito operacional como, necessidade de potência dos tratores e de escalonamento de atividades durante a entressafra, esse sistema tem ficado em desuso. Atualmente, o mercado dispõe de diversas marcas de implementos para confecção dos camalhões, chamadas “camalhoeiras”, e assim, tem sido confeccionado em momentos anteriores a semeadura. A pesquisa relata que quando

a soja é implantada no camalhão feito concomitantemente à semeadura resulta em melhor desenvolvimento vegetativo em comparação a semeadura sobre sulco-camalhão antecipado. Contudo, a construção antecipada permite maior velocidade de semeadura e maior “resistência” do camalhão ao tráfego de máquinas (Silva et al., 2021). Quanto o formato da base e o distanciamento entre camalhões (considerando o centro de cada um) há grande diversidade de opções, desde 0,60 m até 1,35 m, por exemplo. Já a altura do camalhão varia entre 0,10 m a 0,25 m e tem relação intrínseca com as propriedades físicas do solo, dimensionamento do sistema de irrigação e drenagem, tipo de implemento, bem como, a intensidade do tráfego de máquinas. É indicado que cada camalhão deva ter no máximo 500 m de comprimento, isso, considerando uma área pouco declivosa (aproximadamente 0,3 %).

O arranjo de plantas adotado neste Sistema é outro aspecto bastante peculiar. Na prática, o sentido da semeadura ocorre alinhado ao camalhão, ou até mesmo, a 45° (parcialmente perpendicular) ou 90° (totalmente perpendicular) em referência ao sentido do camalhão. Nestes dois últimos casos é frequente que várias plantas de soja fiquem dentro (ou muito próximas) do sulco e estejam em ambiente propício a sua morte por hipóxia. Esse arranjo de plantas tem relação com a população de plantas estabelecidas, pois alguns estudos apontam tendência de aumento de aproximadamente 10 % do recomendável pelo detentor da cultivar. O arranjo mais indicado é quando as fileiras são alinhadas no sentido do camalhão, geralmente com fileiras duplas ou até triplas, com distanciamento entre fileiras variável (entre 0,15 m e 0,45 m) para que fiquem equidistantes com a base do camalhão.

Alternativamente a irrigação por superfície, é possível o investimento em irrigação por aspersão (pivô central, carretel, dentre outros), o que poderá ser utilizado tanto na cultura da soja,

quanto nas demais culturas, permitindo a inserção de rotação de cultivos neste sistema.

Entende-se que a realização de irrigação em ambientes de terras baixas é imprescindível pois está correlacionada diretamente com a produtividade de grãos, podendo ser utilizados diferentes métodos, como irrigação por superfície (Sartori et al., 2015 e Cassol et al., 2020), ou irrigação por aspersão (Giacomeli et al., 2022). A irrigação por superfície (sulcos ou faixas) possibilita utilizar da estrutura de captação e condução de água já disponibilizada para o arroz irrigado. Porém, proporciona períodos mais longos de saturação do solo e menor aeração, especialmente em cultivos em áreas mais planas, o que pode causar estresse por excesso de água na soja. Já a irrigação por aspersão (pivô central), permite irrigações mais frequentes e com lâminas de água menores (8-16 mm, por exemplo), mantendo o teor de água do solo próximo às necessidades da cultura e resultando em melhor aeração do solo e produtividade da água. Porém, a taxa de infiltração da água nesses solos pode ser um fator inviabilizar o sistema por aspersão, exigindo avaliação das propriedades físicas do solo, além do alto custo inicial de aquisição e instalação (Giacomeli et al., 2022).

#### **5.4.7 Demais tratos culturais**

Os demais tratos culturais, como o manejo fitossanitário, uso de fertilizantes foliares, produtos promotores, bioinsumos, dentre outros, seguem a mesma recomendação para as áreas “de coxilha”. Maiores informações sobre soja em áreas de terras baixas podem ser encontradas em Almeida; Anghinoni (2018), Campos et al., (2021), Carmona et al., (2018), Coelho (2021), Emygdio et al., (2017), Grohs et al., (2022), Marchesan (2020, 2022), Mattos et al., (2015, 2016), Theisen (2017) e Vizzoto (2014).

## 5.5 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA)

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), coloquialmente identificados como sistemas de integração lavoura-pecuária (SILP)-floresta (SILPF) correspondem a associações entre cultivos e animais em escala de fazenda, na mesma área ou em áreas distintas, de forma concomitante ou sequencial. No RS, a integração da soja pode ocorrer com pecuária (bovinos e ovinos) tanto em terras altas (sequeiro) como em terras baixas, em áreas de cultivo de arroz irrigado.

A inserção do animal, além do efeito direto do pisoteio sobre o solo, é responsável pela ciclagem dos nutrientes ingeridos via pastejo, uma vez que a grande parte deles retorna ao solo via esterco e urina. Desta forma, enquanto os cultivos se sucedem, tanto quanto a presença dos animais, o solo é o compartimento em que convergem fluxos multidirecionais, que regem os processos bio-físico-químicos ao longo do tempo. Os resultados com os sistemas integrados de produção obtidos no Estado, tanto das terras altas como das terras baixas, demonstram que o rendimento da soja e as características físicas (densidade e porosidade) do solo não são afetados negativamente pelo pastejo, com intensidade moderada, mesmo em plantio direto. A sua utilização tem resultado em aumento do teor de matéria orgânica e, com a adubação recomendada, eleva a fertilidade do solo às faixas adequadas (Alta e Muito alta). Estas condições de solo, aliadas à maior ciclagem dos nutrientes dos resíduos e ao aumento da fração lável da matéria orgânica do solo, constituem-se em pré-condições para a adoção da adubação de sistema.

Maiores informações sobre o tema podem ser encontradas em Martins et al. (2015) e Carmona et al. (2018).

## 5.6 Aplicações da Agriculturas de Precisão e Digital na cultura da soja

De acordo com a Associação Brasileira de Agricultura de Precisão (AP), a AP “trata-se de um conjunto de ferramentas e tecnologias aplicadas para permitir um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variabilidade espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico e à redução do impacto ao ambiente”. Várias abordagens e ferramentas foram geradas, validadas e encontram-se em uso nos sistemas de produção que envolvem a cultura da soja. Algumas tecnologias, foram disponibilizadas para uso prático, mas mostraram não estarem totalmente finalizadas ou adaptadas para os diversos sistemas de produção do brasil. Outras ferramentas encontram-se em desenvolvimento, com aplicação prática ainda não referendada pela comunidade científica, embora com algum nível de utilização no ambiente de produção.

Para utilização das ferramentas de AP na cultura da soja, baseando-se no que está consolidado e apto para uso pode-se citar as seguintes abordagens/tecnologias disponíveis:

### 5.6.1 Mapeamento da variabilidade de características de solo

Por meio de amostragem de solo em grade (com variações na estratégia de amostragem e no tamanho da grade) é possível avaliar a variabilidade de características químicas, físicas e biológicas do solo. A partir dos mapas de variabilidade é possível realizar correção do solo, adubação, descompactação, entre outros, em taxa variável para minimizar a variabilidade espacial e temporal.

### **5.6.2 Mapeamento da variabilidade da produtividade**

Realizado pelo uso de colhedoras equipadas com sistema de georreferenciamento com sensores capazes de gerar mapas de variabilidade do rendimento de grãos das áreas de soja. O conjunto de mapas de várias safras, quando associado a outras características, pode identificar regiões com comportamento produtivo homogêneo dentro do talhão, e que quando associado com parâmetros agronômicos, evoluem para regiões denominadas de Zona de Manejo (ZM), com a possibilidade de realização de manejo específico para cada ZM.

### **5.6.3 Manejo e Conservação de precisão**

Práticas de manejo conservacionistas de solo e água podem ser orientadas por meio do uso de ferramentas/abordagens de AP. Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) são capazes de detectar áreas com erosão; VANTs e equipamentos terrestres permitem fazer mapas de altimetria do terreno; integração de ferramentas permitem o dimensionamento de terraços; construção de linhas de semeadura em curva de nível, definição de linhas de semeadura orientada, entre outros.

### **5.6.4 Sensoriamento remoto da vegetação**

Realizado a partir de plataformas proximais (VANTs, tratores, colhedoras, entre outros) ou de plataformas mais distantes ao alvo (aviões, helicópteros, satélites, etc.), permitindo o monitoramento periódico do crescimento e do vigor da soja. No entanto, em muitas situações, é necessário a complementação com outras

informações para relacionar a causa da variabilidade detectada e como manejá-la.

### **5.6.5 Aplicação de sementes e insumos em taxa variável**

Atualmente vários equipamentos comerciais dotados de mecanismos e sensores específicos, permitem a variação na quantidade de sementes e de adubo, de acordo com a necessidade de variação de sementes e adubos para minimização da variabilidade, economia de insumos e melhor desempenho produtivo de cada área. Áreas com maior potencial produtivo (histórico) indicam menor necessidade de sementes que áreas com menor potencial produtivo. No caso de adubação, a variação de dose deve ser feita com base na análise de solo de cada área, com espacialização de resultados e busca por minimização da variabilidade, por meio de mapas de prescrição de adubação.

### **5.6.6 Desligamento de linhas de semeadura**

Atualmente é possível a utilização de semeadoras equipadas com sistema de desligamento de linhas de semeadura para reduzir/evitar o transpasse das linhas, com potencial para redução do custo de sementes/adubos, manutenção da densidade de semeadura planejada e maximização do rendimento de grãos nas áreas em que o transpasse foi evitado.

### **5.6.7 Controle de plantas daninhas**

Equipamentos dotados de sensores podem fazer a aplicação localizada de herbicidas no processo de dessecação, reduzindo custos de produção e impacto ambiental. É possível fazer a detecção de plantas daninhas nas áreas agrícolas por meio de

VANTS, com a geração de mapas de aplicação e uso de VANTS para aplicação específica de herbicidas, especialmente na dessecação. No caso de controle de plantas daninhas no interior da cultura, ainda são observadas limitações para aplicação em soja. A prática está em desenvolvimento, com perspectivas que possibilitem a identificação da espécie de planta daninha, com a aplicação específica (local e produto indicado) para cada espécie.

### **5.6.8 Controle de doenças**

Até o momento o que se observa no espectro de aplicação da agricultura de precisão junto a fitopatologia é a relação que índices de vegetação tem com severidade e área abaixo da curva de progresso da doença. Altos valores dessas duas variáveis, normalmente, estão associados a baixos valores de índices como NDVI e MPRI. Porém, a resposta espectral obtida por esses índices não depende exclusivamente da presença ou não de doenças. Podem estar atreladas a outros fatores que afetam o crescimento e desenvolvimento vegetal. Portanto, o uso dessa técnica não elimina o diagnóstico nas áreas aparentemente afetadas, que demonstrem declínio no índice utilizado como parâmetro. Ferramentas que identifiquem os sintomas diretamente, por meio de imagens RGB ou mesmo sensores embarcados em máquina, ainda não apresentam-se com disponibilidade de uso.

### **5.6.9 Uso de VANTS (veículos aéreos não tripulados) para controle fitossanitário**

A tecnologia de aplicação de insumos agrícolas com o uso de VANTS está com o mercado em constante crescimento, destacando-se como uma ferramenta promissora para diversos setores de produção. Contudo, apesar dos benefícios, ainda há necessidade de

maior compreensão dos impactos da altura de aplicação e da velocidade de deslocamento, no que diz respeito a qualidade da pulverização. Destaca-se a importância da determinação adequada das faixas de deposição, considerando fatores como o espectro de gotas geradas e a qualidade de sua distribuição. É de suma importância entender o que a altura de aplicação e a velocidade de deslocamento podem provocar de alterações na deposição da esteira de gotas geradas e consequentemente, na faixa de aplicação. O que tem se observado em muitas aplicações com VANTs é uma tendência na deposição de altas concentrações logo abaixo da linha de voo. Estas observações relatadas sugerem que para assegurar aplicações uniformes, é essencial realizar a aplicação em faixas paralelas e sobreposição adequada das mesmas, para assim, evitar falhas. Uma suposta alternativa para reduzir a concentração logo abaixo do drone, é utilizar maiores alturas de voo durante a pulverização, permitindo assim que haja maior tempo de dispersão das gotas, desde a sua geração até o momento de atingirem o alvo.

### **5.6.10 Experimentação on-farm (na fazenda)**

Várias ferramentas de AP (semeadoras e colhedoras dotadas de GPS e sensores; sensores de Índices de Vegetação; entre outros) permitem atualmente a realização de ensaios on-farm sobre várias tecnologias (produtos e processos como cultivares, adubos, arranjo de plantas, épocas de semeadura, estratégias para adubação e minimização de compactação, entre outros) disponibilizadas aos produtores. Essa abordagem permite a identificação/validação das melhores opções de tecnologias para cada realidade local e para cada zona de manejo de cada talhão. A automação permitida pela AP reduz o trabalho braçal, aumenta a dimensão da área de cada tratamento e gera resultados personalizados, entre outros benefícios.

