

## Capítulo 7

# Fenologia

Rudinei De Marco  
Carlos Roberto Martins  
Claudia Farela Ribeiro Crosa  
Gilmar Antônio Nava  
Flávio Gilberto Herter

### Introdução

A fenologia se torna indispensável ao manejo das plantas no pomar, uma vez que estuda a ocorrência das fases ou atividades do ciclo vital das plantas e sua ocorrência temporal e espacial ao longo do ano (Morellato, 1995). A fenologia determina os momentos em que os vegetais diferenciam seus tecidos para expressar modificações fisiológicas ou exteriorizam suas estruturas, produzidas sob interferência de fatores bióticos e abióticos (Rêgo et al., 2006; Souza et al., 2014), ou seja, são observações das mudanças exteriores visíveis ao longo do ciclo da planta.

Os estudos fenológicos são baseados no monitoramento das plantas a campo, caracterizando os estádios de desenvolvimento das culturas e, conseqüentemente, a duração das fases fenológicas. O conhecimento prévio da fenologia constitui uma ferramenta eficaz de manejo, pois permite identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, o momento fisiológico ao qual se encontram associadas às necessidades edafoclimáticas de cada espécie/cultivar. Conhecidos os parâmetros, será possível definir os períodos propícios para o planejamento e realização dos tratamentos culturais, da poda, da aplicação de fertilizantes, do manejo da irrigação, da definição de estratégias de convivência com pragas, doenças e plantas espontâneas, entre outras atividades, possibilitando melhorar o desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, aumentar a produtividade.

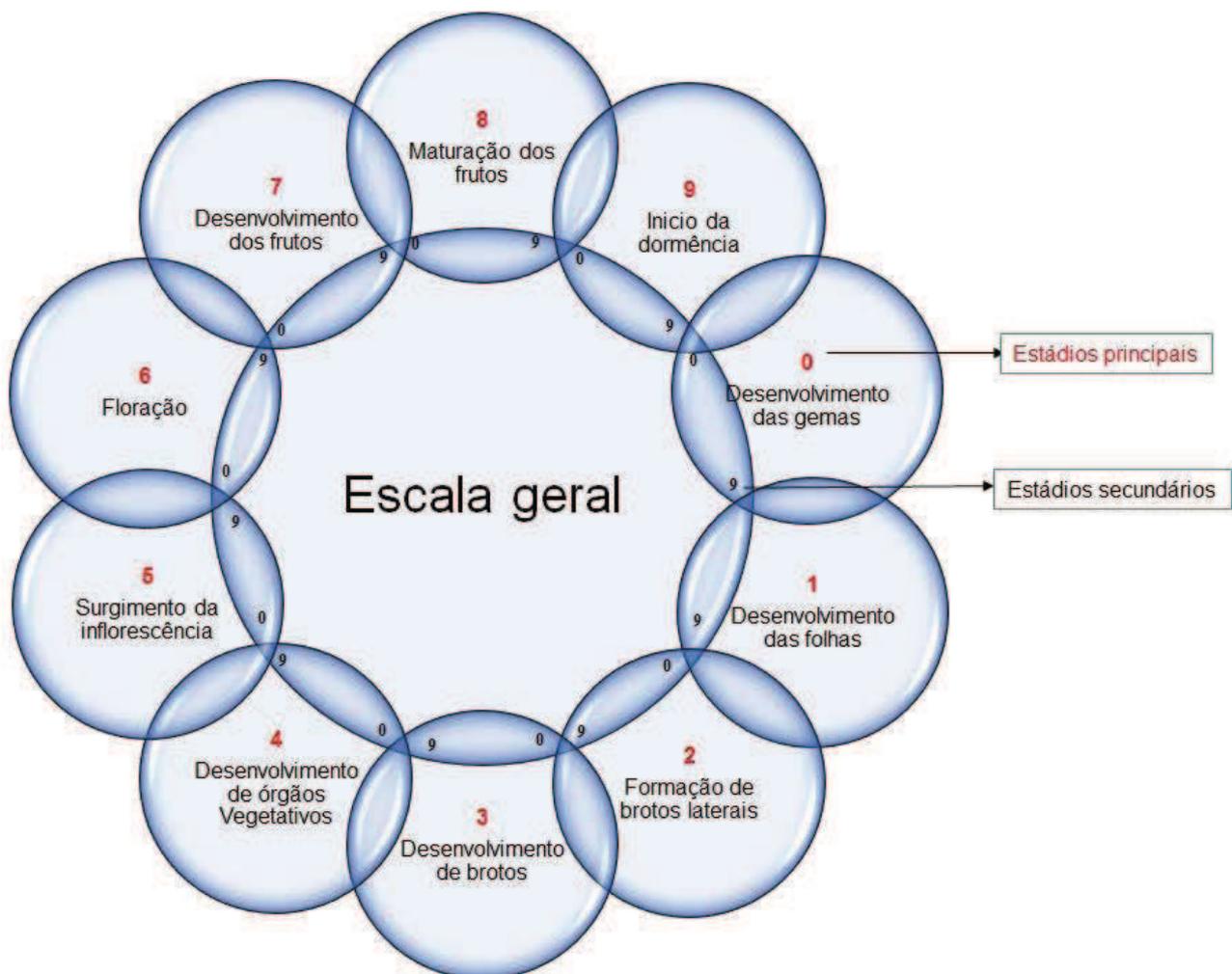
Nesse contexto, apresenta-se e descreve-se neste capítulo uma escala fenológica, baseada na escala BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry*) estendida e adaptada de Finn et al. (2007) e Han et al. (2018), indicando as características dos principais estádios fenológicos da noqueira-pecã no Sul do Brasil.

### Escala fenológica

Os métodos de avaliação e as escalas fenológicas utilizadas para noqueira-pecã, como para várias outras culturas, variam na literatura (Frusso, 2007; INIA, 2016; Han et al., 2018) e podem influenciar os padrões relatados, dificultando comparações em diferentes regiões do mundo. Assim, a utilização de uma escala fenológica padrão, estabelecida de acordo com os critérios definidos, é fundamental para a elucidação melhor entendimento e compreensão do comportamento adaptativo da espécie no Brasil.

Para solucionar esse problema, um grupo de pesquisadores desenvolveram um sistema de codificação unificada para descrever estádios fenológicos de monocotiledôneas e dicotiledôneas, denominado de escala BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry*) (Hack et al., 1992). Essa escala, com abordagem precisa e simplificada, permite a identificação de estádios fenológicos, em que o mesmo código é aplicado ao mesmo estágio em plantas de diferentes espécies (Flemmer et al., 2014).

A escala BBCH é uma proposta que descreve os estádios completos de desenvolvimento de plantas, compreendendo 10 fases principais, claramente reconhecíveis e distinguíveis, sendo os estádios fenológicos das plantas codificados de 0-9, em ordem crescente. Cada fase principal é subdividida em mais 10 subfases, enumeradas também de 0-9 (Figura 1).



**Figura 1.** Ciclo de desenvolvimento de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas, dividido em estádios de desenvolvimento principais e secundários, de acordo com a escala BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry*).

Fonte: adaptado de Meier (2001).

Assim, foram utilizados, para a nogueira-pecã, oito estádios principais de desenvolvimento da escala original BBCH, sendo: 0: desenvolvimento das gemas; 1: desenvolvimento das folhas; 3: desenvolvimento dos brotos; 5: surgimento das inflorescências; 6: floração; 7: desenvolvimento dos frutos; 8: maturação dos frutos; e 9: início de dormência. Os estádios 2 (formação de brotos laterais) e 4 (desenvolvimento de órgãos vegetativos ou propagados de plantas) não foram utilizados, pois não foram considerados relevantes para a nogueira-pecã (Tabela 1).

