

# CULTIVO DE SOJA E MILHO EM TERRAS BAIXAS DO RIO GRANDE DO SUL

Beatriz Marti Emygdio  
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa  
Ana Cláudia Barneche de Oliveira

Editoras Técnicas

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a stylized, italicized font with a white circular graphic element behind the letter 'a'.

**Embrapa**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# CULTIVO DE SOJA E MILHO EM TERRAS BAIXAS DO RIO GRANDE DO SUL

*Beatriz Marti Emygdio  
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa  
Ana Cláudia Barneche de Oliveira*

Editoras Técnicas

**Embrapa**  
Brasília, DF  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403  
CEP 96010-971 Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8100  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Unidade responsável pelo conteúdo**

Embrapa Clima Temperado

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente

*Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-presidente

*Enio Egon Sosinski Junior*

Secretaria-executiva

*Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros

*Ana Luiza Barragana Viegas*

*Fernando Jackson*

*Marilaine Schaun Pelufê*

*Sônia Desimon*

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB)  
Av. W3 Norte (final)  
70770-901 Brasília, DF  
Fone: (61) 3448-4236  
Fax: (61) 3448-2494  
www.embrapa.br/livraria  
livraria@embrapa.br

**Unidade responsável pela edição**

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

*Selma Lúcia Lira Beltrão*

*Lucilene Maria de Andrade*

*Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial

*Nilda Maria da Cunha Sette*

*Waldir Aparecido Marouelli*

Revisão de texto

*Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica

*Marilaine Schaun Pelufê*

*Rejane Maria de Oliveira*

Projeto gráfico e capa

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

**1ª edição**

1ª impressão (2017): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Clima Temperado

---

C968 Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul / Beatriz Marti Emygdio, Ana Paula Schneid Afonso da Rosa, Ana Cláudia Barneche de Oliveira, editoras técnicas. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.  
341 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-677-2

1. Soja. 2. Milho. 3. Planta oleaginosa. 4. Cereal. 5. Rio Grande do Sul. I. Emygdio, Beatriz Marti. II. Rosa, Ana Paula Schneid Afonso da. III. Oliveira, Ana Cláudia Barneche de. IV. Embrapa Clima Temperado.

CDD 633

---

© Embrapa, 2017

# Autores

**Adilson Luís Bamberg**

Engenheiro agrícola, doutor em Solos, pesquisador na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Alexandre Lima Nepomuceno**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Biologia Molecular e Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Álvaro Manuel Rodrigues Almeida**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**André Andres**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Ciências e Tecnologias Inovadoras, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Ana Cláudia Barneche de Oliveira**

Engenheira-agrônoma, doutor em Fitomelhoramento, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Ana Paula Schneid Afonso da Rosa**

Engenheira-agrônoma, doutor em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Antioniy Severo Winkler**

Engenheiro agrícola, mestre em Manejo e conservação do solo e da água, doutorando da Universidade Federal de Pelotas, RS

**Beatriz Marti Emygdio**

Bióloga, doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Carlos Reisser Junior**

Engenheiro agrícola, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Cláudia Vieira Godoy**

Engenheira-agrônoma, doutor em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Claudine Dinali Santos Seixas**

Engenheira-agrônoma, doutor em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Cley Donizeti Martins Nunes**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitossanidade, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Denise dos Santos Colares de Oliveira**

Engenheira-agrônoma, doutor em Agronomia, professora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Dirceu Agostinetto**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Eloy Antonio Pauletto**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor titular da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Enio Marchesan**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor titular da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

**Halley Caixeta de Oliveira**

Biólogo, doutor em Biologia Funcional e Molecular, professor da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

**Ivan Rodrigues de Almeida**

Geógrafo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Jaqueline Trombetta da Silva**

Engenheira-agrônoma, mestre em Manejo e Conservação do Solo e da Água, doutoranda da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**José Francisco da Silva Martins**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**José Maria Barbat Parfitt**

Engenheiro agrícola, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**José Renato Bouças Farias**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Junior Borella**

Biólogo, doutor em Fisiologia Vegetal, bolsista de pós-doutorado em Fisiologia Vegetal na Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Leandro Souza da Silva**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, professor associado da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

**Leandro Vargas**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

**Leila Maria Costamilan**

Engenheira-agrônoma, mestre em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

**Liliane Marcia Mertz Henning**

Engenheira-agrônoma, doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora na Embrapa Soja, Londrina, PR

**Luciano do Amarante**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Biologia Vegetal, professor associado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Luis Carlos Timm**