### **5.6.11 Plataformas para auxílio à tomada de decisões**

Por meio de empresas que fornecem máquinas, equipamentos ou insumos, algumas plataformas públicas ou privadas específicas (startups) para mapeamento e/ou auxílio a tomada de decisão estão disponíveis para uso na prática. Apesar da contribuição, algumas plataformas precisam de aprimoramento, especialmente no que se refere ao potencial do uso da informação gerada e, também, da lógica técnica aplicada para algumas situações específicas. Existem alguns exemplos de plataformas com grande alcance em termos de área e representatividade de agricultores construídas por cooperativas agrícolas permitindo interação direta com o produtor (benefícios práticos) e, também, a geração de grande volume de dados para a orientação de decisões estratégicas. Outro exemplo é a plataforma sobre o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC), que permite a tomada de decisão sobre época de semeadura de soja, por município, além de disponibilizar outras informações relevantes para decisão.

Cada abordagem/tecnologia deve ser utilizada com base em critérios e parâmetros técnicos específicos para que o custo/benefício e a eficiência agrícola possam ser maximizados. Tais especificações podem ser obtidas junto aos prestadores de serviço ligados a área de AP, Instituições de Pesquisa e Extensão Rural, entre outros. Merece um alerta importante a necessidade de avaliação criteriosa de novas abordagens/tecnologias, não somente em função da ferramenta por ela mesma, mas pelo impacto positivo na resolução de problemas e entrega efetiva de soluções que possam ser percebidas pelo agricultor.

## Referências

AGOSTINETTO, D.; FRAGA, D. S.; VARGAS, L.; OLIVEIRA, A. C. B.; ANDRES, A.; VILLELA, F.A. Response of soybean cultivars in rotation with irrigated rice crops cultivated in Clearfield® system. **Planta Daninha**, v. 36, e018170991, 2018.

ALMEIDA, D.; ANGHINONI, I. (Editores) **Projeto soja 6.000:** manejo para alta produtividade em terras baixas (2. ed.). Porto Alegre/RS: Gráfica e Editora RJR, 2018. Disponível em:  
<<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202008/03122958-livro-soja-6000-2018.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2025.

ALMEIDA, J. L. de; SPADER, V.; DE MORI, C.; PIRES, J. L. F.; STRIEDER, M. L.; FOSTIM, M. L.; STOETZER, A.; CAIERAO, E.; FOLONI, J. S. S.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MARSARO JUNIOR, A. L.; FAE, G. S.; VIEIRA, V. M. **Estratégias de sucessão trigo/cevada/aveia preta/soja para sistemas de produção de grãos no Centro-Sul do Paraná.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016.18p. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 31). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144794/1/ID43669-2016CTO31.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

ANGHINONI, I.; UHRY Jr., D. F. **Recomendações de adubação para soja em terras baixas do RS.** Porto Alegre, RS: Instituto Riograndense do Arroz (Nota Técnica 10). 2024, 1p.

BUENO, M. V.; CAMPOS, A. D. S. DE; SILVA, J. T. DA ; MASSEY, J.; TIMM, L. C.; FARIA, L. C.; ROEL, A.; PARFITT, J. M. B. Improving the Drainage and Irrigation Efficiency of Lowland Soils: Land-Forming Options for Southern Brazil. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 146, p. 04020019, 2020.

CAMPOS, A. S. de; CENTENO, A.; ANDRES, A.; PARFITT, J. M. B.; MÉLLO-ARAUJO, L. B.; BUENO, M. V.; PINTO, M. A. B.; MARTINS, M. B.; VEBER, P. M.; SCIVITTARO, W. B. **Utilização da Tecnologia Sulco-camalhão na Produção de Soja e Milho em Terras Baixas do Rio Grande do Sul.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado (Documentos 506). 2021, 32p.

CARAFFA, M.; RIFFEL, C. T.; STRIEDER, M. L.; PIRES, J. L. F.; DE MORI, C.; CAIERAO, E.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MARSARO JUNIOR, A. L.; FAE, G. S. **Estratégias de sucessão trigo/aveia preta-soja para sistemas de produção de grãos no Noroeste do Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 21p. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 29). Disponível em:  
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144791/1/ID43666-2016CTO29.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

CARMONA, F. C.; DENARDIN, L. G. de O.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas.** Porto Alegre/RS: edição dos autores, 2018. 160 p. Disponível em: <<https://www.aliancasipa.org/wp-content/uploads/2017/10/BOLETIM-TECNICO-SISTEMAS-INTEGRADOS-TERRAS-BAIXAS.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2025.

CASSOL, G. V.; MARCHESAN, E.; MASSEY, J. H.; ROBAINA, A. D.; TRIVISIOL, V. S.; WERLE, I.; GOLLO, E. de A.; GIACOMELI, R.; SCHMATZ, R. Raised seedbeds and irrigation increase the yield of soybean rotated with rice in lowland of Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, e01398, 2020.

COELHO, L. L. **Manejo do solo para o cultivo de soja em terras baixas.** Santa Maria, 2021. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2021.

CONCENÇO, G.; del AGUILA, L. S. H.; PARFI TT, J. M. B.; SCIVITTARO, W. B. **Manejo da soja em terras baixas para alta produtividade.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado (Circular Técnica 207). 2020, 9p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil** 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 16).

EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A. da.; OLIVEIRA, A. C. B. de. **Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. 336p.

FRAGA, D.S.; AGOSTINETTO, D.; LANGARO, A.C.; OLIVEIRA, C.; ULGUIM, A.R.; SILVA, J.D.G. Morphological and metabolic changes in soybean plants cultivated in irrigated rice rotation and as affected by imazapyr and imazapic herbicides carryover. **Planta Daninha**, v. 37, e 019165375, 2016.

FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C.; SOUZA, R. A. L.; TORRES, E.; HUNGRIA, M.

Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil Tillage Research**, v.92, n.1-2, p.18-29, 2007.

GIACOMELI, R.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; CHECHI, L.; BEUTLER, A. N.; FULANETI, F. S.; FERRAZZA, C. M. Improving irrigation, crop, and soil management for sustainable soybean production in Southern Brazilian lowlands. **Scientia Agricola**, v. 79, n. 6, p. 1-12, 2022.

GROHS, M; GIACOMELI, R.; FIPKE, G. M. Manejo da cultura da soja em terras baixas. In: MARTIN, T. N.; PIRES, J. L. F.; VEY, R. T. (Org.) **Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja**. Santa Maria/RS: Editora GR, 2022. p. 321-339.

IRGA – Instituto Riograndense do Arroz. **Boletim de resultados da safra 2023/24 em terras baixas:** arroz irrigado e soja em áreas de rotação. 2025. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202411/11134631-boletim-de-resultados-irga-safra-2023-24-versao-final.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2025.

MARCHESAN, E. Limitações e possibilidades de soja em áreas de arroz. In: MARTIN, T. N.; PIRES, J. L. F.; VEY, R. T. (Org.) **Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja**. Santa Maria/RS: Editora GR, 2022. p. 341-368.

MARCHESAN, E. (Org.) **Soja em áreas de arroz:** contribuições do GPAI. Santa Maria/RS: Editora UFSM, 2020. 274p.

MARTINS, A. P.; KUNRATH, T. R.; ANGHINONI, A; CARVALHO, P. C. F. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil.** 2 ed. Porto Alegre: RJR, 2015. 102 p.

MATTOS, M. L. T.; CROCHEMEORE, A. G.; GALARZ. L. A. Prospecting of rhizobium for soy cultivation in soils with deficient natural drainage in the Pampa Biome. **Congresso Brasileiro de Microbiologia**. Florianópolis, 2015.

MATTOS, M. L. T.; OLIVEIRA, A. C. B. de; SCIVITTARO, W. B.; GALARZ, L. A.; MALDANER, E. T. Nodulação e rendimento de soja sob estresse hídrico no agroecossistema Terras Baixas. **Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016.

PIRES, J. L. F.; STRIEDER, M. L.; MARSARO JUNIOR, A. L.; PEREIRA, P. R. V. da S.; COSTAMILAN, L. M.; MACIEL, J. L. N.; DE MORI, C.; CAIERAO, E.; GUARENTI, E. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos; FAE, G. S.; SILVA JUNIOR, J. P. da; SANTI, A.; CUNHA, G. R. da; VARGAS, L.; PASINATO, A. **Estratégias de sucessão trigo/aveia preta-soja para sistemas de produção de grãos no Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 24p. Embrapa Trigo. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 30). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1047280/1/ID436672016CTO30.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

SARTORI, G. M. S.; MARCHESAN, E.; DE DAVID, R.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; DONATO, G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVA, M. F. da. Rendimento de grãos de soja em função de sistemas de plantio e irrigação por superfície em Planossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1139-1149, 2015.

SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; GRIEP, S. P.; LUCAS, N. F.; AZEVEDO, V. J.; OLIVEIRA, M. S. de. **Manejo da Fertilidade do Solo e Adubação para a Soja em Terras Baixas**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado (Circular Técnica 220). 2021, 10p.

SILVA, L. B. X. DA; VIEIRA, P. A.; CAMPOS, A. D. S.; VEIGA, A. B.; SINNEMANN, C. S.; CONCENÇO, G.; MELO, T. S.; PARFITT, J. M. B. Efeito da época de preparo do camalhão no desenvolvimento de plantas de soja em terras baixas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18913-18921, 2021.

THEISEN, G. 2017. **A comprehensive assessment of agriculture in lowlands of south Brazil**: Characterization and comparison of current and alternate concepts. Wageningen University & Research, Wageningen, Holanda (Tese de Doutorado). 2017. 244p.

UHRY Jr., D. F. **Estratégias para produtividades altas e estáveis de soja em terras baixas**. Porto Alegre, RS: Instituto Riograndense do Arroz (Nota Técnica 07). 2024, 1p.

UHRY Jr., D. F. **Informe pessoal de dados referente ao desempenho agronômico de cultivares de soja em terras baixas**. Cachoeirinha, RS: Instituto Riograndense do Arroz (dados não publicados). 2025.

VIZZOTTO, V. **Desempenho de mecanismos sulcadores em semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da soja**. Santa Maria, 2014. 79f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2014.

## 6 Manejo Integrado de Plantas Daninhas

---

O manejo integrado de plantas daninhas compreende a associação de vários métodos de controle, os quais geralmente oferecem vantagens sobre o uso de um único método. Estas vantagens estão relacionadas, principalmente, com os custos e com a eficiência, minimizando os efeitos negativos das implicações ambientais, particularmente em longo prazo.

O uso contínuo de um mesmo método de controle, ingrediente ativo ou herbicidas com o mesmo mecanismo de ação são práticas que alteram profundamente a flora infestante das áreas tratadas, selecionando espécies tolerantes e/ou resistentes que poderão se constituir em problemas sérios, como são os casos de leiteira/amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), poaia (*Richardia brasiliensis*), corda-de-viola/corriola (*Ipomoea* spp.), carurus (*Amaranthus* spp.), buva (*Conyza* spp.), trapoerabas (*Commelina* spp.), cravorana (*Ambrosia* sp.) e azevém (*Lolium multiflorum*). A frequência destas espécies tem aumentado nas áreas cultivadas com soja tratadas continuamente com o herbicida glifosato. Portanto, a integração de métodos de controle é sempre vantajosa e, neste aspecto, preconiza-se a associação do método cultural ao controle mecânico ou químico, o que pode levar, inclusive, à eliminação ou redução do número de aplicações de herbicidas.

O período crítico de competição na cultura da soja ocorre dos 10 aos 50 dias após a emergência. Neste período, a cultura deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas. Diversos fatores são responsáveis por variações da duração deste período, como as condições ambientais e de solos, espaçamentos entre linhas, cultivar, época de semeadura e espécie e densidade das plantas daninhas.

## 6.1 Medidas preventivas

A prevenção consiste no uso de práticas que evitem a introdução, o estabelecimento e a disseminação de determinadas espécies daninhas em áreas ainda não infestadas. Para atingir tal objetivo, a prevenção baseia-se no conhecimento dos métodos de reprodução e de disseminação dessas espécies, a fim de interromper seus ciclos de multiplicação e de dispersão.

O sucesso da prevenção irá depender, além de características inerentes às espécies daninhas, do esforço que for aplicado ao próprio programa. Ressalta-se que esse é o método que propicia maior retorno em relação ao custo x benefício aplicado. A constante vigilância que o agricultor deve manter na propriedade é o ponto chave para obter sucesso com a prevenção. Grandes infestações podem iniciar com apenas uma ou poucas sementes.

O uso de sementes certificadas deve ser sempre a primeira etapa de qualquer programa preventivo. A utilização de sementes de soja contaminadas representa o meio mais comum de introdução e de manutenção de infestações de plantas daninhas nas lavouras. A falta de cuidado nesse aspecto tem sido um dos fatores mais importantes de disseminação de espécies problemáticas de plantas de uma região para outra, a exemplo de *Amaranthus palmerii*. Neste sentido, existem leis federais e estaduais cujas finalidades são garantir a qualidade e a pureza das sementes comerciais e reduzir a disseminação de espécies nocivas. Esta legislação estabelece limites de sementes de espécies consideradas toleradas para a cultura, e também as espécies cujas sementes não são aceitas por serem consideradas proibidas.

Outras medidas preventivas que devem ser consideradas são: realizar limpeza adicional das sementes; limpar cuidadosamente os equipamentos de uso agrícola, como tratores, arados, grades, semeadoras e colhedoras, antes da entrada em

área nova ou quando mudar de área; tomar cuidados especiais na movimentação e no manejo de animais de pastejo; praticar limpeza sistemática de terraços e de curvas de nível, linhas de cercas, beiras de estradas e canais de irrigação e drenagem; evitar movimentação de sementes, de palha ou de outros resíduos vegetais e de terra de uma área para outra.

