

Sistema sulco-camalhão em área suavizada para o cultivo de espécies de sequeiro em terras baixas

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



José Maria Barbat Parfitt
Walkyria Bueno Scivittaro
André Andres
Germani Concenço
Letícia Burkert Mélo Araujo
Jéssica Goetzke Martin



Sistema sulco-camalhão em área suavizada para o cultivo de espécies de sequeiro em terras baixas¹

As terras baixas do Rio Grande do Sul abrangem uma área de aproximadamente 4 milhões de hectares, caracterizando-se pelo relevo predominantemente plano, pelo solo pouco profundo, pela presença de uma camada de impedimento situada entre 30 cm e 50 cm de profundidade e pela baixa capacidade de armazenamento de água. Por sua vez, o clima predominante na região caracteriza-se por verões secos, apesar da ocorrência de eventos de precipitação intensa concentrados em determinados períodos, condições que proporcionam estresses por déficit e excesso hídrico a culturas como a soja e milho. Já durante o inverno, a condição mais comum é o excesso hídrico.

Por suas características, as áreas de terras baixas em condição natural não são muito propícias aos cultivos de sequeiro, como é o caso da soja, milho e cereais de inverno. No entanto, a tecnologia sulco-camalhão, que consiste na configuração da superfície do solo em forma de “telha”, em que o camalhão é a zona de cultivo, e o sulco, a zona de escoamento da água de drenagem ou de irrigação, constitui-se em tecnologia de cultivo adequada a esse ambiente. A partir da suavização da área, o sistema de cultivo em sulco-camalhão oferece excelente drenagem superficial em períodos de chuvas intensas e ainda permite a irrigação da área por sulco em períodos de estiagem.

A técnica de sulco-camalhão há algum tempo vem sendo testada em lavouras comerciais em vários locais do RS. Geralmente, as experiências malsucedidas do passado estiveram associadas ao uso isolado da técnica, ou seja, não associado à suavização do solo das lavouras. Nos últimos anos, duas tecnologias fundamentais à implementação do cultivo em sistema sulco-camalhão foram introduzidas ao sistema produtivo: 1) geotecnologia, que permite a sis-

¹ José Maria Barbat Parfitt, engenheiro agrícola, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Walkyria Bueno Scivittaro, engenheira-agrônoma, doutora em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. André Andres, engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Ciências Agrárias, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Germani Concenço, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Leticia Burkert Mélio Araujo, engenheira agrícola, doutora em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Jéssica Goetzke Martin, estudante da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

tematização do solo com declividade variada (suavização); 2) politubos, que são utilizados para a irrigação das culturas. A suavização tornou possível adequar a superfície do solo das lavouras com menor movimentação de solo, reduzindo o tempo de execução e os custos da operação (Campos et al., 2021). Por outro lado, os politubos, associados a um bom projeto de manejo da água, permitem a irrigação eficiente, prática e com baixo custo.

Esta publicação tem o objetivo de descrever sucintamente as etapas envolvidas na implementação da tecnologia de sulco-camalhão para o cultivo de espécies de sequeiro em terras baixas, detalhando as etapas de suavização da área, descompactação do solo, construção dos camalhões, correção do solo e adubação, arranjo de plantas, manejo de plantas, manejo da irrigação e colheita. Apresenta, ainda, alguns resultados de produção e retorno financeiro obtidos em lavouras-piloto estabelecidas junto a produtores de diferentes regiões arrozeiras do RS.

Descrição da tecnologia

A construção de camalhões com equipamento específico promove a abertura simultânea de sulcos, o mesmo ocorrendo na situação inversa, com o sulcamento do terreno. Nos camalhões é estabelecida a zona de cultivo, apresentando solo mais profundo e descompactado, ideal para o desenvolvimento radicular das culturas, e os sulcos possibilitam a irrigação e a drenagem da lavoura. Esses são utilizados também como zona de tráfego para o rodado de máquinas e implementos agrícolas.

