

Vantagens

# Importância do sistema de plantio direto (SPD) para a cultura do milho

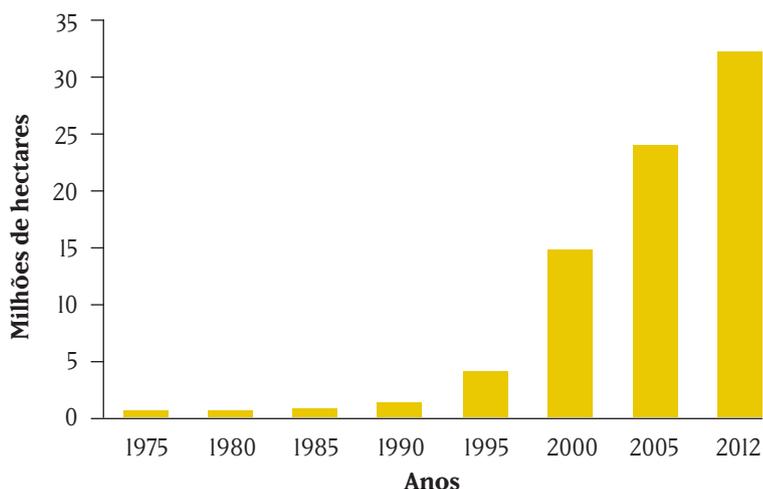
Silas Maciel de Oliveira, Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida, Rafaela Alenbrant Migliavacca e José Laércio Favarin\*



ACERVO OCETPAR

*Sistema de plantio direto (SPD) se expandiu, ajudando a elevar o cultivo de milho a cerca de 30% da área agricultada do Brasil*

**FIGURA 1 | EVOLUÇÃO DA ÁREA CULTIVADA EM SPD; BRASIL, ÚLTIMOS 40 ANOS**



Fonte: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha e Irrigação (Febrapdp), 2014.

A cultura do milho ocupa cerca de 30% da área agricultada do país, com produção de 80 milhões de toneladas de grãos, entre safra e safrinha (Conab, 2013). Com a expansão dos últimos 10 anos, o país alcançou a posição de terceiro maior produtor mundial. Entre os fatores que ajudaram a compor este cenário, se destaca o sistema de produção em plantio direto (SPD): sua adoção (Figura 1) se expandiu como em nenhum outro país e, atualmente, é praticamente unanimidade entre os produtores de milho comercial. Mas quais foram as vantagens desse sistema de produção para o produtor rural?

### REDUÇÃO DA EROSÃO

Entre as vantagens do SPD, uma das mais significativas foi, certamente, a conservação de solo. A agricultura no Brasil abrange regiões de climas tropical e subtropical, nas quais os solos, de maneira geral, são predominantemente cauliniticos (Figura 2), suscetíveis à erosão provocada pelas chuvas tropicais. Essas chuvas são de grande intensidade e em curto espaço de tempo, propiciando maior ação dos processos erosivos. A erosão é um processo que ocorre, predominantemente, na superfície do solo. Dessa forma, as

condições da superfície determinam se ocorrerá ou não erosão e seu grau de intensidade. Com a adoção do SPD, é gerada uma superfície de resíduos vegetais sobre o solo que funciona como barreira física contra os impactos das gotas

da chuva e, também, ajuda a manter a estabilidade de agregados, principalmente na camada superficial, onde se inicia o processo erosivo. No SPD, a quantidade de agregados do solo aumenta (Arai et al., 2013), o que implica maior resistência do solo ao deflúvio superficial.

A cultura de milho é exigente em relação à fertilidade do solo. A preservação da camada superficial evita que os nutrientes – como nitrogênio, potássio e fósforo – sejam levados junto às águas das enxurradas. Dessa forma, previne-se o empobrecimento do solo e o cultivo em camadas de menor fertilidade, cuja correção demanda investimentos. Em declividade de 0,03 m m<sup>-1</sup> e pluviosidade anual de 1350 mm, o SPD reduziu a perda de solo em 650 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, se comparado ao sistema convencional (SC) (Hernani et al., 1999). Dessa forma, evitou-se a perda anual de 21 bilhões de quilos de solo, quantidade suficiente para preencher 8.250 vezes o estádio do Maracanã. Em solos com fertilidade média, esta perda corresponderia a 336 mil quilos de fósforo

**FIGURA 2 | TRÊS CLASSES DE SOLOS OCUPAM A MAIOR PARTE DO TERRITÓRIO NACIONAL\***



\*Regime pluvial, grau de intemperismo, mineralogia e relevo das áreas cultivadas apontam para medidas severas de conservação de solos: adotar o sistema de plantio direto (SPD) colabora para o manejo desses tipos de solos

Fonte: Embrapa, 2014.

movidos para cursos d'água. Além do prejuízo ambiental, há o prejuízo econômico. É como se 40% de todo superfosfato simples produzido pelo Brasil, em 2012, fosse perdido, equivalendo a 1,8 bilhão de quilos do fertilizante.