Os estádios secundários (0 a 9) utilizados na presente escala variaram dentro de cada estágio de crescimento principal, ou seja, nem todos foram descritos, sendo abordados conforme a importância de cada estágio, considerando-se as principais atividades de manejo realizadas na cultura, especialmente em pomares brasileiros.

Como a cultura da noqueira-pecã apresenta dois períodos de desenvolvimento vegetativo em cada ciclo, nos estádios principais 1 (desenvolvimento das folhas) e 3 (desenvolvimento dos brotos), foi adicionado um zero (0) entre o algarismo que representa o código principal e o algarismo que representa o código secundário, de forma a representar o segundo período (Tabela 1).

**Tabela 1.** Código e descrição do estágio principal proposto para a escala fenológica BBCH para noqueira-pecã.

Código do estágio		Descrição do estágio principal
Principal	Secundário	
0	00 - 09	Desenvolvimento das gemas
1	10 - 19; (100 -109) <sup>(1)</sup>	Desenvolvimento das folhas
2	20 - 29	Formação de brotos laterais
3	30 - 39; (300 - 309) <sup>(1)</sup>	Desenvolvimento dos brotos
4	40 - 49	Desenvolvimento de órgãos vegetativos ou propagados de plantas
5	50 - 59	Surgimento das inflorescências
6	60 - 69	Floração
7	70 - 79	Desenvolvimento dos frutos
8	80 - 89	Maturação dos frutos
9	90 - 99	Início da dormência

<sup>(1)</sup> Zero (0) entre o algarismo do código principal e o algarismo do código secundário indica o segundo período de desenvolvimento do ciclo.

Fonte: adaptado de Marco et al. (2021).

De acordo com o intervalo de tempo, ou seja, a velocidade em que acontece cada estágio de desenvolvimento, foram também sugeridas observações, que variam de intervalos de dois dias no período de floração a uma vez por mês no período de dormência (Tabela 2). Esses intervalos são importantes de serem seguidos, principalmente no período de desenvolvimento reprodutivo, quando as mudanças ocorrem rapidamente.

**Tabela 2.** Períodos de observações fenológicas para noqueira-pecã sugeridas de acordo com o estágio fenológico.

Estádio	Descrição	Cronograma	Mês do ano <sup>(1)</sup>
00 - 09	Final da dormência, período que compreende as gemas dormentes, gemas inchadas até gemas abertas.	Do estágio 99 ao 00 observar a cada 30 dias	Maior a agosto/setembro
		A partir de gemas inchadas observar a cada 3-5 dias	Agosto a outubro
11 - 19 101 - 109 <sup>(2)</sup>	Desenvolvimento de folhas, com as primeiras folhas separadas até todas as folhas abertas e maduras.	Observar a cada 3-5 dias	Setembro a dezembro
31 - 39 301 - 309 <sup>(2)</sup>	Desenvolvimento de brotos, com os eixos dos brotos visíveis até seu desenvolvimento em comprimento final.		Dezembro a abril <sup>(1)</sup>
51E - 59E; 51P - 59P	Surgimento das inflorescências (estaminadas – E; pistiladas - P) até seu tamanho final, conforme a cultivar.	Observar a cada 2 dias	Setembro a outubro/novembro
60E - 69E; 60P - 69P	Floração, que compreende desde a primeira antera aberta (E) e o primeiro estigma receptivo (P) até que os amentos (E) sequem e os estigmas (P) fiquem escuros/necrosados.		Setembro a novembro
70 - 79	Desenvolvimento dos frutos: período posterior à floração até o crescimento padrão da cultivar.	Observar a cada 7 dias	Novembro a março
81 - 89	Maturação dos frutos: período com o desenvolvimento do embrião completo, descoloração e abertura da cápsula até o início de queda de frutos.	Observar a cada 3-5 dias	Março a junho
93 - 99	Início da dormência, com início da descoloração foliar até o final de senescência.	Observar a cada 15 dias	Maior a junho

<sup>(1)</sup> Dados médios, podendo variar entre regiões, cultivares e os anos de observação.

<sup>(2)</sup> Zero (0) entre o algarismo do código principal e o algarismo do código secundário indica o segundo período de desenvolvimento do ciclo.

E = estames; P = pistilos.

Fonte: adaptado de Marco et al. (2021).

Com base na escala descritiva, propôs-se também uma escala ilustrativa, que representa os estádios de desenvolvimento de maior relevância da noqueira-pecã, sendo possível a visualização a partir de fotografias. Para a escala descritiva, foram incluídos 34 estádios, considerando-se os principais e os secundários (Tabelas 2; 3; 4; 5 e 6), enquanto para a escala ilustrativa foram propostos 22 dos principais estádios fenológicos considerados da cultura (Figura 3). Portanto, serão abordadas as seguintes etapas: desenvolvimento vegetativo; reprodutivo; desenvolvimento dos frutos; e dormência.

## Desenvolvimento vegetativo

Em frutíferas de clima temperado, o desenvolvimento vegetativo – considerado uma das fases mais importantes do cultivo – compreende três etapas principais, as quais referem-se ao desenvolvimento das gemas, das folhas e dos brotos. É nesse período que as plantas produzem e armazenam fotoassimilados para serem utilizados na fase inicial do crescimento e, posteriormente, na frutificação e no desenvolvimento dos frutos (Webster, 2005).

### Desenvolvimento das gemas (BBCH 00-09)

Ao final do ciclo anual de desenvolvimento da noqueira-pecã, que ocorre entre os meses de maio e início de junho no Hemisfério Sul, a planta apresenta senescência das folhas e posterior entrada em dormência. Durante o período invernal (junho a agosto), ocorre redução do desenvolvimento da gema como forma de sobrevivência às condições ambientais desfavoráveis ao crescimento, devido às baixas temperaturas (Marafon et al., 2011). Durante esse período, do início ao final da dormência, importantes processos metabólicos ocorrem, como a translocação de água e carboidratos. A água transloca-se das gemas, mobilizando os carboidratos durante a fase de repouso hibernar para os tecidos adjacentes (ramos, tronco e principalmente raízes), fazendo com que as gemas se desidratem (BBCH 00). Ao final do mês de agosto e início de setembro, quando da sinalização da superação da dormência, ocorre a reidratação das gemas, sendo um indicativo fisiológico para a retomada do crescimento, característica essa comumente encontrada nas espécies frutíferas de clima temperado (Yamamoto et al., 2010; Marafon et al., 2011; Simões, 2011). Nesse período, ocorre a fase de inchamento das gemas (BBCH 01) e, posteriormente, o início da brotação (BBCH 07). Nessa fase, é possível observar as escamas exteriores, que recobrem as gemas, deslocarem-se para que ocorra a abertura das gemas.

O último estágio do desenvolvimento das gemas, proposto nessa escala, ocorre quando é possível observar a separação das escamas internas, de coloração verde (BBCH 09 – gema aberta) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Estádios de desenvolvimento vegetativo com o respectivo código numérico e descrição do estágio fenológico proposto para a cultura da noqueira-pecã, com base na escala BBCH.

