

1 ESTÁDIOS DE
DESENVOLVIMENTO DA CULTURA
DE SOJA

Norman Neumaier
Alexandre L. Nepomuceno
José Renato B. Farias
Tetsuji Oya

1.1. Introdução

Todas as cultivares de soja possuem seu potencial de rendimento máximo, o qual é geneticamente determinado. Esse potencial genético só pode ser expresso em sua plenitude sob condições ótimas, as quais, nos ambientes naturais de lavoura, praticamente não existem. Problemas das mais variadas ordens podem surgir e normalmente surgem durante a safra. Assim, o produtor deve estar atento para, se possível, antecipar ou, pelo menos, identificar corretamente os problemas que sua lavoura de soja possa apresentar. Para que práticas possam ser aplicadas nos momentos em que irão proporcionar máxima eficiência, é necessário que o produtor detenha conhecimento de como a sua lavoura de soja cresce e se desenvolve. Conhecendo a planta com a qual trabalha, ele poderá, no menor prazo possível, identificar os problemas que possam estar para ocorrer, ou que já estejam ocorrendo. Através do uso da descrição dos estádios de desenvolvimento de soja poderá, também, localizar os problemas no decorrer do ciclo da cultura e tentar solucioná-los a tempo, antes que seus danos aconteçam ou se tornem permanentes.

O objetivo deste capítulo é apresentar uma série de informações, visando a determinação precisa dos vários está-

dios de desenvolvimento de soja e expor alguns fatos relacionados ao crescimento e à fenologia da cultura. Essas informações e fatos, uma vez internalizados, proporcionarão a base para o conhecimento mais profundo e abrangente do desenvolvimento da lavoura, facilitando o entendimento das respostas morfo-fisiológicas e fenológicas (e.g.: emergência, florescimento, etc.) e suas relações, tanto com o ambiente (solo, atmosfera) como com qualquer atividade desenvolvida pelo homem naquela lavoura (e.g.: semeadura, observações, aplicação de agroquímicos, colheita, etc.).

1.2. Estádios de desenvolvimento de soja

A caracterização dos estádios de desenvolvimento da planta de soja é essencial para a descrição dos vários períodos que a lavoura atravessa durante o ciclo da cultura. O uso de uma linguagem unificada na descrição dos estádios de desenvolvimento agiliza o seu entendimento porque facilita a comunicação entre os diversos públicos envolvidos com a cultura de soja. Portanto, a metodologia de descrição dos estádios de desenvolvimento deve apresentar uma terminologia única, ser objetiva, precisa e universal, ser capaz de descrever um único indivíduo ou uma lavoura inteira e ser capaz de descrever qualquer cultivar. A metodologia de descrição dos estádios de desenvolvimento proposta por Fehr & Caviness (1977) é a mais utilizada no mundo inteiro e apresenta todas essas características. Algumas modificações, adaptadas de Ritchie et al. (1977), foram adicionadas à metodologia original (Fehr &

Caviness, 1977), neste capítulo, para dar maior detalhamento à descrição do estádio R5.

O sistema proposto por Fehr e Caviness (1977) divide os estádios de desenvolvimento de soja em estádios vegetativos e estádios reprodutivos. Os estádios vegetativos são designados pela letra V e os reprodutivos pela letra R. Com exceção dos estádios VE (emergência) e VC (cotilédone), as letras V e R são seguidas de índices numéricos que identificam estádios específicos, nessas duas fases de desenvolvimento da planta.

1.2.1. Estádios vegetativos

A caracterização dos estádios vegetativos que sucedem ao estádio VC é feita com base no último nó (superior) da haste com uma folha completamente desenvolvida. O nó é a parte da haste onde a folha se desenvolve e é usado para a determinação dos estádios vegetativos porque é permanente, enquanto que a folha é temporária, podendo se desprender da haste. Os nós cotiledonares são opostos na haste e cada um deles possui (ou possuía) um cotilédone. Para a determinação dos estádios V1 em diante, os nós cotiledonares não são considerados, pois não possuem (ou possuíam) folhas verdadeiras. Os nós imediatamente acima dos cotiledonares são os nós das folhas unifolioladas e são, também, opostos na haste e cada um deles, também, possui (ou possuía) uma folha unifoliolada. Nós opostos ocupam a mesma posição na haste e, por isso, são considerados como um nó apenas. Todos os nós acima dos unifoliolados são alternados, ocupam diferen-

tes posições na haste e possuem (ou possuíam) folhas trifolioladas.

As folhas jovens possuem folíolos que, no início de seu desenvolvimento, se assemelham a cilindros (Figura 1-1). Ao se desenvolverem, os folíolos se desenrolam e os bordos se separam até a abertura completa dos mesmos. Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando está totalmente aberta e os bordos dos folíolos da folha do nó imediatamente acima não mais se tocam. A folha apical está completamente desenvolvida quando seus folíolos já se encontram abertos e se assemelham aos das folhas abaixo dela.



