



Foto: José Maria Parfitt

COMUNICADO
TÉCNICO

388

Pelotas, RS
Agosto, 2022



Efeito do Encharcamento do Solo sobre Milho e Alternativas de Manejo em Terras Baixas

Germani Concenço
Nathalia Dalla Corte Bernardi
Thais Stradioto Melo
Laryssa Barbosa Xavier da Silva
Italo Borges Ribeiro
Giovani Theisen
José Maria Barbat Parfitt

Efeito do Encharcamento do Solo sobre Milho e Alternativas de Manejo em Terras Baixas¹

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Engenheira-agrônoma, mestranda em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia, doutoranda em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia, doutoranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Acadêmico do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Engenheiro agrícola, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com produção em torno de 116 milhões de toneladas na safra 2021, atrás apenas dos Estados Unidos (384 milhões t) e China (273 milhões t) (USDA, 2022). A importância do milho na alimentação humana se dá tanto pelo seu consumo direto, grãos em conserva, farinhas ou salgados tipo “chips”, quanto pela sua larga utilização na alimentação animal, como grão integral ou componente de rações formuladas (Ribeiro, 2014).

Os estados do Rio Grande do Sul (RS) e de Santa Catarina (SC) são grandes consumidores de milho, principalmente pela extensa criação de suínos, aves e bovinos de corte e de leite, além do consumo direto pela população. RS e SC não são autossuficientes na produção de milho e importam o grão dos outros estados produtores, como o Paraná e o Mato Grosso. A distância dos centros produtores e os altos custos do

frete, entretanto, encarecem o produto, o que demanda opções para o fomento da produção local visando a aumentar a oferta dessa importante matéria-prima.

O Rio Grande do Sul possui em torno de 14,7% do seu território classificado como de terras baixas, o que representa em torno de 4 milhões de hectares (Miura et al., 2015). Essa área tem uma importante relevância econômica, em especial para a metade sul do estado, pela sua utilização na agricultura e na pecuária. O arroz irrigado é largamente cultivado nessas ‘terras baixas’, ocupando anualmente uma área próxima a 1 milhão de hectares (IBGE, 2022). Devido a problemas de rentabilidade e de dificuldades no manejo de pragas, e visando maior diversificação econômica nas propriedades dessa região, a rotação de culturas tem avançado e ganhado protagonismo relevante nas áreas de terras baixas nos últimos anos.

Do ponto de vista fitotécnico, o cultivo de espécies tradicionais de terras altas no ambiente de terras baixas é possível, desde que se utilize alguma técnica que proporcione à cultura a estratégia ecofisiológica de escape ao estresse por encharcamento, estresse transitente, porém frequente nesse ambiente ao longo do ano. Nesse sentido, sistemas de manejo de solo voltados à drenagem, como os camalhões de base larga e os sulco-camalhões, permitem uma rotação de cultivos mais segura do arroz com as espécies de terras altas como o milho e a soja.

Aliado ao manejo cultural (escape ao estresse), idealmente devem ser selecionadas variedades da cultura

de sequeiro que se adaptem melhor a possíveis encharcamentos transitentes – o componente genético. Um exemplo clássico da maior adaptabilidade genotípica do milho a esse ambiente é a variedade BRS-4154 (Saracura), que consegue suportar maiores períodos de encharcamento do solo, com menores reduções nas características fisiológicas e biométricas (Souza et al., 2008). Um dos efeitos do encharcamento é a redução da eficiência de alguns processos envolvidos na fotossíntese; na Figura 1 demonstra-se esse efeito sobre a taxa fotossintética de um cultivar de milho sensível a essa condição (AG-9010), em função da duração do estresse.

