

Estratégias de manejo do solo para mitigar os efeitos do déficit hídrico

Júlio César Ramos¹, Evandro Spagnollo¹, Leandro do Prado Wildner² e Marcelo Henrique Bassani³

Resumo – A ocorrência do fenômeno La Niña traz como consequências períodos com déficits hídricos no estado de Santa Catarina, impactando negativamente a produção das culturas. Na safra 2020/2021, por exemplo, houve redução de 10% na produção de grãos de soja, 27% de milho, e 75% na produção de milho silagem. Embora a baixa produtividade esteja ligada às intempéries climáticas, a melhoria da qualidade do solo e o manejo conservacionista podem proporcionar maior resistência ou resiliência das culturas à falta de chuva. Neste informativo é discorrido sobre o panorama atual, destacando os problemas das lavouras e as práticas de manejo do solo que devem ser adotadas para mitigar o impacto das estiagens na produtividade das lavouras.

Termos de indexação: Práticas Conservacionistas; Disponibilidade hídrica; Qualidade do solo.

Soil management strategies to mitigate the effects of water deficit

Abstract – The occurrence of the La Niña phenomenon results in periods of water deficits in the state of Santa Catarina, negatively impacting crop production. In the 2020/2021 season, there was a 10% reduction in the production of soybeans, 27% of corn, and 75% in the production of corn silage. Although low productivity is linked to adverse weather conditions, improving soil quality and conservation management can provide excellent resistance or resilience of crops to hydric stress. This technical report discusses the current situation, highlighting crop problems and soil management practices that must be adopted to mitigate the impact of droughts on crop productivity.

Index terms: Conservation practices; Water availability; Soil quality.

Panorama histórico e condição atual das lavouras de plantio direto

O preparo convencional do solo prevaleceu até a década de 1990, resultando em perda da qualidade do solo, acentuada erosão hídrica e compactação do solo, principalmente na camada entre 10 e 20cm (pé-de-grade ou pé-de-arado). O advento do plantio direto abrandou a erosão hídrica. Em estudos com chuva natural, Bertol et al. (2016) observaram reduções respectivas de 87% e 62% nas perdas de solo e água do plantio direto, quando comparado ao preparo convencional.

No entanto, concomitantemente à adoção do plantio direto, houve um abandono de muitas práticas conservacionistas em grande parte das lavouras, praticando somente a semeadura direta, caracterizada, exclusivamente, pelo não revolvimento do solo. Esse manejo inadequado provocou o declínio da qualidade

de física, química e biológica dos solos, com menor aproveitamento da água da chuva nas lavouras, tornando-os vulneráveis e com baixa resistência às intempéries climáticas, com consequente redução da produtividade das culturas.

Na sequência são elencadas condições intrínsecas ao manejo do solo atual que prejudicam o aproveitamento da água e, ou a resistência das culturas às estiagens.

Lavouras com baixa cobertura do solo

As principais sucessões de culturas hoje utilizadas adicionam poucos resíduos vegetais à superfície do solo, deixando-o desprotegido contra a ação das gotas de chuva, com redução da infiltração, do armazenamento e do aproveitamento da água do solo (REICHERT et al., 2011). A cobertura por resíduos vegetais previne o aumento da temperatura do solo (Figura 1 A e B), diminuindo as

perdas por evaporação e favorecendo a atividade biológica (organismos) do solo que auxilia na ciclagem de nutrientes e no fornecimento e disponibilidade de água para as plantas (ALBUQUERQUE et al., 2005).

Baixo aporte de material orgânico ao solo

O uso de sucessão de culturas que produzem pouca massa da parte aérea e radicular condiciona a estagnação e, ou a diminuição dos teores de matéria orgânica dos solos. Em estudos realizados em El Dorado, RS, Lovato et al. (2004) observaram em um Argissolo Vermelho típico, necessidade de se aportar 10ton ha⁻¹ ano⁻¹ de resíduos vegetais (massa seca da parte aérea e das raízes) para a manutenção dos teores de matéria orgânica dos solos em plantio direto e, por dedução, para incrementos de matéria orgânica, são necessários aportes superiores aos valores mencionados. A ma-

Recebido em 04/09/2023. Aceito para publicação em 20/11/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1742>

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), 89803-904 Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7510. E-mail: julioramos@epagri.gov.sc.br, spagnollo@epagri.gov.sc.br.

