

Manejo da Água no Cultivo da Soja em Rotação com Arroz Irrigado em Área Não Sistematizada



ISSN 1516-8840

Outubro, 2017

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

Documentos 440

Manejo da Água no Cultivo da Soja em Rotação com Arroz Irrigado em Área Não Sistematizada

*José Maria Barbat Parfitt
Antoniony Severo Winkler
Jaqueline Trombetta da Silva
Marília Alves Brito Pinto
Pâmela Andrade Timm
Luís Carlos Timm
Marcos Valle Bueno*

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson,*

Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Revisão de texto: *Bárbara C. Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Fernando Jackson*

Foto de capa: *José M.B. Parfitt*

1ª edição

Obra digitalizada (2017)

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

M274 Manejo da água no cultivo da soja em rotação com arroz irrigado em área não sistematizada / José Maria Barbat Parfitt... [et al.]. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017.
29 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840 ; 440)

1. Irrigação. 2. Drenagem. 3. Ciência do solo.
I. Parfitt, José Maria Barbat. II. Série.

CDD 631.4

©Embrapa 2017

Autores

José Maria Barbat Parfitt

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

Antoniony Severo Winkler

Engenheiro agrícola, mestre em Manejo e Conservação do Solo e da Água, doutorando do Programa de Pós-Graduação Macsa/UFPel, Pelotas, RS.

Jaqueline Trombetta da Silva

Engenheira-agrônoma, mestre em Manejo e Conservação do Solo e da Água, doutoranda do Programa de Pós-Graduação Macsa/UFPel, Pelotas, RS.

Marília Alves Brito Pinto

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Vitória da Conquista, BA.

Pâmela Andrade Timm

Estudante de graduação em Agronomia, UFPel, Pelotas, RS.

Luís Carlos Timm

Engenheiro agrícola, doutor em Agronomia,
professor do Departamento de Engenharia Rural
da Faem/UFPel, Pelotas, RS.

Marcos Valle Bueno

Engenheiro agrícola, mestrando no Programa
de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, UFPel,
Pelotas, RS.

Apresentação

O adequado manejo da água, tanto de irrigação como de drenagem, constitui-se em aspecto técnico de fundamental importância para o sucesso na diversificação do sistema produtivo das terras baixas do Rio Grande do Sul. Novas tecnologias, em especial as relacionadas ao uso do GPS com base RTK (*Real Time Kinematic*, ou posicionamento cinemático em tempo real), estão sendo incorporadas ao sistema produtivo que aprimoram várias práticas agrícolas, as quais permitirão, em curto prazo de tempo, promover mudanças no cenário atual de produção constituído basicamente no binômio arroz-pecuária extensiva.

Neste sentido, esta publicação aborda aspectos básicos no manejo da irrigação e drenagem em terras baixas, visando o cultivo da soja em rotação com o arroz irrigado, tendo como base uma área não sistematizada típica da produção de arroz irrigado no município de Dom Pedrito/RS. Boa leitura!

Clenio Nailto Pillon
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Manejo da Água no Cultivo da Soja em Rotação com Arroz Irrigado em Área Não Sistematizada	9
Introdução	9
Drenagem	10
Modelo de elevação da área	11
Projeto de drenagem superficial	13
Sistema sulco/camalhão	14
Necessidades de irrigação	18
Resultados de pesquisa	21
Estudo de caso	23
Agradecimentos	28
Referências	29

Manejo da Água no Cultivo da Soja em Rotação com Arroz Irrigado em Área Não Sistematizada

*José Maria Barbat Parfitt
Antoniony Severo Winkler
Jaqueline Trombetta da Silva
Marília Alves Brito Pinto
Pâmela Andrade Timm
Luís Carlos Timm
Marcos Valle Bueno*

Introdução

A atividade agropecuária no ecossistema de terras baixas de clima temperado ou várzeas, como comumente denominadas, tem como principal componente o binômio arroz irrigado/pecuária extensiva de corte. Nos últimos anos, na busca pelo aumento da rentabilidade do sistema produtivo nessas áreas, tem-se incentivando a diversificação do sistema produtivo através da rotação da cultura do arroz com outras culturas, principalmente a soja e em menor escala o milho e o sorgo.

O principal limitante ao bom desempenho dessas culturas em terras baixas é a deficiente drenagem natural dos solos que as constituem, que, por sua vez, ocorre devido às características como: topografia predominantemente plana, adensamento do horizonte superficial, alta relação micro/macroporosidade (inadequada relação água/ar para a maioria das espécies produtoras de grãos), e principalmente condutividade hidráulica praticamente nula no horizonte B. No entanto, com o uso de práticas de manejo e técnicas agrícolas

adequadas aos solos de terras baixas do Rio Grande do Sul (RS), pode-se melhorar a drenagem superficial, possibilitando um sistema produtivo diversificado com viabilidade técnica e econômica.

