



Ecofisiologia da Produção de Sorgho

Paulo César Magalhães¹
Frederico O.M. Durães²

A fotossíntese fornece cerca de 90 a 95% da matéria seca ao vegetal, assim como a energia metabólica requerida para o desenvolvimento da planta. Durante o ciclo, a planta de sorgho depende das folhas como os principais órgãos fotossintéticos, e a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de expansão da área foliar como da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar. À medida que a copa da planta se fecha, outros incrementos no índice de área foliar têm pouco ou nenhum efeito sobre a fotossíntese, a qual passa a depender da radiação solar incidente e da estrutura da copa vegetal. A inflorescência do sorgho, considerada grande para os padrões normais, pode interceptar 25 a 40% da radiação incidente e fornecer 15% ou mais da fotossíntese total da copa, variando, é claro, com o genótipo

As taxas de fotossíntese das folhas do sorgho vão de 30 a 100 mg CO₂ dm⁻²h⁻¹, dependendo

do material genético, intensidade de luz fisiologicamente ativa e da idade das folhas. Folhas de sorgho contêm um grande número de estômatos, por sinal tem sido estimado que estas possuem 50% a mais de estômatos por unidade de área do que a planta de milho, porém os estômatos do sorgho são menores.

O número total de folhas numa planta varia de 7 a 30, sendo geralmente de 7 a 14 para genótipos adaptados de sorgho granífero. O comprimento da folha pode chegar a mais de 1 metro, enquanto que a largura, de 0,5 a 15 cm. Os fatores que determinam o número de folhas no sorgho são: cultivar, fotoperíodo e temperatura. As partes da folha incluem: limbo no qual estão presentes os estômatos localizados nas duas faces; bainha, a qual liga-se ao nó e envolve o internódio acima e a lígula, que é a junção da bainha com o internódio. A posição da folha na planta pode variar de vertical a horizontal, concentrando-

¹Eng. Agr., PhD, Fisiologia Vegetal, Embrapa Milho e Sorgo Caixa Postal 151 CEP 35 701-970 Sete Lagoas, MG.
E-mail: pcesar@cnpms.embrapa.br

²Eng. Agr., PhD, Fisiologia Vegetal, Embrapa Milho e Sorgo Caixa Postal 151 CEP 35 701-970 Sete Lagoas, MG.
E-mail: fduraes@cnpms.embrapa.br

se mais na base ou, ainda, serem uniformemente distribuídas na planta. As folhas do sorgo possuem depósitos de substância cerosa na junção da bainha com o limbo, o que leva a planta a perder menos água na transpiração, sendo importante para a economia de água, sobretudo em condições de estresse hídrico.

Leva-se de três a seis dias entre a diferenciação de uma folha e a próxima no meristema. A expansão foliar pode continuar mesmo durante o desenvolvimento da panícula, o que pode gerar, nesse caso, competição por fotoassimilados disponíveis. O embrião em um grão maduro já possui seis a sete primórdios foliares. Fato interessante ocorre na epiderme superior da folha, onde se observam filas de células especializadas, que permitem à folha enrolar-se em condições de estresse hídrico, se constituindo, portanto, numa defesa da planta.

Florescimento

O florescimento corresponde ao EC3, que engloba a polinização, fertilização, desenvolvimento e maturação do grão. A diferenciação floral do sorgo é afetada principalmente pelo fotoperíodo e pela temperatura. O período mais crítico para a planta, em que ela não pode sofrer qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico, vai da diferenciação da panícula à diferenciação das espiguetas (duas a três semanas de duração). Em condições normais, a diferenciação da gema floral inicia-se 30 a 40 dias após a germinação (pode variar de 19 a mais de 70 dias). Em climas quentes, o florescimento ocorre 55 a 70 dias após a germinação (pode variar de 30 a mais de 100 dias). Em geral, a formação da gema floral ocorre 15 a 30 cm acima do nível do solo, quando as plantas têm cerca de 50 a 75 cm de altura.

