



**SÓCIOS:**  
Instituto da Potassa e do Fosfato (EUA)  
Instituto da Potassa e do Fosfato (Canadá)

**DIRETOR:**  
T. Yamada

# INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Nº 82 JUNHO/98

## FENOLOGIA DA SOJA

*Gil Miguel de Sousa Câmara<sup>1</sup>*

### 1. INTRODUÇÃO

**F**enologia refere-se à parte da Botânica que estuda as diferentes fases do desenvolvimento das plantas, tais como germinação, emergência, crescimento e desenvolvimento vegetativos, florescimento e frutificação, maturação, marcando-lhes as épocas de ocorrência e as respectivas características.

### 2. IMPORTÂNCIA DA FENOLOGIA

A Fenologia de uma espécie de expressão econômica constitui-se em ferramenta eficaz de manejo, uma vez que possibilita identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, seu momento fisiológico, ao qual encontra-se associada uma série de necessidades por parte do vegetal que, uma vez atendidas, possibilitarão normal desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, bons rendimentos.

A importância do conhecimento sobre a Fenologia de uma determinada espécie reside nos seguintes fatos:

a) possibilita o estabelecimento de relações entre elementos fisiológicos, climáticos, edáficos, entomológicos, fitopatológicos e fitotécnicos, com o objetivo de maximizar o desempenho das plantas cultivadas.

b) permite identificar e compreender as relações entre a planta e o ambiente. As exigências e respostas de uma planta a determinados fatores do ambiente podem variar de acordo com o cultivar, porém, a ação do ambiente não é a mesma durante os diversos estádios de desenvolvimento da planta.

c) permite a identificação e/ou tomada de decisões quanto ao sistema de produção adotado, aptidão climática, práticas cultu-

#### *Veja neste número:*

Esquema do ciclo vegetativo da soja .....	3
N e K na produção e composição de forragens .....	7
Quebra de ponteiro em <i>Eucalyptus</i> por deficiência de B .....	9
Algodão amargo .....	10
O café no Havai .....	11
Para globalizar a agricultura .....	12
Agricultura de precisão e biotecnologia .....	16

rais, aplicação de insumos, tratamento fitossanitário, momento e método adequados para a colheita.

d) serve de base para a identificação de respostas às diferentes práticas de manejo, que é função da interação "genótipo x época de aplicação" e da capacidade de recuperação a injúrias (físicas, químicas ou biológicas).

Toda "tomada de decisão" e suas respectivas "recomendações técnicas" devem ser fundamentadas na familiaridade que o produtor ou o responsável técnico pela produção vegetal tem com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta cultivada e suas respectivas exigências.

Normalmente, a observação da fenologia de uma espécie é fundamentada em um sistema de informação constituído por letras e números, ou somente números, que identificam cada fase do desenvolvimento da planta. Tal sistema de simbologia é denominado de Escala Fenológica.

Quando se acompanha a fenologia de uma determinada espécie considera-se, principalmente, a "idade fisiológica" e não apenas a "idade cronológica". Esta última apresenta melhor nível de precisão quando as condições ambientais e de manejo são favoráveis ao crescimento da cultura. Entretanto, se algum fator atra-

<sup>1</sup> Engº Agrº, Prof. Dr., Departamento de Agricultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Telefone: (019) 429-4115.  
E-mail: gmscamar@carpa.ciagri.usp.br

sar ou adiantar o desenvolvimento de uma planta, a observação de uma determinada fase fenológica, como, por exemplo, a abertura da primeira flor, poderá ocorrer antes ou depois do tempo esperado.

Portanto, é importante ressaltar que os parâmetros utilizados para identificar os estádios de desenvolvimento devem considerar a influência dos fatores que afetam o comportamento da planta, tanto de manejo como, principalmente, do ambiente.

### 3. A ESCALA FENOLÓGICA DA SOJA

O ciclo vegetativo da soja foi detalhadamente estudado por Fehr & Caviness (1977), os quais elaboraram uma escala fenológica, hoje internacionalmente utilizada, subdividindo a fenologia em duas grandes fases: vegetativa (Tabela 1) e reprodutiva (Tabela 2). Na Figura 1 encontra-se esquematizado alguns estádios do ciclo vegetativo da soja.