Código	Estádio	Descrição
<b>Estádio de crescimento principal 0: desenvolvimento das gemas</b>		
00	Gema dormente	Gemas estão fechadas e cobertas por escamas de coloração castanha.
01	Gema inchada	As gemas começam a hidratar (inchar).
07	Início da brotação	As gemas começam a abrir e brotar, e as pontas das folhas verdes tornam-se visíveis.
09	Gema aberta	Escamas de coloração castanha não são mais visíveis e ocorre a separação das escamas internas (verdes).
<b>Estádio de crescimento principal 1: desenvolvimento das folhas</b>		
11 (101 <sup>(1)</sup> )	Primeiras folhas visíveis	Primeiras folhas começam a surgir e abrem-se.
15 (105)	Primeiras folhas totalmente expandidas/abertas	Todos os folíolos da folha estão abertos e visíveis.
17 (107)	Todas as folhas expandidas/abertas	
19 (109)	Folhas maduras	A cor das folhas mudam de verde-claro para verde-escuro.

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Código	Estádio	Descrição
<b>Estádio de crescimento principal 3: desenvolvimento dos brotos</b>		
31 (301)	Brotos em crescimento inicial	Eixos dos brotos tornam-se visíveis.
32 (302)	Brotos com 20 cm de crescimento	Brotos atingem aproximadamente 20 cm de comprimento.
33 (303)	Brotos com 30 cm de crescimento	Brotos atingem aproximadamente 30 cm de comprimento.
35 (305)	Brotos com 50 cm de crescimento	Brotos atingem aproximadamente 50 cm de comprimento.
37 (307)	Brotos com mais de 70 cm de crescimento	Brotos atingem 70 cm ou mais de comprimento.
38 (308)	Brotos lignificados	Ocorre a mudança de coloração do eixo do broto, passando de verde para marrom. Os brotos passam de herbáceos para semilenhosos a lenhosos e reduzem a pilosidade do eixo.
39 (309)	Tamanho final dos brotos	O crescimento dos brotos cessa.

<sup>(1)</sup> Zero (0) entre o algarismo do código principal e o algarismo do código secundário indica o segundo período de desenvolvimento do ciclo.

Fonte: adaptado de Marco et al. (2021).

Em cada entrenó, normalmente são encontrados duas, três, ou até quatro gemas, sendo que a gema mais próxima da extremidade terminal do ramo é a mais proeminente e a que geralmente irá brotar. As demais gemas, de acordo com Herrera (1999), são gemas de reserva e dificilmente brotam, a não ser que a gema primária seja danificada (insetos, danos físicos e/ou mecânicos) ou devido à realização de podas.

Como descrito acima, a noqueira-pecã passa por um período de suspensão temporária do crescimento visível e com drástica redução de suas atividades metabólicas durante o inverno, denominado de dormência, sendo que, para superá-la e iniciar um novo ciclo de crescimento, necessita de acúmulo de horas de frio (geralmente considerado com temperaturas iguais ou inferiores a 7,2 °C) que é variável e ainda não bem elucidado entre as cultivares (Raseira, 1990; Fronza; Hamann, 2016). Contudo, anos agrícolas com um total de horas inferior ao mínimo exigido pode gerar distúrbios fisiológicos, baixa porcentagem e irregularidade da brotação e, conseqüentemente, redução da produção (Wells, 2017). Dessa forma, em regiões onde o acúmulo de frio é insuficiente, é necessário o uso de alternativas que visam a indução da brotação (quebra artificial de dormência). Alguns produtos, como a cianamida hidrogenada, óleo mineral, nitratos de cálcio e potássio, extrato de alho, entre outros, têm sido utilizados para esse fim em outras frutíferas de clima temperado. No entanto, no Brasil, a superação da dormência na cultura da noqueira-pecã não é uma prática comum, pois se carece de estudos com diferentes produtos, dosagens, época e forma de aplicação, e exigência de cada uma das cultivares. Portanto, a quebra artificial da dormência deve ser melhor estudada e considerada importante, especialmente em anos com invernos atípicos (baixo acúmulo de horas de frio) ou em regiões brasileiras com invernos mais amenos.

### **Desenvolvimento das folhas (BBCH 11-19) e dos brotos (BBCH 31-39)**

Os próximos estádios da escala do desenvolvimento vegetativo correspondem ao desenvolvimento das folhas e dos brotos (Tabela 3). Nesses estádios são observados dois ciclos de desenvolvimento, sendo que o primeiro ocorre entre final de setembro e início de outubro, enquanto o segundo inicia em novembro/dezembro e vai até meados de março. Nesse caso, propôs-se o acréscimo de um zero (0) entre o algarismo do código principal e o algarismo do código secundário para representar o segundo período de desenvolvimento do ciclo.

Normalmente, observa-se diferentes estádios de desenvolvimento no mesmo momento de avaliação. Dessa forma, os códigos de cada estágio podem ser anotados para a mesma data separando-se ambos por uma barra, por exemplo: no dia 20 de outubro foi observado o estágio BBCH 11 – primeiras folhas visíveis, nessa mesma data foi possível verificar também o crescimento inicial dos brotos – BBCH 31, sendo registrado então 11/31.

A noqueira-pecã possui folhas compostas imparipinadas, com folíolos de margens serradas. O número de folíolos em cada folha é variável entre as cultivares, podendo ter de 9 a 17 (Koeser et al., 2015), sendo que só podem ser observados quando a folha estiver expandida/aberta. Nesse contexto, foram propostos quatro estádios de desenvolvimento das folhas: primeiras folhas visíveis (BBCH 11), mas ainda não é possível observar todos os folíolos; primeiras folhas expandidas/abertas (BBCH 15), sendo que são observados todos os folíolos; quando todas as folhas estão expandidas/abertas (BBCH 17), e folhas maduras (BBCH 19), quando as folhas mudam de coloração verde-claro para verde-escuro.

O conhecimento sobre o desenvolvimento das folhas é importante e pode auxiliar nos processos de manejo do pomar, pois é por meio delas que a planta realiza fotossíntese, que é a conversão de dióxido de carbono da atmosfera em carbono orgânico, necessário para o seu desenvolvimento (Taiz et al., 2017). No entanto, segundo Moreno (2018b), quando uma folha está na fase de crescimento, a energia é drenada para elas a partir de outros órgãos, como folhas desenvolvidas e/ou de órgãos de reserva. Isso é um indicativo de que, para ocorrer bom desenvolvimento inicial de folhas, em cada ciclo de desenvolvimento, a planta necessita ter acumulado reservas no ciclo anterior, antes da senescência das folhas.

Uma prática que busca avaliar como estão as plantas nutricionalmente é por meio da análise química foliar, recomendada normalmente no mês de fevereiro, mediante a coleta do par de folíolos das folhas localizadas na porção média dos ramos de crescimento da estação atual, nos quatro quadrantes (N, S, L, O) da planta. Para isso é necessário amostrar aproximadamente dez plantas aleatórias no pomar por meio de caminhada em zigue-zague. No entanto, fazer a análise química foliar em uma única época do ano não permite ao produtor realizar ajustes nutricionais no ciclo atual. Assim, sugere-se, a partir do mês de novembro até o mês de março, realizar mensalmente a amostragem foliar para análise química, interpretação dos resultados e ajustes nutricionais nas plantas.

O desenvolvimento dos brotos inicia-se quando é possível observar o eixo dos brotos (BBCH 31 – Tabela 3) e vai até o final do crescimento desse (BBCH 39). Em cada ciclo da cultura, o crescimento de brotos é variável de acordo com a idade das plantas e entre as cultivares, mas, principalmente, em função do manejo nutricional, acúmulo de frio no inverno e de irrigação do pomar, sendo que, para se manter uma produção estável, são desejáveis brotos com 25 cm a 30 cm de comprimento (Arreola-Ávila et al., 2010), com 8 a 10 folhas saudáveis para a produção de uma única noz (Moreno, 2019).