A diferenciação da gema floral bloqueia a atividade meristemática (divisão celular). Daí para a frente, todo o crescimento é devido ao alongamento das células já existentes. Cerca de seis a dez dias antes do aparecimento da

inflorescência, ela pode ser vista como algo semelhante a um “torpedo” dentro da bainha da folha bandeira. As flores na panícula desenvolvem-se sucessivamente do topo para a base (demora de quatro a cinco dias). Como nem todas as plantas num campo de sorgo florescem ao mesmo tempo, a duração do florescimento no campo pode variar de seis a 15 dias. O número de espiguetas por panícula varia de 1.500 a 7.000. Existem mais de 5.000 grãos de pólen por antera, na maioria dos híbridos e variedades, o que equivale dizer que há mais de 20 milhões de grãos de pólen por panícula.

Fertilização

A fertilização inicia-se no topo da panícula e procede para a base (duração de quatro a cinco dias). Predomina a autofecundação e a taxa de fecundação cruzada pode variar de 2 a 10%. Há casos em que a fecundação ocorre sem a abertura das espiguetas (cleistogamia). A panícula do sorgo varia muito quanto à forma e tamanho (compacta, aberta, grande, pequena). Seu comprimento vai de 4 a 25 cm e o diâmetro de 2 a 20 cm. O pólen germina imediatamente se cai num estigma receptivo e a fertilização tem lugar ao redor de duas horas depois; no entanto, a luz é necessária para a germinação e o pólen espalhado à noite não germina até o amanhecer.

O grão de sorgo igualmente varia muito quanto à cor, dureza, forma e tamanho. O peso de 100 sementes varia de menos de 1g a mais de 6 g.

Fotoperíodo

O sorgo é sensível ao fotoperiodismo, o qual pode ser definido como a resposta do crescimento à duração dos períodos, de luz e escuro. O comprimento do dia varia de acordo com a estação do ano e com a latitude. O sorgo é uma planta de dias curtos, ou seja, floresce em noites longas.

Em cultivares sensíveis, a gema vegetativa (terminal) permanece vegetativa até que os dias encurtem o bastante para haver a sua

diferenciação em gema floral; esse é, portanto, o que se chama fotoperíodo crítico. O fotoperíodo crítico do sorgo poderia, então, ser definido da seguinte maneira: se o comprimento do dia aumenta, a planta não floresce, ao passo que se o comprimento do dia decresce a planta floresce.

Diferentes materiais genéticos variam quanto ao fotoperíodo crítico. Por exemplo: algumas variedades tropicais têm dificuldade de florescer em regiões temperadas, onde os dias têm mais de 12 horas. Salienta-se que o fotoperíodo crítico para essas variedades tropicais é em torno de 12 horas. Por outro lado, variedades temperadas sensíveis têm um fotoperíodo crítico maior, florescendo com facilidade nos trópicos.

O fotoperíodo crítico das variedades temperadas é em torno de 13,5 horas. Portanto, é a duração do período sem luz que é importante para estimular o florescimento. Os dispositivos que as plantas possuem, os quais são responsáveis pela captação e medição do comprimento dos dias, são pigmentos chamados fitocromos. A grande maioria dos materiais comerciais de sorgo granífero foram melhorados geneticamente para insensibilidade ao fotoperíodo, somente os genótipos de sorgo forrageiro são sensíveis ao fotoperíodo.

Aspectos Gerais dos Efeitos Ambientais Sobre o Crescimento do Sorgo

A) Água

O sorgo requer menos água para se desenvolver, quando comparado com outros cereais, sendo que o período mais crítico à falta de água é o florescimento.

Ex: Sorgo - Necessita 330 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca.

Milho - 370 kg de H₂O/kg de matéria seca

Trigo - 500 kg H₂O/kg de matéria seca

Quando comparado com o milho, o sorgo produz mais sobre estresse hídrico (raiz explora melhor o perfil do solo), murcha

menos e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas.

A resistência a seca é uma característica complexa, pois envolve simultaneamente aspectos de morfologia, fisiologia e bioquímica. A literatura cita três mecanismos relacionados à seca: resistência, tolerância e escape. O sorgo parece apresentar duas características: escape e tolerância. O escape, através de um sistema radicular profundo e ramificado, o qual é eficiente na extração de água do solo. Já a tolerância está relacionada ao nível bioquímico. A planta diminui o metabolismo, murcha (hiberna) e tem um poder extraordinário de recuperação quando o estresse é interrompido. Um dos fatores que mais complicam a seleção para tolerância a seca num programa de melhoramento de plantas é a falta de uma característica clara (marcador) para medir o grau no qual o genótipo é considerado tolerante ou susceptível ao estresse de seca. Medidas fisiológicas tais como potencial de água na folha e ajustamento osmótico não correlacionam com diferenças em rendimento sob estresse. Esse fato pode levar freqüentemente a uma situação na qual materiais mais susceptíveis, porém com potencial produtivo maior, superem materiais genéticos considerados resistentes, mas com potencial produtivo mais baixo em condições de estresse hídrico. Para evitar situações semelhantes a essa, a pesquisa tem concentrado esforços em estudar estresse hídrico durante o enchimento de grãos, e tem sugerido utilizar a "porcentagem de trilhamento" como melhor característica a ser utilizada em programas de seleção de genótipos tolerantes a seca. Essa taxa é a relação entre a massa do grão/massa total da panícula.