Uma das medidas preventivas mais eficientes para reduzir a infestação de plantas daninhas é evitar a produção de suas sementes, pois, para a maioria delas, esta é a forma principal de reinfestação de lavouras. Para isso, é essencial efetuar a eliminação das partes aéreas das plantas antes de ocorrer o florescimento.

## 6.2 Método cultural

Respeitadas as exigências culturais de cada cultivar, indica-se buscar o mais rápido fechamento de entrelinhas para possibilitar o sombreamento completo do solo. Para isso, indica-se empregar espaçamentos entrelinhas de 35 a 50 cm, respeitando a população indicada de plantas. O rápido fechamento do dossel ocasionará menor infestação de plantas daninhas, bem como contribuirá para maior eficiência dos métodos de controle empregados.

A rotação cultural deve ser estimulada, não só por suas múltiplas vantagens, mas também para impedir a seleção natural de plantas daninhas, para impedir a dominância de certas espécies e, consequentemente, para facilitar as medidas de controle. A cobertura do solo com outras culturas ou com forrageiras, nos períodos pré e pós-soja, tenderá a diminuir a presença de plantas indesejáveis.

### **6.2.1 Manejo de plantas daninhas em semeadura direta**

No sistema de semeadura direta, a barreira física e/ou o efeito alelopático proporcionado por algumas culturas sobre o desenvolvimento de plantas daninhas torna-se muito importante. Nesse caso, a cultura de inverno que antecede a soja é eliminada química ou mecanicamente e seus restos culturais são mantidos na superfície para suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas. Culturas que se destacam neste aspecto são a aveia preta, a aveia branca e o azevém, que apresentam elevado efeito supressor sobre espécies gramíneas e dicotiledôneas em geral, ressaltando-se os efeitos das aveias sobre papuã e do azevém sobre guanxuma, buvas, dentre outras. Este fato, aliado ao mapeamento prévio da propriedade com localização, identificação e quantificação de plantas daninhas, pode otimizar e dispensar, total ou parcialmente, o uso de herbicidas.

O manejo de culturas de inverno, visando à formação de cobertura protetora, pode ser realizado por via química ou mecânica, obtendo-se melhores resultados quando as culturas de cobertura estiverem no início da fase reprodutiva. Caso estas culturas apresentem-se desuniformes, com baixa densidade populacional ou ocorrer presença de espécies daninhas, é indicada sua dessecação.

### **6.2.2 Efeito de restos culturais no controle de plantas daninhas**

Tradicionalmente, o manejo de plantas daninhas tem utilizado o controle químico. Mais recentemente, outras alternativas estão em uso, como restos de palha de culturas que, através de seus efeitos físicos e alelopáticos, têm se mostrado

efetivas. Embora a alelopatia apresente potencial no manejo de plantas daninhas, são necessários estudos adicionais para comprovar sua importância em condições de campo. É reconhecido que a cobertura morta proporcionada por restos de culturas é importante no controle de plantas daninhas, pois muitas espécies não germinam quando cobertas por uma camada uniforme de palha, pois necessitam de estímulo de luz e temperatura para desencadear o processo de germinação, o que ocorre somente quando parte dos resíduos se decomponer. Desse modo, ocorre atraso na germinação de sementes e na emergência de plântulas, reduzindo as populações dessas espécies. Esses efeitos dependem do tipo de restos de cultura e também de sua distribuição e quantidade, assim como das condições climáticas ocorrentes.

Os restos culturais de aveia preta e aveia branca têm demonstrado grande potencial no controle de plantas daninhas em semeadura direta. Essas espécies, além de produzir grande quantidade de matéria seca para cobertura do solo, permitem produção de sementes e de forragem, possibilitando renda extra aos agricultores. O azevém é outra espécie utilizada para tal propósito. Seu uso deve-se ao fato de ser uma espécie adaptada, que apresenta ressemeadura natural e pode reduzir as infestações de várias espécies daninhas, como papuã, milhã e guanxuma. No entanto, assim como a aveia preta, o azevém pode infestar culturas de inverno subsequentes, constituindo-se em planta daninha problemática por apresentar resistência aos herbicidas inibidores de ALS, ACCase e EPSPs.

A distribuição dos restos culturais na superfície do solo deve ocorrer de modo que haja formação de uma camada uniforme de palha. No caso de culturas que se destinem também à produção de grãos, o emprego de picador e de distribuidor de palha, bem regulados e balanceados, proporciona o fracionamento e a

distribuição uniforme da palha na mesma largura da plataforma de corte da colhedora, facilitando a operação de semeadura da cultura seguinte e melhorando o controle de plantas daninhas. Quando a palha for uniformemente distribuída sobre o solo, obtêm-se efeitos físicos e químicos máximos sobre as plantas daninhas e, adicionalmente, o melhor funcionamento de herbicidas que forem utilizados para complementar o controle.

No caso da cultura de cobertura ser destinada para pastoreio, é fundamental que o manejo da pastagem seja efetuado quando o solo apresentar condições adequadas de umidade. Além disto, é indicado deixar cobertura suficiente para boa proteção do solo, o que é conseguido retirando os animais antes da operação de manejo ou dessecção. O manejo adequado dos animais é importante, uma vez que sua presença em áreas com solo excessivamente úmido provoca amassamento de plantas e compactação do solo.

### **6.3 Método físico**

É muito importante a escolha do equipamento adequado às condições de lavoura e ao esquema de implantação da cultura. Os diversos modelos de capinadoras apresentam comportamento similar no controle de plantas daninhas, eliminando de 75% a 80% das mesmas quando da realização de duas capinas.

Quanto à época de realização, a primeira capina não deve ultrapassar os 20 dias após a emergência da cultura, e a segunda deve ser realizada entre 25 e 35 dias. No caso específico das capinadoras rotativas de arrasto, é muito importante que a primeira capina ocorra nas primeiras duas semanas após a emergência da soja, preferencialmente quando as plantas daninhas estiverem com uma a duas folhas, pois o atraso implicará em redução drástica da eficiência da capina. Na segunda capina,

se necessária, este equipamento deverá ser usado até 28 dias após a emergência da cultura.

A regulagem das capinadoras, especificamente as rotativas de arrasto, deve ser feita previamente numa pequena área da lavoura, pois a otimização das mesmas está relacionada com a textura e a compactação do solo, bem como com o grau de infestação da área por plantas daninhas. Quanto às capinadoras de entrelinhas, devem-se usar ponteiras do tipo “asa de andorinha”, pois este modelo apresenta a vantagem de efetuar uma capina superficial, sem remover grande quantidade de solo e sem formar sulcos profundos nas entrelinhas, evitando-se, com isso, danos no sistema radicular das plantas de soja.

## 6.4 Método químico

Dentre as tecnologias atualmente indicadas para o controle das plantas daninhas na cultura de soja, os herbicidas têm sido a alternativa mais usada pelo produtor. Quando empregados corretamente, respondem com eficiência e segurança aos objetivos visados. Caso contrário, poderão causar sérios prejuízos não só à cultura como também ao homem e ao ambiente. A experiência sugere que o controle químico pode ser encarado como alternativa eficiente, sem deixar de usar os demais métodos e práticas culturais indicados para a mesma finalidade, os quais são eficientes e também econômicos e devem ser usados de forma integrada. Para obter a máxima eficiência com o controle químico, é fundamental que o equipamento de aplicação esteja em perfeitas condições de uso, sem vazamentos, com uniformidade das pontas de pulverização na barra e, fundamentalmente, bem regulado e calibrado. A obtenção de eficiência e de segurança na aplicação está relacionada à adequada tecnologia de aplicação necessária para cada situação.

## 6.4.1 Herbicidas indicados

### 6.4.1.1 Pré-semeadura ou dessecação

Consiste na eliminação de plantas daninhas antes da semeadura da cultura, utilizando herbicidas com ação de contato ou sistêmica, mas geralmente de ação total sobre as plantas. Essa prática também costuma ser chamada de ‘operação de manejo’. Os herbicidas indicados para esta operação podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

As espécies daninhas presentes próximo à época de semeadura da soja, em áreas onde foram cultivados cereais de inverno, costumam ser de manejo mais simples do que nas áreas que estiveram sob pastejo ou pousio. Nas áreas ocupadas com cereais de inverno, o manejo adequado das plantas daninhas durante o ciclo da cultura resulta em baixa infestação e com plantas daninhas de menor porte, o que permite aplicação única de herbicidas logo antes da semeadura da soja. Em áreas destinadas ao pastejo ou pousio de inverno, o controle de espécies daninhas deve ser realizado durante a estação de crescimento, de forma que ocorra baixa infestação no cultivo da soja.

Nos últimos anos, buva, poaia-branca, azevém, cravorana, trapoeraba, erva-quente, corriola, dentre outras, constituíram-se nas espécies daninhas que mostram maior dificuldade de controle quando da operação da dessecação. Isso se deve, em geral, ao estádio avançado de desenvolvimento em que estas espécies se encontram, no momento da dessecação, e à realização dessa operação próximo à semeadura ou pela tolerância ou resistência que apresentam ao herbicida glifosato. Neste caso, a operação da semeadura ocasiona dano às plantas daninhas, resultando em

aumento da dificuldade da ação do herbicida. Essas espécies devem ser controladas durante a estação de crescimento ou com antecedência suficiente à semeadura da soja, de forma a obter controle eficiente. Em outras situações, como de altas infestações ou de plantas bem desenvolvidas, também podem ser necessárias duas aplicações de herbicidas dessecantes, devendo a primeira ser executada cerca de 20 dias antes da semeadura e a segunda, logo antes da semeadura da soja. O herbicida 2,4-D, devido à possibilidade de provocar danos às plantas de soja, não deve ser aplicado em intervalo de tempo inferior a 10 dias antes da semeadura da cultura. As indicações para dessecação acima referidas são importantes, pois objetivam proporcionar a semeadura e a emergência da soja em ambiente livre da presença de plantas daninhas.

Não é indicado utilizar o herbicida 2,4-D em áreas próximas de culturas sensíveis, como frutíferas, hortaliças e fumo. Nas aplicações do herbicida 2,4-D, bem como em todas as aplicações de herbicidas, deve-se adotar a correta tecnologia de aplicação e observar as condições meteorológicas durante a pulverização, evitando períodos com ventos fortes, temperatura elevada e baixa umidade relativa do ar.

#### **6.4.1.2 Herbicidas de pré-semeadura incorporados (PSI)**

Os herbicidas de pré-semeadura incorporados, também denominados de pré-plantio incorporados (PPI), são aplicados antes da semeadura de soja, pois são produtos que, por suas características físico-químicas, necessitam ser incorporados mecanicamente ao solo, o que possibilita maior eficiência agronômica. A incorporação deverá ser realizada logo após a aplicação, usando grade niveladora de discos, regulada para

trabalhar em profundidade de 10 a 15 cm. Os herbicidas indicados para esta aplicação podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa:

[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

#### **6.4.1.3 Herbicidas de pré-emergência (PRÉ)**

Os herbicidas de pré-emergência são aqueles aplicados antes ou logo após a semeadura da soja, quando a cultura e as plantas daninhas ainda não emergiram do solo. Por ocasião da aplicação, na semeadura convencional o solo deve apresentar-se com umidade e destorrado, para que ocorra perfeita distribuição do herbicida na superfície. Para obtenção da perfeita incorporação e ativação destes compostos químicos, o ideal é ocorrer chuva entre 10 e 15 mm até 48 h após a aplicação. Para aumentar o controle com herbicidas residuais de solo, indica-se efetuar a semeadura, seguida da aplicação dos produtos, imediatamente após a última gradagem. Os herbicidas indicados para esta aplicação podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa:

[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

#### **6.4.1.4 Herbicidas de pós-emergência (PÓS)**

Esta operação de controle consiste na eliminação de plantas daninhas em pós-emergência da cultura, empregando herbicidas que podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa:

[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

Em geral, uma característica importante destes compostos químicos é sua adequada seletividade à cultura, pois a aplicação é realizada quando as plantas daninhas e a cultura encontram-se já emergidas. Para obtenção de melhores resultados com esta prática, é necessário observar alguns fatores importantes, como

condições climáticas por ocasião da aplicação e estádio de desenvolvimento das plantas daninhas. Em condições de estresse biológico, evitar aplicação de herbicidas dessecantes e de pós-emergência, pelo fato das plantas daninhas não se encontrarem em plena atividade fisiológica e, assim, a atuação do herbicida ficar prejudicada. Os estádios iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas são os mais suscetíveis à ação dos herbicidas de pós-emergência e, portanto, representam a época preferencial de tratamento.

## **6.4.2 Tecnologia de aplicação**

### **6.4.2.1 Herbicidas de solo**

Para aplicação destes herbicidas é necessário observar as condições de umidade e de temperatura do solo, evitando-se aplicação em solos muito secos ou sob temperatura elevada. Indica-se o emprego de pontas de pulverização de jato plano com ângulo de 80° ou 110°, que proporcionem volume de calda entre 100 e 250 L/ha. Para adequada distribuição, indica-se a condução da barra de pulverização à altura mínima de 50 ou 40 cm sobre o solo, para pontas com ângulos de 80° e 110°, respectivamente, ao se usar espaçamento entre bicos de 50 cm.