Outro fator importante para o desenvolvimento das culturas de verão, nas regiões de ocorrência das terras baixas do RS, é a disponibilidade hídrica. A quantidade de chuvas e/ou a irregularidade de sua distribuição nesse período, aliada à alta demanda evaporativa da atmosfera e a baixa capacidade de retenção de água dos solos, fazem com que as necessidades hídricas de culturas como soja e milho, principalmente, não sejam supridas para atingir produtividades que promovam rentabilidade ao produtor rural. Tais características climáticas determinam a utilização da irrigação suplementar, principalmente em anos em que ocorra o fenômeno do La Niña, para que essas culturas expressem seu potencial de produtividade com o máximo aproveitamento dos insumos disponíveis.

Esta publicação aborda aspectos básicos no manejo da irrigação e drenagem em terras baixas do Rio Grande do Sul, visando ao cultivo da soja em rotação com o arroz irrigado, tendo como base uma área típica de arroz irrigado no município de Dom Pedrito.

Drenagem

Normalmente as áreas de terras baixas já possuem infraestrutura para o cultivo do arroz irrigado (drenos, canais de irrigação etc.). Entretanto, tendo em vista a maior exigência em drenagem para a cultura da soja, essa estrutura deve ser melhorada. A drenagem superficial, que é a remoção do excesso de água da superfície do solo, pode ser subdividida em duas categorias: macrodrenagem e microdrenagem.

A macrodrenagem é composta de sistema de drenos escavados para

coletar os excedentes de águas de chuvas e da irrigação, deve ser adequadamente dimensionada de modo a atender à demanda da microbacia na qual as lavouras estão inseridas. Os drenos coletores principais destinados a receber as águas de outros drenos e conduzi-las ao ponto de descarga da microbacia, além de bem dimensionados, devem sofrer periodicamente processos de limpeza, reformas e/ou desobstrução, para que sejam eficientes e cumpram sua função.

A microdrenagem ou drenagem interna da lavoura é composta de drenos secundários e também de outras adequações da superfície do solo, tais como sistematização e/ou camalhões. Sua implantação e dimensionamento são condicionados a vários fatores, entre eles as condições topográficas da lavoura, as características físicas do solo, as espécies cultivadas e aos sistemas de cultivo ou sistema de semeadura utilizado. A prática de microdrenagem é antecedida pelo aplainamento do solo que, embora seja realizado por diversos motivos nas lavouras de terras baixas, como uniformização da superfície do solo para criação de um ambiente adequado para a semeadura e outras práticas, atua como facilitador do escoamento superficial da água por eliminar as rugosidades superficiais. Nesse sentido o aplainamento do solo pode corrigir pequenas depressões sem alterar a topografia geral do terreno.

Modelo de elevação da área

Todas as lavouras, mesmo as de topografia muito plana, possuem o seu sistema natural de drenagem superficial, ou seja, o caminho natural (linhas de fluxo) das águas. No entanto, na maioria das áreas, essa drenagem é deficiente, havendo a necessidade de uma melhoria do sistema.

Tecnologias disponíveis na atualidade permitem analisar a superfície do terreno com alta precisão através do modelo digital de elevação

(MDE) da área. O MDE é obtido através de um levantamento de campo utilizando *Global Navigation Satellite System* (GNSS) com sistema *Real Time Kinematic* (RTK) e posterior geoprocessamento. É necessário que o mapa seja elaborado com uma densidade de pontos amostrados de, no mínimo, 400 pontos/ha. As áreas com relevo desuniforme, via de regra, necessitam maior número de pontos para que tenhamos um mapa de alta confiabilidade. O MDE da área é uma ferramenta básica, pois vários procedimentos, por exemplo o projeto de entaipamento, de irrigação e drenagem e de sistematização, entre outros.

Na Figura 1 pode-se observar o MDE de uma área de aproximadamente 40 ha no município de Dom Pedrito. As partes indicadas com cores alaranjadas representam as zonas com cotas mais altas, e as azuis as mais baixas, passando por cotas intermediárias de cores amarelas e verdes respectivamente.

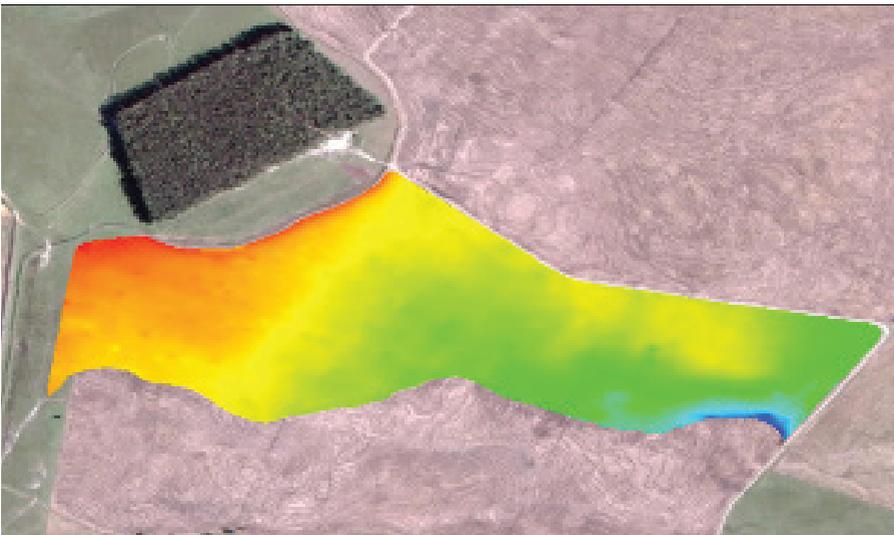


Figura 1. Modelo Digital de Elevação da área de terra baixa no município de Dom Pedrito/RS.