O monitoramento do desenvolvimento dos ramos faz-se necessário por vários motivos, entre eles: para o início do controle preventivo de doenças, que deve ocorrer a partir do momento em que os ramos atingirem próximo a 5 cm de comprimento; para a realização da poda verde em plantas em formação (do segundo ao quarto/quinto ano pós-plantio); para determinar o momento da enxertia; para monitorar o seu vigor, ou seja, para manter boa produção, os brotos devem medir entre 25 cm e 30 cm. O produtor deve equilibrar a adubação, principalmente a nitrogenada, além de fazer uso de reguladores de crescimento, os quais ainda necessitam ser mais estudados para a noqueira-pecã.

## Desenvolvimento reprodutivo

O desenvolvimento reprodutivo é marcado pela capacidade da planta em produzir flores e resultante de mudanças que ocorrem no meristema das gemas (Larcher, 2000). Para tanto, será considerado nessa escala o surgimento das inflorescências (BBCH 51-59) e a floração (BBCH 60-69) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Estádios de desenvolvimento reprodutivo com os códigos numéricos e a descrição das fases fenológicas propostas para a cultura da noqueira-pecã, baseadas na escala BBCH.

Código	Estádio	Descrição
<b>Estádio de desenvolvimento principal 5: surgimento das inflorescências</b>		
51(E); 51(P)	Surgimento das inflorescências estaminadas (E) e pistiladas (P)	Órgãos florais visíveis; inicia o surgimento dos amentos (E) e racimos (P) das gemas, os quais ainda permanecem fechados.
55(E); 55(P)	Inflorescências com cerca de 50% do comprimento final padrão da cultivar	Brácteas das inflorescências masculinas visíveis e separadas da antera, sendo possível visualizar os pedúnculos dos amentos (E). Estigma das flores femininas visíveis (P).
59(E); 59(P)	Fim do crescimento das inflorescências estaminadas (E) e pistiladas (P)	Estames e pistilos visivelmente separados da ráquis, atingindo o tamanho final da cultivar antes da polinização.
<b>Estádio de desenvolvimento principal 6: floração</b>		
60(E); 60(P)	Início da floração	1% das flores estaminadas (E) liberando pólen e 1% das flores pistiladas (P) com estigma receptivo.
65(E); 65(P)	Plena floração	50% das flores estaminadas (E) liberando pólen e 50% das flores pistiladas (P) com estigma receptivo.
69(E); 69(P)	Final da floração	99% das flores estaminadas (E) já liberaram pólen, os amentos secam e caem; 99% das flores pistiladas (P) já foram polinizadas, estigmas sem brilho e necrosados.

Fonte: adaptado de Marco et al. (2021).

A noqueira-pecã é uma espécie frutífera monoica com inflorescências masculinas (estaminadas) e femininas (pistiladas) em locais diferentes, mas na mesma planta. À medida que inicia o crescimento na primavera (setembro/outubro), as inflorescências masculinas (amentos) são originadas a partir de gemas mistas em “ramos de ano”, ou seja, de um ano de idade. Normalmente, em cada gema são produzidos dois grupos de três amentos em lados opostos da gema, interligados por um pedúnculo. As inflorescências femininas (racimos) podem surgir no ápice da brotação de “ramos do ano”, ou seja, em ramos que brotaram no ciclo atual. O número de flores pistiladas em cada racimo é variável entre as cultivares e sofre influência do vigor do broto, ficando, em média, entre três e sete (Herrera, 1999).

Diversos resultados de pesquisa indicam que a diferenciação da flor feminina (pistilada) da noqueira-pecã ocorre na época do início do crescimento (Wetzstein; Sparks, 1989) (agosto/setembro, no Hemisfério Sul), período que corresponde ao final da gema inchada e após a divisão das escamas externas da gema, mas antes da divisão das escamas internas (Wetzstein; Sparks, 1983). Isso contrasta com a maioria das outras espécies de árvores caducifólias, em que a diferenciação ocorre durante a estação de crescimento anterior (Kramer; Kozlowski, 1979).

De acordo com Herrera (1999), as flores pistiladas se diferenciarão a partir do tecido vegetativo (predominante em gemas apicais) e se formarão se houver acúmulo de carboidratos suficientes para tal. Essa fase ocorre nos estádios iniciais de crescimento, mas o surgimento das flores só vai ocorrer entre 4 e 6 semanas depois. Nesse contexto, sob a ótica de manejo, essa informação é extremamente importante, pois o acúmulo de reservas no ciclo anterior irá influenciar diretamente no ciclo seguinte para obtenção de uma satisfatória floração.

No Hemisfério Norte, Woodroof e Woodroof (1926) descreveram que a diferenciação das flores pistiladas só ocorre nos últimos 10 dias do mês de fevereiro, até a primeira semana de março (o que corresponderia ao final de agosto e início de setembro no Hemisfério Sul). Os mesmos autores destacam que, se houver algum dano nas gemas apicais ou a retirada através de podas antes do momento da diferenciação, as gemas laterais são forçadas a diferenciar e formarão flores pistiladas, mas, caso isso ocorra posteriormente a essa data, não haverá flores pistiladas nesse ciclo. Nesse contexto, a data da realização da poda de inverno deve ser considerada, pois, quando realizada muito tarde, pode influenciar na formação de flores pistiladas. Assim, estudos que abordam diferentes datas da realização da poda na formação de flores pistiladas de gemas laterais devem ser realizados nas condições brasileiras.

Observa-se na Tabela 4 a proposta de três estádios para caracterizar o surgimento das inflorescências masculinas ou estaminadas (E) e femininas ou pistiladas (P), iniciando com o surgimento das mesmas, ou seja, quando inicia o surgimento dos órgãos florais (amentos e racimos) das gemas, mas as estruturas florais ainda permanecem fechadas – BBCH 51 (E); 51 (P). O segundo estágio ocorre quando as inflorescências estão com aproximadamente 50 % do crescimento final, e é possível visualizar os pedúnculos dos amentos e o momento em que os estigmas das flores femininas tornam-se visíveis – BBCH 55 (E); 55 (P). O terceiro estágio corresponde ao final do crescimento das inflorescências, porém antes da polinização, sendo possível observar os estames e pistilos visivelmente separados da ráquis (eixo da inflorescência) – BBCH 59 (E); 59 (P).

Para o estágio de desenvolvimento principal 6, correspondente à floração, foram propostos mais três subestádios (Tabela 4), sendo considerado como início da floração quando aproximadamente 1% das inflorescências estaminadas e pistiladas estão liberando pólen (BBCH 60 E) ou com estigma receptivo (BBCH 60 P). A plena floração é obtida quando 50% das inflorescências estaminadas estão liberando pólen (BBCH 65 E) e as pistiladas com estigmas receptivos (BBCH 65 P). Já o final da floração foi considerado quando os amentos apresentam coloração marrom-escura, secam e caem (BBCH 69 E), e os estigmas ficam desidratados, com aspecto necrosado, de coloração escura (BBCH 69 P).

A liberação do pólen ocorre quando as anteras são abertas e o mesmo é transportado pelo vento, ou seja, a polinização é anemófila para a noqueira-pecã (Wetzstein; Sparks, 1986; Herrera, 1999; Wells, 2017). Esses autores ressaltam que o pólen só é transportado quando a umidade relativa do ar for menor que 85%. De acordo com Simão (1971); Han et al., (2018), períodos quentes e secos e com ventos fortes durante esse período podem antecipar e encurtar a liberação do pólen, enquanto períodos frios e úmidos podem retardar e alongar a liberação do pólen.

Embora, frequentemente, seja possível encontrar a presença de abelhas visitando os amentos e coletando pólen (Figura 2), isso ainda não foi observado nos estigmas das inflorescências femininas. Ou seja, parece que as abelhas não contribuem para a polinização da noqueira-pecã.