### **6.4.2.2 Herbicidas de folhagem**

A aplicação de herbicidas em pós-emergência requer a observação dos seguintes aspectos:

a) Condições de ambiente

- Não aplicar em períodos de estresse hídrico (deficiência ou excesso de água no solo);
- Aplicar apenas quando a umidade relativa do ar for superior a 60%;

- A temperatura do ar ótima para aplicação é de 15 a 25 °C. Evitar aplicar quando a temperatura for inferior a 10 °C;
- Suspender a aplicação quando ocorrer vento com velocidade superior a 8 km/h;
- Não aplicar quando houver forte nebulosidade e possibilidade de chuva iminente. A ocorrência de chuva logo após a aplicação pode reduzir drasticamente a eficiência da maioria dos herbicidas de aplicação em pós-emergência, devido à lavagem do produto da superfície foliar;
- Produtos à base de glifosato, de bentazona e os difeniléteres apresentam melhor desempenho quando aplicados em presença de luz solar.

b) Qualidade da aplicação

- Usar água limpa, livre de impurezas, sem argila em suspensão ou sais e, preferentemente, com valores de pH na faixa de 4 a 6. Medidas e correções de pH devem ser realizadas antes da adição do herbicida e do adjuvante indicados;
- Para reduzir perdas devidas aos fatores de ambiente e melhorar a cobertura e a aderência dos produtos pós-emergentes, utilizar o adjuvante indicado para cada herbicida;
- Utilizar pontas de pulverização de jato plano, com ângulo de pulverização de 110° e vazões nominais de 0,375 a 1,125 L/minuto (0,1 a 0,3 galão/minuto);
- Quanto ao volume de calda, os melhores resultados ocorrem com baixo volume (entre 50 e 200 L/ha), preconizando maior volume para herbicidas com ação de contato;

- A barra de pulverização deverá ser conduzida de 40 a 50 cm sobre o alvo biológico, dependendo do ângulo do bico, para proporcionar adequada penetração e cobertura das plantas daninhas.

c) Alvo biológico

- O estádio de desenvolvimento das plantas daninhas é fator de extrema importância. As espécies dicotiledôneas apresentam maior suscetibilidade no estádio entre duas e seis folhas, o qual deve ser sempre o preferencial para as aplicações de herbicidas.

#### **6.4.2.3 Adição de adjuvantes aos herbicidas de folhagem**

Adjuvantes são substâncias que têm a finalidade de aumentar a eficácia dos herbicidas. A maioria das aplicações requer adjuvantes, que podem estar contidos na própria formulação do herbicida ou ser adicionados à calda de aplicação por ocasião do seu preparo.

Os adjuvantes incluem diversos compostos, tais como: a) emulsificantes, substâncias que promovem a suspensão coloidal de um líquido em outro; b) surfactantes, compostos que favorecem a emulsificação, dispersão, molhabilidade ou que modificam alguma outra propriedade dos líquidos; c) agentes molhantes, substâncias que reduzem as tensões interfaciais e facilitam melhor contato entre as gotas e as superfícies tratadas; d) óleos minerais ou vegetais, constituídos pela mistura pré-formulada de óleos, surfactantes e emulsificantes; e) compostos nitrogenados, substâncias orgânicas ou inorgânicas que melhoraram as propriedades da calda de aplicação e/ou facilitam a absorção dos

herbicidas; e, f) silicones, compostos orgânicos que apresentam propriedades mais acentuadas do que os surfactantes.

A adição de ácidos à calda de aplicação tem demonstrado resultados controvertidos. Normalmente, pH baixo evita a hidrólise das moléculas herbicidas, mas muitas formulações já possuem substâncias que acidificam e tamponam a calda de aspersão, mantendo o pH ao redor de 6,0.

A dose correta do adjuvante é fundamental para o sucesso de sua utilização. Doses de adjuvantes acima das descritas na bula dos herbicidas podem aumentar excessivamente a absorção dos herbicidas pelas culturas e intensificar os sintomas de fitotoxicidade, ou podem ocasionar escorrimento da calda aspergida sobre as plantas daninhas e reduzir a eficácia dos herbicidas. Doses abaixo das indicadas nas bulas também podem comprometer a eficácia, devido à reduzida absorção dos herbicidas.

A utilização de adjuvantes incorretos pode comprometer o sucesso da aplicação ao promover incompatibilidade física ou química entre produtos, resultando em falta de controle de infestantes ou ocasionando a precipitação dos ingredientes ativos ou inertes, com consequente entupimento dos bicos. Portanto, indica-se que sejam rigorosamente seguidas as instruções contidas na bula dos herbicidas, principalmente quanto ao tipo e dose dos adjuvantes a serem adicionados à calda de aplicação.

#### **6.4.2.4 Aplicação aérea**

Os herbicidas podem ser aplicados por via aérea, empregando equipamento adequado, seguindo normas técnicas do Ministério da Agricultura e Pecuária. As pulverizações aéreas apresentam vantagens em relação às aplicações terrestres, destacando-se:

- Não causam danos mecânicos à cultura;
- Não compactam o solo;
- Sua utilização não é limitada pelo excesso de umidade do solo;
- Permitem utilização de caldas mais concentradas;
- Trazem economia de tempo.

Devem-se adotar cuidados em relação às condições de ambiente, de modo similar aos das aplicações terrestres. Também atentar para a segurança do voo, especialmente quanto à presença de obstáculos, como árvores e redes elétricas próximas ou no interior das lavouras. Pode-se realizar o balizamento da área pelo processo tradicional, com “bandeirinhas” e marcação prévia do terreno, ou pelo processo eletrônico, através do sistema de posicionamento geográfico (GPS).

Para aviões modelo Ipanema, indica-se o uso de bicos hidráulicos com pontas D-8 ou D-10 e “cores” 45 ou 46, posicionados para trás em ângulo de 135° em relação ao sentido do voo, largura da faixa de aplicação de 15 m, volume de calda de 30 a 40 L/ha e altura de voo de 2 a 3 m.

As aeronaves que tenham aplicado herbicidas não seletivos à cultura devem ser descontaminadas antes de realizar pulverização em lavoura de soja, para evitar problemas de fitotoxicidade. Atenção especial deve ser dada às culturas suscetíveis, ou mesmo a culturas tolerantes aos herbicidas utilizados que se encontram em fase de sensibilidade, e que se localizam nas proximidades da área tratada, para evitar problemas de fitotoxicidade por deriva.

#### **6.4.2.5 Mistura em tanque**

O Ministério da Agricultura e Pecuária, através da Secretaria de Defesa Agropecuária, determinou a retirada das indicações de

misturas em tanque dos rótulos e bulas de agrotóxicos (I.N. nº 46, de 24/07/02, DOU 26/07/2002), ficando revogada a Portaria SDA nº 67, de 30/05/1995.

### **6.4.3 Resistência de plantas daninhas aos herbicidas**

A resistência de plantas daninhas caracteriza-se pela capacidade adquirida por certos biótipos de sobreviver às doses registradas dos herbicidas. No RS e em SC, foram identificados diversos biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores das enzimas ALS (aceto lactato sintase), ACCase (acetil-coa carboxilase) e EPSPs (enol piruvil shikimato fosfato sintase). O potencial de aparecimento dos casos de resistência acentua-se com o uso prolongado de um mesmo herbicida e com utilização continuada de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação.

Algumas medidas de prevenção e de manejo minimizam o desenvolvimento de resistência aos herbicidas em plantas daninhas, como:

- Monitorar mudanças nas populações de plantas daninhas ocorrentes na lavoura;
- Evitar que plantas que se mostrem resistentes, ou que apresentem suspeita de tal efeito, produzam sementes e se multipliquem;
- Praticar rotação de culturas, já que favorece a alternância no uso de herbicidas na área;
- Não utilizar, por mais de duas ocasiões consecutivas, produtos com mesmo mecanismo de ação;
- Utilizar aplicações sequenciais de herbicidas, incluindo produtos com diferentes mecanismos de ação;

- Adotar o manejo integrado de plantas daninhas, principalmente quando há escapes no controle químico de determinada espécie.

A aplicação sequencial de glifosato e outros herbicidas, conforme o caso, na dessecação em pré-semeadura da soja, é técnica eficiente para prevenir a seleção e o controle de plantas daninhas que apresentam tolerância natural ao glifosato ou resistência a este herbicida.

Uma vez constatada resistência, realizar semeadura, tratos culturais e colheita da área-problema após estas operações terem sido realizadas nas áreas não infestadas. Limpar completamente os equipamentos usados nesta área, para evitar a disseminação das sementes das plantas resistentes. Sugere-se, ainda, consultar um especialista no assunto para dirimir eventuais dúvidas a respeito das ações a serem adotadas em cada caso.

#### **6.4.4 Especificações para o manejo de plantas daninhas em soja resistente ao herbicida glifosato**

O herbicida glifosato tem sido utilizado de forma inadequada em algumas situações, resultando em diminuição do controle de plantas daninhas e do rendimento de grãos de soja. Assim, enfatizam-se os tópicos abaixo como forma de proporcionar a manutenção da utilização do herbicida glifosato como ferramenta para o controle de plantas daninhas em soja:

- a) cobertura do solo: o sistema de semeadura direta baseia-se fundamentalmente na presença de palha na superfície do solo, advinda das culturas utilizadas na produção de grãos anteriores à soja e das culturas de cobertura do solo. A manutenção de áreas em pousio tem sido a causa de grandes infestações de

plantas daninhas, resultando em dificuldades para a operação de dessecação, principalmente se realizada de forma única e próxima à semeadura da cultura. Por outro lado, áreas de pastagem de inverno que tenham sido utilizadas com elevada carga animal apresentam baixa cobertura do solo no momento da semeadura da soja. Nesta situação, além de expor o solo à erosão, o controle de plantas daninhas também é prejudicado pela falta de cobertura do solo. Estas situações, isoladas ou em conjunto, podem ser apontadas como uma das principais causas do surgimento de altas infestações de plantas daninhas, como buva;

- b) época de dessecação: esta operação deve ser realizada com a antecedência necessária conforme descrito no item 6.4.1.1. A dessecação em período próximo ou até mesmo após a semeadura é uma operação de alto risco que diminui o controle das plantas daninhas e proporciona competição inicial destas com a cultura, resultando na diminuição do rendimento de grãos;
- c) época de aplicação do herbicida glifosato em pós-emergência: o herbicida glifosato em aplicações isoladas ou sequenciais deve ser utilizado de forma que a cultura não receba os efeitos da interferência das plantas daninhas durante o período crítico de competição. Em algumas situações, o herbicida glifosato é aplicado tarde com o objetivo de aguardar a germinação da máxima quantidade de plantas daninhas. Neste caso, o efeito da competição é irreversível, e apesar da cultura apresentar-se livre de plantas daninhas ao final do ciclo, o rendimento de

- grãos será diminuído devido à competição que ocorreu antes da aplicação do herbicida;
- d) resistência de plantas daninhas ao herbicida glifosato: a utilização contínua do herbicida glifosato tem resultado na evolução da resistência a este produto em populações de *Lolium multiflorum* (azevém), *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* (buva) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso). Conforme descrito no item 6.4.3, a utilização de herbicidas com outros mecanismos de ação, em rotação ou de forma sequencial ao herbicida glifosato, é medida essencial para a prevenção do problema;
  - e) escolha da dose: a utilização de doses crescentes de herbicida glifosato, com o objetivo de controlar plantas daninhas tolerantes ou resistentes, não é correta, pois favorece a seleção de plantas daninhas resistentes. Nestas situações, indica-se a utilização de herbicidas com outros mecanismos de ação em rotação ou em aplicações sequenciais ao herbicida glifosato.

# **7 Manejo Integrado de Doenças**

---

## **7.1 Tratamento de sementes**

O tratamento deve ser realizado em equipamentos específicos para esse fim, observando-se as seguintes indicações:

- usar até, no máximo, 700 mL de água para 100 kg de semente, sendo este o volume final da calda com o fungicida;
- o fungicida deve sempre ser aplicado antes da inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, em qualquer tipo de equipamento;
- o tratamento deve ser realizado imediatamente antes da semeadura;
- a regulagem da semeadora deve ser feita com as sementes já tratadas.

Na Tabela 7.1 está apresentada a atividade específica de fungicidas de semente de soja, ou o registro no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) para um alvo específico. É indicada realização da análise sanitária de sementes para direcionar o fungicida em função de sua especificidade e da sensibilidade do(s) patógeno(s) presente(s) nas sementes.

Se o tratamento de sementes envolver outros produtos além de fungicidas, como inseticidas, nematicidas, micronutrientes (CoMo), enraizadores, hormônios, inoculantes, etc., atentar para possíveis problemas de compatibilidade entre os mesmos. Além disso, observar que o volume final de calda não deve ultrapassar 700 mL por 100 kg de sementes, sob pena de comprometer a germinação da semente.