Engenheiro agrícola, doutor em Agronomia, professor associado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Luiz Fernando Spinelli Pinto**

Geólogo, doutor em Ciência do Solo, professor associado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Luís Henrique Gularte Ferreira**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos, professor do IFSul, Campus Rio Grande, Rio Grande, RS

**Marília Alves Brito Pinto**

Engenheira-agrônoma, doutor em Solos, Vitória da Conquista, BA

**Maurício Conrado Meyer**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Proteção de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Norman Neumaier**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Pablo Miguel**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, professor adjunto da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Paulo Regis Ferreira da Silva**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Agronomia, professor colaborador convidado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

**Rafael Moreira Soares**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Proteção de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Rodrigo Schoenfeld**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência do Solo, pesquisador do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha, RS

**Rogério Oliveira de Sousa**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, professor associado da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**Santiago Vianna Cuadra**

Meteorologista, doutor em Meteorologia Aplicada, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Silvio Steinmetz**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

**Thiago Jonas Nakayama**

Biólogo, mestre em Genética e Biologia Molecular, doutorando da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

**Waldir Pereira Dias**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Walkyria Bueno Scivittaro**

Engenheira-agrônoma, doutor em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

# Apresentação

De forma didática e sintética, a obra *Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul* contextualiza os avanços recentes da agricultura brasileira e apresenta os principais desafios para o futuro a partir das demandas da sociedade. A obra é composta de 14 capítulos, cuja contribuição trás boa parte dos avanços científicos e tecnológicos da produção de soja e de milho em bases sustentáveis nas áreas de terras baixas do Rio Grande do Sul.

Nos últimos 40 anos, a agricultura brasileira experimentou talvez a maior revolução de todos os tempos a partir dos avanços de produtividade e, em consequência, de produção. Ao final dos anos 1960 e início dos anos 1970, o Brasil era grande importador de alimentos. À época, o País produzia menos de 500 kg de cereais por habitante por ano.

Grande parte dos avanços foram predominantemente lastreados pela incorporação de conhecimentos e soluções tecnológicas desenvolvidas pelas instituições públicas e privadas que compõem o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e pelos próprios agricultores, a exemplo do sistema plantio direto, embora a expansão da fronteira agrícola (especialmente na região Sul e na região do Cerrado) também tenha contribuído, porém em menor grau.

A revolução tecnológica experimentada no Brasil, embora tenha contribuído para a redução da população no campo a partir da concentração da terra e do capital, foi fundamental para garantir segurança alimentar e tornar o Brasil uma referência mundial em agricultura tropical e subtropical, dispondo de invejáveis mais de 1.000 kg de cereais por habitante por ano. Avanços inegáveis foram obtidos em quase uma centena de programas de melhoramento genético vegetal e animal, bem como no desenvolvimento e adoção de boas práticas para os sistemas de produção. Na região Sul do Brasil, um dos exemplos mais emblemáticos foi o desenvolvimento de

cultivares de arroz irrigado do tipo moderno ao final da década de 1970, como a BR IRGA 409, cujo porte baixo, alta resposta à adubação, alta produtividade e qualidade de grãos diferenciada provocaram uma verdadeira revolução na lavoura arrozeira da metade sul do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

A introdução do sistema plantio direto na palha, ainda na década de 1970 e sua consolidação ao longo dos anos 1980 e 1990, ainda que motivada pela ocorrência de processos erosivos insustentáveis, representa outro exemplo de tecnologia que transformou a agricultura nacional em referência para o mundo quanto à adoção de estratégias de manejo conservacionista de solo e água. Esse sistema, cujos princípios incluem o mínimo revolvimento do solo, a rotação de culturas e de raízes, a manutenção da palhada em superfície e a adoção de práticas mecânicas para controle da enxurrada e da erosão, permite a racionalização do uso de insumos, a redução dos custos de produção e da queima de combustíveis fósseis, o aumento da eficiência produtiva e do uso da água, dentre outras vantagens e ainda permite balanços ambientais mais favoráveis, a exemplo do sequestro líquido de carbono orgânico no solo de, em média, pelo menos 0,5 tonelada de carbono por hectare por ano.