Projeto de drenagem superficial

De posse do MDE e com um software tipo ArcGIS é possível se obter as linhas de fluxo da água, o qual representa o escoamento da água na superfície do terreno. Baseado nas linhas de fluxo é confeccionado o projeto de drenagem superficial natural da área. A decisão sobre a densidade de drenos a serem utilizados cabe ao técnico que está elaborando o projeto, requerendo, portanto, boa experiência de campo. Em princípio, áreas mais planas requerem maior quantidade de drenos.

A locação no campo pode ser realizada de forma automatizada, utilizando-se trator dotado de GNSS e piloto automático, sendo que para a locação não é necessário se instalar a base RTK. Esse projeto poderá ser replantado no campo, após cada novo preparo do solo, quantas vezes forem necessárias desde que a superfície da lavoura mantenha-se inalterada.

O método descrito ainda requer aprimoramento para que, além da perfeita alocação espacial (x, y), seja possível controlar a profundidade do dreno (z), de forma que garanta o escoamento integral da água de zonas encharcadas ou com deposição de água em superfície. Para o controle da profundidade do dreno, há necessidade de que o trator disponha de controle de válvulas do hidráulico por GNSS ainda pouco disponível no Brasil, além de que as valetadeiras deverão ter a capacidade de maior poder de penetração no solo. No caso de ocorrer controle sobre a profundidade dos drenos, deverá ser instalada base RTK para que o GNSS tenha precisão na vertical. Na metodologia atual, deve-se sinalizar no projeto os percursos nos quais os drenos deverão apresentar maior profundidade do que permite normalmente, a fim de se repetir o valetamento, nesses locais, até o dreno atingir a profundidade desejada.

Em trabalho de pesquisa realizado na Estação Experimental de Terras

Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, observou-se que utilizando o MDE da área obteve-se uma eficiência de drenagem de 94,8% contra 69,8% no sistema com drenos paralelos. O sistema de drenagem a partir do MDE, além de apresentar maior eficiência, obteve o comprimento de dreno diminuído em 67%, de 4.052 m para 1.492 m (WINKLER, 2013).

Exemplo de aplicação desse método pode ser observado na Figura 2, onde, através do MDE, num talhão de aproximadamente 40 ha, foi confeccionado o projeto de drenagem superficial. Nesse caso não se observaram áreas com armazenamento superficial de água, entretanto ocorreram vários locais em que havia encharcamento no solo.

Sistema sulco/camalhão

O sulco/camalhão consiste na construção de uma “cama” ou canteiro onde serão locadas as linhas de sementes; assim a terra retirada para formar os camalhões forma um sulco entre eles. Essa forma de configuração do terreno é utilizada em grande escala na agricultura mundial e especificamente com soja e milhos, em rotação com

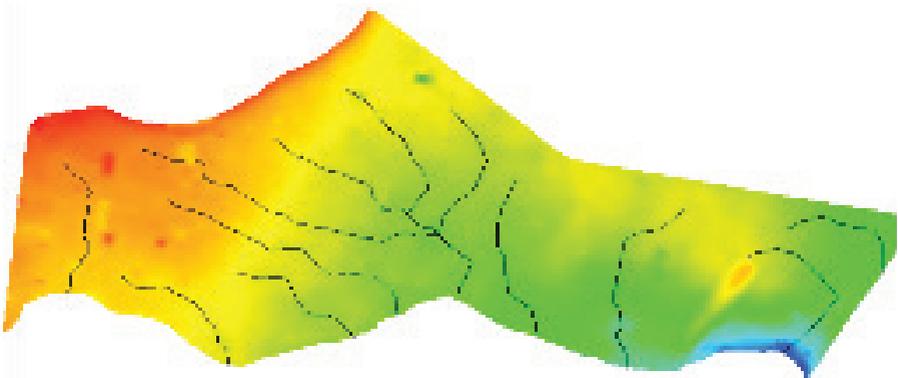


Figura 2. Modelo Digital de Elevação da área e o projeto de drenagem superficial a partir das linhas de fluxo do escoamento superficial da água.

arroz irrigado, nas terras baixas do delta do Mississipi/USA. No Rio Grande do Sul, ultimamente vem-se intensificando seu uso com a denominação de microcamalhão, camalhão ou ainda simplesmente sulcos.