Foto: Norman Nasonier

Figura 1-1. Folha de soja com folíolos cujos bordos não mais se tocam.

O estágio vegetativo denominado VE representa a emergência dos cotilédones, isto é, uma plântula recém emergida é considerada em VE. Logo após a emergência, o hipocótilo curvo se endireita, pára de crescer, os cotilédones se abrem

(expondo o epicótilo) e se expandem. Uma planta pode ser considerada emergida quando encontra-se com os cotilédones acima da superfície do solo e os mesmos formam um ângulo de 90° , ou maior, com seus respectivos hipocótilos (Figura 1-2).



Foto: Norman Neumaier

Figura 1-2. Plântulas de soja em estágio VE (emergência).

O estágio vegetativo denominado VC representa o estágio em que os cotilédones se encontram completamente abertos e expandidos. Uma planta é considerada em VC quando os bordos de suas folhas unifolioladas não mais se tocam (Figura 1-3). Nesse estágio, a plântula ainda é dependente das reservas dos cotilédones para o suprimento de suas necessidades nutricionais. Até o final do estágio VE, os cotilédones perdem cerca de 70% de seu peso seco. A perda precoce de um dos cotilédones pouco afeta o rendimento final da planta, mas a perda de ambos pode reduzir os rendimentos em até 9%.

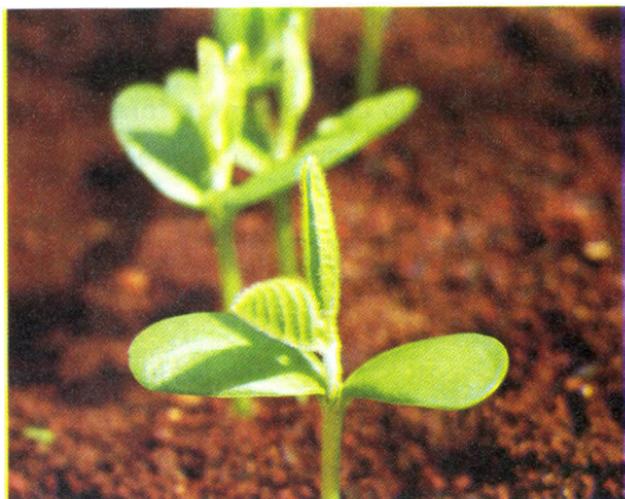


Foto: Norman Nemeiac

Figura 1-3. Plântulas de soja em estágio VC (cotilédone).

A partir do VC, as subdivisões dos estádios vegetativos são numeradas seqüencialmente (V1, V2, V3, V4, V5, V6,...Vn, onde Vn é o último nó, no topo da planta, com folha completamente desenvolvida). Assim, uma plântula está em V1 quando as folhas unifolioladas (opostas, no primeiro nó foliar) estiverem completamente desenvolvidas, isto é, quando os bordos dos folíolos da primeira folha trifoliolada não mais se tocarem (Figura 1-4). Nesse estágio, a fotossíntese das folhas e a absorção de água e nutrientes pelas raízes da planta em desenvolvimento já são capazes de sustentá-la.

De modo semelhante, uma planta atinge o estágio V2 quando a primeira folha trifoliolada estiver completamente desenvolvida, ou seja, quando os bordos dos folíolos da segunda folha trifoliolada não mais se tocarem (Figura 1-5). Nesse estágio, as plantas infectadas pela bactéria *Bradyrhizobium* spp. começam a fixar o N do ar. Nos estádios seguintes, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) aumenta gradativamente até atingir seu máximo em R5. Em V2, o crescimento das

raízes laterais na camada superficial do solo é intenso e continuará intenso até V5.



Foto: Norman Niconator

Figura 1-4. Plantas de soja em estágio V1.



Foto: Norman Niconator

Figura 1-5. Planta de soja em estágio V2.

Na seqüência, o estágio V3 se caracteriza pela segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida, o que acontece quando os bordos da terceira folha trifoliolada não mais se tocarem (Figura 1-6). E assim, sucessivamente, para V4, V5, V6, ... Vn, conforme ilustrado na Tabela 1-1. Em condições normais, o tempo decorrido entre um estágio vegetativo e o seguinte varia de três a cinco dias, sendo o maior tempo decorrido entre os estádios vegetativos iniciais e o menor tempo entre os finais. Mesmo perdas drásticas de área foliar durante os estádios vegetativos causam pequenas reduções no rendimento de grãos (Tabela 1-2).