A tecnologia sulco-camalhão, quando bem aplicada, é totalmente segura e garante a expressão de elevado potencial produtivo de culturas como a soja e o milho. Requer, porém, a adoção correta dos procedimentos recomendados.

A sequência de operações é a seguinte: suavização do terreno, sempre que necessário; descompactação do solo; correção da fertilidade do solo; construção dos camalhões; implantação de culturas de cobertura do solo ou, eventualmente, uma cultura produtora de grãos no inverno, como por exemplo, o trigo; semeadura da cultura de verão; e instalação dos politubos (Figura 1). As máquinas, equipamentos e demais materiais necessários estão disponíveis no mercado de máquinas e implementos agrícolas.

Fotos: José Maria Parfitt



Figura 1. Etapas sequenciais da implantação do sistema sulco-camalhão em lavoura de espécie de sequeiro em terras baixas: suavização (A); construção dos camalhões (B); semeadura (C); lavoura de soja em estágio inicial de desenvolvimento (D); e lavoura de soja irrigada com politubo (E).

- Suavização: denominação atribuída à sistematização do solo com declividade variada (Figura 1A). Essa técnica viabiliza a movimentação de menor quantidade de solo, afetando menos o perfil do solo, e demanda menor tempo para a execução e custo. A movimentação de solo média varia entre 120 m³/ha e 160 m³/ha, enquanto a sistematização em plano da mesma área promoveria movimentos médios de solo superiores a 250 m³/ha. O processo de suavização inicia-se com o levantamento planialtimétrico da área, utilizando o sistema *Global Navigation Sattelite System* (GNSS) no trator e base *Real Time Kinematic* (RTK) instalada nas proximidades. A análise do levantamento planialtimétrico determina a necessidade ou não de suavização. O projeto é elaborado em software específico, onde são definidos os cortes e aterros a serem executado na área. Para a execução do projeto a campo, o mapa do projeto com os cortes e aterros da área é transferido para o monitor instalado na cabine do trator, que controla o trabalho de uma plaina tipo caixão, equipada com válvula hidráulica proporcional. Na elaboração do projeto de suavização é muito importante estabelecer a declividade mínima da área. Sempre que possível, a declividade deve variar entre 0,05% e 0,10%, para eliminar as depressões existentes na área. No projeto também é definido o sentido dos camalhões, normalmente paralelo a uma das laterais da lavoura. Mais informações sobre sistematização (suavização) podem ser encontradas em Parfitt et al. (2020).
- Preparo do solo: Durante o processo de suavização, o solo é compactado, tornando obrigatória a escarificação ou preparo profundo (em torno de 30 cm). Caso a área tenha sido previamente suavizada, deve-se verificar a necessidade de retoque da suavização, bem como a necessidade de nova escarificação.
- Correção da fertilidade do solo: Quando se tem controle da água (drenagem e irrigação), é compensatório o investimento em correção da fertilidade do solo, viabilizando otimizar o potencial produtivo das culturas conduzidas em sistema sulco-camalhão. Os solos das terras baixas do RS, em geral, são levemente ácidos e apresentam baixa fertilidade, sendo indicada a correção da acidez do solo para pH 6,0 e a adubação para atender a demanda nutricional das culturas, considerando-se a expectativa de produtividade pretendida. Em atividades experimentais

realizadas na Embrapa Clima Temperado, as indicações de adubação estabelecidas para as áreas consideram, normalmente, uma expectativa de produtividade de 5 t/ha de soja. Entretanto, em muitas situações, essa produtividade tem sido superada, de modo que pode ser utilizada uma expectativa ainda maior. Para a cultura do milho e outras é indicado adotar o mesmo raciocínio.