² Engenheiro-agrônomo, Msc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf). E-mail: lpwildner@epagri.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Esp., Epagri – Gerência Regional de Xanxerê, 89820-000, Xanxerê, SC. E-mail: marcelobassani@epagri.gov.br.

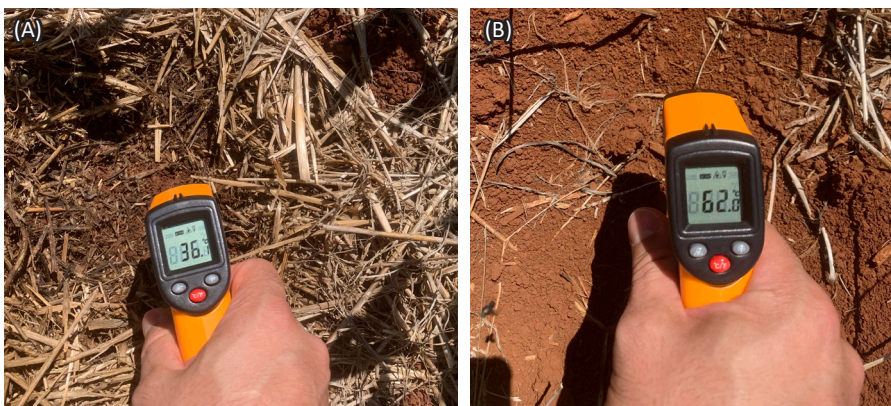


Figura 1. Efeito da cobertura sobre a temperatura do solo, resultando em temperatura de 36,1°C na superfície do solo com resíduos vegetais (A), e de 62°C com poucos resíduos (B)

Foto: Júlio César Ramos

Figure 1. Effect of difference in soil cover on temperature, resulting in a temperature of 36.1°C on the soil surface under good straw (A) and 62°C under low straw (B)

Photo: Júlio César Ramos

téria orgânica, além de ser fundamental para a estruturação do solo é extremamente importante para a retenção de água e nutrientes, sendo capaz de reter, aproximadamente, 20 vezes o seu peso em água.

Camadas compactadas

A compactação do solo diminuiu o volume e o comprimento radicular, limitando a absorção de água e nutrientes pelas plantas (Figura 2 A e B). Mielniczuk et al. (1985) observaram redução de 86% no comprimento radicular da soja, com resistência à penetração (RP) de 2,35MPa. Girardello et al. (2014) encontraram decréscimos de 38% na produtividade da soja com RP de 5,0MPa. A compactação diminuiu a infiltração de água, aumentando as perdas de solo e água por erosão e interfere na reposição e disponibilidade de água ao longo do ciclo.

Lavouras com gradientes químicos no solo

A distribuição de adubos e corretivos exclusivamente em superfície gera gradiente químico no perfil do solo (CIOTTA et al., 2004). Sem a correção da acidez em profundidade na implantação do plantio direto ou das pastagens, as concentrações de H + Al permanecem elevadas, o que prejudica o crescimento radicular e a capacidade de absorção de água e nutrientes.

Lavouras sem práticas conservacionistas de suporte

A ocorrência de chuvas intensas em áreas com baixa cobertura do solo, com solo mal manejado e com baixa infiltração de água, criam condições para a ocorrência de erosão significativa nas lavouras de plantio direto, sendo fortemente corroborado pelo plantio morro abaixo, que facilita o fluxo de água nos sulcos de semeadura, e pela ausência