**Tabela 7.1** Fungicidas para tratamento de sementes de soja e especificidade de ação.

Nome comum	Ct <sup>(1)</sup>	C <sup>(2)</sup>	Cc <sup>(3)</sup>	Ss <sup>(4)</sup>	Pyth <sup>(5)</sup>	Phytoph <sup>(6)</sup>	Rhizoct <sup>(7)</sup>	Phom <sup>(8)</sup>	Fusarium
Carbendazim	excelente	excelente	Sr/p <sup>(9)</sup>	bom	baixo	baixo	ineficaz	bom	bom
Carboxina + tiram	bom	bom	regular	registrado <sup>(10)</sup>	baixo	ineficaz	regular	bom/regular	bom/regular
Fluazinam	registrado	registrado	- <sup>(11)</sup>	excelente	-	registrado	registrado	registrado	registrado
Fludioxonil	-	registrado	-	bom	baixo	baixo	bom	regular	regular
Metalaxil-M	registrado	registrado	-	-	excelente	excelente <sup>(12)</sup>	ineficaz	ineficaz	ineficaz
Oxatiapiprolim	registrado	registrado	-	registrado	-	registrado	registrado	registrado	registrado
Piraclostrobina	registrado	-	-	-	bom	ineficaz	bom	registrado	bom
Protioconazol	-	-	-	-	-	-	registrado	-	registrado
Tiram	bom	bom	bom	-	regular	baixo	bom	regular	regular

<sup>(1)</sup> *Colletotrichum truncatum*; <sup>(2)</sup> *Cercospora* spp.; <sup>(3)</sup> *Corynespora cassiicola*; <sup>(4)</sup> *Sclerotinia sclerotiorum*; <sup>(5)</sup> *Pythium* spp.; <sup>(6)</sup> *Phytophthora sojae*; <sup>(7)</sup> *Rhizoctonia solani*; <sup>(8)</sup> *Phomopsis* spp.; <sup>(9)</sup> Sr/p: sensibilidade reduzida/perdida; <sup>(10)</sup> não há informações sobre especificidade de ação; <sup>(11)</sup> - : sem informação; <sup>(12)</sup> este efeito só é obtido se o produto contiver doses de metalaxil entre 20,0 e 31,0 g i.a./100 kg de sementes, e se for usado em cultivares de soja com alta resistência de campo a *Phytophthora sojae*.

## 7.2 Tratamento químico da parte aérea

No caso do uso de tratamento químico da parte aérea, os produtos devem ser aplicados observando-se as condições ambientais de umidade relativa mínima de 55%, temperatura máxima de 30 °C e velocidade do vento entre 3 e 10 km/h. Para aplicações por via terrestre, indica-se utilização de pontas de pulverização e pressões de trabalho que produzam gotas de categoria fina (DMV de 150 a 250 µm) até média (DMV de 250 a 350 µm), com volume de calda entre 100 e 150 L/ha, considerando o estádio de desenvolvimento das plantas ou o índice de área foliar da cultura. Como regra, gotas maiores requerem maiores volumes de calda por área. Da mesma forma, plantas com maior área foliar a ser protegida pelo fungicida necessitam de maior volume do que plantas menores.

A redução do volume de calda é possível, porém implica no uso de gotas mais finas, o que aumenta os riscos de perdas por deriva e evaporação e requer maior atenção com as condições ambientais limitantes. Para reduzir volumes de aplicação, também é indispensável o respeito à cobertura do alvo com o número mínimo de gotas por cm<sup>2</sup> de área foliar a ser tratada, de acordo com as indicações do fabricante de cada fungicida.

Visando à redução de deriva, é indicada utilização de pontas de pulverização de jatos planos simples ou duplos. Pontas de jatos cônicos vazios produzem gotas com maior habilidade de penetração no interior do dossel da cultura, porém a uniformidade de distribuição ao longo da barra de pulverização é menor e o risco de deriva maior do que os observados quando são utilizadas pontas de jatos planos.

No caso de pulverizações de fungicidas realizadas por aeronaves agrícolas, podem ser utilizados bicos hidráulicos cônicos, leques e eletrostáticos, bem como atomizadores rotativos. Indicam-

se caldas aquosas e baixo volume oleoso, devendo as taxas de aplicação ser adequadas para cada tipo de equipamento. A altura de voo e a largura de faixa devem estar de acordo com as indicações de cada fabricante de equipamento, para distribuição uniforme do produto na lavoura. Cabe ao responsável técnico pela aplicação definir estes parâmetros, visando à adequada deposição de gotas e à penetração da calda no interior do dossel foliar.

O uso de drones agrícolas para pulverização de produtos fitossanitários vem aumentando na agricultura. O volume de calda utilizado com drone tem sido, majoritariamente, o baixo volume (5 a 30 L/ha), mas também têm sido utilizados o ultrabaixo volume (<5 L/ha) e o médio volume (30 a 50 L/ha). O uso de taxas reduzidas de aplicação possibilita o aumento da autonomia e da capacidade operacional do equipamento, e requer maiores cuidados, principalmente em relação à cobertura das plantas para atingir o alvo, à largura da faixa de aplicação e à observação das condições climáticas que influenciam a aplicação (temperatura, umidade e vento). Indica-se o uso de adjuvantes específicos para melhorar as características da gota, além dos já indicados ou presentes em cada produto, mas é fundamental consultar a bula dos produtos no caso de haver restrições para a aplicação aérea. Os princípios da tecnologia de aplicação para tratamento químico da parte aérea, citados anteriormente, aplicam-se da mesma forma para a aplicação com drone.

A utilização de adjuvantes é prática indispensável para melhorar o desempenho da maioria dos fungicidas. Estes podem estar presentes na formulação ou ser adicionados no momento do preparo da calda. O uso incorreto de adjuvantes pode comprometer o desempenho dos fungicidas e até mesmo causar fitotoxicidade à cultura. Na escolha de adjuvantes, considerar indicações dos fabricantes do fungicida e do adjuvante e atentar para as considerações feitas no item 6.4.2.3 (Adição de adjuvantes aos herbicidas de folhagem).

## 7.2.1 Oídio

Para controle de oídio, dar prioridade ao uso de cultivares resistentes ou moderadamente resistentes. A aplicação de fungicidas deve ser realizada quando a severidade da doença atingir pelo menos 20% de área foliar do terço inferior da planta, média de 20 plantas colhidas ao acaso, no interior da lavoura, desprezando-se as áreas de bordadura. Não deve ser feita aplicação de fungicida se, até o estádio R5.5 (maioria das vagens entre 75 e 100% de enchimento de grãos - Tabela 7.2), a doença não atingir severidade de 20%. A lavoura deve ser vistoriada semanalmente, para que a aplicação de fungicida, se necessária, seja feita no momento correto. Caso a aplicação seja realizada antes da floração, poderá ser necessária uma segunda aplicação, a qual deverá ser realizada entre 10 a 15 dias após a primeira para o caso do enxofre, e de 20 a 25 dias para os demais fungicidas. A segunda aplicação só deve ser feita caso seja notada evolução da doença após a primeira aplicação, até o estádio R5.5.

Os fungicidas com registro para uso em soja, para controle de oídio, podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), seguindo o seguinte caminho: Pragas / Insetos e Doenças / Classificação: Doenças / Nome científico: *Erysiphe difusa* / Consultar / Cultura: Soja.

**Tabela 7.2** Estádios de desenvolvimento da soja (Fehr; Caviness, 1977).

Período	Estádio	Descrição
Vegetativo	VE	Cotilédones acima da superfície do solo
	VC	Cotilédones completamente abertos
	V1	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas <sup>(1)</sup>
	V2	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida
	V3	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida
	Vn	Enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida
Reprodutivo	R1	Início do florescimento: uma flor aberta em qualquer nó do caule <sup>(2)</sup>
	R2	Florescimento pleno: uma flor aberta em um dos dois últimos nós <sup>(3)</sup> do caule com folha completamente desenvolvida
	R3	Início da formação da vagem: vagem com 5 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
	R4	Vagem completamente desenvolvida: vagem com 2 cm de comprimento em um dos quatro últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
	R5	Início do enchimento do grão: grão com 3 mm de comprimento em vagem em um dos quatro últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
	Subdivisões do estádio R5 <sup>(4)</sup>	R5.1: grãos perceptíveis ao tato (o equivalente a 10% da granação); R5.2: 11 a 25% da granação; R5.3: 26 a 50% da granação; R5.4: 51 a 75% da granação; R5.5: 76 a 100% da granação.
	R6	Grão cheio ou completo: vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos quatro últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
	R7	Início da maturação: uma vagem normal no caule, com coloração de madura
	R8	Maturação plena: 95% das vagens com coloração de madura

<sup>(1)</sup> Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando as bordas dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.

<sup>(2)</sup> Caule refere-se à haste principal da planta.

<sup>(3)</sup> Últimos nós referem-se aos últimos nós superiores.

Fonte: Yorinori (1996).

### 7.2.2 Doenças foliares de fim de ciclo

A incidência de mancha parda (*Septoria glycines*) e de crestamento foliar de *Cercospora* (*Cercospora spp.*) pode ser reduzida por meio da integração do tratamento químico de sementes com a incorporação de restos culturais, e a rotação da soja com espécies não suscetíveis, como o milho ou milheto. Desequilíbrios nutricionais e baixa fertilidade do solo tornam as plantas mais vulneráveis, podendo ocorrer severa desfolha antes mesmo da soja atingir a meia granação (estádio R5.4 – Tabela 7.2). A aplicação dos fungicidas poderá ser feita a partir do estádio R1 até o estádio R5.3. Como o desenvolvimento das doenças de final de ciclo depende da ocorrência de chuvas frequentes durante o ciclo da cultura e temperaturas variando de 22 a 30 °C, as condições climáticas devem ser consideradas no momento da definição pelo controle químico.

Os fungicidas com registro para uso em soja, para controle de doenças foliares de fim de ciclo, podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), seguindo o seguinte caminho: Pragas/Insetos e Doenças/Classificação: Doenças/Nome científico: *Septoria glycines*/Consultar/Cultura: Soja.

### 7.2.3 Ferrugem-asiática

A doença, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, inicia nas folhas inferiores da planta. Os sintomas da ferrugem-asiática, minúsculos pontos escuros, mais comuns na face inferior das folhas, são visualizados com auxílio de lupas com, pelo menos, 20 aumentos. Temperaturas entre 8 e 36 °C (ótimas entre 19 e 24 °C) e período mínimo de molhamento de 6 horas favorecem a

ocorrência da doença. O monitoramento é fundamental durante todo o ciclo da cultura.

A menor sensibilidade do fungo *P. pachyrhizi* aos fungicidas do grupo dos inibidores da desmetilação (IDM - triazóis), inibidores da quinona externa (IQe - estrobilurinas) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH- carboxamidas) já foi relatada no Brasil (Schmitz et al., 2014; Klosowski et al., 2016; Simões et al., 2018), sendo esses os três principais grupos sítio-específicos que compõem todos os fungicidas registrados em uso para o controle da doença. Nas últimas safras, mudanças de sensibilidade do fungo *P. pachyrhizi* aos IDM têm sido observadas, influenciando o controle com protoconazol e tebuconazol, sendo atribuídas a novas mutações como a V130A, além das já descritas anteriormente F120L, Y131H/F, I45F, K142R, I475T (Stilgenbauer et al., 2023). A presença de novas mutações e a variação de eficiência dos fungicidas desse grupo entre locais reforça a necessidade de rotação desses dois ingredientes ativos em programas de controle da ferrugem-asiática.

As estratégias de manejo recomendadas no Brasil, para essa doença, incluem: a ausência da semeadura de soja e a eliminação de plantas voluntárias na entressafra por meio do vazio sanitário para redução do inóculo do fungo, a utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada como estratégia de escape da doença, a utilização de cultivares com genes de resistência, o monitoramento da lavoura desde o seu início de desenvolvimento para definir o melhor momento do controle químico e a utilização de fungicidas preventivamente ou no aparecimento dos sintomas. Quanto ao uso de fungicidas, indica-se a utilização de misturas de sítio-específicos e multissítios. A menor sensibilidade do fungo *P. pachyrhizi* aos fungicidas do grupo dos inibidores da desmetilação (IDM - triazóis), inibidores da quinona externa (IQe - estrobilurinas) e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH- carboxamidas) já foi

relatada no Brasil, sendo esses os três principais grupos sítio-específicos que compõem todos os fungicidas registrados em uso para o controle da doença. Mudanças de sensibilidade do fungo aos IDM têm influenciado o controle com protioconazol e tebuconazol, sendo atribuídas a novas mutações, como a V130A, além das já descritas anteriormente: F120L, Y131H/F, I45F, K142R e I475T. A presença de novas mutações e a variação de eficiência dos fungicidas desse grupo entre locais reforça a necessidade de rotação desses dois ingredientes ativos em programas de controle da ferrugem-asiática (Godoy et al., 2025).

Os fungicidas com registro para uso em soja, para controle da ferrugem-asiática, podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa:

[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), seguindo o seguinte caminho: Pragas/Insetos e Doenças/Classificação:Doenças/Nome científico: *Phakopsora pachyrhizi*/Consultar/Cultura: Soja.

Os resultados anuais dos Ensaios Cooperativos para Eficiência de Fungicidas a diversas doenças, como ferrugem-asiática, mancha-alvo, doenças de fim de ciclo, entre outras, podem ser encontrados no site da Rede Fitossanidade Tropical, em <https://www.fitossanidadetropical.org.br/informacoes-tecnicas/publicacoes>.