Foto: Norman Nemeick

Figura 1-6. Planta de soja em estágio V3.

Tabela 1.1. Descrição sumária dos estádios vegetativos de soja

Estádio	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotilédone	Cotilédones completamente abertos
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V3	Terceiro nó	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida
V4	Quarto nó	Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V5	Quinto nó	Quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida
V6	Sexto nó	Quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida
V...
Vn	Enésimo nó	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida

Obs: Nó cotiledonar não é considerado.

Nós unifoliolares são considerados como um nó, já que são opostos e ocupam a mesma altura na haste.

Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando os bordos dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.

Tabela 1.2. Reduções (%) no rendimento de grãos causadas por perdas de área foliar em soja (cv. Bragg) (adaptado de Gazzoni, 1974)

Estádio	Desfolhamento (%)		
	33	67	100
V4	4,5	13,4	12,6
V7-8; R1	4,9	5,9	8,3
R4	15,4	19,9	44,4
R5	18,6	47,2	79,3

1.2.2. Estádios reprodutivos

Os estádios reprodutivos, mostrados sumariamente na Tabela 1-3, descrevem detalhadamente o período florescimento-maturação. São denominados pela letra R seguida dos números um até oito. Os estádios reprodutivos abrangem quatro distintas fases do desenvolvimento reprodutivo da planta, ou seja, florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8).

O início do florescimento é descrito pelo estágio R1 que ocorre com o aparecimento da primeira flor aberta, em qualquer nó da haste principal (Figura 1-7). Normalmente, a primeira flor aparece em um dos nós da porção média da haste. O aparecimento de novas flores abertas se dá, a partir dessa porção média, para ambas as extremidades da haste principal da planta. É nesse estágio que a taxa de crescimento vertical das raízes aumenta e se mantém elevada até o final do desenvolvimento das vagens (R4) e início do desenvolvimento dos grãos (R5). Reduções de área foliar, nesse estágio, acarretam pequenas reduções no rendimento (Tabela 1-2).

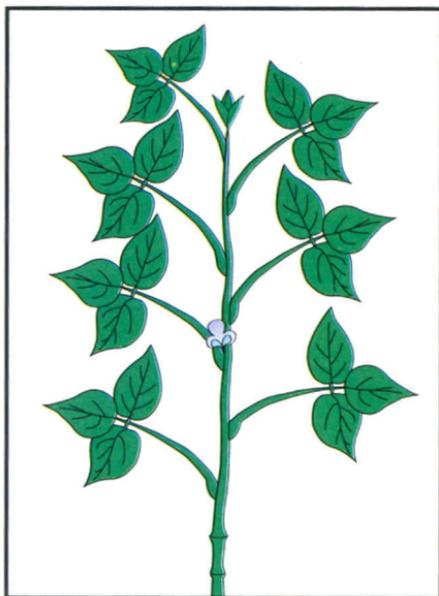


Figura 1-7. Planta de soja em R1.

Tabela 1.3. Descrição sumária dos estádios reprodutivos de soja

Estádio	Denominação	Descrição
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R3	Início da formação da vagem	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R5	Início do enchimento do grão	Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
R6	Grão verde ou vagem cheia	Uma vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
R7	Início da maturação	Uma vagem normal na haste principal com coloração de madura
R8	Maturação plena	95% das vagens com coloração de madura

Obs: Últimos nós se referem aos últimos nós superiores.

Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando os bordos dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.

O florescimento pleno é representado pelo estágio R2, que se caracteriza pela presença de uma flor aberta, em um dos dois nós superiores da haste principal da planta, com folha completamente desenvolvida (Figura 1-8). Nesse estágio, inicia-se rápida e constante acumulação de matéria seca (MS) e de nutrientes na planta inteira, que dura até após o início do estágio R6. À princípio, esse acúmulo acontece nos órgãos vegetativos da planta. A medida que os órgãos reprodutivos iniciam o seu desenvolvimento a partir do florescimento, o acúmulo de MS e de nutrientes muda gradualmente de destino e passa a ocorrer nos órgãos reprodutivos. Nesse estágio, os órgãos vegetativos estão completando o seu desenvolvimento. É, também, nesse estágio que a taxa de FBN aumenta rapidamente, e se mantém elevada até atingir seu pico, no final do enchimento dos grãos.