- **Construção da infraestrutura de sulcos e camalhões:** Concluída a suavização e o preparo do solo, a etapa seguinte refere-se à construção dos camalhões. Tem-se utilizado uma camalhoneira que trabalha com discos e necessita de aproximadamente 15 CV por camalhão, trabalhando numa velocidade próxima de 15 km/h. Os camalhões são construídos com 90 cm de largura (centro a centro) e com a altura aproximada de 20 cm (Figura 1C). Essa dimensão viabiliza arranjo de plantas adequado, tanto de soja como de milho. Além disso, a distância entre os sulcos é compatível às bitolas mais comuns dos tratores e implementos agrícolas, permitindo que os rodados transitem pelos sulcos. É possível utilizar largura distinta, desde que propicie um arranjo de plantas adequado, ou seja, em que o dossel da cultura preenche todo o espaço de forma rápida.
- **Nas terras baixas menos declivosas (menos de 0,3% de declividade),** recomenda-se utilizar sulcos com comprimento máximo de 400 m, possibilitando irrigar por período inferior a 20 horas. Desse modo, as drenagens e irrigações são rápidas e eficientes, quando necessárias. Recomenda-se a construção dos camalhões com a maior antecedência possível, deixando a área pronta para a semeadura na época recomendada.
- **Semeadura:** Nessa operação, nos experimentos realizados foram utilizadas semeadoras pneumáticas, que trabalham com dosador, adaptadas para semear duas linhas espaçadas em 30 cm (60 cm entre camalhões) sobre os camalhões e depositar o fertilizante no centro dos camalhões, entre as duas linhas de semeadura (Figura 1D). As rodas motrizes deslocam-se pelos sulcos. Isso é válido para qualquer tipo de semeadora. Para a semeadura de cereais de inverno é possível utilizar semeadoras utilizadas para a cultura do arroz.

- Irrigação: O projeto de irrigação por sulco da lavoura, seja soja ou milho, pode ser realizado no software *Pipe Planner* da Delta Plastics, de acesso gratuito no site da empresa. O programa demanda informações sobre a direção da declividade do terreno, vazão por hectare e tipo de textura do solo. Com essas informações, o software fornece o tempo de irrigação, diâmetro do politubo e dos furos a serem abertos no politubo. Os furos, em geral, são de diferentes diâmetros, devido ao fato de o comprimento dos sulcos ser variável, assim com os diâmetros dos furos também são distintos, para compensar a vazão, de forma que a água atinja o final de todos os sulcos simultaneamente. Na Figura 2, é apresentado projeto de irrigação de área de 23,5 ha no município da Jaguarão, RS. Conjuntamente com a distribuição dos politubos (Figura 1E), que devem ser instalados imediatamente após a emergência da lavoura de verão, é de extrema importância o planejamento da drenagem superficial do terreno para evitar pontos de alagamento na porção final dos camalhões.

