

Aspectos básicos

Visão sistêmica e estratégias de manejo são imperiosas para garantir cultura sustentável

Antonio Luiz Fancelli *



RODRIGO ALMEIDA

Conhecer fisiologia da planta, respeitar suas exigências edafoclimáticas, ter visão sistêmica da atividade e estratégias de manejo racionais são fatores imperiosos ao bom rendimento no cultivo do milho

O milho (*Zea mays* L.) possui elevado potencial e acentuada habilidade fisiológica na conversão de carbono mineral em compostos orgânicos, os quais são translocados das folhas e de outros tecidos fotossinteticamente ativos (fonte) para locais onde serão estocados ou metabolizados (dreno). As relações entre fonte e dreno podem ser alteradas sobremaneira pelas condições do solo, do clima, do estágio fisiológico e do nível de estresse da planta (Taiz & Zeiger, 2012).

O rendimento dos grãos de uma cultura de milho, segundo Andrade et al. (1991), pode ser expresso pela seguinte expressão, modificada por Fancelli:

$$y = Ri.eI.eC.p,$$

em que *Ri* refere-se à radiação incidente; *eI*, à eficiência da interceptação da radiação incidente; *eC*, à eficiência de conversão da radiação interceptada pela biomassa vegetal; e *p*, à partição de fotoassimilados em partes de interesse comercial.

Assim, a radiação incidente se dá em função da localização geográfica da área de produção (latitude, longitude e altitude), ao longo do ano, bem como da época de semeadura. A eficiência de interceptação depende da idade da planta, da arquitetura foliar, do arranjo espacial de plantas e da população empregada, ao passo que a eficiência de conversão, dentre outros fatores, depende, principalmente, da temperatura do ar, do estado nutricional e do equilíbrio hídrico das plantas. A partição dos fotoassimilados, sobretudo, se dá em função do genótipo, do nível de estresse e das relações entre fonte e dreno estabelecidas.

O rendimento em grãos de uma cultura pode ser definido como o resultado do rendimento biológico e do índice de colheita (IC). O rendimento biológico é comumente determinado pelo peso total de matéria seca da planta, perfazendo uma medida integrada dos efeitos combinados da fotossíntese e da respiração durante a fase de crescimento. A fotossíntese, por sua vez, depende da

extensão da área foliar e da permanência das folhas em plena atividade. O índice de colheita, que constitui a fração dos grãos produzidos, em relação à matéria seca total da planta, pode ser empregado em programas de melhoramento genético e de avaliação de desempenho de genótipos, submetidos a diferentes condições climáticas (Donald & Hamblin, 1976, apud. Fancelli, 2013). O índice de colheita poderá, por sua vez, identificar a habilidade de um genótipo de combinar elevada capacidade de produção total com destinação de matéria seca acumulada a componentes de interesse econômico.

O IC máximo, para a cultura do milho, encontra-se próximo de 0,60, obtido em regiões de clima temperado e de latitude elevada. Em contrapartida, os menores índices de colheita, mencionados na literatura, referem-se àqueles oriundos de alguns países da África, como Quênia (IC = 0,15) e Gana (IC = 0,27).

Para Durães et al. (1993), as características morfofisiológicas, associadas a elevado rendimento em grãos, variam para diferentes tipos de genótipos. Contudo, a precocidade foi um fator que conferiu, a materiais testados, os maiores índices de partição. Porém, conforme relatado por Fancelli (2013), a maior habilidade de partição, relacionada a genótipos superprecoces e precoces, somente poderá se manifestar quando forem satisfeitas as exigências climáticas e nutricionais relativas aos materiais genéticos considerados. Portanto, o IC obtido em um determinado local não deverá ser extrapolado em outras regiões, pois tal parâmetro está intimamente relacionado à interação genótipo-ambiente. Atualmente, estas características têm sido submetidas a exaustivos estudos, por parte do melhoramento genético e da fisiologia da produção, objetivando a melhoria do desempenho da planta quanto à adaptação a diferentes regiões, ao efetivo aproveitamento de fatores de produção e à melhoria no processo de partição dos fotoassimilados.

O incremento diário de matéria seca nos grãos pode variar, também, de acordo com o genótipo; ou seja, linhagens de grãos dentados apresentam maiores taxas de acúmulo, quando comparadas a materiais genéticos portadores de grãos duros ou *flint*. O número de grãos, por planta e por unidade de área, constitui um dos mais importantes componentes determinantes do rendimento da cultura, influenciado por eventos ocorridos entre a emissão da 4ª e da 12ª folha, além daqueles evidenciados no florescimento (fecundação). Em áreas tropicais, este é o parâmetro que, normalmente, concorre para as maiores oscilações de rendimento da cultura. A obtenção do maior número de grãos possível decorre em função da população e do número de espigas encontradas por planta (prolificidade) e por unidade de área. Erroneamente, valoriza-se em demasia o tamanho da espiga, conferindo a este componente acentuado valor na definição do potencial produtivo. Reconhece-se, todavia, que o tamanho da espiga na planta de milho, por não possuir capacidade compensatória efetiva, pouco contribui para a definição da produção, quando o número de espigas presentes na área for pequeno. Conclui-se, portanto, que, em primeira instância, o número de espigas é mais importante que o seu tamanho.