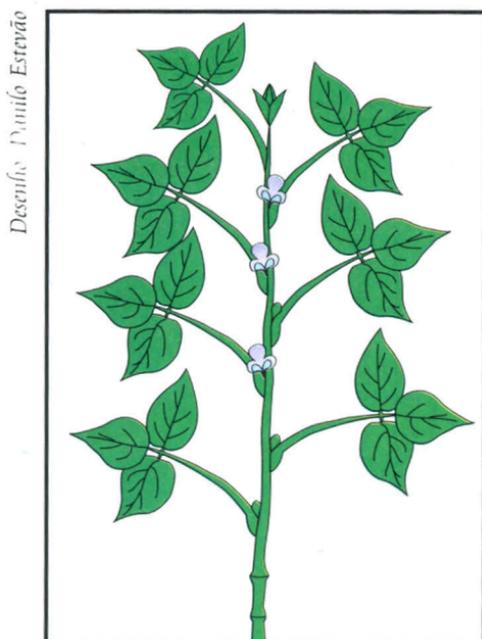


Figura 1-8. Planta de soja em R2.

O início do desenvolvimento das vagens, ou estágio R3, é caracterizado pela presença de vagens de 5 mm de comprimento, em um dos quatro nós superiores da haste principal da planta, com uma folha completamente desenvolvida (Figura 1-9). Esse estágio é crucial no estabelecimento do número de vagens por planta, um dos mais importantes componentes do rendimento. Esse componente é sensível às condições de ambiente, tanto que o abortamento de vagens é conspícuo em condições de estresse. A compensação do abortamento de vagens é restrita porque os componentes que poderiam compensá-lo - número de grãos por vagem e peso de grão - possuem seus limites máximos geneticamente determinados. Conseqüentemente, qualquer estresse drástico durante o R3 pode afetar o rendimento de grãos de forma irreversível.

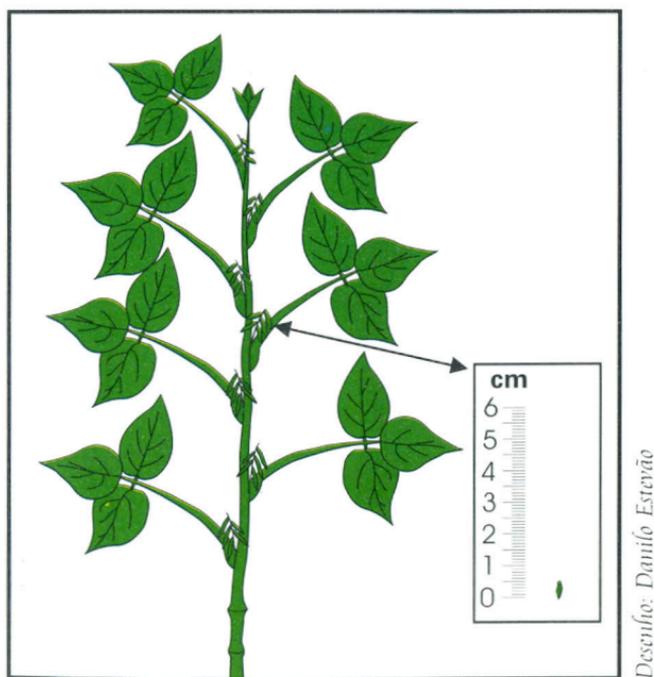
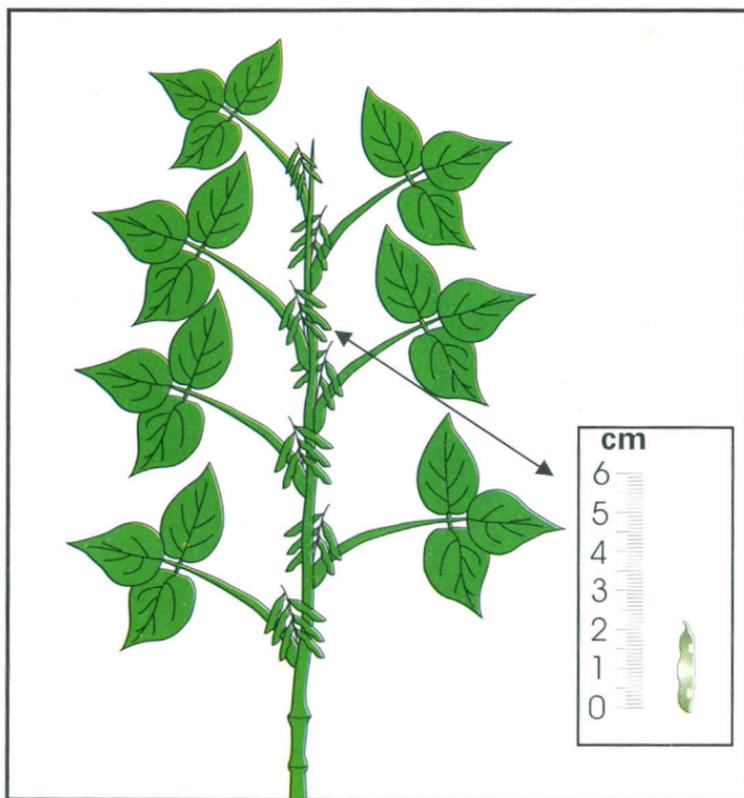


Figura 1-9. Planta de soja em R3.