### CONTROLE DA TEMPERATURA

A temperatura do solo afeta, direta e indiretamente, o crescimento e o desenvolvimento do milho. Na fase de implantação, após a semeadura, temperaturas abaixo de 5°C e acima de 40°C prejudicam a germinação em 20% (Borba et al., 1995). Decréscimos dessa ordem na população de plantas reduziram a produção de grãos em até duas toneladas por hectare nos híbridos modernos, altamente produtivos. A temperatura do solo interfere indiretamente na nutrição do milho pela ação de viventes no solo, como as bactérias *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, as quais, abaixo de 18°C ou acima de 35°C, reduzem sua atividade. Essas bactérias respondem pela nitrificação do N no solo.

O milho aproveita o N na forma nítrica e amoniacal. Em temperaturas extremas, o fornecimento de N nítrico é prejudicado e, caso se dê entre os estádios V4 e V8, fase crítica da nutrição do milho,

TABELA 1 | PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM DECORRÊNCIA DE OFERTA DE ÁGUA NO SOLO

FORNECIMENTO ÁGUA (%)	PRODUTIVIDADE GRÃOS t ha <sup>-1</sup>	PRODUTIVIDADE RELATIVA (%)
100	11,1	100
70	9,0	81
50	6,7	60
30	4,9	44
-	2,7	24

Fonte: Dağdelen et al., 2006.

compromete a produção de grãos. Isso ocorre porque a absorção de nitrato, nestes estádios, ativa genes em raízes e folhas, responsáveis pelas seguintes funções: (1) regulação estomática; (2) formação de cadeias carbônicas para a assimilação de N; (3) absorção e transporte de fósforo; e (4) estimulação do movimento de água nas raízes (Sakakibara et al., 2006).

A manutenção de resíduo sobre o solo reduz a amplitude térmica na superfície. A proteção aos raios solares é feita pela dissipação de calor, o que leva a uma temperatura até 7°C menor em relação ao solo exposto à radiação (Kenney et al., 2013). Esse efeito é muito importante no milho safrinha, porque a semeadura é feita nos meses de fevereiro e março,

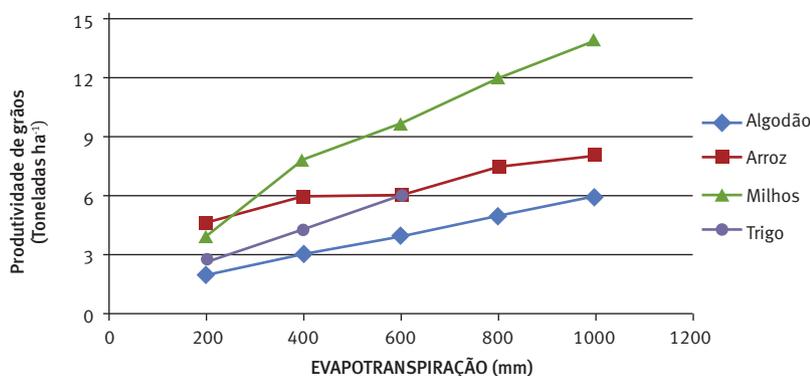
que, via de regra, são mais quentes em relação a setembro e outubro, quando se faz a semeadura do milho safra.

### ÁGUA NO SOLO

Entre as espécies vegetais mais cultivadas no mundo estão: arroz, trigo, soja, batata, algodão, aveia, cevada, mandioca, cana-de-açúcar e milho. Todas são plantas C3, exceto as duas últimas. As plantas C3 consomem, em média, 500 gramas de água para assimilar um grama de CO<sub>2</sub>. Já para as plantas C4 – como o milho –, a assimilação da mesma quantidade de carbono consome 250 g de água (Taiz & Zeiger, 2006). O fato de ser uma planta C4 constitui vantagem do milho para a produção de biomassa, comparativamente às culturas C3 (Figura 3). Todavia, é errado pensar que a restrição de água não afeta seu desempenho (Tabela 1). Mesmo em solos em que os atributos químicos e físicos sejam adequados, a redução na oferta de água prejudica a produção de grãos, principalmente quando se dá entre V4 e V8 e no florescimento, estádios críticos para a produção de grãos.