No ambiente de terras baixas, esse sistema adapta-se melhor às áreas sistematizadas, independentemente do modelo de sistematização utilizado, entretanto se dispondo do modelo digital de elevação do terreno (MDE), pode ser utilizado em qualquer área de terra baixa. No entanto, não deve haver declividade oposta ao sentido preferencial do fluxo de água no sulco, ou seja, não apresentar declividade negativa. No caso de apresentar declividade negativa ocorrerá armazenamento de água entre os camalhões, podendo em muitos casos ser prejudicial ao cultivo.

Em áreas não sistematizadas, em que por questões práticas os camalhões devam atravessar zonas com declividade negativa, deve-se analisar cuidadosamente a magnitude na vertical em que vai ocorrer armazenamento de água. Por exemplo, em um camalhão com 15 cm de altura, poderia se admitir um armazenamento de 3 cm a 4 cm, embora deva-se ter plena consciência de que nessa região, após chuvas intensas ou após a irrigação, ocorrerá armazenamento de água. A Figura 3 exemplifica a locação de camalhões numa área não sistematizada.

O primeiro passo na realização do projeto da lavoura em camalhões é sincronizar com a drenagem natural do terreno. Como se pode verificar neste exemplo, houve situações nas quais ocorreu declividade negativa no sentido do fluxo da água (observar Figuras 2 e 3); entretanto, a análise do relevo do terreno mostrou que é possível em algumas situações os camalhões interceptarem linhas de fluxo (drenos), em função de que as depressões ao longo do sulco serão superadas com facilidade pelo camalhão.

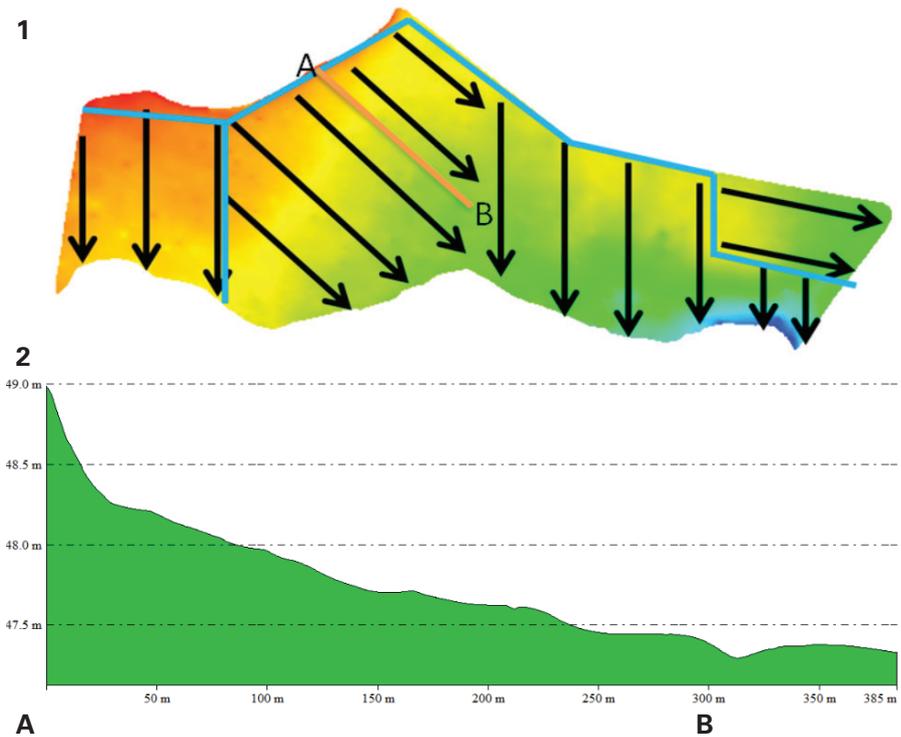


Figura 3. (1) Locação de camalhões e sentido do fluxo de água (preto) em área não sistematizada a partir do modelo digital de elevação do terreno e dos canais auxiliares de irrigação ou mangueira plástica (azul). (2) Corte longitudinal de A a B. A seta indica o ponto em que o camalhão cruza por uma linha de fluxo transversal. A profundidade é de 5 cm. O camalhão é capaz de vencer essa diferença e conduzir a água para o caminho mais baixo.

A locação dos camalhões no campo poderá ser realizada utilizando-se trator com GNSS e piloto automático da mesma forma que os drenos superficiais abordados anteriormente ou, em se tratando de áreas pequenas, através de demarcação manual com trena.

A técnica de sulco/camalhão proporciona, por um lado, garantia de boa drenagem para cultivos de sequeiro e, por outro, possibilita

a irrigação por sulcos. Para a sua confecção, podem ser utilizados sulcadores tipo “pé-de-pato” ou camalhoeriras de disco para camalhões estreitos (até 1,60 m de largura) e encanteradeiras equipadas com enxada rotativa ou com discos e formatador de canteiros, para camalhões até 1,80 m de largura.

A largura dos camalhões será em função do espaçamento utilizado para as culturas, aliado à distribuição espacial de plantas que proporcione o melhor desempenho produtivo, e das operações mecanizadas realizadas na lavoura.