O estágio R4, denominado de estágio de vagem completamente desenvolvida, se caracteriza pela presença de vagens com 2 cm de comprimento, em um dos quatro nós superiores da haste principal da planta, com uma folha completamente desenvolvida (Figura 1-10). Nesse estágio, também crucial para determinação do rendimento, ocorre intenso crescimento das vagens e o início do desenvolvimento dos grãos. Qualquer estresse que aconteça no período compreendido entre R4 e logo após R6 irá reduzir o rendimento de grãos. Abortamento de vagens, a exemplo do explicado no parágrafo anterior, também pode ocorrer em R4.

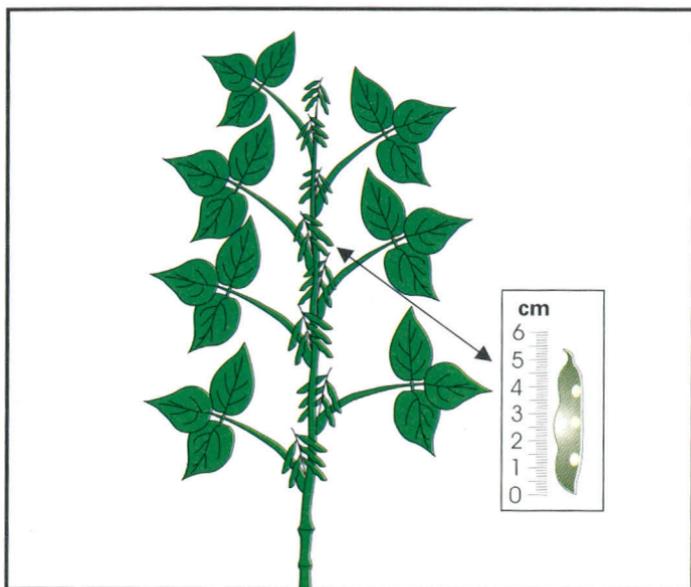


Desenho: Daniló Estevão

Figura 1-10. Planta de soja em R4.

O início do enchimento dos grãos, ou estágio R5, se caracteriza pela presença de uma vagem com pelo menos um grão de 3 mm de comprimento, em um dos quatro nós superiores da haste principal da planta, com uma folha completamente desenvolvida (Figura 1-11). Nesse estágio, ocorre intenso enchimento dos grãos e redistribuição de nutrientes e MS para os grãos. É nesse estágio que a planta atinge sua máxima FBN, que rapidamente decresce no final do mesmo. O acúmulo de MS e de nutrientes nas folhas, nos pecíolos e nas hastes também atinge seu máximo e inicia-se sua translocação para os grãos que continuam a encher, até após o início do estágio R6. Nessa fase da cultura, a taxa (g/planta/dia) de acúmulo de MS nos grãos e a duração (dias do início ao final) do enchimento dos grãos são os principais determinantes do rendimento. Estresses durante todo o estágio R5 e início do R6 diminuem o rendimento. Uma seca nessa fase pode reduzir drasticamente o rendimento. A disponibilidade de água se torna crucial porque cerca da metade dos nutrientes necessários para o enchimento de grãos vem da translocação de outras partes da planta, mas a outra metade vem do solo e da FBN. Para que ocorra a absorção de nutrientes do solo pelas raízes e a FBN, o solo necessita estar úmido. A necessidade de água pela soja, nesta fase, é de 6 a 8 mm/dia (Figura 1-12).

A proposta original de Fehr e Caviness (1977) não apresenta subdivisões dos estádios de desenvolvimento da soja. Entretanto, para melhor detalhamento do estágio R5, Ritchie et al. (1977) propõem sua subdivisão em cinco sub-estádios: R5,1 - grãos perceptíveis ao tato (o equivalente a 10% da granação); R5,2 - granação de 11% a 25%; R5,3 - granação de 26% a 50%; R5,4 - granação de 51% a 75%; R5,5 - granação de 76% a 100%. (Figura 1-13).



Desenho: Danilo Estevão

Figura 1-11. Planta de soja em R5.