Para que a compreensão dessa escala fenológica seja mais rápida, algumas considerações sobre a planta são necessárias:

a) O crescimento em altura da planta é comandado pela gema apical vegetativa localizada na extremidade apical da haste principal, da qual vão surgindo as sucessivas folhas de soja, desde os dois cotilédones até o último trifólio formado. Com exceção dos nós cotiledonares e dos nós do par de folhas unifolioladas, nos demais poderá haver o desenvolvimento de flores, vagens e sementes. Por isso, a escala fenológica proposta por Fehr & Caviness (1977) fundamenta-se na observação do desenvolvimento da haste principal.

b) Como nó vegetativo, ou simplesmente "nó", compreende-se a região da haste principal da planta onde se inserem os dois cotilédones, ou as duas folhas unifolioladas, ou qualquer folha trifoliolada da soja. Mesmo que uma ou mais folhas caia, as suas cicatrizes ou "nós" permanecem sobre a haste, permitindo, assim, a sua localização e respectiva identificação.

c) Compreende-se como nó maduro aquele em que existe uma folha completamente desenvolvida que, por sua vez, é identificada pela observação do estágio de abertura dos folíolos da fo-

Tabela 1. Descrição dos estádios vegetativos da soja<sup>1</sup>.

Símbolo	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Os cotilédones estão acima da superfície do solo.
VC	Cotilédone desenvolvido	Os cotilédones apresentam-se bem abertos e as folhas unifolioladas estão suficientemente abertas, de tal modo que os bordos de cada unifólio não estão se tocando.
V <sub>1</sub>	Primeiro nó maduro	As folhas unifolioladas estão estendidas e a primeira folha trifoliolada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.
V <sub>2</sub>	Segundo nó maduro	A primeira folha trifoliolada está estendida, isto é, com os três folíolos expandidos e a segunda folha trifoliolada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.
V <sub>3</sub>	Terceiro nó maduro	A segunda folha trifoliolada está estendida, isto é, com os três folíolos expandidos e a terceira folha trifoliolada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.
V <sub>(n)</sub>	"Enésimo" nó maduro	A "enésima" folha trifoliolada está estendida, isto é, com os três folíolos expandidos e a folha trifoliolada "n + 1" está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada folíolo não estão se tocando.

Tabela 2. Descrição dos estádios reprodutivos da soja<sup>1</sup>.

Símbolo	Denominação	Descrição
R <sub>1</sub>	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal.
R <sub>2</sub>	Florescimento pleno	Uma flor aberta em um dos dois últimos nós da haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R <sub>3</sub>	Início da frutificação	Vagem com 5 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós superiores, sobre a haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R <sub>4</sub>	Vagem formada	Vagem com 20 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós superiores, sobre a haste principal, com a folha completamente desenvolvida ("canivete").
R <sub>5</sub>	Início da formação da semente ou início da granação	Semente com 3 mm de comprimento em uma vagem localizada em um dos quatro últimos nós superiores, sobre a haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R <sub>6</sub>	Granação plena ou semente desenvolvida	Vagem verde, contendo semente verde que preencha a cavidade da vagem localizada em um dos quatro últimos nós superiores, sobre a haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R <sub>7</sub>	Início da maturação ou maturação fisiológica	Uma vagem normal sobre a haste principal que tenha atingido a cor da vagem madura.
R <sub>8</sub>	Maturação plena ou maturação a campo	95% de vagens que tenham atingido a cor da vagem madura.

<sup>1</sup> Fonte: Fehr & Caviness (1977), adaptada por Câmara.

<sup>2</sup> As simbologias, denominações e descrições apresentadas são as originalmente propostas por Fehr & Caviness (1977), sendo que alguns termos foram devidamente adaptados pelo autor, de maneira que essa Escala Fenológica seja mais compreensível pelos produtores brasileiros de soja, durante o seu manuseio na identificação dos estádios de desenvolvimento dos cultivares nacionais.