Vazio sanitário e calendário de semeadura: observar anualmente as portarias publicadas pela Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), do Mapa, sobre os períodos do vazio sanitário e do calendário de semeadura de soja. Para a safra 2025/2026 no Rio Grande do Sul, o vazio sanitário foi estabelecido entre 3 de julho e 30 de setembro de 2025, e o calendário de semeadura, de 1º de outubro de 2025 a 28 de janeiro de 2026 (Portaria SDA/Mapa nº 1.271, de 30 de abril de 2025).

### 7.2.4 Mofo-branco

A doença é causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* e ataca especialmente a haste principal, as hastes laterais e as vagens. Os sintomas são manchas de aspecto encharcado, que evoluem para coloração castanho-clara e logo desenvolve abundante formação de micélio branco e denso. Posteriormente, ocorre a formação de uma estrutura rígida, de cor negra, denominada de esclerócio, que é a forma de resistência do fungo. Os esclerócios variam de tamanho, e podem ser formados tanto na superfície quanto no interior da haste e das vagens infectadas. A fase mais vulnerável da planta vai do estádio da floração plena ao início da formação das vagens. Alta umidade relativa do ar e temperaturas amenas favorecem o desenvolvimento da doença.

Para o controle da doença recomenda-se o uso de sementes de alta qualidade sanitária, tratamento de sementes, rotação de culturas com espécies resistente como milho, aveia-branca ou trigo, aumentar o espaçamento entre linhas, reduzir a população ao mínimo indicado, adubação equilibrada, aplicação de fungicidas na parte aérea no período de maior vulnerabilidade (florescimento) e limpeza de máquina e equipamento após utilização em área infestada, para evitar a disseminação dos esclerócios.

Os fungicidas químicos com registro para uso em soja, para controle do mofo-branco, podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), seguindo o seguinte caminho: Pragas/Insetos e Doenças/Classificação: Doenças/Nome científico: *Sclerotinia sclerotiorum*/ Consultar/ Cultura: Soja; ; e, para os produtos biológicos, o caminho é: Doenças/ Classificação: Doenças/Nome vulgar: mofo branco/ Cultura: Todas as culturas.

## 7.2.5 Controle de fitonematoídes

Perdas decorrentes da infestação de nematoídes na cultura da soja, no mundo, são da ordem de 10 a 15%. A extensão dos danos vai depender do nível de infestação, da espécie do nematoíde, da suscetibilidade da cultivar, além de outras variáveis como clima, fertilidade e/ou textura do solo. Entre os principais fitonematoídes que afetam a cultura da soja na Região Sul do Brasil, o nematoíde das galhas (*Meloidogyne* spp.), o nematoíde do cisto (*Heterodera glycines*) e o nematoíde das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) são os principais.

*Meloidogyne javanica* é a principal espécie que ocorre no RS, em SC e no PR. Outras, como *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. morocciensis* e *M. paranaenses*, também são relatadas (Castro et al., 2003; Kirsch et al., 2016; Marquez et al., 2021). Os principais sintomas são reboleiras (manchas na lavoura) contendo plantas de soja amarelecidas, às vezes com folhas carijós, de menor tamanho e com engrossamentos nas raízes denominados galhas, que não se desprendem do sistema radicular como os nódulos de *Bradyrhizobium* spp.

A espécie do nematoíde das lesões mais frequente é *Pratylenchus brachyurus*, mas *P. zeae* e *P. penetrans* também são relatadas sobretudo no RS e em SC (Marquez et al., 2021). Vem aumentando de importância em função da progressão dos níveis populacionais no solo, devido a cultivos sequenciais de soja e pela falta de culturas de inverno e de verão resistentes. Plantas de soja com sintomas também são notadas em reboleiras, com clorose foliar, menor tamanho e necroses nas raízes, cujo problema frequentemente é associado a fungos de solo como *Fusarium* spp. e *Macrophomina phaseolina* (Fonseca, 2022). A interação desses fungos com *Meloidogyne* spp. e *H. glycines* em soja também é recorrente. Não há cultivares resistentes para *P. brachyurus*, e

poucas espécies vegetais podem ser utilizadas em rotação à soja, pela elevada suscetibilidade a este nematoide.

Na Região Sul, o nematoide do cisto ocorre no PR e no RS (Castro et al., 2024). Plantas atacadas presentam menor tamanho, amarelecimento foliar e folhas carijós, menor número vagens, raízes com menor nodulação e, em elevados níveis populacionais, cultivares suscetíveis podem morrer. As fêmeas são vistas como pequenos pontos claros na superfície das raízes, transformando-se em estruturas de resistência (cistos) que permanecem viáveis no solo por mais de dois anos na ausência de plantas hospedeiras (Sociedade, 1999).

Os nematoides espiralados (*Helicotylenchus* spp. e *Scutellonema brachyurus*) e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) têm sido relatados em soja e em trigo, no sul do Brasil (Souza et al., 2024). Apesar de causarem danos no PR, pouco se sabe sobre os prejuízos que causam em ambas as culturas (Castro et al., 2024).

As medidas de manejo para o nematoide das galhas e do cisto incluem o uso de cultivares resistentes e/ou tolerantes (conforme reação informada pelo obtentor), e o emprego de culturas de inverno e de verão não-hospedeiras (Castro et al., 2024). Nematicidas químicos ou biológicos registrados para soja podem ser utilizados no manejo de nematoides (galhas, lesões e do cisto), principalmente na semeadura, protegendo as plantas até os primeiros 30–45 dias (Araújo, 2018). Os nematicidas químicos com registro para uso em soja podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), seguindo o seguinte caminho: Doenças/ Classificação: Doenças /Nome científico: *Meloidogyne javanica*/ Consultar/ Cultura: Soja; e, para os produtos biológicos (consulta pelo alvo): Doenças/ Classificação: Doenças/Nome científico: *Meloidogyne javanica* sem selecionar a cultura/ Consulta.

## 7.3. Controle através de cultivares resistentes

O controle genético de doenças na soja é uma das estratégias mais eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis no manejo fitossanitário da cultura. O uso de cultivares resistentes reduz a necessidade de aplicações de fungicidas e contribui para a estabilidade da produção em diferentes ambientes. As principais doenças de soja que podem ser controladas por esta forma são: nematoides de galha (*Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*), nematoide de cisto (*Heterodera glycines*), cancro da haste (*Diaporthe aspalathi*) e podridão-radicular de *Phytophthora* (*Phytophthora sojae*). A resistência genética também auxilia no manejo da ferrugem-asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), pois diminui custos de produção e prolonga a vida útil das moléculas disponíveis no mercado.

No caso de patógenos que apresentam variabilidade genética (ex.: *H. glycines*, *P. sojae*), é importante conhecer a raça ou patótipo predominante na lavoura, e utilizar cultivares que apresentem reação de resistência específica.

No caso de *P. sojae*, pode-se optar por cultivar com alta resistência parcial, acompanhada de tratamento químico de sementes com fungicida apropriado (Tabela 7.1).

As informações relativas à reação de resistência de cultivares devem ser verificadas com os obtentores das cultivares.

## Referências

AGROFIT- Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura e Pecuária. Acesso em: 19 ago. 2025. Disponível em: <[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>.

- ARAÚJO, F. G. Novas moléculas e produtos biológicos no manejo de fitonematoídes. Anais do 35 Congresso Brasileiro de Nematologia, Bento Gonçalves, RS, Embrapa Clima Temperado, p.66-67, 2023.
- CASTRO, J. M. C.; LIMA, R.; CARNEIRO, R. M. D. C. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras produtoras de soja. Nematologia Brasileira, v.27, n. 3, p.1-12, 2003.
- CASTRO, J. M. C.; MEYER, M. C.; SEIXAS, C. D. S. **Principais nematoídes em áreas produtoras de soja no Brasil**. Circular Técnica 202, Embrapa Soja, 10p. 2024.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).
- FONSECA, L. D. C. Interação entre *Pratylenchus brachyurus* e *Macrophomina phaseolina* na cultura da soja. Dissertação (Mestrado em Pós Graduação em Proteção de Plantas). Instituto Federal Goiano, Campus Urutáí, 2022. 41p.
- GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; CARVALHO, A. G. de; TOMEN, A.; MOCHKO, A. C. R.; DIAS, A. R.; PAES, B. L.; BONANI, J. C.; HAWERROTH, C.; FORCELINI, C. A.; SCHIPANSKI, C. A.; CHAGAS, D. F.; SIQUERI, F. V.; GALDINO, J. V.; FARIA, A. de; SANTOS, J. dos; GOMES, L. M. M. R.; BELUFI, L. M. de R.; SILVA, L. H. C. P. da; ARAÚJO JÚNIOR, I. P.; GOUSSAIN JÚNIOR, M. M.; STEFANELO, M. S.; MÜLLER, M. A.; DEBORTOLI, M. P.; SENGER, M.; TORMEN, N. R.; ROEHRIG, R.; SOUZA, T. P. de; BELLE, C. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2024/2025**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2025. 22 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 219). Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1177349/1/Cir\\_c-Tec-219.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1177349/1/Cir_c-Tec-219.pdf). Acesso em: 18 ago. 2025.
- KIRSCH, V. G.; KULCZYNSKI, S. M.; GOMES, C. B.; BISOGNIN, A. C.; GABRIEL, M.; BELLÉ, C.; LIMA-MEDINA, I. Caracterização de espécies de *Meloidogyne* e de *Helicotylenchus* associadas à soja no Rio Grande do Sul. Nematopica, v.46, n.2, p.197-208, 2016.
- MÁRQUEZ, L. A. Y.; GOMES, C. B.; BELLE, C.; DALLAGNOL, L. J.; ARAÚJO FILHO, J. V. de. Unveiling the structure and distribution of plant-parasitic nematode communities in soybean fields in southern of the Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 1, p. 1-12, 2021.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA (SBN). Nematodo do cisto da soja: experiência brasileira. SBN. 1999. 130p.

SOUZA, M.R.; MARTINS, S.O.; MARTINS, S.O.; ARAUJO FILHO, J.V.  
Caracterização morformétrica e morfológica de nematoídes espiralados em  
campos de trigo no Rio Grande do Sul. Anais do 39 Congresso Brasileiro de  
Nematologia, Foz do Iguaçu-PR, SBN, 292p., 2024.

YORINORI, J. T. **Cancro da haste:** epidemiologia e controle. Londrina:  
EMBRAPA-CNPSO, 1996. (Embrapa Soja. Circular técnica, 14).

# **8 Manejo Integrado de Pragas**

---

## **8.1 Introdução**

A cultura de soja está sujeita ao ataque de um grande número de espécies de insetos e ácaros durante todo o seu ciclo, as quais estão relacionadas na Tabela 8.1.

Pela frequência com que ocorrem e pela ampla distribuição geográfica que apresentam, são consideradas pragas-chave da cultura de soja: tamanduá-da-soja (*Sternechus subsignatus*), cujos adultos atacam plantas e as larvas desenvolvem-se dentro da haste e dos ramos; mosca-da-haste da soja *Melanagromyza sojae*), cujas larvas penetram no pecíolo e desenvolvem-se dentro da haste, formando galerias que comprometem a translocação de água e nutrientes, levando à murcha e maturação precoce das plantas, é observada com maior ocorrência na soja cultivada em safrinha; a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*) e as lagartas falsas-medideiras (*Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*) que desfolham as plantas durante a fase vegetativa e reprodutiva; os percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, *Euschistus heros* e outras espécies), os quais causam danos desde a formação de vagens até a maturação fisiológica; e a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) que suga a seiva das plantas, favorece o desenvolvimento de fumagina e reduz o número de grãos por planta, podendo causar perdas significativas de produtividade e apresentar resistência a diversos inseticidas.

A broca-dos-ponteiros (*Crocidosema aporema*), que ataca as plantas até a formação de vagens, e as lagartas-das-vagens (*Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera eridania*), que atacam antes da formação e durante o enchimento das vagens, são insetos que podem causar danos eventuais e de forma localizada.

Nas últimas safras agrícolas do Rio Grande do Sul, foram observadas infestações de ácaros fitófagos em diversos

municípios produtores de soja. Essa mazela está, comumente, associada a períodos de estiagem, destacando-se a espécie *Tetranychus urticae* diante de seu potencial de agressividade à cultura em questão. Os ácaros causam danos perfurando as células e se alimentando do líquido extravasado. Inicialmente, o ataque resulta na coloração esbranquiçada ou prateada dos folíolos, passando para a coloração amarelada e, posteriormente, avança para a cor marrom.

A partir da safra 2011/2012, pequenos insetos conhecidos como tripes (*Caliothrips brasiliensis*) têm se tornado uma preocupação para os produtores de soja. Ninfas e adultos do inseto raspam os folíolos, alimentando-se do conteúdo celular, levando a reduções no rendimento. Os tripes incrementam sua população rapidamente, portanto é indispensável um rápido tratamento e uma constante observação às plantações para evitar a sua propagação.

A partir da safra 2012/2013, ataques de lagartas às vagens de soja foram relatados em algumas regiões. Entre essas lagartas foi identificada uma espécie até então considerada quarentenária no país, *Helicoverpa armigera*. Apesar de se alimentarem de folhas e hastes das plantas, a preferência dessas lagartas é por estruturas reprodutivas como botões florais, legumes e grãos. Os danos ocorrem desde quando as plantas estão emergindo, quando os cotilédones estão de fora e as folhas unifolioladas estão se desenvolvendo, ainda, as lagartas seccionam as plantas sob ou sobre os cotilédones. A partir do estádio V3, a lagarta se comporta como desfolhadora e ataca o broto terminal. No período reprodutivo, ela se alimenta tanto do botão floral quanto dos grãos fazendo uma pequena abertura circular no legume.