Para a irrigação por sulcos, a faixa de declive recomendada situa-se entre 0,1 a 0,4%, sendo os valores intermediários os que proporcionam irrigações mais uniformes. Em terrenos com declividades resultantes superiores a 0,4%, deve-se construir os sulcos/camalhões em um ângulo tal que proporcione declividades menores. Por outro lado, quanto menor o declive, maiores serão os problemas de drenagem em anos chuvosos, consequência do maior armazenamento superficial de água. Áreas sistematizadas sem declive (cota zero) requerem sulco/camalhões mais largos e mais altos para garantir boa drenagem. Nas áreas com declives superiores a 0,4%, pode-se dispensar o uso de sulco/camalhões, construindo-se apenas sulcos para a condução da água de irrigação.

O comprimento e a largura do sulco/camalhão são determinados pelas circunstâncias naturais, isto é, a declividade do terreno, tipo do solo e vazão de água disponível. Entretanto, outros fatores podem influenciar, tais como a profundidade da lâmina de irrigação, o manejo da cultura e o comprimento do quadro da lavoura.

Embora os sulcos possam ser mais longos quando a inclinação do terreno é mais acentuada, a declividade máxima recomendada é de 0,4%, para evitar a erosão do solo, o que limita o seu comprimento. Em solos arenosos em que a água infiltra rapidamente, os sulcos

devem ser curtos, de modo que a água alcance a extremidade sem perdas excessivas por percolação. Em solos argilosos, cuja infiltração é mais baixa, os sulcos podem ser mais longos.

Quanto a vazão, para sulcos de comprimentos pequenos a médios (de 100 a 200 m) podem ser utilizados valores em torno de 0,5 L/s. Quando existe a disponibilidade de vazões maiores, em que a água escoará mais rapidamente nos sulcos, esses poderão ter comprimentos maiores. Os valores máximos de vazão que não causarão erosão dependem da declividade dos sulcos e do tipo de solo. De modo geral não se recomendam vazões superiores a 3,0 L/s. Para cultivos nas regiões de ocorrência de Planossolos, não são indicados comprimentos de sulcos/camalhões maiores que 500 m, no entanto, o tamanho do quadro da lavoura, resultante do plano de sistematização, poderá limitar o seu comprimento.

Necessidade de irrigação

Na figura 4, é apresentada a distribuição espacial da diferença entre a precipitação (P) e a evapotranspiração potencial (ETp) no Rio Grande do Sul compreendida entre início de dezembro e fim de fevereiro para o período de 1976 a 2005 (WREGGE et al., 2011). Pode-se verificar que praticamente todo o Litoral Sul e grande parte da Fronteira Oeste apresentam relação negativa, ou seja, a evapotranspiração potencial é maior que a precipitação para esse período do ano.

Se fosse considerada a evapotranspiração real ($ETp \times Kc$) da cultura da soja, essa deficiência hídrica será ainda maior, já que o coeficiente da cultura (Kc) na fase fonológica do período reprodutivo (R1 – R4) é maior que 1, ou seja, $ETR > ETp$. Assim, pode-se afirmar que em toda a Metade Sul do estado, em mais de 50% dos anos, para que a soja expresse seu potencial produtivo é necessária irrigação suplementar, principalmente no período reprodutivo das mesmas, o que coincide

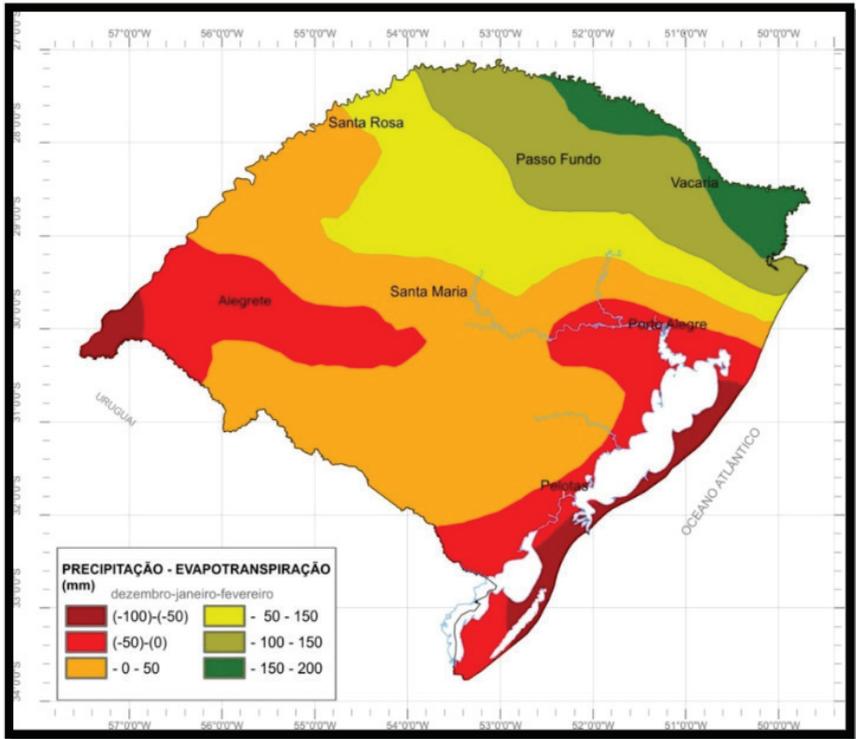


Figura 4. Balanço hídrico (precipitação – evapotranspiração) do Rio Grande do Sul. Adaptado de Wrege et al. (2011).

tempo com a maior demanda hídrica e a maior sensibilidade da cultura à deficiência hídrica.