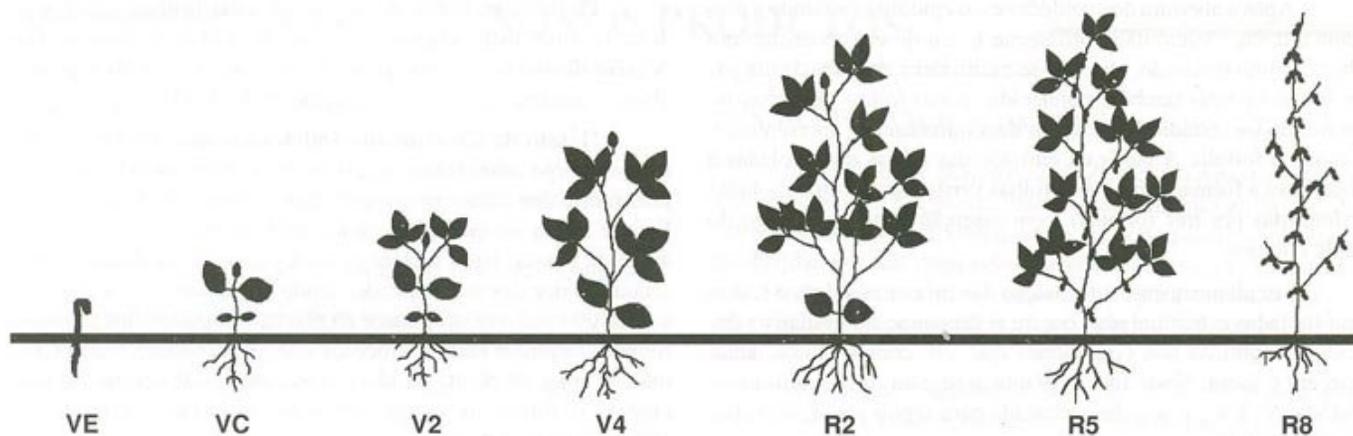


Figura 1. Esquema do ciclo vegetativo da soja (Fonte: Iowa State University. Special Report n.53, 1988).

lha localizada no nó vegetativo imediatamente acima. Ou seja, quando um jovem trifólio apresenta os bordos de cada folíolo não mais se tocando, considera-se que a folha trifoliolada localizada imediatamente no "nó" inferior já está madura ou completamente desenvolvida.

d) O mesmo conceito se aplica quando se deseja identificar o estágio de cotilédones maduros (VC) ou o estágio de folhas unifolioladas abertas (V1). No primeiro caso, os bordos dos dois unifólios não mais se tocam; no segundo caso, os bordos dos folíolos da primeira folha trifoliolada também não mais se tocam.

e) O "nó" das folhas unifolioladas é o primeiro nó ou o nó de referência na identificação dos nós superiores. Este nó é o único em que duas folhas opostas, com folíolo único (unifolioladas) e pecíolo curto são formadas no caule. As demais folhas são compostas, constituídas por três folíolos (trifolioladas), com pecíolos longos e distribuição singular (uma por nó) e alterna ao longo da haste principal.

f) Como folha madura ou completamente desenvolvida compreende-se o momento em que a folha apresenta pelo menos 50% de seu tamanho ou expansão final. Fisiologicamente, isto significa que cada folha passa a atuar mais intensamente como uma fonte de alimentos, elaborados pela fotossíntese, para os pontos de crescimento da planta de soja, e menos como uma consumidora de fotossintetizados.

g) Uma vez formado o último nó vegetativo na haste principal, o mesmo será considerado maduro e contado quando a sua respectiva folha trifoliolada apresentar pelo menos 50% de seu tamanho final.

h) O crescimento (acúmulo de massa e aumento em tamanho) e o desenvolvimento (formação de órgãos específicos) da soja são diretamente influenciados pelo genótipo, ambiente e manejo, podendo, assim, variar de época para época e de local para local. Por isso, a descrição fenológica é mais precisa que a cronológica.

i) Com relação ao genótipo, existem dois grupos de plantas de soja distintos quanto ao hábito de crescimento (determinado e indeterminado), de maneira que o tempo de ocorrência de certos estágios pode variar entre eles.