**Tabela 8.1** Principais pragas da soja.

Nome comum	Nome científico	Fase atacada	Tipo de dano	Importância econômica
Tamanduá-da-soja	<i>Sternechus subsignatus</i>	Vegetativa e reprodutiva	Adultos atacam plantas; larvas desenvolvem-se dentro da haste e dos ramos	Praga-chave
Mosca-da-haste da soja	<i>Melanagromyza sojae</i>	Vegetativa	Larvas penetram no pecíolo e haste, formando galerias; maior ocorrência na safrinha	Praga-chave emergente
Lagarta-da-soja	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Vegetativa e reprodutiva	Desfolha intensa das plantas	Praga-chave
Lagartas falsas-medideiras	<i>Chrysodeixis includens</i>  <i>Rachiplusia nubilalis</i>  <i>Nezara viridula</i>	Vegetativa e reprodutiva	Desfolha durante fases vegetativa e reprodutiva	Praga-chave
Percevejos	<i>Piezodorus guildinii</i>	Reprodutiva (vagens até maturação)	Sugam grãos e vagens, causando chochamento e redução de qualidade	Praga-chave
<i>Euschistus heros</i>				
Mosca-branca	<i>Bemisia tabaci</i>	Vegetativa e reprodutiva	Suga seiva, favorece fumagina, reduz número de grãos; resistência a inseticidas	Praga-chave
Broca-dos-ponteiros	<i>Crocidosemia aporema</i>	Vegetativa até formação de vagens	Perfura ponteiros e compromete desenvolvimento inicial	Eventual/localizada
Lagartas-das-vagens	<i>Spodoptera cosmioides</i> ,  <i>Spodoptera eridania</i>	Formação e enchimento de vagens	Consumem vagens e grãos em desenvolvimento	Eventual/localizada
Ácaro vermelho	<i>Tetranychus urticae</i>	Vegetativa	Perfura células foliares; causa descoloração esbranquiçada, amarela e marrom	Eventual/associada à estiagem
Tripes	<i>Caliothrips brasiliensis</i>	Vegetativa	Ninfas e adultos raspam folíolos, alimentando-se do conteúdo celular	Emergente, rápida multiplicação

## 8.2 Monitoramento e tomada de decisão

O monitoramento contínuo das pragas possibilita que o agricultor realize o controle no momento correto, protegendo a lavoura de forma adequada e evitando aplicações desnecessárias. A aplicação de inseticidas deve ser racional e econômica, sendo justificável apenas quando a densidade populacional atingir níveis que reconhecidamente ameacem a lucratividade da lavoura.

Considerando que as populações de pragas são naturalmente reguladas por predadores, parasitoides e microrganismos entomopatogênicos, não se recomenda a aplicação preventiva de inseticidas químicos. Aplicações sem necessidade podem agravar a poluição ambiental, afetar os agentes de controle biológico, favorecer o desenvolvimento de resistência e elevar os custos de produção.

A prática do Manejo Integrado de Pragas (MIP) consiste em vistorias regulares (amostragens) na lavoura, para monitorar a população das pragas e o nível de injúria causado. A simples observação visual não expressa a população real presente na lavoura, sendo necessário seguir procedimentos e critérios técnicos para a tomada de decisão, conforme indicado na Tabela 8.2.

**Tabela 8.2** Nomenclatura das pragas da soja, de acordo com a estrutura atacada da planta de soja.

<b>Pragas que atacam plântulas</b>	
Lagarta-elasmo ou broca-do-colo	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>
Lesmas e caracóis	-
Piolhos-de-cobra	-
<b>Pragas que atacam raízes</b>	
Percevejo-castanho-da-raiz	<i>Scaptocoris castanea</i> , <i>S. carvalhoi</i> e <i>S. buckupi</i>
Cochonilha-da-raiz	<i>Dysmicoccus brevipes</i>
Corós	<i>Phyllophaga cuyabana</i> , <i>Lyogenys</i> spp., <i>Plectris pexa</i> e outros
<b>Pragas atacam pecíolos e caules</b>	
Tamanduá-da-soja	<i>Sternechus subsignatus</i> Boheman, 1836
Cascudinho	<i>Myochrous armatus</i> )
Lagarta-maruca	<i>Maruca vitrata</i>
Broca-das-axilas	<i>Crocidosema aporema</i>
Búfalo-da-soja	<i>Ceresa brunnicornis</i> e <i>C.</i> <i>fasciatithorax</i>
<b>Pragas que atacam folhas</b>	
Lagarta-da-soja	<i>Anticarsia gemmatalis</i>
Falsa-medideira	<i>Chrysodeixis includens</i>
Falsa-medideira	<i>Rachiplusia nu</i>
Lagarta-enroladeira	<i>Omiodes indicata</i>
Vaquinha-verde ou patriota	<i>Diabrotica speciosa</i>
Vaquinha	<i>Cerotoma arcuata</i> ; <i>Colaspis</i> sp.
Tripes	<i>Caliothrips brasiliensis</i> e <i>Frankliniella</i> <i>schultzei</i>
Ácaro-verde da soja	<i>Mononychellus planki</i>
Ácaro-rajado	<i>Tetranychus urticae</i>

Continua...

**Tabela 8.2 Continuação.**

Ácaros-vermelhos	<i>Tetranychus ludeni</i> , <i>Tetranychus desertorum</i> e <i>Tetranychus giga</i>
Ácaro-branco	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>
Mosca-branca	<i>Bemisia tabaci</i>
Torrãozinho	<i>Aracanthus mourei</i>
Bicudo-pequeno-da-soja	<i>Promecops claviger</i>
Metaleiro	<i>Magacelis</i> sp.
Burrinho-da-batatinha	<i>Epicauta atomaria</i>
Gafanhotos	
<b>Pragas que atacam vagens</b>	
Lagarta-do-velho-mundo	<i>Helicoverpa armigera</i>
Lagarta-das-vagens	<i>Spodoptera albula</i>
Lagarta-das-vagens	<i>Spodoptera cosmioides</i>
Lagarta-das-vagens	<i>Spodoptera eridania</i>
Lagarta-das-vagens	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Broca-da-vagem	<i>Etiella zinckenella</i>
Lagarta-da-maçã do algodoeiro	<i>Heliothis virescens</i>
Percevejo-marrom	<i>Euschistus heros</i>
Percevejo-verde-pequeno	<i>Piezodorus guildinii</i>
Percevejo-verde	<i>Nezara viridula</i>
Percevejo-barriga-verde	<i>Diceraeus melacanthus</i> e <i>D. furcatus</i>
Percevejo-edessa	<i>Edessa meditabunda</i>
Percevejo-acrosterno	<i>Chinavia spp.</i>
Percevejo-faixa-vermelha	<i>Thyanta perditor</i>
Bicudo-negro-pequeno-da-soja	<i>Rhyssomatus</i> sp.
<b>Outros insetos comuns nas lavouras de soja</b>	
Percevejo-formigão	<i>Neomegalotomus parvus</i>
Larva-angorá	<i>Astylus variegatus</i>
“Idi-Amin”	<i>Lagria villosa</i>

**Tabela 8.3** Procedimentos e critérios para monitoramento e tomada de decisão para controle de pragas em soja

Praga	Monitoramento			Nível médio para controle	Método de controle
	Época estádio	Método	Amostragem *		
Mosca-branca	Todo o ciclo	Contagem de adultos por trifólio; pico populacional ocorre nas fases reprodutivas da soja.	Amostrar trifólios do terço médio da planta (10–20 trifólios por talhão), contar ninhas e adultos presentes.	≈0,64 adultos por trifólio (considerando custo de R\$ 40/ha e valor da soja de R\$ 120/saca) *	Pulverização inseticida
Mosca-da-haste da soja <i>Melanagromyza sojae</i>	Fase vegetativa da soja (V3–V6), quando ocorre maior ataque às hastes.	Avaliação da porcentagem de hastes injuriadas em diferentes segmentos da planta (inferior, médio e superior).	Coletar hastes de plantas em diferentes pontos da lavoura (10–20 plantas por talhão), avaliar segmentos inferior, médio e superior.	Não há um valor fixo de NC; cada 1% de haste injuriada reduz em média 0,9 g de rendimento por planta.	Tratamento de sementes com inseticidas Inseticidas aplicados desde a fase vegetativa levam a menor dano
Tamanduá-da-soja	Pré-plantio	Trincheira no solo (1,00 x 0,25 x 0,20 m de profundidade, sobre a fileira antiga)		3 a 6 larvas hibernantes/m <sup>2</sup>	Tratamento de sementes com inseticidas. Rotação de culturas**
	Até 3 folhas trifolioladas (V3)	Contagem direta nas plantas	4 amostras/10 ha	1 adulto/m de fileira	Pulverização inseticida
	De 4 (V4) a 6 folhas trifolioladas (V6 ou próximo à floração)	Contagem direta nas plantas		2 adultos/m de fileira	Pulverização inseticida

Continua...

**Tabela 8.3** Continuação.

Praga	Monitoramento			Nível médio para controle	Método de controle
	Época estádio	Método	Amostragem		
Lagartas desfolhadoras	Antes da floração	Método do pano (1m de comprimento entre duas fileiras). Em lavouras com espaçamento reduzido, amostrar uma fileira	***	20 lagartas/m ( $>1,5$ cm) ou 30% desfolhamento	Pulverização inseticida
	Após a floração	espaçamento reduzido, amostrar uma fileira		20 lagartas/m ( $>1,5$ cm) ou 15% desfolhamento	Pulverização inseticida
Percevejos	De R3 (início formação vagens) até R7 (maturação fisiológica). Iniciar por cvs. precoces > médias > tardias	Método do pano (1m de comprimento em uma fileira)	No período de colonização, concentrar nas bordaduras. Amostrar até às 10 h***	Sementes: 1 percevejo/m Grãos: 2 percevejos/m (considerar adultos e ninhas $> 0,5$ cm)	Pulverização inseticida
Broca-dos-ponteiros	-	Examinar 10 plantas/amostra	***	30% das plantas com ponteiros atacados	Pulverização inseticida
Lagartas-das-vagens	-	-		10% vagens atacadas ou 15% de desfolhamento	Pulverização inseticida
Lagarta helicoverpa	Vegetativo	Método do pano-debatida	Mais que 50% das lagartas maiores que 1,5 cm	4 ou mais lagartas/metro no vegetativo	Pulverização inseticida
	Reprodutivo			2 ou mais lagartas/metro no reprodutivo	

\* Amostras aleatórias e representativas, em diferentes pontos da lavoura.

\*\* Semear culturas não hospedeiras (milho, sorgo, girassol, milheto, etc.) na bordadura (25 m) da soja adjacente; fazer o controle químico via tratamento de sementes e/ou pulverização.

\*\*\* Número de amostras: 6 amostras para 1 a 10 ha; 8 amostras para 11 a 30 ha; 10 amostras para 31 a 100 ha.

Os inseticidas com registro para uso em soja, para controle de pragas, podem ser consultados no site Agrofit, do Mapa:[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), seguindo o seguinte caminho: Pragas/Insetos e Doenças/Classificação: Insetos/Nome científico: “da praga”/Cultura: Soja/ Consultar.

Os inseticidas indicados para o controle de pragas da soja devem ser escolhidos conforme o grupo químico e mecanismo de ação (MoA), seguindo as orientações do Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas (IRAC-BR). A rotação de grupos químicos é fundamental para evitar resistência. O acesso às informações atualizadas pode ser feito diretamente no site IRAC-BR.

Grupo e mecanismo de ação de inseticidas na soja

A Importância da rotação de grupos químicos:

- Evita resistência: repetir o mesmo grupo químico favorece a seleção de populações resistentes;
- Preserva a eficácia: alternar mecanismos de ação prolonga a vida útil dos inseticidas disponíveis;
- Mantém o equilíbrio ecológico: reduz impactos sobre inimigos naturais e auxilia no manejo sustentável;
- Recomendação prática: nunca repetir o mesmo MoA em aplicações consecutivas na mesma área.
- O controle químico de pragas na soja deve ser entendido como medida complementar dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP). A escolha do inseticida deve considerar:
- Grupo químico: carbamatos, organofosforados, piretroides, neonicotinoides, espinosinas, diamidas, benzoiluréias, entre outros;
- Mecanismo de ação (MoA): inibidores da acetilcolinesterase, moduladores de canais de sódio, agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina,

ativadores de canais de cloro, inibidores da biossíntese de quitina, moduladores de receptores de rianodina, entre outros.

Passo-a-passo ilustrativo para consulta no IRAC-BR:

1. Acesse o site oficial: IRAC-BR.
2. Clique em “Modo de Ação”, no menu principal.
3. Selecione “Classificação de Inseticidas e Acaricidas”.
4. Localize o grupo químico do inseticida de interesse (ex.: neonicotinoides).
5. Verifique o código IRAC (ex.: Grupo 4A – agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina).
6. Planeje a rotação: escolha produtos de grupos diferentes para aplicações subsequentes.
7. Consulte materiais técnicos disponíveis no site, como folders e recomendações de manejo de resistência

Em síntese: para o controle de pragas da soja, é indispensável utilizar inseticidas conforme o grupo químico e mecanismo de ação, sempre praticando a rotação de MoA. O site IRAC-BR fornece informações atualizadas e ferramentas práticas para apoiar o agricultor na tomada de decisão.