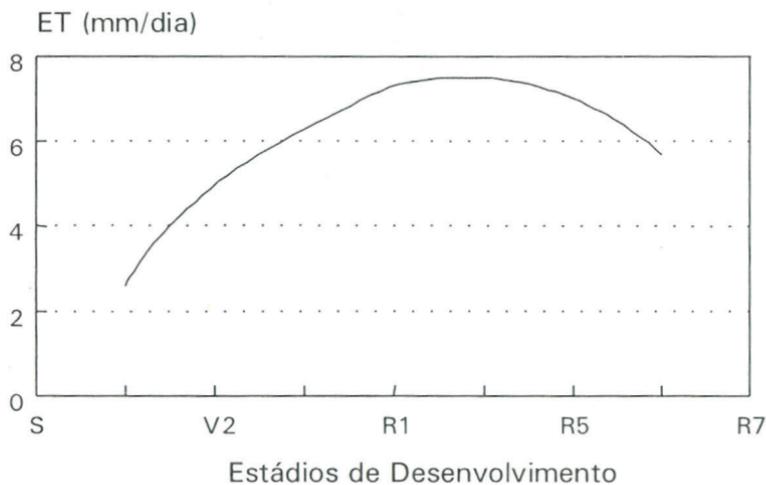


Figura 1-12. Consumo de água pela soja (Evapotranspiração, ET) ao longo de seu desenvolvimento (adaptado de Berlato et al., 1986).

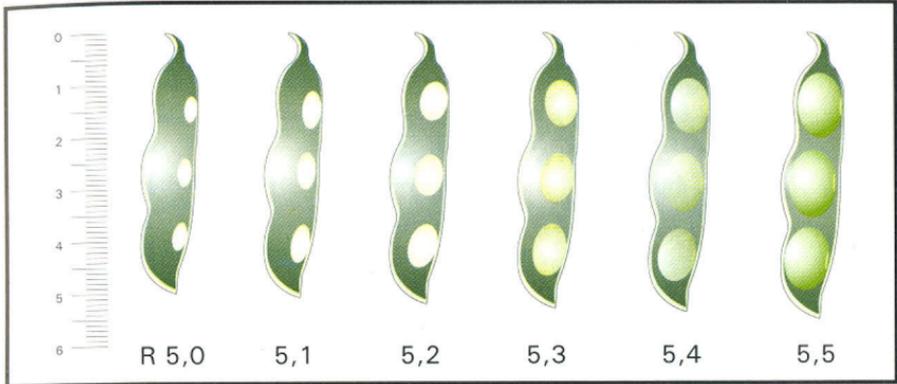
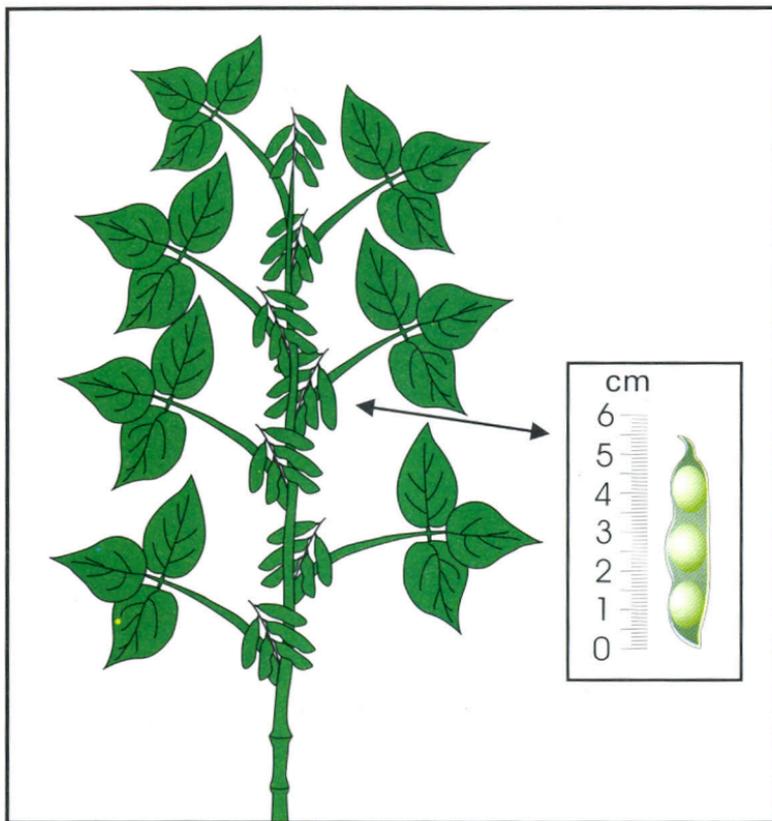


Figura 1-13. Subdivisões do estágio R5 (adaptado de Ritchie et al., 1977).