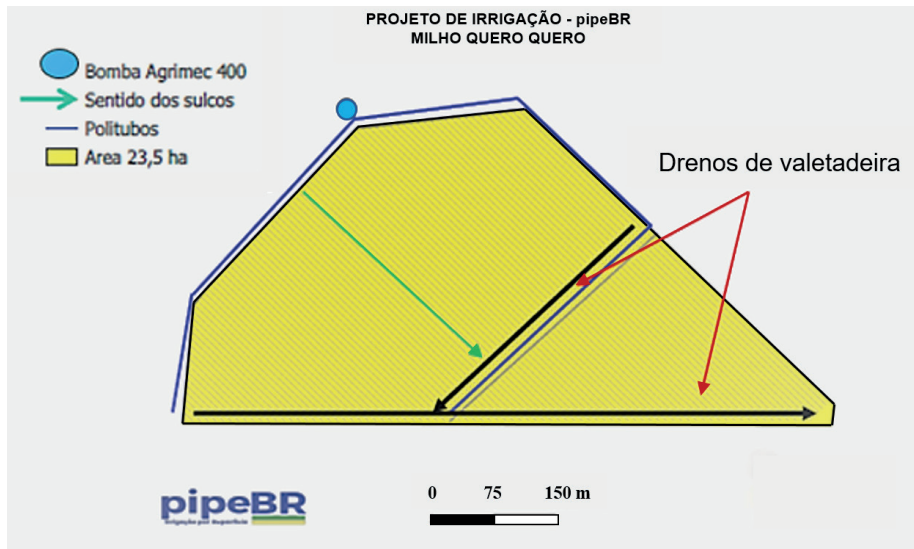


Figura 2. Exemplo esquemático de um projeto de irrigação por sulco com o uso de politubos.

Fonte: Adaptado de Campos et al. (2021).

A gestão da irrigação requer a escolha de um método prático e preciso. Idealmente, a medição do teor de água no solo deveria ser feita de forma direta, utilizando um conjunto de sensores distribuídos na lavoura. Mas, em função da variabilidade espacial da umidade do solo, essa alternativa torna-se onerosa e pouco prática. Assim, para as lavouras experimentais utilizadas neste trabalho, foi desenvolvido um aplicativo, denominado Irrigação Terras Baixas (Figura 3), onde o momento de irrigar as culturas é fundamentado em dados climáticos locais, nas características físico-hídricas do solo e dados agronômicos das culturas. O aplicativo está disponível comercialmente, possui uma interface intuitiva, pode ser acessado a partir de diversos dispositivos eletrônicos e envia um alerta ao produtor quanto à necessidade de irrigação, com 5 dias de antecedência, dando-lhe tempo para organizar a operação.



Figura 3. Interfaces principais do aplicativo Irrigação Terras Baixas em telefone celular, apresentando informações de lavoura, como a demanda hídrica da cultura, quantidade de chuva e irrigação acumuladas no período, previsão de irrigação, gráfico do ciclo da cultura e, ainda, a previsão do tempo.

- Colheita: A colheita da soja é realizada de forma longitudinal aos camalhões, com as mesmas plataformas utilizadas para a cultura do arroz. Para a colheita de milho, o Projeto Sulco indica o uso de plataforma Massey Ferguson com 45 cm de espaçamento entre linhas, que proporciona excelente resultado.

Resultados e análise econômica de lavouras conduzidas em sistema sulco-camalhão

- Soja: A análise econômica foi realizada utilizando dados de um projeto da Embrapa, em parceria com empresas privadas (Projeto Sulco) para difusão da tecnologia sulco-camalhão, constituído pela Embrapa Clima Temperado, Centeno Agrooteligência, Trimble Brasil LTDA, Massey Ferguson, KLR Implementos, PipeBR, Pioneer Sementes e Irrigação Terras Baixas. Até a safra 2022/2023 foram avaliadas 17 lavouras experimentais em área de produtores parceiros, num total de 12 municípios das regiões Litoral Sul, Campanha e Depressão Central do RS, com as culturas de soja e milho.

Na Figura 4 constam os resultados com a cultura da soja das safras 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022. Com relação à produtividade e custos, pode-se observar que a produtividade média das três safras foi de 76,8 sacos por hectare. O custo médio adicional pelo uso da tecnologia foi de 3,6 sacos por hectare, o qual inclui as etapas de suavização, construção dos camalhões, politubos e irrigação. O custo da suavização foi diluído em 5 anos, visto se tratar de um investimento, não de desembolso anual. Em todos os locais, a lavoura de soja instalada em sistema sulco-camalhão foi comparada com outra lavoura adjacente, implementada no sistema convencional sem irrigação e com a mesma cultivar, época de semeadura e adubação. As lavouras convencionais alcançaram produtividade média de 47,2 sacos por hectare, ou seja, 29,6 sacos por hectare menos que as lavouras do sistema sulco-camalhão, demonstrando viabilidade técnica e econômica da tecnologia sulco-camalhão para as lavouras de soja em diferentes regiões arroseiras do RS.