Foto: Rudinei de Marco



**Figura 2.** Abelha coletando pólen das inflorescências masculinas (amentos) em noqueira-pecã.

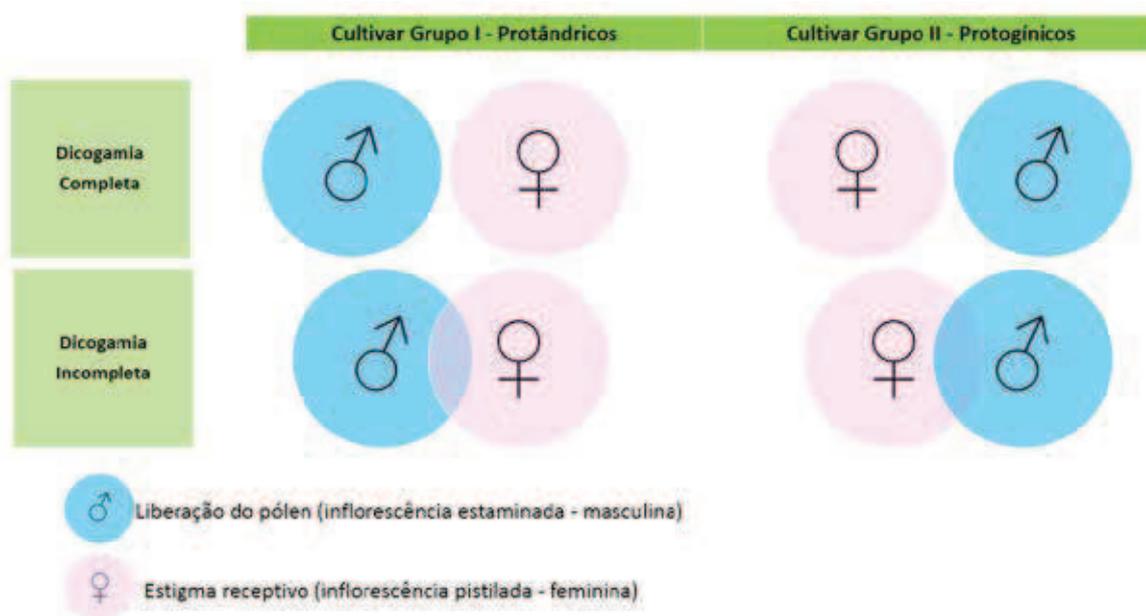
Já a receptividade do estigma é relativamente difícil de se observar com precisão, devido à grande variação das formas e tamanhos das flores pistiladas e superfícies estigmáticas entre as cultivares. À medida que as flores pistiladas amadurecem, a superfície estigmática se torna mais proeminente e avermelhada em algumas cultivares, enquanto em outras a cor permanece verde, rosa, entre outras cores, ou seja, a cor não significa que a flor está receptiva, o que dificulta a determinação desse evento. Como forma de determinação, alguns autores descrevem que a receptividade do estigma pode ser avaliada pela presença de um líquido viscoso e brilhante na superfície estigmática (Zhang, 2015; Ajamgard et al., 2017), bem como pela aderência do pólen, que pode ser aplicado artificialmente à superfície estigmática (Smith; Romberg, 1940; Madden; Brown, 1973).

Em condições de vento seco, superfícies estigmáticas podem ser rapidamente dessecadas, com períodos efetivos de receptividade consideravelmente reduzidos. Se o estigma receber pólen nessas condições, as células estigmáticas colapsam e secam após a hidratação e germinação do pólen (Wetzstein; Sparks, 1989), fazendo com que o estigma seja necrosado, apresentando coloração escura.

Além de ser uma planta monoica, a noqueira-pecã possui também dicogamia, apresentando períodos de liberação do pólen distintos da receptividade do estigma. Ou seja, uma mesma cultivar atinge amadurecimento das flores masculinas e femininas em períodos distintos. A dicogamia pode variar entre cultivares e até mesmo entre locais e anos de cultivo, podendo apresentar dicogamia completa, quando não há sobreposição da liberação do pólen com a receptividade do estigma, ou incompleta, quando há alguma sobreposição (Tabela 5). De acordo com Sparks (1992), geralmente a dicogamia é completa em climas mais frios e muitas vezes incompleta em climas quentes.

Considerando-se a dicogamia, as cultivares de noqueira-pecã são classificadas predominantemente em dois grupos, conforme apresentado na Figura 3 (Wetzstein; Sparks, 1986; Herrera, 1999). No Grupo I (ou Tipo I), as cultivares possuem tendência de serem protândricas (órgão masculino amadurece e libera o pólen antes do estigma da flor feminina estar receptivo). Enquanto no Grupo II (ou Tipo II), as cultivares têm tendência

de serem protogínicas (o estigma da flor feminina está apto para receber o pólen antes que a flor masculina esteja apta a liberar o pólen). No entanto, Stuckey (1916) sugeriu um terceiro grupo, chamado de cultivares flutuantes, ou seja, cultivares que podem variar entre os anos de avaliação, podendo ser em determinado ano protândrica e em outro protogínica.



**Figura 3.** Formas predominantes de dicogamia em cultivares de noqueira-pecã.

Ilustração: Carlos Roberto Martins.

## Desenvolvimento dos frutos

Após a polinização e fertilização do óvulo, inicia-se a formação da semente (embrião/amêndoa), que ocorre nas duas a quatro semanas depois (Moreno, 2018a). No entanto, o desenvolvimento dos frutos (nozes), com código 70 até o 79 (Tabela 5), passa por duas fases: primeiramente, ocorre o crescimento em tamanho (crescimento padrão da cultivar); posteriormente, ocorre o preenchimento das nozes (crescimento da amêndoa) (Herrera, 2005).

O crescimento padrão da cultivar também pode ser dividido em dois períodos: primeiramente, logo após a polinização, o crescimento da noz é lento – BBCH 70 a 72 (segunda metade de novembro a início de dezembro); posteriormente, apresenta um período de crescimento mais rápido (final de dezembro a fevereiro/março), até atingir as dimensões padrões da cultivar – BBCH – 73 a 78.

O crescimento das amêndoas (preenchimento das nozes), que normalmente ocorre de final de janeiro a março, também passa por diferentes fases. Esse processo inicia com o endurecimento da casca (início na ponta posterior à região ligada à planta) e início do estágio aquoso do endosperma (BBCH 77), até o endurecimento total da casca, final do estágio aquoso e início do estágio de gel/pastoso (BBCH 78). Nessa fase, embora ocorra aumento das dimensões dos frutos posteriormente, não ocorre aumento expressivo no tamanho das nozes, pois o endurecimento da casca impede esse crescimento (Herrera, 2005). Esse aumento das nozes é devido à expansão da espessura da cápsula (epicarpo). No último estágio do desenvolvimento dos frutos, as amêndoas passam do estágio de gel/pastoso até o desenvolvimento completo das amêndoas (BBCH 79).

**Tabela 5.** Estádios de desenvolvimento dos frutos com os códigos numéricos e a descrição das fases fenológicas propostas para a noqueira-pecã, baseados na escala BBCH.