O SPD é importante para se enfrentar os problemas decorrentes da restrição hídrica. O não revolvimento de solo e a proteção dada pelos resíduos vegetais preservam os agregados e os viventes do solo, em quantidade e em qualidade (Arai et al., 2013). A preservação da matéria orgânica do solo (MOS) e as ligações de carbono orgânico com partículas do solo ajudam na formação de agregados. Em pesquisa realizada por Castro Filho, et al. (2002), ficou constatado que o SPD

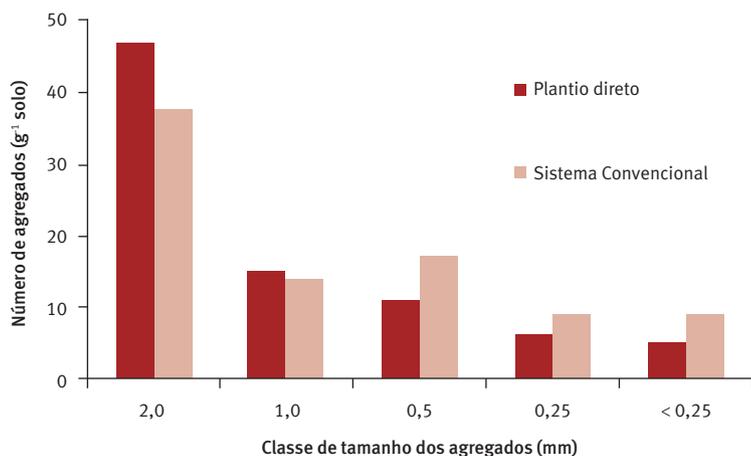
FIGURA 3 | CONSUMO COMPARATIVO DE ÁGUA DAS CULTURAS DE ALGODÃO, ARROZ, MILHO E TRIGO\*



\* Milho consome, ao longo de seu ciclo, 6,5 milhões de litros de água por hectare para produzir 10 toneladas de grãos, enquanto o arroz, o algodão e o trigo produzem, com o mesmo consumo, 6 mg de grãos.

Adaptado de: Zwart e Bastiaanssen, 2004.

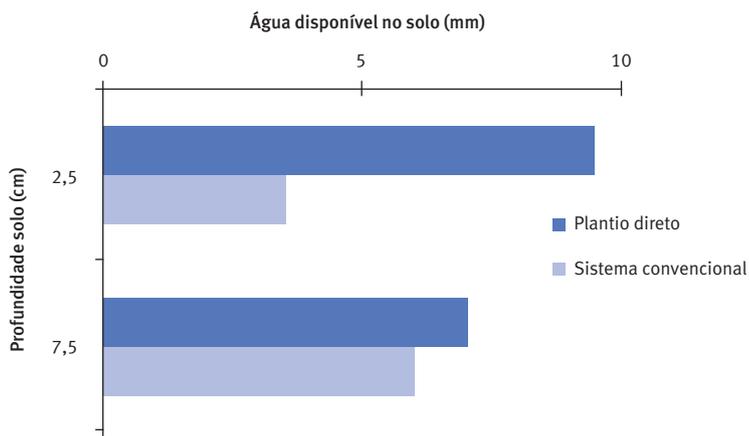
**FIGURA 4 | AGREGADOS DO SOLO**



No Latossolo em SC aumentou-se o número de agregados com tamanho inferior a 0,5 mm. Em contrapartida, no SPD aumentaram-se os agregados com tamanho superior a 2,0 mm.

Adaptado de: Castro Filho et al., 2002.

**FIGURA 5 | ÁGUA DISPONÍVEL ENTRE A CAPACIDADE DE CAMPO E O PONTO DE MURCHA PERMANENTE, PARA SOLO EM SPD E SC, NO CULTIVO DO MILHO**



Adaptado de: Dalmaço et al., 2009

aumenta o número de macroagregados do solo (Figura 4), contribuindo para o incremento da distribuição de poros ao longo do perfil. Em SPD, o solo apresenta até 30% mais microporos nos primeiros 0,8 m do perfil (Lipiec et al., 2006).

Os microporos estão relacionados à retenção de água, por meio da força de adesão entre água e colóides do solo. Assim, há um relativo aumento na capacidade de retenção de água, em SPD, como comprovou a pesquisa realizada por Dalmaço et al. (2009), na cultura de milho. Nos primeiros centímetros, o solo reteve cerca de 50% mais água em SPD (Figura 5). Em meio à atual “enxurrada” de produtos de “alta tecnologia”, como aminoácidos, proteínas e outros, com o objetivo de reduzir o estresse hídrico, muitos se esquecem de que manter o SPD é uma ótima forma de reduzir o estresse hídrico da lavoura, inclusive para plantas C4 como o milho, que respondem rapidamente ao fornecimento de água.