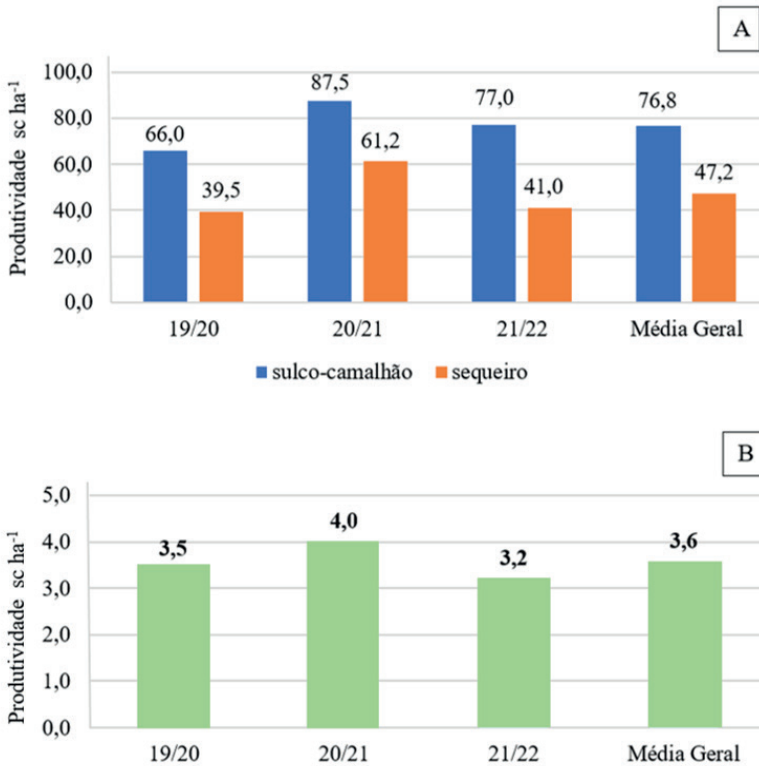


Figura 4. Desempenho produtivo de lavouras de soja cultivadas nos sistemas convencional e sulco-camalhão (A) e custos adicionais associados à adoção da tecnologia sulco-camalhão nas lavouras (B). Dados utilizados de experimento do Projeto Sulco obtidos nas safras 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022 em lavouras de produtores parceiros.

Os resultados em geral são bastante satisfatórios. Mas deve ser considerado que as lavouras precisaram ser suavizadas, o que exigiu a construção dos camalhões, e foram semeadas com as máquinas disponíveis. Por essa razão, algumas lavouras foram instaladas fora da época ideal, o que pode ter influenciado na produtividade. Assim, considera-se que as produtividades apresentadas subestimam o potencial da tecnologia.

A Figura 5 são apresentados dados de apenas um local de produção, onde é possível comparar o desempenho de lavouras de soja irrigadas, relativamente ao sistema convencional sem irrigação, desenvolvida em parceria com a RiceTec Sementes Ltda., no município da Capão do Leão, RS, durante quatro safras. Nota-se que a adoção do sistema sulco-camalhão praticamente dobrou a produtividade da soja, de 36,4 para 67,1 sacos por hectare. Alguns aspectos importantes sobre o resultado são que o sistema sulco-camalhão irrigado sempre teve a produtividade maior que no sistema convencional sem irrigação e, ainda, que o sistema sulco-camalhão propicia estabilidade de produção.