## Referências

BRIER, H.; CHARLESTON, K. Management of *Helicoverpa armigera* in grain legumes: flexible economic thresholds and sustainable control. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 44, p. 44-52, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.10.018>.

IRAC-BR. Classificação de inseticidas e acaricidas por modo de ação. Disponível em: <https://www.irac-br.org/>. Acesso em: 24 nov. 2025.

MARQUES, R., P.; POZEBON, H.; BEVILAQUA, J. G.; PADILHA, G. U.; RAMON, P. C.; CEZARO, L. A. de; ROHRIG, A.; VALMORBIDA, I.; FIORIN, R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PALMA, J.; LEÃO, J. D. J.; PARISI, P.; WOJAHN, B.; LUZ, G. R. da; ARNEMANN, J. A. Damage assessment of *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) on soybean

in Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Ottawa, v. 15, n. 12, p. 33-45, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v15n12p33>.

PADILHA, G.; POZEBON, H.; PATIAS, L. S.; FERREIRA, D. R.; CASTILHOS, L. B.; FORGIARINI, S. E.; DONATTI, A.; BEVILAQUA, J. G.; MARQUES, R. P.; MORO, D.; ROHRIG, A.; BONES, S. A. S.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PES, L. Z.; ARNEMANN, J. A. Damage assessment of *Bemisia tabaci* and economic injury level on soybean. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 143, p. 105542, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105542>.

STACKE, R.; ARNEMANN, J. A.; GUEDES, J. V. C.; POZEBON, H.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BEVILAQUA, J. G.; MARQUES, R. P.; PADILHA, G. U.; MORO, D.; ROHRIG, A.; BONES, S. A. S.; LUZ, G. R. da; TAY, W. T. Economic injury level for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 134, p. 105210, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105210>.

# **9 Colheita**

---

A colheita constitui importante etapa no processo produtivo da soja, principalmente pelos riscos aos quais está sujeita a lavoura destinada à produção de grãos ou sementes.

A colheita deve ser iniciada tão logo a soja atinja o estádio R8 (maturação plena), a fim de evitar perdas na qualidade do produto. Para tanto, o agricultor deve ter máquinas e armazéns preparados com antecedência, pois, uma vez atingida a maturação, a tendência é a deterioração dos grãos e a debulha em intensidade proporcional ao tempo em que a soja permanecer no campo.

## **9.1 Fatores que afetam a eficiência da colheita**

Durante o processo de colheita, é normal que ocorram algumas perdas, que podem ser minimizadas conhecendo-se suas causas, sejam elas físicas ou fisiológicas. A seguir, são abordadas algumas das principais causas de perdas na colheita.

### **9.1.1 Preparo inadequado do solo**

Solo mal preparado pode causar prejuízos na colheita, devido a desniveis no terreno que provocam oscilações de altura na barra de corte da colhedora, fazendo com que os cortes sejam desuniformes e vagens deixem de ser colhidas. A quebra de facas da barra de corte prejudica o funcionamento desta, deixando muitas plantas sem corte.

### **9.1.2 Inadequação da época de semeadura, do espaçamento entre linhas e da densidade de sementes**

A semeadura em época não indicada pode acarretar baixa estatura de plantas e baixa inserção das primeiras vagens. O espaçamento entre linhas e/ou a densidade de semeadura inadequados podem condicionar a planta para maior desenvolvimento, de forma a apresentar maior estatura e, desta forma, aumentar a probabilidade de ocorrência de acamamento, o que aumentará as perdas na colheita.

### **9.1.3 Cultivares não adaptadas**

O uso de cultivares não adaptadas a determinadas regiões pode prejudicar o desenvolvimento da planta, interferindo em características como altura de inserção das vagens e índice de acamamento.

### **9.1.4 Ocorrência de plantas daninhas**

A presença de plantas daninhas faz com que a umidade permaneça alta por muito tempo, prejudicando o funcionamento da máquina e exigindo maior velocidade no cilindro batedor, resultando em maior dano mecânico às sementes e, ainda, facilitando maior incidência de fungos. Em lavouras infestadas, a velocidade da colhedora deve ser reduzida.

### **9.1.5 Retardamento da colheita**

Em lavouras destinadas à produção de sementes, a espera para obtenção de menores graus de umidade para realização da colheita pode provocar a deterioração das sementes, pela

ocorrência de chuvas e consequente elevação da incidência de fungos. Quando a lavoura for destinada para produção de grãos, o problema não é menos grave, pois a desicância de vagens pode ser aumentada, havendo casos de reduções acentuadas na qualidade do produto.

### **9.1.6 Umidade inadequada na colheita**

Os problemas de danos mecânicos e perdas na colheita são minimizados quando os grãos de soja são colhidos com grau de umidade entre 13% e 15%. Acima de 15%, os grãos estão sujeitos a maior incidência de danos mecânicos latentes e, quando colhidos com umidade abaixo de 12%, estão suscetíveis a danos mecânicos imediatos.

Sugere-se adotar, como critério, o índice de 3% de grãos partidos, no graneleiro, como parâmetro para fins de regulagem do sistema de trilha da colhedora.

### **9.1.7 Má regulagem e condução da colhedora**

Este é o ponto principal do problema de perdas na colheita. O trabalho harmônico entre o molinete, a barra de corte, a velocidade de avanço, o cilindro e as peneiras é fundamental para uma colheita eficiente.

Levantamentos efetuados em propriedades têm demonstrado índices elevados de perdas na colheita, sendo que a perda aceitável é de um saco de soja/ha.

O molinete tem a função de conduzir as plantas sobre a plataforma à medida que são cortadas pela barra de corte. Sua posição deve atender ao recolhimento do material cortado, de modo a não deixar plantas cortadas caírem fora da plataforma e também recolher plantas acamadas. A barra de corte deve

trabalhar o mais próximo possível do solo, objetivando deixar o mínimo de vagens presas nos restos da cultura que permanecem na lavoura. A velocidade de avanço deve ser sincronizada com a velocidade das lâminas e do molinete. O deslocamento da colhedora deve ser de 4 a 5 km/h, porém, deve ser considerado cada caso. Em lavouras com desnível no solo, presença de plantas daninhas, maturação desuniforme, acamamento e baixa inserção de vagens, o cuidado deve ser redobrado.

No cilindro de trilha, as perdas não são grandes, porém, quando a lavoura destina-se à produção de sementes, a velocidade é fator preponderante para reduzir perdas por danos mecânicos. Neste caso, é necessário que se regule a velocidade do cilindro duas vezes ao longo do dia de colheita, uma vez que a umidade da semente é reduzida nas horas mais quentes e as sementes podem sofrer maiores danos. A faixa de umidade das sementes, em que a ocorrência de danos mecânicos é mínima, vai de 13% a 15%. Além disso, para que o índice de danos mecânicos não seja muito elevado, a velocidade do cilindro de trilha de barra não deve ultrapassar 500 a 550 rpm. Velocidades muito altas do cilindro podem provocar a fragmentação das sementes até níveis de 25% a 30%, o que se constitui em perda grave. Associada à velocidade do cilindro está a abertura do côncavo, que pode reduzir a quebra de grãos.

Enfim, pode-se considerar como perdas na colheita não só as sementes que não são recolhidas ao armazém, mas também as que são recolhidas com alta taxa de quebra e/ou trincadas, com consequente redução na germinação e vigor.

## 9.2 Avaliação de perdas

Tendo em vista as várias causas de perdas passíveis de ocorrência na lavoura de soja, os tipos ou fontes de perdas podem ser definidos da seguinte maneira:

- a) perdas antes da colheita, que podem estar associadas ao clima, às características da cultivar e deiscência ou queda de vagens antes da colheita;
- b) perdas por trilha, por separação e por limpeza, que ocorrem nos grãos que passaram através da colhedora;
- c) perdas causadas pela plataforma de corte, que incluem aquelas perdas por debulha, pela baixa altura de inserção das vagens e perdas por acamamento de plantas.

Embora as origens das perdas sejam diversas e ocorram desde antes até a colheita, cerca de 85% das perdas ocorrem pela ação dos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras (molinete, barra de corte e caracol), 12% são ocasionadas pelos mecanismos internos (trilha, separação e limpeza) e 3% são causadas por deiscência natural das vagens.

Para avaliar perdas ocorridas durante a colheita, indica-se o método volumétrico, utilizando o copo medidor de perdas. Este copo correlaciona volume com peso, permitindo determinação direta de perdas em kg/ha de soja, pela simples leitura dos níveis impressos no próprio copo. O método consiste em coletar, de uma área recém-colhida, os grãos de soja que permaneceram no solo. Esta área é delimitada por uma armação com pedaços de madeira de 0,50 m de comprimento e com largura igual à da plataforma de corte da colhedora. Esta armação, na sua maior extensão (largura da plataforma de corte), pode ser delimitada por barbante comum,

unindo as extremidades dos dois cabos. O copo medidor está disponível gratuitamente na Embrapa Soja, Londrina, PR.

### 9.3 Como evitar perdas

Cerca de 85% das perdas ocorrem nos mecanismos de corte e alimentação da colhedora. Entretanto, as perdas serão minimizadas se forem tomados os seguintes cuidados:

- a) trocar as navalhas quebradas, alinhar os dedos das contranavalhas, substituindo os que estão quebrados, e ajustar as folgas da barra de corte. A folga entre uma navalha e a guia da barra de corte é de cerca de 0,5 mm. A folga entre as placas de desgaste e a régua da barra de corte é de 0,6 mm;
- b) manter a barra de corte o mais próximo possível do solo. Este cuidado é dispensável na utilização de colhedoras com plataformas flexíveis que, automaticamente, controlam a altura de corte;
- c) usar velocidade de trabalho entre 4 a 5 km/h. A maioria das colhedoras possui velocidade padrão da barra de corte correspondendo, em movimento retilíneo contínuo, a 4,8 km/h. Portanto, velocidades superiores tenderão a causar maiores perdas devido ao impacto extra e à raspagem da haste, com possível arranque de vagens antes do corte. Para determinar a velocidade da colhedora de forma prática, contar o número de passos largos (cerca de 90 cm) tomados em 20 segundos, caminhando na mesma velocidade e ao lado da colhedora. Multiplicar o número encontrado por 0,16 para obter a velocidade em km/h;
- d) usar a velocidade do molinete cerca de 25% superior à velocidade da colhedora. Para ajustar a velocidade

ideal, fazer uma marca em um dos pontos de acoplamento dos travessões na lateral do molinete e regular a velocidade do mesmo para cerca de 9,5 voltas em 20 segundos (molinetes com 1 m a 1,2 m de diâmetro) e para cerca de 10,5 voltas em 20 segundos (molinetes com 90 cm de diâmetro). Outra forma prática de ajustar a velocidade ideal do molinete é pela observação da ação do mesmo. A velocidade ideal é obtida quando o molinete toca suavemente e inclina a planta ligeiramente sobre a plataforma, antes da mesma ser cortada pela barra de corte;

- e) a projeção do eixo do molinete deve ficar de 15 a 30 cm à frente da barra de corte e a altura do molinete deve permitir que os travessões com os pentes toquem na metade superior da planta, preferencialmente no terço superior. Dessa forma, o impacto dos travessões contra as plantas será mais suave e evitará seu tombamento para a frente da colhedora no momento do corte.

Geralmente, as perdas na trilha, na separação e na limpeza representam de 12% a 15% das perdas totais; porém, em certos casos, podem superar até mesmo as perdas da plataforma de corte. Entretanto, essas perdas são, praticamente, eliminadas tomando-se os seguintes cuidados:

- a) conferir e/ou ajustar as folgas entre o cilindro trilhador e o côncavo. Regular as aberturas anterior e posterior entre o cilindro e o côncavo, que devem ser as maiores possíveis, evitando danos às sementes, mas permitindo a trilha satisfatória do material colhido;

- b) ajustar a velocidade do cilindro trilhador, que deve ser a menor possível, evitando danos às sementes, mas permitindo a trilha satisfatória do material colhido;
- c) manter limpa e desimpedida a grelha do côncavo;
- d) manter limpo o bandejão, evitando o nivelamento da sua superfície pela criação de crosta formada pela umidade e por fragmentos da poeira, de palha e de sementes;
- e) ajustar a abertura das peneiras. A peneira superior deve permitir a passagem dos grãos ou pedaços de legumes. A abertura da peneira inferior deve ser um pouco menor do que a da peneira superior, permitindo apenas a passagem dos grãos. A abertura da extensão da peneira superior deve ser um pouco maior do que a abertura da peneira superior, permitindo a passagem de vagens inteiras;
- f) ajustar a velocidade do ventilador. A velocidade deve ser suficiente para soprar das peneiras para fora da colhedora a palha miúda e todo o material estranho mais leve do que os grãos e que estão misturados aos mesmos.





Patrocínio Master



Patrocínio Ouro



Patrocínio Prata



Apoio



Promoção e realização



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA E  
PECUÁRIA