A crescente demanda mundial por alimentos, que caminha no vácuo da evolução para mais de 9 bilhões de consumidores em 2050, provoca reflexão sobre qual será a agricultura do futuro capaz de garantir segurança alimentar e nutricional ao mundo e, ao mesmo tempo, gerar bases para o uso e manejo sustentável dos recursos naturais e da biodiversidade. Certamente, a melhor forma de “prever o futuro” será construí-lo, antecipando ao limite as mudanças de procedimentos e hábitos para tal. A sociedade cada vez mais carregará a expectativa de que a agricultura seja capaz de produzir alimentos, fibras, energia e serviços ecossistêmicos (multifuncionalidade) a partir do uso eficiente da água, dos nutrientes e da energia, contribuindo para a redução do consumo de combustíveis fósseis (descarbonização da agricultura) e, ainda, para a mitigação de possíveis efeitos negativos do processo de mudança climática global.

Certamente não será um desafio qualquer, pois o processo de urbanização retirará mais 5% da população hoje presente no campo até 2030, quando 90% da população brasileira estará concentrada nos centros urbanos, o que reduzirá grandemente a disponibilidade de mão de obra. Esse cenário forçará, cada vez mais, a incorporação, no campo, de tecnologias de mecanização de processos e de automação, incluindo a utilização de serviços e sistemas inteligentes (tecnologia de informação e comunicação) com base em sensores.

Especialmente a partir dos últimos 10 anos, a sociedade tem emitido sinais claros de que será preciso continuar produzindo alimentos em quantidade, porém que garantam a promoção da saúde e da qualidade de vida, com inocuidade e segurança ao consumidor. Para além do suprimento de calorias diárias necessárias à vida, a sociedade, cada vez mais, terá expectativa de ampliar sua longevidade e qualidade de vida a partir do consumo de alimentos saudáveis, nutricionais e funcionais. Tal perspectiva remete à adoção de princípios da agronomia e de boas práticas de manejo dos recursos naturais e da biodiversidade nos sistemas de produção, bem como à redução da dependência da nossa agricultura em relação aos insumos químicos sintéticos a partir da valorização, desenvolvimento e incorporação de conhecimentos e tecnologias com base cada vez mais na ecofisiologia, na bioquímica, na ecologia e na própria agronomia.

A monocultura, uma espécie de “especialização da produção”, cunhada como estratégia ao longo da revolução verde, gradualmente cede e continuará cedendo lugar aos sistemas integrados e rotacionados de produção. Tais sistemas apresentam menor risco às mudanças de tempo e clima, permitem melhor convivência com as pragas, são mais eficientes no uso da água e ainda permitem melhor ciclagem de nutrientes e de carbono, dentre outros benefícios. É notório o avanço desse formato tecnológico na metade sul do Rio Grande do Sul, onde ganha corpo o cultivo especialmente da soja integrada com a produção animal com base em pastagem e em rotação com o tradicional cultivo do arroz irrigado. Os inúmeros empreendimentos que têm unidades de armazenagem de grãos, ora encravados no bioma

Pampa, são testemunhos dessa mudança recente e revelam os ganhos crescentes na produtividade por área, seja da soja e do milho, seja da produção de carne, leite e do arroz, em que o manejo do arroz-vermelho, principal praga que desafia a sustentabilidade do agroecossistema de terras baixas, é grandemente facilitado quando em sistemas rotacionados e integrados.

O agroecossistema de terras baixas apresenta características particulares que o diferenciam das áreas de terras altas. As paisagens são geralmente planas, com baixa declividade; os solos predominantes geralmente apresentam de baixa a média fertilidade natural e baixa capacidade de drenagem interna. Nas terras baixas, o cultivo de arroz irrigado por inundação ocupa mais de 1,1 milhão de hectares somente na metade sul do Rio Grande do Sul. A dificuldade de drenagem constitui um dos grandes desafios para a diversificação da matriz produtiva com culturas como soja, milho, sorgo e espécies forrageiras.

A despeito de ser um ambiente diferenciado e geograficamente delimitado à metade sul do Rio Grande do Sul e à região litorânea de Santa Catarina, o agroecossistema de terras baixas contribui decisivamente para a produção de arroz irrigado, carne, leite, soja e milho (em menor intensidade). Nesse ambiente, inúmeras instituições de ciência e tecnologia, a exemplo do Instituto Rio Grandense do Arroz (Irga), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, da Universidade Federal de Santa Maria, da Universidade Federal de Santa Catarina, da Universidade Federal de Pelotas, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), além de agricultores e empresas públicas e privadas e de assistência técnica e extensão rural, dentre outras, contribuíram, ao longo dos últimos 80 anos, para a consolidação das áreas de terras baixas como importante polo de produção de alimentos e oferta de serviços.