#### 4. FENOLOGIA DESCRITIVA DA SOJA

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 em dois dias após a semente. O desenvolvimento da raiz primária prossegue, de maneira que quatro a cinco dias após a semente surgem as primeiras ramificações laterais e os pêlos absorventes (Câmara, 1992).

Deve-se recordar que o processo de germinação e estabelecimento da plântula consiste na retomada do crescimento do embrião da semente, após ter passado por um período de repouso fisiológico, a partir da maturidade. Esse repouso fisiológico, também conhecido como período de latência da semente, pode ser devido à presença de condições ambientais desfavoráveis à germinação (quiescência) ou, em certas espécies e/ou cultivares, à presença de mecanismos físicos ou fisiológicos de bloqueio instalados na própria semente (dormência).

No caso da soja, é raro o problema de dormência, porém, o fenômeno da quiescência pode ocorrer, principalmente quando não existe adequado suprimento de água no solo para garantir o processo de embebição da semente. O fim da quiescência marca o início do processo de germinação, cuja primeira etapa é a absorção de água ou embebição, onde as sementes atingem grau de umidade de 35% a 50% (Marcos Filho, 1986).

Progredindo a embebição, ocorre a retomada imediata do metabolismo, por meio da ativação de sistemas enzimáticos que catalisam a digestão das reservas e estimulam o aumento da atividade respiratória nas células da semente. Em seguida, as reservas são transformadas em substâncias mais simples, solúveis e difusíveis, translocando-se, por difusão, até os pontos de crescimento do eixo embrionário (radícula e plúmula), onde são assimiladas para a formação de novos tecidos. Dessa forma, o embrião volta a crescer, originando uma plântula (Marcos Filho, 1986).

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 das plantas normalmente tem início cinco a sete dias após a semente (estádio VE). Os cotilédones assumem coloração verde e são os principais responsáveis pela nutrição da plântula durante, aproximadamente, duas a três semanas após a emergência (Marcos Filho et al., 1982; Câmara, 1992).

Após a abertura dos cotilédones, o epicótilo contendo a plúmula em sua extremidade prossegue o seu desenvolvimento em altura. Como resultado, observa-se a emissão e abertura de um par de folhas opostas também conhecidas como folhas primárias ou unifolioladas (estádio VC), 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 alterna ao longo do caule e ramos.

Simultaneamente à formação das primeiras raízes e folhas unifolioladas e trifolioladas ocorre o esgotamento gradativo das reservas contidas nos cotilédones que, em consequência, amarelecem e caem. Nesta fase, a planta apresenta folhas definitivas (estádio  $V_2$  a  $V_3$ ) e se acha preparada para seguir seu desenvolvimento autotrófico.

As folhas unifolioladas são básicas para os processos iniciais de fotossíntese da jovem planta, podendo durar 4 a 6 semanas a partir da sua formação, conforme o cultivar e a época de semeadura. Normalmente, antes do florescimento amarelecem e caem.

O crescimento do sistema radicular ocorre praticamente durante todo o ciclo da planta, cessando com o início da formação das sementes. A formação de nódulos de rizóbios normalmente tem início sete a dez dias após a emergência da planta. Sob condições favoráveis, entre 15 e 20 dias após a emergência são visíveis e capazes de fornecer nitrogênio à planta.

A haste principal, constituída de nós e entrenós, resulta do crescimento da gema apical, enquanto as ramificações têm origem de gemas axilares. As primeiras folhas trifolioladas surgem quando as folhas cotiledonares ainda estão em plena atividade.

O desenvolvimento da parte aérea é mais rápido do que o das raízes. Assim, embora a profundidade do sistema radicular seja superior à altura das plantas durante a maior parte do ciclo vegetativo da soja, a relação parte aérea/sistema radicular é superior a 1,0 (Sediyama et al., 1985).