### NOVO DESAFIO, NOVA RESPOSTA

No Brasil, desde 2011, a produção de milho safrinha é maior que a de milho safra (Conab, 2013). O milho safrinha é semeado nos meses de janeiro e fevereiro, após a soja precoce, quando ainda há chuvas na região Centro-Oeste. Com a possibilidade da segunda safra, é notável a redução da semeadura de espécies para cobertura do solo, importante para a rotação de culturas e manutenção do SPD. A palha proveniente da colheita de milho não oferece boa cobertura ao solo, deixa-o exposto por mais de três meses, até a semeadura da próxima safra. Diante dos benefícios do SPD, já citados, e, por outro lado, também valorizando a importância do milho safrinha para o sistema de produção, sobretudo, para a economia do país, o SPD tem um desafio a enfrentar: como a cultura do milho pode produzir a safrinha e, ainda, dispor de cobertura do solo na entressafra? Uma opção ganha cada vez mais adeptos: o consórcio milho-braquiária.



RODRIGO ALMEIDA

Adoção de novas práticas e tecnologias cria dúvidas que são, algumas vezes, mitos, outras vezes verdades

Por meio desta técnica, é possível aproveitar o excedente hídrico do outono/inverno, em que se cultiva o milho safrinha, para, ao mesmo tempo, cultivar a braquiária para formação de resíduos ao SPD. No caso de propriedades sob o sistema integração lavoura-pecuária (ILP), a braquiária serve como planta forrageira, justamente no período de maior escassez nas pastagens.

A adoção de novas práticas ou tecnologias cria, também, uma série de afirmações e dúvidas que são, algumas vezes, mitos, outras vezes verdades. Visando à melhor compreensão do manejo do consórcio milho-braquiária, seguem respostas a algumas dessas questões:

**P.** O cultivo da braquiária com o milho reduz o potencial produtivo de grãos?

**R.** Mito. A braquiária, sombreada pelo milho, não reduz a produção de grãos de milho.

**P.** É preciso aumentar a adubação nitrogenada para instalar o cultivo de milho com braquiária?

**R.** Mito. Pesquisas realizadas nos últimos anos (Almeida, 2014) comprovaram que a absorção do N, aplicado via fertilizante pela braquiária, varia entre 2% e 5%, insuficientes para prejudicar a produtividade do milho.

**P.** O consórcio milho-braquiária pode ser indicado para o combate do mofo branco?

**R.** Verdade. O controle cultural realizado por meio da palha da braquiária é uma forma de inibir os apotécios, que se desenvolvem a partir dos escleródios que habitam o solo. Os resíduos de braquiária diminuem a passagem de luz para o solo e, também, a amplitude térmica. A restrição de luz e calor prejudica o desenvolvimento do apotécio, o que reduz a disseminação de esporos carpopênicos endêmicos que se espalham em um raio de até 100 m. 

\* **Silas Maciel de Oliveira** é mestre em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo – ESALQ (silasmaciel2000@hotmail.com).

**Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida** é engenheiro agrônomo, mestre e doutor em fitotecnia e pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura (rodrigo.almeida@embrapa.br).

**Rafaela Alenbrant Migliavacca** é mestre em fitotecnia pela Universidade de São Paulo – ESALQ (rafaela.migliavacca@yahoo.com.br) e **José Laércio Favarin** é docente no Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ (favarin.esalq@usp.br).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. E. M. Fertilização nitrogenada no consórcio milho-braquiária em solos de clima tropical úmido no sistema de integração lavoura-pecuária. Piracicaba: USP/ESALQ, 2014. 149 p. (Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia).

ARAI, M.; TAYASU, I.; KOMATSUZAKI, M.; UCHIDA, M.; SHIBATA, Y.; KANEKO, N. Changes in soil aggregate carbon dynamics under no-tillage with respect to earthworm biomass revealed by radiocarbon analysis. *Soil & Tillage Research*, v. 126, p. 42-49, 2013.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V. de; AZEVEDO, J. T. de; ANDREOLI, C.; PURCINO, A. Germinação de sementes de diversos genótipos de milho tropical (*Zea mays* L.) em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, PR, v. 17, p. 141-144, 1995.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M. de F.; FONSECA, I. C. B. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 65, n. 1, p. 45-51, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento*, set. 2013. Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_09\\_10\\_16\\_05\\_53\\_boletim\\_portugues\\_setembro\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_10_16_05_53_boletim_portugues_setembro_2013.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2015.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRÜGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 13, p. 855-864, 2009.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 23, p. 145-154, 1999.

KENNEY, I.; BLANCO-CANQUI, H.; PRESLEY, D. R.; RICE, C. W.; JANSSEN, K.; OLSON, B. Soil and crop response to stover removal from rainfed and irrigated corn. *GCB Bioenergy*, v. 7, n. 2, p. 219-230, 2015.

LIPIEC, J.; KUŚ, J.; SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ, A.; NOSALEWICZ, A. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. *Soil & Tillage Research*, v. 89, n. 2, p. 210-220, 2006.

SAKAKIBARA, H.; TAKEI, K.; HIROSE, N. Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. *Trends in Plant Science*, v. 11, n. 9, p. 440-448, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2006.