A cultura da soja apresenta uma evapotranspiração máxima total no ciclo de aproximadamente 830 mm. Sendo que os períodos críticos em relação ao déficit hídrico são: germinação a emergência de plântulas, formação de vagens e enchimento de grãos.

O controle da irrigação, no que se refere ao momento de irrigar, independentemente do método, pode ser realizado de diferentes

maneiras. Entre essas, as mais comuns são o monitoramento via solo e via clima.

Para o manejo da irrigação via solo, uma das formas mais práticas é a utilização de sensores para o monitoramento da umidade do solo. Tendo em vista a dificuldade de obtenção de dados com outros métodos, o uso de sensores de umidade torna-se uma maneira prática e econômica para esse monitoramento e definição do momento de irrigar. Os tensiômetros devem ser instalados na profundidade que represente a profundidade efetiva do sistema radicular da planta, que é onde aproximadamente 80% do sistema radicular da cultura se concentram.

Para escolher o local da lavoura onde os sensores serão instalados, é importante identificar as áreas homogêneas da lavoura, como topografia e solo semelhantes. No caso de declividade da área, é importante que os sensores sejam instalados na parte superior, mediana e inferior da lavoura. No caso da soja, por exemplo, que é uma cultura sensível ao encharcamento é melhor que a irrigação seja feita de acordo com a umidade do solo identificada na parte inferior da lavoura. Como a parte superior da área tende a ser mais seca e se a decisão de irrigação for feita com base na umidade identificada nessa parte da lavoura, a porção inferior da lavoura apresentará a umidade do solo muito alta e, possivelmente, será prejudicial ao desenvolvimento da soja.

As leituras dos sensores de umidade devem inicialmente ser diárias, podendo ser menos frequentes a posteriori. Para a cultura da soja irrigada pelos métodos por superfícies, recomenda-se irrigar quando a tensão da água no solo atingir 0,10 MPa (MegaPascal), na fase vegetativa, e 0,80 MPa, a partir do início da floração.

O manejo da irrigação via clima é baseada na reposição da quantidade de água perdida pela evapotranspiração da cultura (ETc). Para

determinação da ET_c , utiliza-se a leitura da evaporação em tanques “Classe A” para determinação da ET_o , combinada com os coeficientes de culturas, normalmente encontrados na literatura. Como os dados de leituras de tanque “Classe A” nem sempre são de fácil acesso, algumas equações foram desenvolvidas para estimativa da ET_o a partir de dados de temperatura máxima e mínima do ar; estes dados podem ser mais facilmente obtidos com a instalação de termômetros na lavoura. Essas equações já estão implementadas em alguns softwares de livre acesso.

O fator de decisão para se determinar a supressão da irrigação pode ser o teor de água armazenada no solo na fase R7 (grãos verdes de tamanho máximo). Se nessas fases o solo estiver com bom conteúdo de umidade, a irrigação poderá ser suprimida; caso contrário, ainda será necessária a aplicação de uma última rega.

Resultados de pesquisa

Diversas pesquisas foram e estão sendo conduzidas em terras baixas para comparar diferentes tipos de camalhões, tendo as culturas do milho e a soja como culturas predominantes.

Na Embrapa Clima Temperado, foram conduzidos trabalhos para aperfeiçoar o sistema sulco/camalhão em relação à drenagem e à irrigação, em áreas sistematizadas (Tabela 1). Os experimentos foram conduzidos no Município do Capão do Leão, RS, na Estação Experimental Terras Baixas, em Planossolo Háplico, em áreas sistematizadas com e sem declive. Nas safras 2004/2005 e 2005/2006, testaram-se camalhões de 1,60 m de largura (canteiros com três linhas de soja), e em camalhões de 0,60m (com uma linha de soja), comparados ao cultivo convencional, irrigado e não irrigado, ou seja, sem camalhão.

Tabela 1. Produtividade de grãos de soja conduzida em três sistemas de cultivo, em áreas sistematizadas com e sem declive. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS, 2006.

Sistemas de cultivo	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	
	Safra 2004/2005	Safra 2005/2006
	Área sistematizada com declive ¹	
Cam. 1,60 m irrigado sulcos	2.620	4.345
Cam. 0,60 m irrigado sulcos	3.134	3.960
Convencional irrigado por inundação	3.131	3.288
Média irrigado	2.962	3.864
Convencional não irrigado	2.043	2.129
	Área sistematizada sem declive	
Cam. 1,60 m irrigado sulcos	-	4.364
Cam. 0,60 m irrigado sulcos	-	3.744
Convencional irrigado por inundação	-	3.351
Média irrigado	-	3.820
Convencional não irrigado	-	2.733

¹Declividade geral da área = 0,30%; declividade no sentido dos sulcos = 0,21%.

