

Caracterização

Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção

Gil Miguel de Sousa Câmara*

MARCELO BASSO/USP ESALQ



Soja em estágio reprodutivo; Piracicaba, SP, 2006

Fenologia refere-se à parte da botânica que estuda as diferentes fases do crescimento e desenvolvimento das plantas, tanto a vegetativa (germinação, emergência, crescimento da parte aérea e das raízes) como a reprodutiva (florescimento, frutificação e maturação), demarcando-lhes as épocas de ocorrência e as respectivas características. A fenologia de uma espécie cultivada constitui ferramenta eficaz de manejo que possibilita identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, o momento fisiológico ao qual se encontram associadas as necessidades do vegetal que, uma vez atendidas, possibilitarão seu desenvolvimento normal e, conseqüentemente, bons rendimentos à cultura.

Todas as “tomadas de decisão” e suas respectivas “recomendações técnicas” devem estar fundamentadas na familiaridade que o produtor ou o responsável técnico pela produção tenha com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta cultivada e suas necessidades. Normalmente, a observação da fenologia de uma espécie é fundamentada em um sistema de informações constituído por letras e números (ou somente por números) que identificam cada fase de desenvolvimento da planta. Tal sistema é denominado “escala fenológica”.

Quando se acompanha a fenologia de uma determinada espécie, considera-se principalmente sua “idade fisiológica”, e não apenas sua “idade cronológica”. Essa última apresentará melhor nível de precisão quando as condições ambientais e de manejo forem favoráveis ao crescimento da cultura. Entretanto, se algum fator atrasar ou adiantar o desenvolvimento da planta, a observação de determinada fase fenológica (como, por exemplo, a abertura da primeira flor) poderá ocorrer antes ou depois do tempo esperado. É importante ressaltar que os parâmetros utilizados para identificar os estádios de desenvolvimento devem considerar as influências de todos os fatores

TABELA 1 | DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS VEGETATIVOS DA SOJA

ESTÁDIO		DESCRIÇÃO
SÍMBOLO	DENOMINAÇÃO	
V _E	Emergência	Os cotilédones estão acima da superfície do solo
V _C	Cotilédone desenvolvido	Cotilédones totalmente abertos
V ₁	Primeiro nó	As folhas unifolioladas estão completamente abertas
V ₂	Segundo nó	Primeira folha trifoliolada aberta
V ₃	Terceiro nó	Segunda folha trifoliolada aberta
V _(n)	Enésimo nó	“Enésimo” nó ao longo da haste principal com trifólio aberto

Fonte: Fehr e Caviness (1977)

que afetam o desempenho da cultura, sejam derivados do manejo ou, principalmente, do meio ambiente.

O ciclo fenológico da soja foi detalhadamente estudado por Fehr e Caviness (1977), que elaboraram uma escala fenológica alfanumérica, subdividindo a fenologia em duas grandes fases: vegetativa (Tabela 1) e reprodutiva (Tabela 2), simbolizadas, respectivamente, pelas letras maiúsculas V e R. Recentemente, essa escala vem sofrendo novas subdivisões, em estádios reprodutivos específicos, facilitando a adoção de medidas de manejo relacionadas à condução da cultura, até o ponto de colheita. A germinação da soja é relativamente rápida, desde que a semente encontre condições ambientais favoráveis. A radícula é a primeira parte do embrião a romper o tegumento, o que ocorre entre um e dois dias após a semeadura. O desenvolvimento da raiz primária prossegue, de maneira que, entre quatro e cinco dias após a semeadura, surgem as primeiras ramificações laterais e os pêlos absorventes. À medida que se verifica o crescimento da raiz, ocorre o alongamento do hipocótilo, formando uma alça ou gancho, que conduz os cotilédones em

direção à superfície do solo, caracterizando a emergência epigea da soja.

Rompida a superfície do solo, afloram os cotilédones e a plúmula (folhas primárias). Em seguida, os cotilédones se abrem, expondo a plúmula à luz solar. A emergência da soja (V_E) tem início normalmente de cinco a sete dias após a semeadura. Os cotilédones assumem coloração verde e são os principais responsáveis pela nutrição da plântula, durante aproximadamente duas e três semanas após a emergência. Após a abertura dos cotilédones, o epicótilo, contendo a plúmula em sua extremidade, prossegue o desenvolvimento em altura. Como resultado, observa-se a emissão e a abertura de um par de folhas opostas, também conhecidas como folhas primárias ou unifolioladas (estádio V_C), assim denominadas por apresentarem um único folíolo. A partir da emissão das folhas unifolioladas, a soja passa a formar somente as folhas verdadeiras ou trifolioladas (compostas por três folíolos), com inserção alternada ao longo do caule e dos ramos.