O período vegetativo é completado com o início do desenvolvimento das primeiras vagens ou das primeiras sementes, conforme o cultivar de soja. O tamanho atingido pela planta depende, dentre outros fatores, das condições ambientais e do hábito de crescimento do cultivar, pois os cultivares de soja apresentam dois tipos de hábito de crescimento: determinado e indeterminado.

**Hábito de Crescimento Determinado (HCD):** as plantas desse tipo geralmente apresentam menor porte; o alongamento da haste principal diminui acentuadamente após o início do florescimento (pode haver pequeno crescimento dos entrenós, porém, não se formam novos nós). Normalmente o florescimento inicia-se na parte intermediária da planta e progride em direção ao ápice e à base; como todas as gemas axilares já estão formadas quando surge a primeira flor, o progresso do florescimento é relativamente rápido e, assim como a frutificação, é mais uniforme. Essas plantas se caracterizam por apresentar folhas e entrenós com tamanhos uniformes, desde a base até a extremidade superior das plantas. Normalmente os ramos e a haste principal apresentam rácemo terminal em suas extremidades (Câmara, 1992; Marcos Filho et al., 1982).

Plantas com hábito de crescimento determinado são consideradas como mais adaptadas a solos de melhor fertilidade. Por ocasião do florescimento, atingem cerca de 87% a 90% de sua altura e matéria seca final (Sediyama et al., 1985).

**Hábito de Crescimento Indeterminado (HCI):** as plantas desse tipo apresentam maior porte; o alongamento da haste principal e dos ramos prossegue após o início do florescimento. Este se inicia no quarto ou quinto nó e progride em direção ao ápice da planta; tanto o florescimento como a frutificação apresentam maior desuniformidade, sendo freqüente a ocorrência de vagens chochas na extremidade da planta. O tamanho dos entrenós, folhas e vagens é menor à medida que se encontram mais próximas do ápice da planta. O rácemo terminal pode ocorrer ou não; quando se forma, as vagens são pequenas (Marcos Filho et al., 1982; Câmara, 1992).

Plantas com hábito de crescimento indeterminado são consideradas como mais adaptadas a solos de menor fertilidade. Por ocasião do florescimento, apresentam apenas 50% a 60% de sua altura final (Sediyama et al., 1985).

Após um determinado período de desenvolvimento vegetativo, inerente a cada cultivar ou grupos de cultivares, a planta de soja estimulada por condições ambientais específicas é induzida ao florescimento.

A reprodução das plantas superiores ocorre nas flores, que são ramos modificados e com crescimento limitado, cujos componentes são adaptados e modificados para a formação e o desenvolvimento das células reprodutivas, do fruto e da semente. Essa importante fase da fenologia inicia-se com a formação das gemas florais e segue com o desenvolvimento das flores, a antese, o desenvolvimento dos frutos e das sementes, encerrando-se com a maturidade fisiológica, quando as sementes atingem o máximo peso de matéria seca e sua ligação com a planta mãe é exclusivamente física e não mais fisiológica.

O início do florescimento da soja, caracterizado pela abertura de uma flor em qualquer nó da haste principal (estádio  $R_1$ ), ocorre aos 40 a 70 dias após a emergência das plantas, dependendo do cultivar, da época de semeadura e das condições climáticas (Câmara, 1992).

O pleno florescimento, caracterizado pela abertura de várias flores ao longo da haste principal (estádio  $R_2$ ), pode ocorrer simultaneamente, isto é, no mesmo dia do início do florescimento ( $R_1$ ) no caso das plantas com HCD, ou um a sete dias após o  $R_1$  em plantas com HCI típico. O período de florescimento tem duração média de 30 a 40 dias.

Devido ao predomínio de cultivares com HCD no Brasil, a distinção entre  $R_1$  e  $R_2$  pode ser mais difícil para quem não está familiarizado com a planta de soja e a escala fenológica. Para a correta identificação, Costa & Marchezan (1982) sugerem que o estágio  $R_2$  seja definido pela "presença simultânea de flores nos quatro últimos nós da haste principal com folha desenvolvida".