O estágio R6, denominado de estágio de grão verde ou de vagem cheia, é caracterizado pela presença de uma vagem que contenha grão verde preenchendo totalmente a cavidade da vagem, em um dos quatro nós superiores da haste principal da planta, com uma folha completamente desenvolvida (Figura 1-14). Nesse estágio, a planta já estabilizou seu crescimento em estatura. É durante esse estágio que a planta atinge o máximo peso total de vagens, ainda com altas taxas de acúmulo de MS e de nutrientes, tanto na planta como nos grãos. Essas taxas começam a diminuir, logo após o início do R6, para a planta toda, e, ao final de R6, para os grãos. O máximo acúmulo de MS e de nutrientes na planta inteira é atingido ao final do R6. O crescimento das raízes é praticamente nulo ao final do R6. Nesse estágio, inicia-se a queda das folhas senescentes dos nós inferiores da haste. O amarelecimento e a queda das folhas continuam de forma acelerada até o R8.

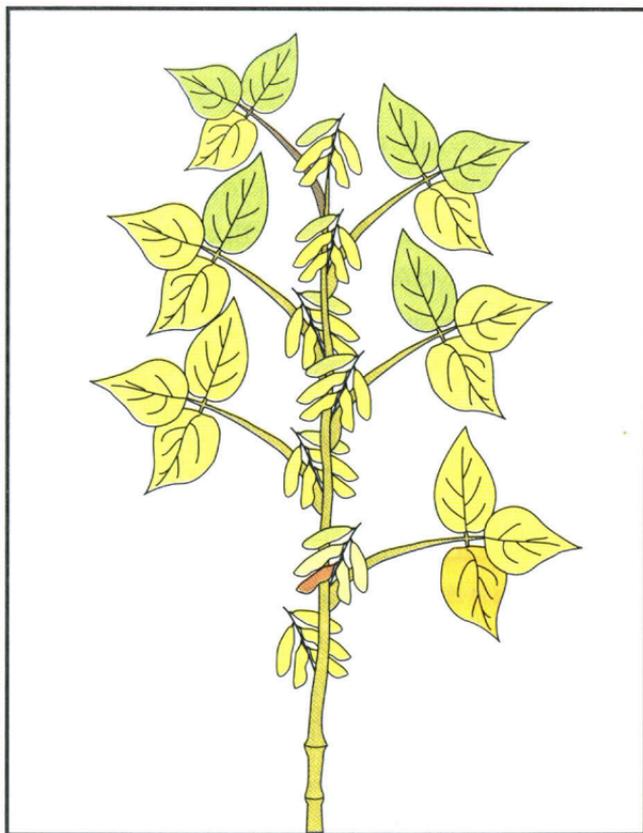


Desenho: Danilo Estevão

Figura 1-14. Planta de soja em R6.

A maturação fisiológica da planta de soja é atingida no estágio R7 e se caracteriza pelo aparecimento de uma vagem normal com coloração de vagem madura, em qualquer nó da haste principal da planta (Figura 1-15). Os grãos de soja atingem sua maturação fisiológica quando cessa o acúmulo de MS e os grãos e/ou as vagens perdem sua coloração verde. Nessa condição, os grãos se encontram com cerca de 60% de umidade e já são perfeitamente viáveis como sementes. A ocorrência de estresses, durante e após esse estágio, como

chuvas excessivas e ataques severos de percevejos, podem afetar o rendimento e, principalmente, a qualidade dos grãos (ou sementes).

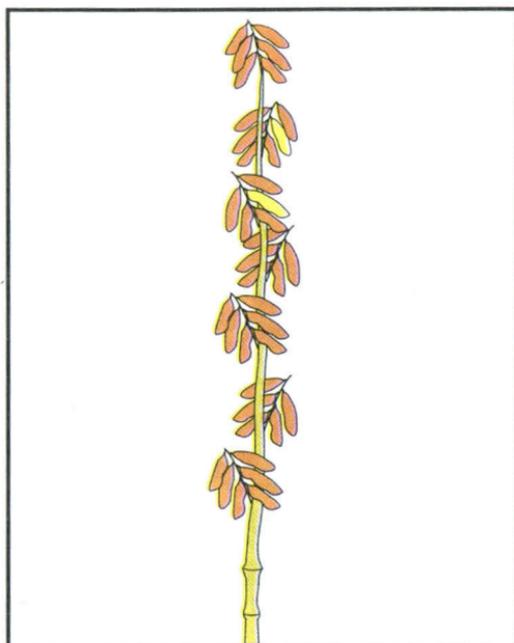


Desenho: Danilo Estevão

Figura 1-15. Planta de soja em R7.

O último estágio de desenvolvimento de soja é o R8 (Figura 1-16). Denominado de maturação plena, se caracteriza pela presença de 95% das vagens apresentando coloração de vagens maduras. Apesar desse estágio ser, também, denominado de maturação de colheita, após atingir R8, os grãos ainda necessitam de alguns dias para atingir 15% de umidade

ou menos.



Desenho: Danilo Estevão

Figura 1-16. Planta de soja em R8.