Simultaneamente à formação das primeiras raízes e folhas, ocorre o esgotamento gradativo das reservas contidas

nos cotilédones que, em conseqüência, amarelecem e caem. Nessa fase, a planta apresenta folhas definitivas (estádios V_2 a V_4) e se acha preparada para seguir seu desenvolvimento autotrófico. O crescimento das raízes ocorre durante toda a fase vegetativa do ciclo de vida da planta, cessando a partir do início do florescimento. A formação de nódulos tem início normalmente aos 7 a 10 dias após a emergência da planta (estádio V_c), tornando-se visíveis e mais capazes de fornecer nitrogênio, a partir do primeiro trifólio expandido (V_2). As pragas iniciais da soja (perfuradoras e mastigadoras) atacam a cultura já desde a fase de semente e prosseguem até o estágio V_5 , podendo causar danos severos ao estande inicial, o que se refletirá em quebra de produtividade. Esta também pode ocorrer devido à infecção de sementes

ou das plantas jovens por fungos do solo e do ar. Por isso, antes do plantio, muitos produtores tratam as sementes com fungicidas e inseticidas.

A partir do quarto trifólio expandido, a planta acelera o acúmulo de matéria seca e de nutrientes em sua parte aérea, o que justifica algumas estratégias de manejo adotadas entre os estádios V_2 e V_4 , como, por exemplo, a pulverização foliar de cobalto e molibdênio, essenciais ao processo de fixação biológica do nitrogênio. Também nesses estádios é que se aplica potássio em cobertura e se faz o manejo químico, em pós-emergência, das plantas daninhas. A partir do estágio V_6 , a cultura da soja torna-se mais atrativa aos insetos desfolhadores (lagartas), devendo-se iniciar o levantamento da população de pragas, por meio de amostragens com o pano de batida,

com vistas a efetivar-se o manejo integrado de pragas.

O início do florescimento da soja é caracterizado pela abertura de uma flor em qualquer nó da haste principal (estádio R_1). A partir desse instante, acompanha-se a evolução fenológica observando-se as estruturas reprodutivas da soja: flores, frutos e sementes (Tabela 2). O pleno florescimento (R_2), caracterizado pela abertura de várias flores ao longo da haste principal, pode ocorrer simultaneamente; isto é, no mesmo dia do início do florescimento (R_1), no caso das plantas com hábito de crescimento determinado, ou entre dois e sete dias após o R_1 , em plantas com hábito de crescimento indeterminado típico. Não há uma transição definida entre os períodos de florescimento e frutificação. Essa última (R_3) inicia-se, conforme o genótipo, entre 7 e 15 dias

TABELA 2 | DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS REPRODUTIVOS DA SOJA

ESTÁDIO		DESCRIÇÃO
SÍMBOLO	DENOMINAÇÃO	
R_1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R_2	Florescimento pleno	Maioria das inflorescências da haste principal com flores abertas
R_3	Início da frutificação	Vagens com 0,5 a 1,5 cm de comprimento no terço superior da haste principal
R_4	Frutificação plena	Maioria das vagens no terço superior da haste principal com comprimento de 2 a 4 cm ("canivete")
$R_{5,1}$	Início da granação	Até 10% da granação máxima na maioria das vagens localizadas no terço superior da haste principal
$R_{5,2}$		Maioria das vagens no terço superior da haste principal entre 10 e 25% da granação máxima
$R_{5,3}$	Média granação	Maioria das vagens no terço superior da haste principal com 25 a 50% da granação máxima
$R_{5,4}$		Maioria das vagens no terço superior da haste principal entre 50 e 75% da granação máxima
$R_{5,5}$	Final da granação	Maioria das vagens no terço superior da haste principal com 75 a 100% da granação máxima
R_6	Semente formada ou granação plena	100% de granação. Maioria das vagens no terço superior contendo sementes verdes em seu volume máximo ("vagem gorda")
$R_{7,1}$	Maturidade fisiológica	Até 50% de folhas e vagens amarelas
$R_{7,2}$	Maturidade fisiológica	Entre 50 e 75% de folhas e vagens amarelas
$R_{7,3}$	Maturidade fisiológica	Acima de 75% de folhas e vagens amarelas
$R_{8,1}$	Desfolha natural	Até 50% de desfolha
$R_{8,2}$	Desfolha natural	Acima de 50% de desfolha. Aproxima-se o ponto de colheita
R_9	Maturidade a campo	95% de vagens com a cor da vagem madura

Fonte: Ritchie et al. (1982)

após o início do florescimento. No estágio R_3 as vagens situadas no terço superior da haste principal encontram-se com até 1,5 cm de comprimento. Nessa fase, verifica-se o declínio do florescimento.