A posição do primeiro nó em que se forma a primeira flor depende do estágio de desenvolvimento da planta no momento da iniciação das gemas florais. Porém, como os nós cotiledonares e os unifoliolados são essencialmente vegetativos, plantas com período juvenil muito curto podem iniciar o florescimento a partir do estágio  $V_3$ .

*Plantas com hábito de crescimento determinado são consideradas como mais adaptadas a solos de melhor fertilidade. Por ocasião do florescimento, atingem cerca de 87% a 90% de sua altura e matéria seca final*

Não há uma transição definida entre os períodos de florescimento e de frutificação. Esta se inicia (estádio  $R_3$ ), em média, 7 a 15 dias após o início do florescimento. No início da frutificação as velocidades são semelhantes, mas, à medida que progride a frutificação, diminui a velocidade de florescimento.

O período de florescimento da soja é relativamente longo (30 a 40 dias) e superpõe-se ao de formação das vagens e das sementes, fazendo com que a soja resista melhor a períodos curtos de estiagem durante a floração. Não raro observa-se numa mesma axila foliar a presença simultânea de gemas vegetativas, flores abertas e/ou murchando e fruto em desenvolvimento (Câmara, 1992).

É comum a ocorrência de aborto ou queda de flores e vagens. A soja pode perder até 75% das flores formadas, sem prejuízos à produção, porém, os valores médios para abortamento floral situam-se em torno de 50%. Caso o aborto floral seja mais intenso no início do florescimento, se reduz no período final e vice-versa. Trata-se de um mecanismo utilizado pela planta de soja para tolerar deficiências hídrica e de nutrientes.

Poucas vagens são formadas a partir das primeiras flores. As taxas de formação e de crescimento se aceleram à medida que o florescimento se aproxima de sua fase final. A vagem é resultado do desenvolvimento das paredes do ovário fecundado, crescendo até o tamanho máximo (estádio  $R_4$ ) característico do cultivar ao qual pertence, momentos antes de se visualizar as primeiras sementes em formação. Conforme o cultivar, a vagem pode apresentar de 2 a 7 cm de comprimento como tamanho final.

Os produtores brasileiros identificam o estágio  $R_4$  como o momento da cultura em que as plantas mostram "canivetes ou canivetinhos".

As inflorescências e infrutescências da soja ocorrem nas axilas foliares, isto é, nos pontos de inserção dos pecíolos das folhas com a haste principal ou com as suas ramificações, também denominados de nós vegetativos. Assim, dentro de certos limites, quanto maior o comprimento da haste principal ou quanto mais ramificada for a planta, maior será o número de nós vegetativos e, portanto, de flores e de frutos. Entretanto, isso nem sempre significa que a produtividade será maior.

O potencial genético de frutificação da soja oscila de 2 a 20 vagens por inflorescência, sendo que uma planta pode produzir até 400 vagens. Em média, os cultivares brasileiros, conforme o ambiente e o manejo, desenvolvem 30 a 80 vagens por planta com 2 sementes, em média, por vagem.

As sementes são formadas através 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  $R_5$ ). O acúmulo de matéria seca nas sementes evolui para o máximo volume das mesmas, quando se observam as cavidades das vagens totalmente preenchidas por sementes de coloração verde (estádio  $R_6$ ). Nesse instante as plantas se apresentam com as suas vagens "gordas".

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 em que as vagens e sementes vão perdendo a coloração verde e assumindo a coloração característica do cultivar (pubescência cinza ou marrom). À medida que

há transferência de matéria seca para as sementes, ocorre amarelamento e queda gradativa das folhas (estádio  $R_7$ ).

A maturação das sementes consiste de uma série de alterações físicas, morfológicas, bioquímicas e fisiológicas verificadas a partir da fecundação do óvulo, encerrando-se quando a semente, ao atingir o máximo peso de matéria seca, se desliga fisiologicamente da planta e alcança a maturidade (Marcos Filho, 1986).