Na primeira safra o cultivo de soja foi realizado somente na área sistematizada com declive. Em ambas as safras ocorreram prolongados períodos de estiagens, com precipitações mensais abaixo das normais. Tais condições fizeram com que o efeito de drenagem não se manifestasse, sendo realizadas três irrigações em cada ciclo. Houve superioridade dos cultivos irrigados quando comparados ao cultivo convencional não irrigado, em relação à produtividade de grãos (45%). Observou-se, a campo, boa recuperação das plantas de soja no cultivo não irrigado, após a ocorrência de chuvas no mês de abril, havendo atraso na maturação fisiológica dos grãos, em relação aos cultivos irrigados, e aumento da carga produtiva.

Na safra 2005/2006, o rendimento médio de grãos de soja proporcionada pelo cultivo em camalhões foi superior, em relação

aos obtidos nos sistemas de cultivo convencionais irrigados, em 26% e 21% nas áreas com e sem declive, respectivamente. Em ambas as áreas, destacou-se o camalhão de 1,60m de largura, com rendimentos superiores a 4.300 kg ha⁻¹ (71,7 sc ha⁻¹). O fator irrigação, dada as condições pluviométricas ocorridas, foi o que mais influenciou na produtividade da cultura, com acréscimos de 81% no rendimento de grãos na área com declive e de 40% na área sem declive, em relação aos cultivos não irrigados

Estudo de caso

Com o objetivo de validar as tecnologias relatadas neste trabalho, foi implantado um experimento com a cultura da soja irrigada e não irrigada na área já apresentada na Figura 1, típica das áreas do Município de Dom Pedrito/RS. O sistema de cultivo foi o convencional, ou seja, com preparo do solo. Por problemas de ocorrência de chuvas na época da implantação da cultura, a semeadura somente foi possível no dia 10/12/15, usando-se a cultivar NA 5909 RG.

Os tratamentos utilizados foram: sistema de cultivo em camalhões irrigado (Ci); sistema de cultivo em camalhões não irrigado (Cni); sistema de cultivo convencional com adubação recomendada (Sc); e sistema de cultivo convencional com adubação reduzida, testemunha (T).

O tratamento Testemunha (T) representou neste estudo o sistema utilizado pelo produtor no restante da área. Consistiu num plantio em cultivo mínimo, ou seja, após a utilização da área com pastejo sobre azevém, o solo somente foi aplainado. A adubação da área com 220kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-25 foi aplicada em cobertura sem incorporação no solo. A semeadura realizada em 25/11/15. Na área destinada aos demais tratamentos foi aplicado, antes da semeadura, 560 kg ha⁻¹ da mesma fórmula e incorporado com grade. Essa dose foi aplicada na

tentativa de atender à indicação de 140 e 125 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O respectivamente, com base no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOCIEDADE..., 2004), tendo como referência a análise do solo realizado. Salienta-se que a recomendação de 4 t ha⁻¹ de calcário não foi realizada, e que a aplicação de nitrogênio não era necessária.

Os tratamentos com camalhões (Ci e Cni) foram implantados com camalhoeira/semeadora conforme se observa na Figura 5. O tratamento Sc foi estabelecido logo após a fertilização da área com semeadora sem adubação em linha. Em todos os tratamentos buscou-se a população ideal para a cultivar.

Foto: Thiago Sfeifer



Figura 5. Construções e semeadura dos camalhões com camalhoeira/semeadora.

A localização do experimento na área está indicada na Figura 6. Essa localização foi definida principalmente pela necessidade de situar-se junto ao canal de irrigação e da estrada de acesso da lavoura. Entretanto localizou-se numa zona da área, diferente das demais, onde o terreno apresenta melhores condições de drenagem superficial. Nesse sentido, comparativamente, favorecendo o sistema convencional, pois o principal motivo de implantação da cultura em camalhões é propiciar melhor drenagem superficial.

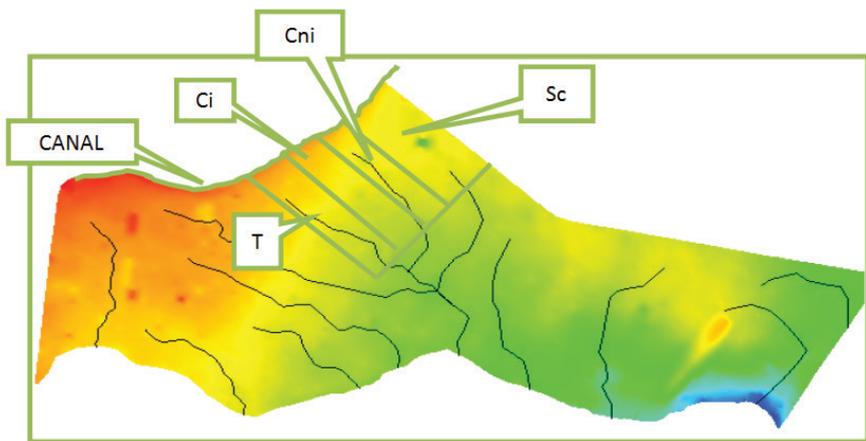


Figura 6. Localização do experimento na área.