1.2.3. Estádios de desenvolvimento de uma lavoura

Os estádios de desenvolvimento acima descritos para plantas individuais podem, perfeitamente, e devem servir para caracterizar uma lavoura inteira. Essa lavoura deve ser homogênea, isto é, ser toda composta de apenas uma cultivar semeada na mesma data. Para tanto, basta fazer a leitura de um número razoável de plantas (mínimo de 10 plantas) em diversos pontos representativos da lavoura, ou em pontos determinados ao acaso. Após feitas todas as leituras, calculam-se as médias para cada ponto amostrado e a média da lavoura. Considera-se a lavoura toda num determinado está-

dio, quando mais de 50% das plantas amostradas se encontram naquele estádio.

1.3. Tipo de crescimento

As cultivares de soja podem apresentar três tipos de crescimento: determinado, indeterminado e semideterminado. A grande maioria das cultivares brasileiras de soja (ex.: BR 16; BRS 66; BRS 137; BRS 154; FT-Abyara; FEPAGRO-RS10; etc.) apresenta tipo determinado, que é caracterizado pelos seguintes atributos:

- após o início do florescimento, a planta cresce pouco e não mais ramifica;
- o florescimento ocorre praticamente ao mesmo tempo, em toda a extensão da planta;
- desenvolve vagens e grãos no topo e na base da planta, praticamente ao mesmo tempo;
- as folhas do topo da planta são praticamente iguais às demais em tamanho; e
- apresenta um racemo longo e com muitas vagens no nó terminal.

Apenas algumas poucas cultivares brasileiras apresentam tipo indeterminado (ex.: FT 2000; OCEPAR 3-Primavera; FT-Cometa; etc.). O tipo indeterminado é caracterizado pelos seguintes atributos:

- até o início do florescimento, apenas cerca de metade da estatura final das plantas é atingida, portanto, após esse estádio, a planta ainda apresenta grande crescimento (produção de nós na haste principal),

- podendo dobrar sua estatura até a maturação;
- o florescimento ocorre de forma escalonada, de baixo para cima na planta. Assim, pode-se ter vagens bem desenvolvidas na base e, ao mesmo tempo, flores no topo da planta;
 - o desenvolvimento das vagens e dos grãos ocorre de baixo para cima. As vagens e os grãos da metade inferior das plantas são mais adiantados do que os de cima;
 - as plantas crescem e se ramificam, mesmo durante o florescimento, a formação das vagens e o enchimento dos grãos;
 - as folhas do topo são menores que as folhas das demais partes da planta; e
 - o nó terminal apresenta poucas vagens.

Apesar da diferença de tempo entre o surgimento das vagens basais e o das apicais, todas alcançam a maturação aproximadamente ao mesmo tempo, pois os grãos das vagens apicais possuem maiores taxas de crescimento.

Existem, ainda, cultivares de soja de tipo de crescimento semi-determinado, isto é, apresentam atributos tanto do tipo determinado como do indeterminado. Entretanto, até o final do ano de 1999, não existia nenhum registro de cultivar descrita como semi-determinada, na lista das registradas e/ou protegidas do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (SNPC/MAA).

1.4. Comentários finais

A classificação dos estádios de desenvolvimento de soja,

proposta por Fehr e Caviness (1977), identifica precisamente o estágio de desenvolvimento em que se encontra uma planta ou uma lavoura de soja. A exatidão na identificação dos estágios não só é útil, mas absolutamente necessária para pesquisadores, agentes das assistências técnicas pública e privada, extensionistas e produtores, pois facilita as comunicações oral e escrita, uniformizando a linguagem e eliminando as interpretações subjetivas porventura existentes entre esses públicos. Quando se trata de atividade econômica com margens de lucro tão estreitas, como as da atual sojicultura praticada no Brasil, não há espaço para interpretações dúbias, por mais insignificantes que pareçam. A aplicação de agroquímicos em uma lavoura em estágio de desenvolvimento não apropriado pode ter graves conseqüências (econômicas, ecológicas, sanitárias). Assim, é absolutamente necessário que o agrônomo, que recomenda alguma prática, e o produtor, que irá executá-la, estejam falando a mesma linguagem. A utilização da classificação dos estágios de desenvolvimento de soja permite perfeito entendimento, eliminando a possibilidade de erros de interpretação.

1.5. Bibliografia consultada

- BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.
Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação de tanque "classe A" e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.22, n.2, p.243-59, 1986.

- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report 80).
- GAZZONI, D.L. **Avaliação do efeito de três níveis de desfolhamento aplicados em quatro estádios de crescimento de dois cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre a população e a qualidade do grão.** Porto Alegre: UFRGS, 1974. 70p. Tese Mestrado.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20p. (Special Report, 53).