A maturidade fisiológica tem sido caracterizada pelo máximo peso de matéria seca dos grãos. Nesse momento os grãos assumem coloração amarela e apresentam teor de umidade de, aproximadamente, 28% a 30% (Marcos Filho, 1980).

A maturidade fisiológica ocorre, geralmente, aos 40 a 70 dias após o início da frutificação. Porém, como nesse momento as sementes estão muito úmidas para a colheita mecanizada, esta é efetuada posteriormente, quando as sementes atingem 13% a 16% de umidade, quando se observa 95% ou mais de vagens maduras no campo (estádio  $R_8$ ).

A fenologia de uma cultura é facilmente acompanhada pela observação da ocorrência dos sucessivos estádios fenológicos apresentados pela parte aérea das plantas. Entretanto, simultaneamente ocorre o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, que não é visualizado pelo observador, a não ser como reflexo na parte aérea, isto é, bom crescimento de raízes reflete bom crescimento da parte aérea e vice-versa (Câmara, 1998).

No caso da soja, o crescimento de raízes progride até aproximadamente o estágio  $R_6$ , diminui à medida que a planta evolui para a maturidade fisiológica e cessa completamente na maturação final ou de campo.

Mitchell & Russel, citados por Müller (Marcos Filho, 1986), distinguem três fases no desenvolvimento do sistema radicular da soja, após a germinação das sementes.

Durante a primeira fase, a raiz axial (principal) se desenvolve atingindo 45 a 60 cm de profundidade, sendo que no final existem numerosas raízes secundárias horizontais, formadas nos primeiros 10 a 15 cm da raiz axial.

Na segunda fase, continua o desenvolvimento da raiz axial, atingindo até 75 cm de profundidade. Além disso, destacam-se das demais quatro a seis raízes secundárias que se estendem horizontalmente ou com pouca inclinação, podendo chegar a até 75 cm de distância da raiz axial. Após essa distância, aprofundam-se verticalmente no solo, desenvolvendo-se vigorosamente com geotropismo positivo.

A primeira e segunda fases caracterizam o crescimento vegetativo da planta até momentos após o início do florescimento, resultando na formação de hastes, ramificações e folhas que darão suporte à nutrição das futuras flores, vagens e sementes.

A terceira e última fase corresponde ao período de formação das vagens, enchimento dos grãos e maturação fisiológica, quando a raiz axial diminui seu crescimento e as secundárias se aprofundam, atingindo até 180 cm de profundidade. A maior parte das raízes absorventes e do volume do sistema radicular encontram-se nos primeiros 15 cm do solo.

Simultaneamente ao crescimento radicular, aumenta a taxa de nodulação das raízes, cujo máximo ocorre entre os estádios  $R_2$  e  $R_6$ , épocas fenológicas e fisiológicas em que a soja requer maior quantidade de energia, água e nutrientes, inclusive o nitrogênio

***É comum a ocorrência de aborto ou queda de flores e vagens. A soja pode perder até 75% das flores formadas, sem prejuízos à produção, porém, os valores médios para abortamento floral situam-se em torno de 50%***

prontamente fixado e fornecido pelas bactérias que se encontram nos nódulos radiculares.

Na Tabela 3, com base em trabalhos de fenologia feitos com cultivares norte-americanos, apresenta-se o número médio de dias necessários para a soja passar do desenvolvimento de um estágio para o seguinte (Fehr & Caviness, 1977).