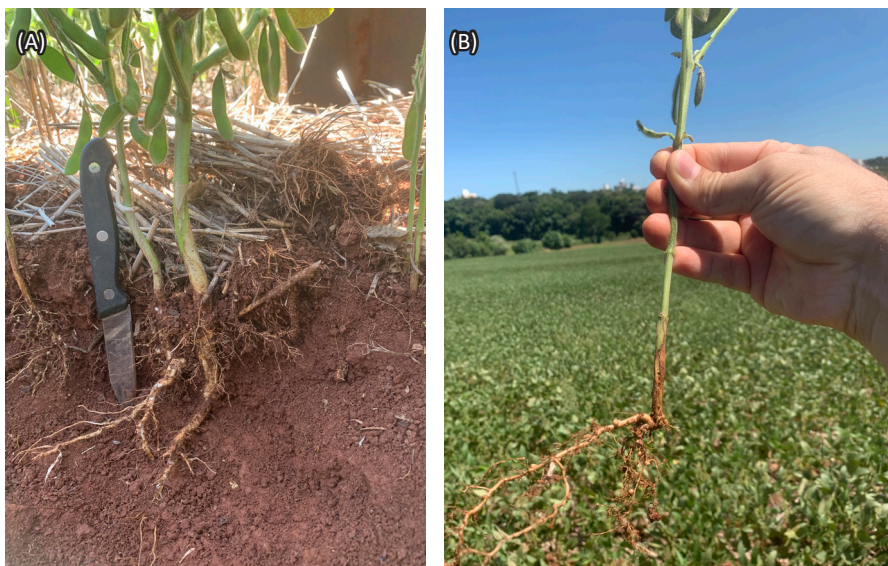


Figura 2. Lavoura de plantio direto com camada compactada, resultando em aumento da resistência mecânica do solo (A) e tortuosidade do sistema radicular (B)

Foto: Júlio César Ramos

Figure 2. No-till soil with a compacted layer, resulting in increased mechanical resistance of the soil (A) and tortuosity of the root system (B)

Photo: Júlio César Ramos

de estruturas capazes de interromper o fluxo e reter a enxurrada ao longo do declive (BARBOSA et al., 2012).

Recomendações de manejo do solo para melhorar o aproveitamento de água

Com base no supracitado, observa-se que tanto alterações quanto a adoção de novas práticas de manejo são necessárias em lavouras manejadas em plantio direto hoje adotado, seguindo os preceitos da agricultura conservacionista. Na sequência são elencadas etapas e práticas de manejo necessárias para favorecer o aproveitamento hídrico e a resistência e resiliência às intempéries climáticas.

Avaliação e correção do solo

Como primeiro passo é preciso avaliar de forma estratificada a qualidade do solo (física, química e biológica), pois enquanto algumas áreas de cultivo precisarão sofrer correção de caráter químico, em outras, de caráter físico e, ou biológica, a correção deve ser feita antes da adoção de qualquer prática mecânica. Se o solo apresentar acidez

na camada de 10 a 20cm, por exemplo, pode ser recomendado incorporar calcário para corrigir limitações ao desenvolvimento radicular e de absorção de água e nutrientes. Por outro lado, caso haja concentração de nutrientes nos primeiros centímetros, pode-se pensar em revolver o solo, especialmente se associado à limitação de pH e, ou impedimento físico em profundidade.

As limitações físicas existentes no solo podem ser identificadas através de avaliação do perfil de solo em trincheiras para identificar camadas com resistência à penetração, estrutura e brilho distinto, uso de metodologias visuais (DRES) ou então, analisando indicadores de compactação como presença de raízes somente na camada superficial do solo, com tortuosidade e crescimento lateral (Figura 2B).

Caso existam limitações de caráter físico no solo será necessário realizar descompactação através de práticas biológicas, com uso de adubos verdes/plantas de cobertura com sistema radicular abundante, ou através de ação mecânica como escarificação e subsolação, complementada por práticas biológicas. A severidade da compactação definirá o manejo necessário. Se for observado impedimento severo ao crescimento radicular, a ação biológica das raízes será pouco efetiva na descompactação, sendo necessária intervenção mecânica, seguida de adubação verde formado preferencialmente por gramíneas de verão ou mix de verão (mistura de diferentes espécies de plantas de cobertura) com predominância de gramíneas, com uma adequada densidade de plantas, aonde o sistema radicular abundante e fasciculado irá reestruturar o solo recém-descompactado. O crescimento de raízes e o aumento do aporte de resíduos vegetais sobre o solo após a intervenção mecânica são cruciais para a manutenção dos benefícios do revolvimento do solo.