Código	Estádio	Descrição
<b>Estádio de desenvolvimento principal 7: desenvolvimento dos frutos</b>		
70	Aparecimento de frutos	Primeiros frutos visíveis, estigmas necrosados começam a desaparecer
72	Crescimento lento dos frutos	Frutos começam a crescer
73	Crescimento rápido dos frutos	Início do crescimento rápido das nozes, mas não ocorre o desenvolvimento da parte comestível (amêndoa).
75	50% do tamanho final do fruto	Os frutos atingem 50% do tamanho final (padrão da cultivar)
77	Final do crescimento rápido dos frutos	Final do crescimento rápido das dimensões das nozes. Nessa fase ocorre o início do estágio aquoso do endosperma, que mais tarde se torna amêndoa, e também ocorre o início do endurecimento da casca (na ponta da noz).
78	Início do preenchimento das amêndoas	Atinge-se as dimensões do fruto padrão da cultivar. Toda casca endurecida. Final do estágio aquoso e início do estágio de gel pastoso.
79	Desenvolvimento completo dos frutos	Final do estágio pastoso, desenvolvimento completo da amêndoa.
<b>Estádio de desenvolvimento principal 8: maturação dos frutos</b>		
81	Início do amadurecimento: 10% dos frutos com cápsulas (epicarpo) abertas.	Ocorre aumento no volume dos frutos (cápsulas); a cor verde das cápsulas começa a ficar mais clara (verde-oliva); começam a abrir em quatro partes.
85	50% de frutos totalmente maduros (cápsulas abertas)	Cápsulas abrem naturalmente e/ou as nozes são facilmente desprendidas.
89	Frutos totalmente maduros	Cápsulas começam a secar, as nozes ficam levemente pendentes para fora da cápsula e as primeiras nozes começam a cair.

Fonte: adaptado de Marco et al. (2021).

O estágio de desenvolvimento pode ser crucial para a utilização de produtos com potencial de aumentar as dimensões e a qualidade dos frutos. No entanto, não somente a determinação do momento ideal de aplicação como a utilização de bioestimulantes e doses devem ainda ser elucidadas para a noqueira-pecã.

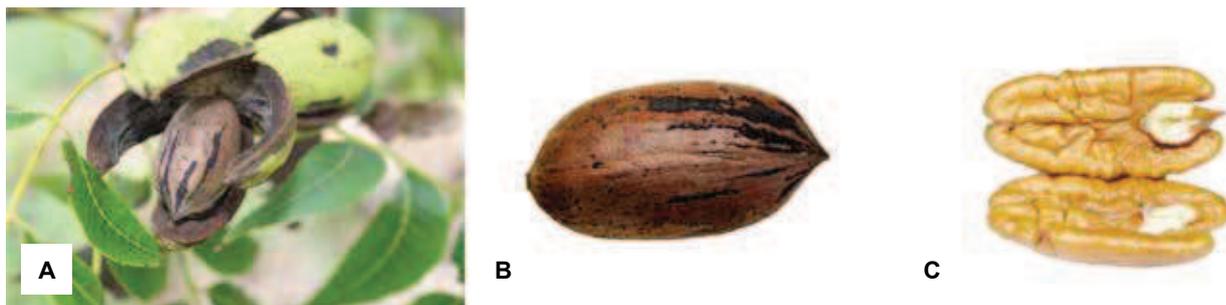
O período (data) em que ocorre cada fase é variável entre as cultivares e entre regiões de cultivo e deve ser monitorado, uma vez que a definição de cada fase (data ou período) é ferramenta importante para a tomada de decisão nas atividades que devem ser realizadas no pomar. Segundo Herrera (1999), nessa fase de desenvolvimento, ocorre severa drenagem, às vezes exaustiva, de reservas das folhas e brotos para as nozes. Essa informação é importante sobre o aspecto de manejo dos pomares, uma vez que problemas como a disponibilidade de umidade do solo, plantas com deficiência nutricional ou problemas fitossanitários podem afetar as dimensões finais da noz na primeira fase do desenvolvimento dos frutos.

Na segunda fase, isso pode afetar o desenvolvimento das amêndoas, produzindo nozes chochas ou com amêndoas mal preenchidas. Além disso, segundo Amling e Amling (1983), é justamente nessa fase (mês de agosto no Hemisfério Norte) que ocorre a indução floral das flores femininas (aproximadamente no mês de fevereiro no Hemisfério Sul) e o acúmulo de reservas para o próximo ciclo, ou seja, o manejo inadequado nessa fase de desenvolvimento compromete a produção de nozes com qualidade do ciclo atual, bem como

a produção do próximo ciclo. O fornecimento ideal de nutrientes, dentre eles o potássio, é fator fundamental para enchimento da amêndoa e muito negligenciado pelos produtores, que, na maioria das vezes, utilizam esse nutriente somente no início do ciclo.

O fruto da noqueira-pecã é a noz-pecã (Figura 4), classificada como uma drupa seca (fruto seco oleaginoso). A noz-pecã está inserida numa cápsula (epicarpo) carnosa de coloração verde, que se abre em quatro partes quando madura (Figura 4A). A amêndoa (parte comestível) está envolvida por uma casca lisa, dura e lignificada, de coloração castanho-acinzentada, com manchas longitudinais escuras (Figura 4B). O formato, tamanho e coloração da noz-pecã é variável entre as cultivares. A amêndoa (Figura 4C), que é a parte comestível, apresenta-se na forma de dois septos até dois terços do seu comprimento, sendo a parte final unida e o local onde o embrião permanece (Sparks, 1992).

A maturação dos frutos (código 81 a 89, Tabela 5) acontece aproximadamente sete meses posteriores ao florescimento. Para esse estágio de desenvolvimento, considerou-se frutos maduros quando a cápsula, de coloração verde, que envolve a noz, começa a abrir em quatro partes (Figura 4A). Para tal, três estádios foram propostos: BBCH 81 – início do amadurecimento, com 10% dos frutos com cápsulas abertas; BBCH 85 – 50% dos frutos com cápsulas abertas; e BBCH 89 – quando as cápsulas começam a secar, as nozes ficam levemente pendentes para fora da cápsula e as primeiras nozes começam a cair. Foram observadas variações no período de amadurecimento entre as cultivares, mas, de modo geral, podem iniciar essa fase no mês de março até o mês de junho, dependendo também da região de cultivo.



Fotos: Rudinei De Marco

**Figura 4.** Frutos de noz-pecã: abertura da cápsula quando a noz-pecã está madura (A); coloração e manchas longitudinais escuras na casca lisa e lignificada (B), que envolve a parte comestível, denominada amêndoa (C).

É importante destacar que a cultura da noqueira-pecã possui naturalmente característica de alternância de produção, ou seja, geralmente um ciclo de elevada produção seguido por outro de baixa ou nula. Embora a alternância de produção seja comum na maioria das espécies frutíferas, na noqueira-pecã é ainda mais significativa, principalmente por dois motivos. Primeiro, por possuir o amadurecimento dos frutos no final do ciclo, pouco antes da senescência das folhas. Isso faz com que a planta não tenha muito tempo para o armazenamento de reservas (carboidratos) necessário para a produção de flores e frutos para o próximo ciclo. Por isso, é importante manter as folhas ativas, bem nutridas e livres de doenças até aproximadamente final de maio, mesmo após a colheita dos frutos. De acordo com Moreno (2018a), a amêndoa possui 70% de óleo, e para cada 1 g de óleo é necessário 9 calorias, o que representa pouco mais que o dobro de energia necessária para produzir 1 g de açúcar (cada 1 g de açúcar tem 4 calorias). Ou seja, em uma colheita grande ocorre intenso desgaste na planta, influenciando diretamente no próximo ciclo, quando o pomar não é manejado adequadamente.

## Início da dormência

A noqueira-pecã é uma espécie característica de clima temperado, passando por um período de dormência vegetativa durante o inverno. Esse mecanismo adaptativo permite que as plantas sobrevivam a baixas temperaturas hibernais e posteriormente iniciem um novo ciclo de crescimento (Hawerth et al., 2010). Para tanto, posteriormente à maturação dos frutos, ocorre o início da dormência (Tabela 6) com o amarelecimento e, em seguida, a senescência (queda) das folhas. Nesse estágio, foram propostas três fases: BBCH 93 – início da descoloração das folhas e da queda; BBCH 95 – 50% de queda das folhas; e BBCH 99 – queda de 100% das folhas.