O período de florescimento da soja é relativamente longo (vai de 30 a 40 dias) e superpõe-se ao de formação das vagens e sementes, fazendo com que a planta resista melhor a períodos curtos de estiagem, durante a floração. Não raro, observa-se, em uma mesma axila foliar, presença simultânea de gemas vegetativas, flores abertas ou murchando e frutos em desenvolvimento. O estágio R_4 indica a fase em que a maior parte das vagens está formada. Vagens do terço superior da planta (haste principal) se apresentam com 2 e 4 cm de comprimento. Os produtores brasileiros identificam esse estágio como o momento da cultura em que as plantas mostram os “canivetes”. As sementes são formadas por meio do processo de fertilização da oosfera, seguido por divisões e diferenciações, podendo inicialmente ser vistas depois do desenvolvimento da vagem, caracterizando o início da granação da soja (estádio $R_{5,1}$). O acúmulo de matéria seca nas sementes evolui, atingindo o máximo volume quando se observam as cavidades das vagens verdes totalmente preenchidas por sementes de coloração verde (estádio R_6). Entre o início e o máximo volume, o processo de acúmulo de matéria seca pode ser gradativamente quantificado por meio do tato ou da visão, conforme descrevem os subestádios $R_{5,1}$ a $R_{5,5}$ apresentados na Tabela 2.

As taxas de crescimento das vagens e de acúmulo de matéria seca pelas sementes são relativamente lentas, até cerca de 25 a 35 dias após o início do florescimento. A partir desse momento, tornam-se rápidas, ao mesmo tempo que as vagens e sementes vão perdendo a coloração verde e assumindo a coloração característica da cultivar (pubescência cinza ou marrom). À medida que há transferência de matéria seca para as

sementes, ocorre amarelecimento e queda gradativa das folhas. A maturação das sementes consiste em uma série de alterações físicas, morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, verificadas a partir da fecundação do óvulo. Encerra-se quando a semente, ao atingir o máximo peso de matéria seca, se desliga fisiologicamente da planta e alcança a maturidade fisiológica (estádio R_7), caracterizada pelo máximo peso de matéria seca nos grãos. Nesse momento, os grãos assumem coloração amarela e apresentam teores de umidade de aproximadamente 28 a 30%. Atualmente, para facilidade do monitoramento da lavoura, a maturidade fisiológica é subdividida em três subestádios, relativos aos níveis crescentes de amarelecimento de folhas e vagens.

Simultaneamente à maturidade fisiológica de uma lavoura, poderá ocorrer a queda natural das folhas. Abaixo de 50% de desfolha, tem-se o estágio $R_{8,1}$; acima de 50%, o estágio $R_{8,2}$. O amarelecimento das folhas e das vagens, acompanhado da abscisão foliar, indica desidratação das plantas, vagens e sementes. Quando se observam 95% ou mais de vagens maduras, identifica-se a maturidade a campo (estádio R_9). A lavoura poderá ser colhida a partir de 16% ou menos de umidade nas sementes. O crescimento das raízes durante os estádios reprodutivos cessa no R_1 , para as plantas com hábito de crescimento determinado, e progride até $R_{5,2}$, para as de hábito de crescimento indeterminado. Entretanto e independentemente do hábito de crescimento, a atividade fisiológica das raízes persiste até o máximo volume de grãos (R_6). Simultaneamente ao crescimento radicular, ocorre o aumento da taxa de nodulação das raízes, cujo auge se dá entre os estádios R_2 e R_6 , épocas fenológicas e fisiológicas em que a soja requer maior quantidade de energia, água e nutrientes.

Com relação ao manejo, durante a fase reprodutiva da soja, a preocupação

maior se refere ao constante monitoramento das pragas aéreas (percevejos sugadores de grãos em formação) e das doenças desfolhadoras (doenças de final de ciclo, oídio, mela, antracnose e a temida ferrugem asiática). No Brasil, a cada nova safra de soja, constata-se o uso cada vez maior da fenologia da soja, apresentada neste artigo, destacando sua importância como ferramenta auxiliar às tecnologias de produção adotadas pelo agricultor brasileiro. 

***Gil Miguel de Sousa Câmara** é professor do Departamento de Produção Vegetal da USP ESALQ (gsmecamar@esalq.usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, G. M. S. Fenologia da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). *Soja: tecnologia da produção*. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura 1998. p. 26-39.
- CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cultura da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., 1991, Piracicaba. *Anais*. Piracicaba, SP: ESALQ/Departamento de Agricultura; FEALQ, 1992. p. 129-142.
- COSTA, J. A.; MARCHEZAN, E. *Características dos estádios de desenvolvimento da soja*. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 30 p.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. *Stages of soybean development*. Ames, Iowa: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1977. II p. (Special Report, n. 80).
- RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. *How a soybean plant develops*. Ames, Iowa: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension, 1982. 20 p. (Special Report, n. 53).