A avaliação biológica do solo, embora pouco comum, demonstrará como anda a saúde do solo. Metodologias como a Bioanálise de Solo (MENDES et al., 2020) dão um panorama de como está a atividade biológica do solo. Ainda, a presença de fauna no solo (minhocas, besouros, enquitreídeos, etc.) em quantidade e diversidade e o aumento da matéria orgânica natural do solo re-

fletem um solo com boa qualidade.

Aporte de material orgânico ao solo em quantidade e qualidade

Para aportar quantidade de massa vegetal (parte aérea e raízes) acima da demanda biológica do solo de 10ton ha⁻¹ por ano na região sul (LOVATO et al., 2004), faz-se necessário planejar um sistema de rotação ou sucessão de culturas com gramíneas de verão, seja para produção de grãos ou apenas para produção de massa vegetal como terceira safra (safrinha), aumentando o aporte de resíduos e a cobertura ao longo do tempo. Quanto maior o aporte de resíduos vegetais na superfície e de raízes no interior do solo, maior será a proteção ao impacto das gotas de chuva e à pressão exercida pelo tráfego de máquinas sobre o solo, diminuindo as perdas por erosão e a evaporação, aumentando ainda o teor de matéria orgânica, favorecendo a agregação, a infiltração e o armazenamento de água.

Adoção de práticas conservacionistas de suporte

A adoção de práticas conservacionistas, em especial as práticas mecânicas como o terraceamento e o plantio em nível, deve ser realizada simultaneamente às melhorias da qualidade do solo, sendo recomendado melhorar a infiltração de água do solo antes de se implantar todos os terraços (maior infiltração resulta em maior espaçamento entre os terraços). O terraço deve ser associado ao cultivo em contorno para maior efetividade (Figura 3), pois o plantio em nível forma pequenas barreiras ao escoamento superficial que diminuem as perdas de solo e água, melhorando a homogeneidade da sementeira. Já o terraço em nível aumenta o aproveitamento de água e nutrientes, pois a água que excede a infiltração e escoar pela superfície (carreando solo e nutrientes) ficará retida no canal. Comparando áreas com e sem terraço, Hörbe et al. (2021) observaram maior disponibilidade de água para as plantas na área com terraço em nível e ganho de produtividade de 10% e 12% para o milho e a

soja, respectivamente.

O terraceamento associado ao plantio em nível ou em contorno proporciona maior efetividade às duas práticas mecânicas no manejo da água de escoamento (Figura 3), podendo fazer com que a totalidade da água das chuvas permaneça dentro da lavoura. Sugere-se realizar o dimensionamento e o espaçamento entre terraços através do aplicativo Hidro-Terraço 1.0 (BACK & WILDNER, 2022), para o qual é necessário determinar a campo a velocidade de infiltração básica e a declividade do terreno para calcular a distância entre terraços.

Recomenda-se preferencialmente implantar terraços de absorção e de base larga para manter o excedente escoado das chuvas na lavoura. No entanto limitações como profundidade efetiva do solo, gradiente textural e declividade excessiva do solo e entrada de água de áreas adjacentes tornam a implantação de terraços de base larga e/ou de absorção inviável ou insegura. Assim deve-se optar por terraços de base menor, de drenagem ou misto, de modo a direcionar o excedente adequadamente para fora da lavoura.

Considerações finais

Nos estabelecimentos rurais onde são adotadas práticas conservacionistas há diminuição dos custos e aumento do lucro (FORTINI et al., 2020), reflexo da qualidade do solo e da maior eficiência no uso da água (HÖRBE et al., 2021) e de fertilizantes (BERTOL et al., 2016), tornando o sistema mais eficiente e sustentável.

A construção de um perfil de solo favorável ao desenvolvimento das culturas (Figura 4) é um processo lento e dinâmico, pois o incremento de matéria orgânica em profundidade é um processo gradativo e que se dá principalmente pela adição de raízes, especialmente de gramíneas de verão.

É preciso ressaltar aos produtores a importância e o retorno almejado ao longo dos anos e a maior estabilidade produtiva após essa mudança e ganho de qualidade do sistema. Adicionalmente, além da melhoria no aproveitamento de água, a atividade agrícola se torna mais sustentável, com maior incorporação e sequestro de carbono nos solos.



Figura 3. Terraço de absorção de base larga e sementeira em nível
Foto: Murilo Renan Mota
Figure 3. Terracing system with wide base terrace and level sowing
Photo: Murilo Renan Mota

Referências

BACK, A. J.; WILDNER, L. do P. **HidroTerraço 1.0 - Programa para cálculos hidrológicos e dimensionamento de estruturas de conservação do solo e da água em áreas agrícolas.** Florianópolis: Epagri, 2022. 124p. (Epagri. Documentos, 348).

BARBOSA, F.T.; BERTOL, I.; WERNER, R.S.; RAMOS, J.C.; RAMOS, R. R. Comprimento crítico de declive relacionado à erosão hídrica, em três tipos e doses de resíduos em duas direções de sementeira direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36: 1279-1290,

2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000400022>.

BASSANI, M.H.; GARCEZ, J.G.; BORTOLANZA, D.R.; SOCCOL, J.J.; PERGHER, M.; MOTA, M.R.; RAMOS, J.C.; WILDNER, L.P.; JUSTEN, J.G.K. **O terraceamento passo a passo.** Florianópolis: Epagri, 2023. 32p. (Epagri. Boletim Didático, 170)

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BANDEIRA, D.H.; PAZ-FERREIRO, J.; VÁZQUEZ, E.V. Multifractal and joint multifractal analysis of water and soil losses from erosion plots: A case study under subtropical condition in Santa Catarina highlands, Brazil. **Geoderma**, 2016.



Figura 4. Solo de plantio direto bem manejado, com alto teor de matéria orgânica (A), com raízes explorando o solo em profundidade em busca de água e nutrientes (B)
Foto: Júlio César Ramos
Figure 4. Well-managed soil in No-tillage, with a high content of organic matter (A), allowing the roots to explore the soil in search of water and nutrients (B)
Photo: Júlio César Ramos

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.08.008>

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.317-326, 2004.

FORTINI, R. M. ; BRAGA, M. J. ; & FREITAS, C. O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.58, n.2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>.

GIRARDELLO, V. C; AMADO, T.J.C.; SANTI, A. L.; CHERUBIN, M. R.; KUNZ, J.; TEIXEIRA, T. G. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. Viçosa, MG: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1234-1244, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000400020>.

HÖRBE, T.; MINELLA, J.P.G.; SCHNEIDER, F.J.A.; LONDERO, A.L.; GUBIANI, P.I.; MERTEN, G.H.; SCHLESNER, A. Managing runoff in rainfed agriculture under no-till system: potential for improving crop production. Viçosa, MG: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.45, e0210015, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20210015>.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. Viçosa, MG: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.175-187, 2004.

MENDES, I.D.C.; CHAER, G.; de SOUSA, D.M.G.; dos REIS JUNIOR, F.B.; da SILVA, O.D.D.; de OLIVEIRA, M.I.L.; LOPES, A.A.C.; de SOUZA, L.M. **Bioanálise de solo: a mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola.** Informações Agronômicas NPCT, n.8, p.1-11, 2020.

MIELNICZUK, J.; CARPENEDO, V.; PEDÓ, F. Desenvolvimento de raízes em solos compactados. Porto Alegre, RS. **Lavoura Arrozeira**, v.38, p.42-43, 1985.

REICHERT, J.M.; ALBUQUERQUE, J.A.; GUBIANI, P.I.; KAISER, D.R.; MINELLA, J.P.G. & REINERT, D.J. Hidrologia do solo, disponibilidade de água às plantas e zoneamento agroclimático. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A.L. & GATIBONI, L.C., eds. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v.7, p.1-54.