**Tabela 6.** Estádios do início da dormência com o código numérico e a descrição das fases fenológicas propostas para a noqueira-pecã, baseadas na escala BBCH.

Código	Estádio	Descrição
<b>Estádio de desenvolvimento principal 9: início da dormência</b>		
93	Início da descoloração foliar e queda das folhas	Esses estádios começam com o amarelecimento e posteriormente há a queda das folhas
95	50% das folhas caídas	
99	Fim da queda de folhas	Todas as folhas caídas

Fonte: adaptado de Marco et al. (2021).

Normalmente, recomenda-se a manutenção de folhas fotossinteticamente ativas (bem nutridas, livres de pragas e doenças) até final do mês de maio, para que a planta acumule reservas. Após essa data, deve-se induzir a derrubada das folhas, utilizando ureia, calda sulfocálcica, entre outros, em pulverização foliar.

## Escala ilustrativa

Com base nas informações da escala descritiva e melhor detalhada, elaborou-se uma escala ilustrativa e simplificada, com os principais estádios fenológicos e respectivas imagens das modificações morfológicas externas da planta, de modo a facilitar a identificação e auxiliar no reconhecimento dos principais estádios fenológicos da cultura, tendo sido propostos 22 estádios (Figuras 5, 6 e 7).

**ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA NOGUEIRA-PECÃ – ESCALA BBCH**  
(Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie)



Fotos: Rudinei De Marco

**Estádio BBCH 00:**  
gema dormente

**Estádio BBCH 01:**  
gema inchada

**Estádio BBCH 07:**  
início da brotação

**Estádio BBCH 09:**  
gema aberta



**Estádio BBCH 11 (101):**  
primeiras folhas visíveis



**Estádio BBCH 17 (107):**  
todas as folhas abertas



**Estádio BBCH 31 (301):**  
brotos em crescimento inicial



**Estádio BBCH 38 (308):**  
brotos lignificados



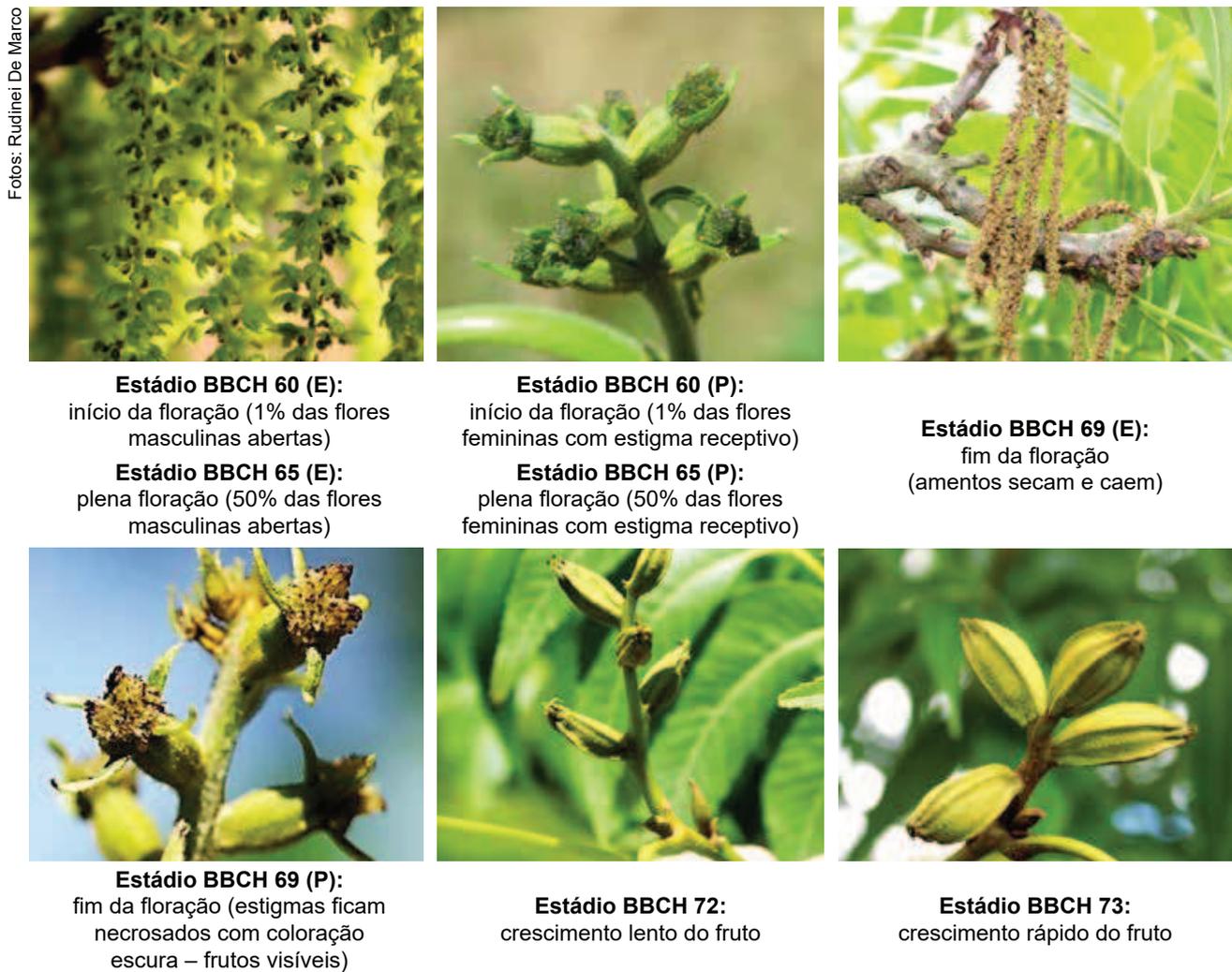
**Estádio BBCH 51 (E):**  
surgimento das inflorescências  
estaminadas (masculinas)



**Estádio BBCH 51 (P):**  
surgimento das inflorescências  
pistiladas (femininas)

**Figura 5.** Estádios fenológicos da noqueira-pecã (fase vegetativa) considerando a escala ilustrativa BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie*).

**ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA NOGUEIRA-PECÃ – ESCALA BBCH**  
(Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie)



**Figura 6.** Estádios fenológicos da noqueira-pecã (fase de floração) considerando a escala ilustrativa BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie*).

**ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA NOGUEIRA-PECÃ – ESCALA BBCH**  
(Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie)



**Estádio BBCH 77:**  
final do crescimento rápido  
(início do estágio de água)



**Estádio BBCH 78:**  
fruto no tamanho padrão da cultivar  
(início do preenchimento das amêndoas – estágio de gel pastoso)



**Estádio BBCH 79:**  
desenvolvimento dos frutos completos  
(amêndoa formada)



**Estádio BBCH 85:**  
50% dos frutos maduros  
(cápsula rachada/aberta)



**Estádio BBCH 89:**  
frutos totalmente maduros



**Estádio BBCH 95:**  
folhas descoloridas e início da queda

Fotos: Rudinei De Marco

**Figura 7.** Estádios fenológicos da noqueira-pecã (fase de frutificação) considerando a escala ilustrativa BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie*).

## Considerações finais

A noqueira-pecã é uma espécie frutífera de clima temperado caducifólia que passa por períodos de dormência vegetativa, sinalizados pela queda das folhas durante o inverno como detalhadamente descritos em várias publicações (Sparks, 1992, 2005; Wells, 2017), retomando seu ciclo de crescimento e desenvolvimento vegetativo na primavera, em meados de setembro, nas condições do Hemisfério Sul.