No tratamento com camalhões irrigados, foram instalados sensores para monitoramento da umidade do solo ao longo do ciclo da cultura, a duas profundidades, 10 cm e 20 cm. Para a distribuição da água de irrigação nos sulcos, foi instalada uma mangueira plástica (Figura 7). Durante o ciclo da soja ocorreram duas irrigações 22/01 e 29/02.

Para a análise estatística dos dados do experimento, inicialmente, realizou-se contraste entre os resultados obtidos no tratamento Testemunha com os demais já que esse tratamento representou uma situação diferente em vários aspectos, como época de semeadura, preparo do solo e principalmente dose e forma de aplicação do

fertilizante. Para comparar entre si os demais tratamentos, usou-se estrutura experimental de blocos casualizados com cinco repetições.

Na Tabela 2 constam os resultados dos contrastes realizados do tratamento Testemunhas em relação aos demais. Os resultados mostram inequivocamente que o tratamento que representa a área semeada em cultivo mínimo, com adubação abaixo da recomendada sem incorporar, apresentou desempenho agrônômico inferior, sendo significativamente diferentes em relação às variáveis altura de plantas, peso de mil grãos e produtividade de grãos.

Foto fornecida pela Delta Plastics



Figura 7. Mangueira plástica flexível utilizada na irrigação por sulcos nos camalhões.

Tabela 2. Desempenho agrônômico da soja cultivada no sistema convencional com preparo mínimo, adubação em dose reduzida e aplicada em cobertura sem incorporação em contraste aos tratamentos com adubação recomendada e incorporada com e sem camalhão e com e sem irrigação em Dom Pedrito, RS. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. 2016.

Tratamento	Altura de plantas (cm)	Peso de mil grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Testemunha	58,32b	150,1b	2.448 b
Camalhão irrigado	97,1a	163,5a	3.948 a
Testemunha	58,32a	150,1b	2.448 b
Camalhão não irrigado	67,6a	164,2a	3.434 a
Testemunha	58,32b	150,1b	2.448 b
Conv. adub. recomendada	72,3a	172,6a	3.456 a

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,5%

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos das variáveis observadas nos tratamentos com adubação recomendada em camalhões com e sem irrigação além do sistema de cultivo convencional sem irrigação. O sistema de camalhão irrigado apresentou altura de plantas significativamente diferentes em relação aos demais tratamentos que não foram irrigados, sendo essa diferença em relação ao sistema convencional de aproximadamente 25 cm. Já para a variável peso de mil grãos foi o tratamento convencional que apresentou grãos mais pesados. Em relação à produtividade de grãos, se observou desempenho relativamente próximo entre os diferentes tratamentos, embora o camalhão irrigado obtivesse diferença significativa. Em diferentes experimentos realizados em terras baixas em rotação com arroz irrigado tem-se observado que para anos com pouca deficiência hídrica, como neste estudo de caso, pouca diferença é observada em termos de produtividade de grãos. Produtividades superiores podem ser esperadas em anos com deficiência hídrica, como ocorreram nos experimentos relatados anteriormente nas safras agrícolas de 2004/05 e 2005/06. As produtividades de grãos inferiores a 4T ha, mesmo sem

ocorrência significativa de deficiência hídrica, podem ser consideradas aceitáveis, considerando-se que a semeadura foi realizada fora do período ótimo recomendado para essa cultura.

Tabela 3. Altura e população de plantas, peso de mil grãos e produtividade de grãos de soja conduzida em três sistemas de cultivo, em áreas sem sistematização no município de Dom Pedrito. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS, 2016.

Tratamento	Altura de plantas (cm)	Peso de mil grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Camalhão irrigado	97,1a	163,5c	3.948 a
Camalhão não irrigado	67,6b	164,2b	3.434 b
Conv. Adu. recomendada	72,3b	172,6a	3.456 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,5%

Agradecimentos

Os autores agradecem à AUSM (Associação dos Usuários da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria) pela oportunidade de realizarmos o experimento e a Empresa Delta Plastics pelo apoio na realização do experimento. Os autores agradecem também em especial à Agropecuaria Raguzzoni & Teixeira nas pessoas do Gilberto Raguzzoni, Moises Teixeira e Thiago Sfeifer, pelo fornecimento da área e pelo atencioso acompanhamento das atividades.

Referências

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS-CQFS, 2004. 400 p.

WINKLER, A. S. **Efeito da declividade do terreno em relação ao armazenamento superficial de água em áreas sistematizadas**. 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de. (Ed.). **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 333 p. il. Color.



Clima Temperado

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13972