O rendimento de grãos (e o número de grãos) aumenta, significativamente, com os incrementos do índice de área foliar (IAF), variando de quatro a seis, segundo resultados obtidos no *Corn Belt* norte-americano – região a nordeste e centro dos EUA, voltada ao cultivo do milho.

A maximização da produção depende da população empregada, que se dá em função: (1) da capacidade de suporte do meio, (2) do sistema de produção adotado, (3) do índice e da duração da área foliar fotossinteticamente ativa, (4) da época de semeadura, visando a satisfazer a cinética de desenvolvimento e crescimento e (5) da adequada distribuição espacial de plantas na área,

TABELA 1 | ESPAÇAMENTOS DE ENTRELINHA RECOMENDADOS PARA A CULTURA DO MILHO

ESPAÇAMENTO (CM)	CONSIDERAÇÕES RELEVANTES (*)
90 – 85	Menor eficiência no aproveitamento dos fatores de produção
80 – 70	Sem nenhum tipo de restrição a região, época e híbrido
60 – 50	Melhor aproveitamento dos fatores de produção e obtenção de maiores produtividades
50 – 45	Recomendado para situações e genótipos específicos

(*) Exigência de distribuição adequada de plantas.

Fonte: Fancelli, 2013.

em conformidade com as suas características genotípicas.

No Brasil, rendimentos elevados têm sido alcançados com o uso de 60.000 a 85.000 plantas/ha, adotando-se espaçamentos variáveis entre 45 e 90 cm (ideal: 55 a 60 cm), apresentando 2,5 a 4,5 plantas por metro linear, devidamente arranjadas, de forma a minimizar as relações de competição por fatores de produção (Tabela 1). Cumpre ressaltar que tais recomendações se referem, normalmente, a sistemas de produção irrigados (ou sem restrição hídrica), mantidos sob contínua vigilância e orientação técnica.

A mudança de espaçamento entrelinhas de 90 cm para 70 cm pode contribuir para ganhos de produtividade médios de 8% a 12%. Todavia, ganhos mais restritos de produtividade (de 3% a 5%) podem ser alcançados com a utilização de espaçamentos entre 50 e 60 cm. O uso de espaçamentos mais reduzidos exige maior controle de qualidade da operação de semeadura, de forma a garantir a melhor distribuição espacial possível de plantas, bem como maior atenção na etapa de colheita.

Como norma geral, Fancelli (2013) afirma que, na ausência de restrição de fatores de produção, o ganho de produtividade se dá em função do aumento da população de plantas, que, por sua vez, depende da qualidade do colmo, do vigor das sementes e da escolha criteriosa do genótipo. Por outro lado, em meio a restrições dos fatores de produção, os ganhos de produtividade serão dependentes

da distribuição espacial de plantas, que, por sua vez, pode ser influenciada, principalmente, pela qualidade da operação da semeadura. Atualmente, em decorrência dos genótipos disponíveis no mercado (arquitetura foliar e qualidade de colmo) e das limitações do ambiente de produção (altitude e latitude), a faixa de espaçamento responsável pelos maiores índices de produtividade corresponde a 55 a 70 cm de entrelinha.

O uso de populações superiores a 70.000 plantas/ha, no momento da colheita (estande final), conforme relatado por Fancelli (2013), pode implicar nas seguintes manifestações:

- maior grau de estiolamento de plantas, maior taxa de competição intraespecífica e menor taxa de deposição de lignina e celulose no colmo (implicando maior quantidade de N e K, cuja relação N:K não deverá ultrapassar o valor 1,5);
- maior necessidade e disponibilidade de fósforo, enxofre e cobre ao longo do ciclo, visando ao maior aproveitamento efetivo de nitrogênio, redução da incidência de doenças e manutenção do valor nutritivo dos grãos;
- redução da atividade da nitrato redutase (implicando maior necessidade do fornecimento de Mo) e da nitrito redutase (implicando maior necessidade de Mn);
- aumento da esterilidade feminina e alteração do sincronismo pendão-espiga (implicando maior necessidade de B e Ca);
- menor eficiência na partição de

fotoassimilados (implicando balanço adequado entre auxina, giberelina e citocinina).

A espécie *Zea mays* é considerada como uma das mais bem dotadas, sob a ótica fisiológica, bem como de elevada capacidade produtiva. Todavia, a manifestação destes atributos depende das condições presentes no ambiente de produção. Por esta razão, o conhecimento da fisiologia da planta, o respeito às exigências edafoclimáticas da espécie, a visão sistêmica da atividade, aliados ao estabelecimento de estratégias de manejo racionais e eficientes, assumem caráter imperioso na garantia de rendimentos lucrativos e sustentáveis. 

* **Antonio Luiz Fancelli** é engenheiro agrônomo, mestre, doutor e docente do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ (fancelli@usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, F. H.; UHART, S.; ARGUISSAIN, G. *Rendimento potencial de maiz en Balcarce: analisis de los factores que lo determinan*. Balcarce: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, 1991. 11 p. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária. Boletín Técnico, 101).
- DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA, A. C.; FANCELLI, A. L.; COSTA, J. D. Partição de fitomassa e limitações de rendimento de milho (*Zea mays* L.) relacionados com a fonte-dreno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4., 1993, Fortaleza. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 1-120, 1993.
- FANCELLI, A. L. *Milho: Estratégias de manejo*. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2013. 180 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER E. *Fisiologia Vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 738 p.