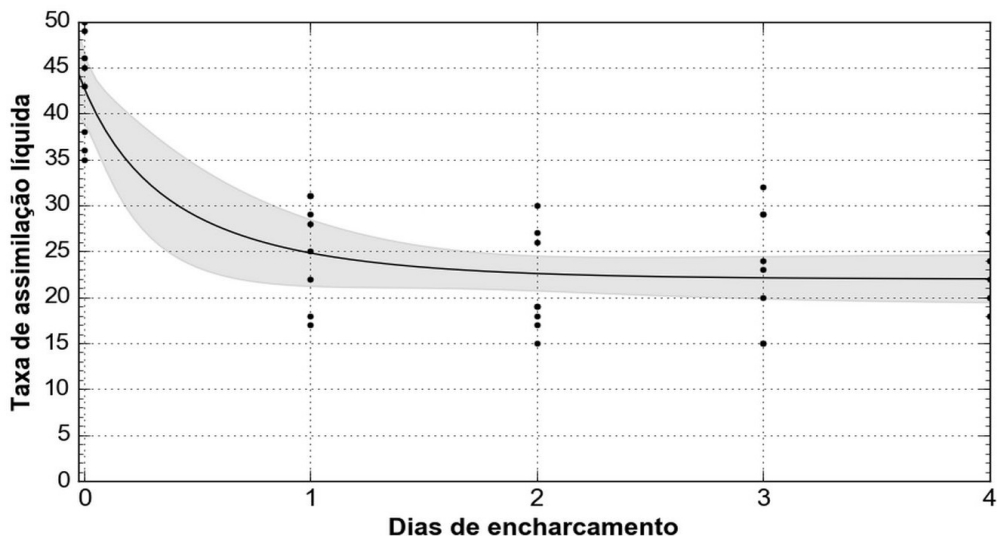


Figura 1. Evolução da taxa de assimilação líquida (fotossíntese líquida – $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de plantas de milho AG-9010 submetidas ao encharcamento (sem formação de lâmina de água) por até 4 dias, no estágio vegetativo V_4 . A área cinza representa o intervalo de confiança da regressão a 95%. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

O milho é, de modo geral, altamente sensível ao estresse por encharcamento do solo, tendo sua taxa de assimilação líquida fortemente reduzida desde as 24 horas iniciais de encharcamento (Figura 1). Ferreira et al. (2008) relatam que não há forte efeito do encharcamento sobre a dinâmica da fluorescência da clorofila, mas ocorre redução na taxa de expansão de área foliar das plantas nessa condição. Essa redução de área foliar, aliada a menor taxa fotossintética, acaba por ocasionar potencialmente grandes prejuízos à produtividade de grãos da cultura.

Diversos trabalhos de pesquisa conduzidos na Embrapa Clima Temperado e outras instituições apontam que há alternativas práticas e viáveis para se reduzir o risco de perdas, quando cultivos não tolerantes ao encharcamento (como o milho, a soja e outras espécies) são cultivados em terras baixas. Uma vez que o nível da resistência genética dos materiais ainda não garante o pleno êxito no cultivo dessas culturas em condição de alagamento ou excesso de umidade, as principais alternativas para a inserção dessas espécies nas terras baixas envolvem, de algum modo, técnicas de manejo do solo. A seguir, destacamos duas formas de manejo de boa eficiência quanto à drenagem, baseadas na confecção de camalhões largos e de camalhões estreitos. Esses métodos podem ser utilizados quando a confecção de drenos simples não é eficaz, o que comumente ocorre em locais muito planos e com taxa muito baixa de infiltração de água no perfil do solo.

Camalhões de base larga

Os camalhões de base larga constituem faixas de área na lavoura com superfície aproximadamente abaulada, com 8 - 15 m de largura, entremeados por canais que servem para o escoamento do excesso de água da chuva (Figuras 2A e 2B). Sua confecção é relativamente simples, e pode ser feita com equipamentos usuais a outras práticas de manejo do solo em terras baixas, como niveladoras ou arados e grades (Silva et al., 2006).



Ilustração e foto: Giovanni Theisen

Figura 2. Camalhões de base larga. Ilustração gráfica do formato dos camalhões de base larga em uma conformação típica (A). Milho implantado em camalhões de base larga (B).

Como a constituição física e tamanho dos camalhões garantem alta resistência à passagem de máquinas e ao pisoteio por animais na integração lavoura-pecuária, uma indicação geral quanto à implantação do sistema é que os camalhões sejam instalados em uma área onde possam permanecer vários anos; ou seja, adotados quando o produtor rural deseja implantar uma sequência de culturas agrícolas tradicionais de sequeiro, entremeadas com pastagens e criação animal, em áreas de terras baixas (Theisen et al., 2010; Bonow et al., 2014). O formato dos camalhões, em meia lua, garante que praticamente toda a área do talhão seja mantida livre do excesso de umidade, o que favorece a implantação de cultivos de sequeiro, a integração lavoura-pecuária e os sistemas conservacionistas de produção. Os camalhões de base larga devem ter a estrutura reparada quando sua funcionalidade de drenagem estiver comprometida, sendo que na maior parte das vezes, operações simples como a limpeza dos canais de drenagem (entre um camalhão e outro, com valetadeiras) a cada três anos, aproximadamente, são suficientes para garantir a eficiência de drenagem deste sistema de manejo do solo.

Sulco-camalhões ou Camalhões de base estreita

Os sulco-camalhões, seguem o mesmo princípio de drenagem dos camalhões de base larga, promovendo alto potencial gravitacional (declive) para o escoamento da água da proximidade das plantas. Entretanto, nesse formato os camalhões são mais estreitos, têm a forma de um “telhado” com ondulações, e, como vantagem, podem ter dupla finalidade: na parte alta do camalhão é efetuada a semeadura das culturas, onde permanecem protegidas de eventuais excessos de umidade por ocasião de chuvas intensas; já na parte baixa da estrutura, o sulco pode ser utilizado para prover irrigação superficial, além de ser o local por onde passam os rodados do trator e demais equipamentos, podendo ser também utilizada a tração animal em alguns casos (Figura 3A e 3B).

Para que o sistema sulco-camalhão seja efetivo tanto na drenagem do excesso da água das chuvas quanto para a irrigação por sulcos, o primeiro passo a ser dado é o levantamento planialtimétrico detalhado da área. Após, indica-se a adoção da técnica de suavização do terreno, também conhecida como declividade de taxa variada (Parfitt et al., 2020), forma de nivelamento do solo que respeita a declividade original do talhão, eliminando apenas os pontos de

maior acúmulo de água e de formação de poças. A suavização é um método moderno de manejo do solo das terras baixas, que demanda menor volume de movimentação de solo para a sistematização do terreno, quando comparado aos métodos mais antigos de nivelamento, o que reduz seus custos absolutos. Após esses processos, pode-se então construir os sulco-camalhões com equipamentos como semeadoras adaptadas ou camalhoeriras (Campos et al., 2021).

Para que o sistema sulco-camalhão seja efetivo tanto na drenagem do excesso da água das chuvas quanto para a irrigação por sulcos, o primeiro passo a ser dado é o levantamento planialtimétrico detalhado da área. Após, indica-se

a adoção da técnica de suavização do terreno, também conhecida como declividade de taxa variada (Parfitt et al., 2020), forma de nivelamento do solo que respeita a declividade original do talhão, eliminando apenas os pontos de maior acúmulo de água e de formação de poças. A suavização é um método moderno de manejo do solo das terras baixas, que demanda menor volume de movimentação de solo para a sistematização do terreno, quando comparado aos métodos mais antigos de nivelamento, o que reduz seus custos absolutos. Após esses processos, pode-se então construir os sulco-camalhões com equipamentos como semeadoras adaptadas ou camalhoeriras (Campos et al., 2021).

Fotos: José Maria Barbat Parfitt

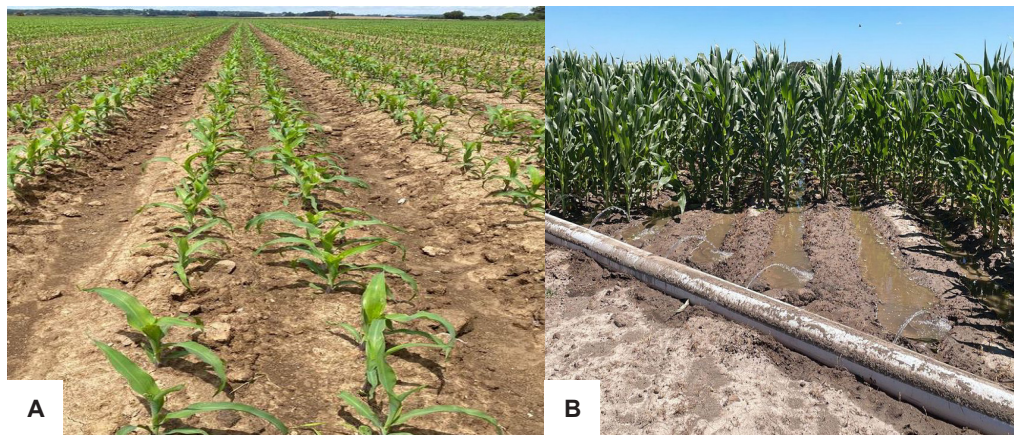


Figura 3. Sistema sulco-camalhão. Milho cultivado em sulco-camalhão com duas linhas de cultivo por camalhão (A). Irrigação de milho em sulco-camalhão com a água conduzida com mangueira plástica flexível (B).

Considerações finais

A limitação de oxigênio às raízes do milho, causada pelo excesso de umidade, ocasiona efeitos negativos em todos os genótipos de milho, em maior ou menor grau. Em nossos estudos, verificamos que a redução nas taxas de assimilação líquida de CO₂ (fotossíntese líquida) ocorre rapidamente após a imposição do encharcamento; esse prejuízo, seguido de outros efeitos negativos ao metabolismo das plantas, acaba afetando a produtividade do milho nessa condição.

Existem relatos de literatura que apontam haver diferenças entre os genótipos de milho quanto à adaptabilidade ao encharcamento (componente genético da tolerância). Entretanto, esse componente de tolerância genética dificilmente proporcionará vantagem significativa a um desses genótipos, se práticas fitotécnicas (componente cultural da tolerância) voltadas ao imediato escoamento do excesso hídrico não forem aplicadas. Essas práticas constituem a estratégia ecofisiológica de escape ao estresse.

Tanto os camalhões de base larga quanto os sulco-camalhões são formas adequadas de manejo da drenagem e de escoamento do excesso hídrico em áreas de terras baixas onde se pretende implantar culturas não tolerantes ao encharcamento, como o milho, a soja, pastagens e plantas de cobertura. A escolha da técnica mais adequada ao produtor dependerá do seu objetivo, se replantio

de arroz a curto ou a médio prazo, ou uso da área mais para agricultura ou mais para pecuária, e do maquinário disponível, dentre outros fatores.

Referências

- BONOW, J. F. L.; THEISEN, G.; XAVIER, F. M. Milho cultivado em terras baixas em sistema de camalhões de base larga: resultados de seis safras. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 41., 2013, Pelotas. Resumos... Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- CAMPOS, A. D. S.; CENTENO, A.; ANDRES, A.; PARFITT, J. M.B.; MELLO-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: Embrapa Clima Temperado, 2021. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 506).
- FERREIRA, J. L.; MAGALHÃES, P. C.; BORÉM, A. Avaliação de três características fisiológicas em 4 ciclos de seleção no cultivar de milho BRS-4154 sob o solo encharcado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1719-1723, 2008.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. (Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 25 maio 2022.
- MIURA, A. K.; IRIBARREM, P. C.; CHAVES, R. D.; CUNHA, H. N.; PRANKE, L. V. **Discriminação e delimitação das terras baixas no Estado do Rio Grande do Sul**: primeira aproximação. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 313).

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).

RIBEIRO, S. S. Cultura do milho no Brasil. **Semana Acadêmica**, v. 1, n. 49, e001496, 2014.

SILVA, J. J. C.; RAUPP, A. A.; SILVA, C. A. S.; THEISEN, G. **Camalhões de base larga:** uma opção para drenagem superficial de várzeas muito planas na região costeira do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 56).

SOUZA, T. C.; MAGALHAES, P. C.; CASTRO, E. M.; KARAM, D.; PARENTONI, S. N.; PEREIRA, F. J. Efeito do encharcamento do solo nos diferentes ciclos de seleção do milho Saracura BRS 4154. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27.; 2008, Londrina. Londrina: IAPAR; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 1 CD-ROM.

THEISEN, G.; SILVA, J. J. C.; ANDRES, A. **Produção de milho em terras baixas:** síntese de três anos de estudos com plantio direto em camalhões de base larga. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 126).

USDA (United States Department of Agriculture/ Foreign Agricultural Service). **World Agricultural Production.** Circular Series, WAP 05-22, May 2022. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acesso em: 25 maio 2022.

Embrapa Clima Temperado

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

1ª edição

Publicação digital - PDF (2022)

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Clima Temperado

Presidente

Luis Antônio Suita de Castro

Vice-Presidente

Walkyria Bueno Scivittaro

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

Editoração eletrônica

Nathália Santos Fick (46.431.873/0001-50)

Foto da capa

José Maria Parfitt



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