**Tabela 3. Número médio de dias necessário para a soja passar do desenvolvimento de um estágio para o seguinte.**

Estádios	Número médio de dias	Intervalo de dias
<b>Vegetativos</b>		
Semeadura-VE	10	5-15
VE-VC	5	3-10
VC-V <sub>1</sub>	5	3-10
V <sub>1</sub> -V <sub>2</sub>	5	3-10
V <sub>2</sub> -V <sub>3</sub>	5	3-8
V <sub>3</sub> -V <sub>4</sub>	5	3-8
V <sub>4</sub> -V <sub>5</sub>	5	3-8
V <sub>5</sub> -V <sub>6</sub>	5	2-5
Acima de V <sub>6</sub>	3	2-5
<b>Reprodutivos</b>		
R <sub>1</sub> -R <sub>2</sub>	0-3	0-7
R <sub>2</sub> -R <sub>3</sub>	10	5-15
R <sub>3</sub> -R <sub>4</sub>	9	5-15
R <sub>4</sub> -R <sub>5</sub>	9	4-26
R <sub>5</sub> -R <sub>6</sub>	15	11-20
R <sub>6</sub> -R <sub>7</sub>	18	9-30
R <sub>7</sub> -R <sub>8</sub>	9	7-18

Fonte: Fehr & Caviness (1977).

A Tabela 4 refere-se aos valores médios para a duração dos estádios vegetativos e reprodutivos da soja, observados em 10 cultivares conduzidos em condições de campo e de casa de vegetação, por Costa & Marchezan (1982), em Guaíba-RS.

**Tabela 4. Duração dos estádios vegetativos e reprodutivos de desenvolvimento da soja. Média de 10 cultivares conduzidos com e sem irrigação a partir do estágio R1. Guaíba, RS, 1980/81.**

Estádios vegetativos	Intervalo de dias	Estádios reprodutivos	Número médio de dias		Intervalo de dias
			Sem irrigação	Com irrigação	
Semeadura-VE	8-9	R1-R2	0	3	0-4
VE-VC	3	R2-R3	16	14	7-21
VC-V1	3	R3-R4	8	5	3-8
V1-V2	4	R4-R5	8	9	7-11
V2-V3	4-6	R5-R6	18	16	11-21
V3-V4	4-5	R6-R7	17	26	17-32
V4-V5	4-5	R7-R8	5	7	4-11
Acima de V5	3,5-5				

Fonte: Costa & Marchezan (1982).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nível técnico, conhecimentos sobre a fenologia da cultura da soja são muito importantes. O agricultor deve estar familiarizado com os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas a fim de identificar o comportamento da soja tanto diante de situações favoráveis como adversas, podendo, dessa forma, adotar práticas culturais específicas nos momentos em que há maior possibilidade da planta responder favoravelmente.

Entretanto, deve-se ter em mente que a duração dos diversos estádios vegetativos e reprodutivos da soja pode variar de acordo com o cultivar, temperatura, fotoperíodo, umidade, época de semeadura, condições nutricionais, além de outras.

Finalmente, a eficiência decorrente da aplicação de uma determinada tecnologia agrícola é função direta da própria tecnologia e de sua interação com a planta e/ou ambiente em que esta se encontra. Portanto, também é função do estágio de desenvolvimento da planta no momento em que é aplicada.

## 5. LITERATURA CITADA

- CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, Piracicaba, 1991. *Anais*. Piracicaba, 1992. p.129-142.
- CÂMARA, G.M.S. Fenologia da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (ed.). *Soja: tecnologia da produção*. Piracicaba, 1998. p.26-39.
- COSTA, J.A. & MARCHEZAN, E. *Características dos estádios de desenvolvimento da soja*. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 30p.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University, Cooperative Extension Service. 1977. 11p. (Special Report, 80).
- MARCOS FILHO, J. Maturidade fisiológica de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n.4, p.447-460, 1980.
- MARCOS FILHO, J. *Produção de sementes de soja*. Campinas: Fundação CARGILL, 1986. 86p.
- MARCOS FILHO, J.; GODOY, O.P.; CÂMARA, G.M.S. Tecnologia da produção. In: CÂMARA, G.M.S.; GODOY, O.P.; MARCOS FILHO, J.; REGITANO d'ARCE, M.A.B. *Soja: produção, pré-processamento e transformação agro-industrial*. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1982. p.1-39.
- MÜLLER, L. Fisiologia. In: MYIASAKA, S. & MEDINA, J.L. *A Soja no Brasil*. Campinas, 1981. p.109-129.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. *Cultura da Soja; 1ª parte*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 96p.