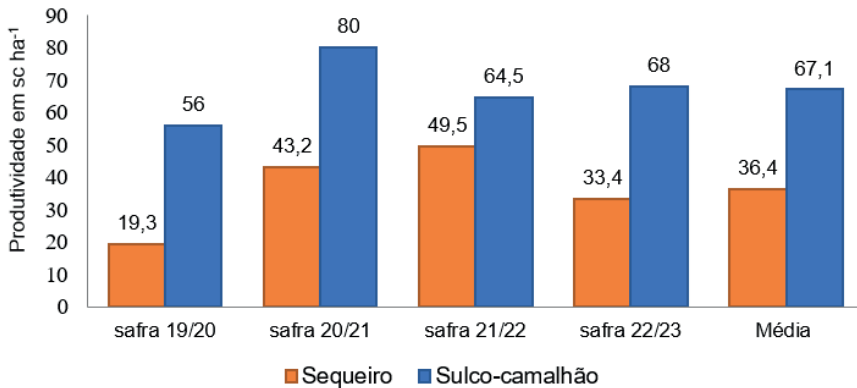


Figura 5. Desempenho produtivo de lavouras de soja cultivadas nos sistemas convencional e sulco-camalhão no município de Capão do Leão, RS. Dados obtidos nas safras 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023 em área da empresa RiceTec Sementes Ltda.

- Milho: A comparação dos resultados entre locais foi afetada, devido aos resíduos um herbicida sistêmico à base dos ingredientes ativos imazapique e imazapir (Grupo B – HRAC), utilizado na cultura antecedente, de arroz irrigado. Entretanto, na Fazenda São Francisco, em Jaguarão, RS, onde não ocorreu esse problema, os rendimentos de três safras 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023 foram de 157,7; 173; e 204,6 sacos por hectare, respectivamente, ou seja, média de 178,4 sacos por hectare, com custo adicional pelo uso da tecnologia de 9 sacos por hectare.

Esse resultado retrata o grande potencial do cultivo de milho em terras baixas proporcionado pelo uso da tecnologia sulco-camalhão com irrigação.

Fotos: Paulo Nolasco



Figura 6. Lavouras de milho implantadas em sistema sulco-camalhão nas safras 2020/2021 (A), 2021/2022 (B) e 2022/2023 (C) na Fazenda São Francisco, em Jaguarão, RS.

Considerações finais

A tecnologia sulco-camalhão, utilizada com cultivos de verão, como o milho e a soja, e as espécies de sucessão, no outono-inverno, viabiliza que essas culturas alcancem patamares de produtividade elevados, visto que os estresses hídricos comuns nesse ambiente são praticamente eliminados. Dessa forma, o cultivo de soja e milho em sistema de sulco-camalhão, em rotação ao arroz irrigado, vem crescendo significativamente nas terras baixas do Rio Grande do Sul (RS). Estima-se que atualmente a área ocupada com esses cultivos em terras baixas equivalha a 8% da área cultivada com arroz no estado, a qual é superior a 900 mil hectares. Recentemente, o trigo e outros cereais de inverno também estão sendo cultivados em sistema sulco-camalhão durante o período de outono-inverno, em sucessão às espécies de verão. Os resultados da tecnologia sulco-camaleão mostram a alta eficiência do processo em relação à soja e seu grande potencial no cultivo do milho.

Referências

- CAMPOS, A. S. de; CENTENO, A.; ANDRES, A.; PARFITT, J. M. B.; MÉLLO-ARAUJO, L.; BUENO, V. B.; 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: Embrapa Clima Temperado, 2021. 31 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 506).
- PARFITT, J. M. B.; BUENO, M. V.; BERGMANN, H. M.; VEBER, P. M.; TIMM, P. de A.; CAMPOS, A. S. de; SINNEMANN, C. S.; CUNHA, S. da; VEIGA, A. B. **Modelos para sistematização nas terras baixas do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2020. 22 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 489).

Exemplares desta publicação
podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
BR-392, km-78, Caixa Postal 403
96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição

Publicação digital (2023): PDF



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA E
PECUÁRIA**



Comitê Local de Publicações

Presidente

Luis Antônio Suita de Castro

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufé, Sonia Desimon*

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufé (CRB-10/1274)

Editoração eletrônica

Nathália Santos Fick

Projeto gráfico

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa

José Maria Barbat Parfitt

CGPE 18387