A descrição da escala fenológica BBCH fornece uma abordagem precisa e simplificada dos principais estádios de desenvolvimento da noqueira-pecã. Os 34 estádios descritos permitem identificar as principais fases do desenvolvimento da noqueira-pecã e permitem, através da codificação utilizada, padronizar e uniformizar os estudos sobre a cultura.

Durante o ciclo de desenvolvimento, a cultura da noqueira-pecã passa por distintas fases. O conhecimento das fases e suas características são fundamentais para o entendimento do que ocorre com as plantas e sua interação com as condições agroclimáticas. O monitoramento dos estágios da noqueira-pecã torna-se estratégico para compreensão dos acontecimentos ecofisiológicos e suas necessidades e, conseqüentemente, no manejo das plantas no pomar.

## Referências

- AJAMGARD, F.; RAHEMI, M.; VAHDATI, K. Determining the Pollinizer for Pecan Cultivars. **Journal of Nuts**, v. 8, n. 1, p. 41-48, 2017.
- AMLING, H. J.; AMLING, K. A. Physiological differentiation of pistillate flower of pecan and cold requirements for their initiation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 108, p. 195-198, 1983.
- ARREOLA-AVILA, J. G.; MURRIETA, A. L.; DE LA ROSA, A. B. Inducción de crecimiento lateral en nogal pecanero (*Carya illinoensis* K. Koch): Mediante despunte de brotes en primavera. **Revista Chapingo**, Serie Horticultura, v. 16, n. 1, p. 31-36, 2010.
- DE MARCO, R.; MARTINS, R.C.; HERTER, F.; CROSA, C.F.R.; NAVA, G.A. Ciclo de desenvolvimento da nogueira-pecã –Escala fenológica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n.4, p.260-270, 2021.
- FINN, G. A.; STRASZEWSKI, A. E.; PETERSON, V. A general growth stage key for describing trees and woody plants. **Annals of Applied Biology**, v. 151, p. 127-131, 2007.
- FLEMMER, A. C.; FRANCHINI, M. C.; LINDSTROM, L. I. Description of safflower (*Carthamus tinctorius*) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. **Annals of Applied Biology**, v. 166, p. 331-339, 2014.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Técnicas para o cultivo da nogueira-pecã**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2016. 424 p.
- FRUSSO, E. Características morfológicas y fenológicas del pecán. In: LAVADO, R.; FRUSSO, E. (ed.). **Producción de pecán en Argentina**. Buenos Aires: INTA Delta del Paraná, 2007. Cap. 2, 18 f.
- HACK, V. H.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; MEIER, U.; SCHNOCK-FRICKE, U.; WEBER, E.; WITZENBERGER, A. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono-und dikotyler Pflanzen. - Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, v. 44, n. 12, p. 265-270, 1992.
- HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 56 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 310).
- HERRERA, E. **Flowering Habits of Pecan Trees**. Las Cruces: New Mexico State University, 1999. (Guide H-622).
- HERRERA, E. **Growth and Development of Pecan Nuts**. Las Cruces: New Mexico State University, 2005. (Guide H-618).
- INIA (Intstituto Nacional de Investigación Agropecuaria). **Descripción de estados fenológicos de pecán**. Uruguay, 2016. (Cartilla, 67). Disponível em: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6339/1/067-PECAN.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2020.
- KOESER, A. K.; HASING, G.; FRIEDMAN, M.; IRVING, R. **Trees**: North & Central Florida. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, 2015. 204 p.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press, 1979. 811 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.
- MADDEN, G. D.; BROWN, E. J. Blossom dates of selected pecans. **Pecan Quarterly**, v. 7, n. 1, p. 17-19, 1973.
- MARAFON, A. C.; HERTER, F. G.; HAWERROTH, F. J. Umidade ponderal em tecidos de pereira durante o período de dormência sob condições de inverno ameno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1006-1012, 2011.
- MEIER, U. **Growth stages of Mono- and Dicotyledonous Plants**. Berlin: Blackwell Wissenschafts Verlag, 2001. 158 p. (BBCH Monograph).
- MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In: LEITÃO FILHO, H. F.; MORELLATO, L. P. C. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: UNICAMP, 1995. p. 187-192.
- MORENO, J. H. N. El llenado de la Nuez Parte I. **Revista Pacana**, v. 4, n. 18, p. 34-36, 2018a.
- MORENO, J. H. N. El llenado de la Nuez Parte II. **Revista Pacana**, v. 4, n. 19, p. 14-15, 2018b.
- MORENO, J. H. N. Factores que afectan el "llenado" de la nuez. **Revista Pacana**, v. 5, n. 24 p. 12-13, 2019.
- RASEIRA, A. **A cultura da nogueira-pecã (*Carya illinoensis*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1990. 3 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 63).
- RÊGO, G. M.; LAVARONTI, O. J.; ASSUMPÇÃO NETO, A. **Caracterização morfológica da fenofase reprodutiva da imbuia**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 173).
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Editora Ceres, 1971. 530 p.
- SIMÕES, F. **Parâmetros hídricos em angiospermas lenhosas de clima temperado durante estádios de repouso e crescimento**. 2011. 73 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas.
- SMITH, C. L.; ROMBERG, L. D. Stigma receptivity and pollen shedding in some pecan varieties. **Journal of Agricultural Research**, v. 60, p. 551-564, 1940.

- SOUZA, D. N. N.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M. de; ROCHA, L. N. G. da; SILVA, N. F. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014.
- SPARKS, D. Adaptability of Pecan as a Species. **HortScience**, Ohio, v. 40, n. 5, p. 1175–1189, 2005.
- SPARKS, D. **Pecan cultivars**: the orchard's foundation. Watkinsville: Pecan Productions Innovations, 1992. 446 p.
- STUCKEY, H. P. **The two groups of varieties of the Hicoria pecan and their relation to self-sterility**. Athens: University of Georgia, 1916. 28 p. (Georgia Agricultural Experiment Station Bulletin, n. 124).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- WEBSTER, A. D. Shoot growth. In: TROMP, J.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden: Backhuys Publishers, 2005. p. 120-135.
- WELLS, L. **Southeastern Pecan Grower's Handbook**. Athens: University of Georgia, 2017. 236 p.
- WETZSTEIN, H. Y.; SPARKS, D. L. Flowering in Pecan. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**. Connecticut: Editorial Board, 1986. v. 8, p. 217-251.
- WETZSTEIN, H. Y.; SPARKS, D. L. Morphology of pistillate flower differentiation in pecan. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 108, p. 997-1003, 1983.
- WETZSTEIN, H. Y.; SPARKS, D. L. Stigma: pollen interactions in pecan. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, n. 2, p. 355-359, 1989.
- WOODROOF, J. G.; WOODROOF, N. C. Fruit-bud differentiation and subsequent development of the flowers in the hickory pecan. **Journal of Agricultural Research**, v. 33, n. 7, p. 677-685, 1926.
- YAMAMOTO, R. R.; KATSUMI-HORIGANE, A.; YOSHIDA, M.; SEKOZAWA, Y.; SUGAYA, S.; GEMMA, H. "Floral primordia necrosis" incidence in mixed buds of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nakai var. culta) 'Housui' grown under mild winter conditions and the possible relation with water dynamics. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 79, n. 3, p. 246-257, 2010.
- ZHANG, R.; PENG, F.; YONGRONG, L. Pecan production in China. **Scientia Horticulturae**, n. 197, p. 719-727, 2015.