Inovações incrementais e de ruptura foram desenvolvidas e introduzidas ao longo do tempo pelas instituições e até mesmo pelos agricultores.

Destacam-se inúmeros e consistentes avanços no potencial genético da soja e do milho, contemplando a genética mais bem adaptada aos estresses abióticos (seca e encharcamento) e bióticos (convivência com as pragas); a incorporação de boas práticas agrícolas para o manejo do solo, da água e da fertilidade; o manejo integrado de pragas e o desenvolvimento de sistemas integrados de produção animal e vegetal. Questões de mercado (menor custo e disponibilidade de terra e valorização da soja como commodity), de logística (proximidade ao Porto de Rio Grande) e o acesso a políticas públicas como zoneamento agrícola e crédito também contribuíram para a consolidação especialmente da soja na metade sul do Rio Grande do Sul.

Ainda que, em nosso “modelo mental”, ativos tangíveis (sementes, fertilizantes, inoculantes e agrotóxicos) costumem ser mais “perceptíveis” quanto ao seu impacto sobre o processo de produção, estudos recentes demonstram que mais de 70% dos avanços obtidos pelo agronegócio brasileiro são resultantes da incorporação de conhecimentos e boas práticas para o sistema de produção, considerados ativos intangíveis. De diferentes formas e em maior ou menor intensidade, esta obra sintetiza o que há de melhor em avanço de conhecimento para os sistemas de produção de soja e milho em terras baixas no Rio Grande do Sul, bem como destaca desafios importantes que deverão pautar as instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação comprometidas com esse ambiente nos próximos anos. Boa leitura!

*Clenio Nailto Pillon*

Chefe-Geral da Embrapa Clima Temperado

# Sumário

## **Capítulo 1**

Descrição climática da região ..... 15

## **Capítulo 2**

Solos de várzeas e terras baixas ..... 23

## **Capítulo 3**

Irrigação e drenagem para cultivo de soja e milho..... 45

## **Capítulo 4**

Plantio direto ..... 79

## **Capítulo 5**

Manejo da fertilidade do solo para cultivo de soja e milho..... 105

## **Capítulo 6**

Cultivares de soja..... 127

## **Capítulo 7**

Cultivares de milho ..... 141

## **Capítulo 8**

Manejo de insetos-praga em milho e soja ..... 163

## **Capítulo 9**

Manejo de doenças em soja..... 189

## **Capítulo 10**

Manejo de doenças em milho ..... 215

## **Capítulo 11**

Manejo de plantas daninhas em soja e milho ..... 235

## **Capítulo 12**

Rotação e sucessão de culturas..... 267

### **Capítulo 13**

Mecanismos morfofisiológicos de tolerância  
ao estresse por encharcamento do solo..... 285

### **Capítulo 14**

Avanços biotecnológicos para o desenvolvimento da  
tolerância de soja e milho ao estresse por encharcamento do solo..... 317

# Descrição climática da região

Ivan Rodrigues de Almeida | Silvio Steinmetz | Carlos Reisser Júnior | Santiago Vianna Cuadra

## Introdução

A imprecisão geográfica do termo “terras baixas” no Brasil resulta do enfoque ou associação que se queira representar da paisagem que ocorre em determinada superfície territorial. Entre os elementos que podem contribuir para a definição desses limites, em geral, apresentam-se aqueles ligados aos recursos naturais de relevo, clima, solos e vegetação, bem como aqueles que também podem estar associados ao processo de ocupação do território pelo homem, adquirindo um componente étnico e histórico.

No Estado do Rio Grande do Sul, as imagens do conjunto paisagístico de campos cultivados, pradarias destinadas ao pastoreio, serras e florestas remetem às possíveis atividades agropecuárias e usos que se pode praticar nesses ambientes.

Nesse contexto, a criação de gado e o cultivo de arroz irrigado em solos hidromórficos, planossolos e associações formam a base da economia do setor primário e delimitam, de certo modo, regiões que se sobrepõem como a da Metade Sul do Rio Grande do Sul e do Bioma Pampa.

O Bioma Pampa, responsável pelo predomínio do conjunto florístico dessa região, é indicador de um paleoclima mais seco e frio, em transição para o clima mais úmido e quente, o que determinaria uma expansão da floresta tropical, a exemplo das áreas de contato do Bioma Mata Atlântica no norte do estado.

Assim, no Estado do Rio Grande do Sul, a percepção do termo “terras baixas” sugere uma conotação mais agrônômica pelo uso da terra, que compreende os contextos sociais, políticos e econômicos, do que uma