Em geral, parece haver no sorgo uma correlação grande entre resistência ao calor e a falta de água. Também parece haver correlação entre resistência a seca e a teores de alumínio no solo. O déficit hídrico, quando acontece no estágio EC1, provoca menos

danos à planta do que em EC2. No estágio EC2, a escassez de água vai resultar na redução das taxas de crescimento da panícula e das folhas e no número de sementes por panícula. Esses efeitos são devido provavelmente a uma redução na área foliar, resistência estomática aumentada, fotossíntese diminuída e a uma desorganização do estado hormonal da panícula em diferenciação. Quando a falta de água acontece no EC3, o resultado é a senescência rápida das folhas inferiores, com conseqüente redução no rendimento de grãos.

O sorgo, para produzir grãos, requer cerca de 25 mm de chuva após o plantio, 250 mm durante o crescimento e 25 a 50 mm durante a maturidade.

B) Luz

Em condições não estressantes, a fotossíntese é afetada pela quantidade de luz fotossinteticamente ativa, proporção desta luz interceptada pela estrutura do dossel e pela distribuição ao longo do dossel. O efeito do sombreamento no sorgo, com a conseqüente redução da fotossíntese, é menor quando acontece em EC1 do que quando em EC2 e EC3. Isto pode ser explicado pela maior atividade metabólica da planta nesses dois estádios. Além da maior atividade, a demanda por fotoassimilados também é maior; portanto, requer da planta uma taxa fotossintética alta para satisfazer os órgãos reprodutivos em crescimento.

Muito embora o sombreamento sempre resulte numa redução de crescimento da cultura, em proporção direta à redução da radiação, o efeito final no rendimento de grãos pode ser pequeno.

C) Temperatura

Devido à sua origem tropical, o sorgo é um dos cultivos agrícolas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas. A temperatura ótima para crescimento está por volta de 33-34°C. Acima de 38°C e abaixo de 16°C, a produtividade decresce. Baixas temperaturas (< 10°C) causam redução na área foliar, perfilhamento, altura, acumulação de matéria seca e um atraso na data de floração. Isto é devido a uma redução da síntese de clorofila, especialmente nas folhas que se formam primeiro na planta jovem, com conseqüente redução da fotossíntese.

Os efeitos da temperatura durante EC2 se manifestam no número de grãos por panícula, afetando diretamente o rendimento final de grãos. Temperaturas mais altas geralmente tendem a antecipar a antese, assim como pode causar aborto floral. O desenvolvimento floral e a fertilização dos grãos podem ocorrer até com temperaturas de 40 a 43°C, 15 a 30% de umidade relativa, desde que haja umidade disponível no solo. Altas e baixas temperaturas estimulam perfilhamento basal.

Quando comparado ao milho, o sorgo é mais tolerante a temperaturas altas e menos tolerante a temperaturas baixas. A temperatura baixa afeta o desenvolvimento da panícula, principalmente por seu efeito sobre a esterilidade das espiguetas. A sensibilidade a temperaturas baixas é maior durante a meiose.

Comunicado Técnico, 87

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Caixa Postal 151 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: 0xx31 3779 1000
Fax: 0xx31 3779 1088
E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Comitê de Publicações

Presidente: Ivan Cruz
Secretário-Executivo: Frederico Ozanan Machado Durães
Membros: Antônio Carlos de Oliveira, Arnaldo Ferreira da Silva, Carlos Roberto Casela, Fernando Tavares Fernandes e Paulo Afonso Viana

Expediente

Supervisor editorial: José Heitor Vasconcellos
Revisão de texto: Dilermando Lúcio de Oliveira
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa