

IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS DEL CRECIMIENTO EN OLIVO

Sanz-Cortés, F.; Martínez-Calvo, J.; Badenes, M. L.; Llácer, G.

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)
Apartado Oficial, 46113 Moncada, Valencia, España.

Resumen

La adecuada identificación de los estados fenológicos de las plantas es muy importante para la caracterización varietal, así como para la conducción de las plantaciones (tratamientos, aclareos, etc). Las claves fenológicas utilizadas hasta ahora, como las clásicas de Fleckinger para los frutales, no cumplen los requisitos que actualmente se consideran necesarios: que describan el ciclo completo del desarrollo (y no sólo la floración), que utilicen códigos numéricos (para que puedan ser utilizados en bases de datos) y que sirvan para todas las especies de plantas cultivadas y malas hierbas. La escala BBCH sí que cumple estos requisitos. Se trata de una escala decimal de 2 dígitos, de los cuales el primero (de 0 a 9) se refiere a un estado principal de desarrollo y el segundo (también de 0 a 9) a un estado secundario dentro del principal. La escala BBCH ya ha sido utilizada en España para la identificación de los estados de crecimiento de varias especies leñosas (cítricos, granado, níspero). En el caso del olivo, la identificación de los estados de crecimiento se ha realizado en el contexto de los trabajos de identificación, caracterización y evaluación de variedades autóctonas de olivo en la Comunidad Valenciana. Se describen un total de 32 estados fenológicos agrupados en 7 estados principales: desarrollo de las yemas, desarrollo de las hojas, desarrollo de los brotes, desarrollo de las inflorescencias, floración, desarrollo de los frutos y maduración.

Palabras clave: *Olea europaea* L., caracterización pomológica, escala BBCH

Abstract

Identification of phenological stages of plants is very important as a tool for varietal characterization, also aids better orchard management and the timing of cultural practices as thinning or control of pests. The phenological stages used so far, as the classic Flekinger scale for fruits, do not fulfill the desirable requirements of a grown stages scale, for instance, to describe a complete development cycle (not only flowering), use of numerical codes that allow to introduce the stages in a database, and being applied for every species of cultivated plants and weeds. The new BBCH scale overcomes these limitations, it is a decimal two-digit scale, divided into principal (0 to 9) and secondary growth stages (0 to 9). In Spain, BBCH scale has been used to identify phenological growth stages of several woody species such as citrus, pomegranate and loquat. In this case, identification of growth stages of olive tree is part of a project aimed to identify and to study native olive cultivars from Valencia. Thirty-two growth stages has been described, grouped in 7 principal stages: bud development, leaf development, shoot development, inflorescence development, flowering, fruit development and fruit maturity.

Key words: *Olea europaea* L., pomological characterization, BBCH scale.

1. Introducción

Para poner de manifiesto la importancia del cultivo del olivo en España basta con exponer unos pocos datos: primer productor mundial de aceite de oliva, con una superficie total de 2,2 millones de ha en 1995 (el 26 % de la superficie mundial) y una producción media de aceite de 673.000 tm en el período 1992-97 (el 30 % de la producción mundial). El potencial productivo estimado es de 900.000 tm, su valor monetario de 2.400 millones de euros y el número de jornales anuales que emplea es de 25 millones (Rallo y Barranco, 2001). El cultivo del olivo en nuestro país se basa en una gran diversidad varietal. Hasta la fecha se han localizado en España 262 variedades de olivo que difieren ampliamente en sus características morfológicas, agronómicas y tecnológicas. Sin embargo, sólo 4 variedades principales ('Picual', 'Cornicabra', 'Hojiblanca' y 'Lechín de Sevilla') representan el 68 % de la superficie cultivada y otras 20 variedades completan hasta el 99 % de dicha superficie. El resto de variedades (más de 200) son variedades locales que representan sólo el 1 % de la superficie (Rallo y Barranco, 2001).

Aunque la Comunidad Valenciana (CV) se halla sólo en 5º lugar entre las regiones españolas productoras de aceite de oliva, detrás de Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura y Cataluña, con menos del 5 % de la superficie total española (106.000 ha en 1999) y el 3 % de la producción total (20.000 tm de aceite de promedio en las 3 últimas campañas), es también importante por su riqueza varietal: se han identificado 74 variedades (de las cuales 63 son autóctonas). El 78 % de la superficie está ocupada por 6 variedades principales (Villalonga, Blanqueta, Farga, Serrana de Espadán, Morrut y Cornicabra), de las que las 4 primeras son autóctonas. Otras 12 variedades completan hasta el 99 % de la superficie. El resto de variedades cultivadas en la CV (56 variedades) son variedades locales que representan sólo el 1 % de la superficie (Íñiguez y cols., 1999 y 2001).

Este gran número de variedades locales, muy poco difundidas tanto a escala española como en la CV, constituye un material valiosísimo de cara a los programas de mejora genética de esta especie, por las razones siguientes:

- Por la posible existencia de variedades resistentes a patógenos o a condiciones ambientales adversas
- Por la posible localización de variedades con características agronómicas y/o tecnológicas interesantes
- Por la erosión de material autóctono que se está produciendo en algunas comarcas, debido a la baja productividad y marginalidad del cultivo

La identificación, caracterización y conservación de estos materiales son esenciales para el mantenimiento de la diversidad genética de la especie. La caracterización morfológica de variedades de olivo, basada en los descriptores de la UPOV (1985), ha sido utilizada en España por Barranco y Rallo (1984), Tous y Romero (1993), Barranco (1998) e Íñiguez y cols. (1999 y 2001). Por otra parte, la identificación morfológica ha sido confirmada y ampliada en España y otros países por análisis de isoenzimas (Trujillo y cols., 1995) y mediante marcadores tipo RAPDs (Bogani y cols., 1994; Fabbri y cols., 1995; Vergari y cols., 1996; Belaj, 1998; Sanz-Cortés y cols., 2001).

El objetivo del presente trabajo, realizado en el contexto de los estudios de identificación, caracterización y evaluación de variedades autóctonas de olivo en la CV, es el de complementar dichos estudios con la identificación de los estados fenológicos del crecimiento en olivo mediante la aplicación de la escala BBCH. La escala BBCH (Lancashire y cols., 1991) es el sistema aceptado ahora oficialmente por la Organización Europea de

Protección de Plantas (OEPP) para un gran número de cultivos y malas hierbas. Se trata de una escala decimal de 2 dígitos, de los cuales el primero (de 0 a 9) se refiere a un estado principal de desarrollo y el segundo (también de 0 a 9) a un estado secundario dentro del principal. Está basada en un código desarrollado por Zadoks y cols. (1974) para cereales. Existen varios manuales publicados para diferentes cultivos, malas hierbas y países (Bleiholder y cols., 1996; Hack y cols., 1997; Meier, 1997). La escala BBCH ya ha sido utilizada en España para la identificación de los estados de crecimiento de varias especies leñosas: cítricos (Agustí y cols., 1995), granado (Melgarejo y cols., 1997) y níspero japonés (Martínez-Calvo y cols., 1999).

2. Materiales y Métodos

El material vegetal consistió en 29 variedades de olivo de una colección varietal situada en San Rafael del Río (Castellón, España), latitud 40° 27' N, longitud 00° 10' E, altura sobre el nivel del mar 325 m. Las observaciones se realizaron sobre dos árboles por variedad. Estos árboles, de 4 años, estaban plantados sobre sus propias raíces, a un marco de 7 x 5 m, en una parcela de suelo pedregoso de aluvión, dotada de riego por goteo. La lluvia media anual en esta localidad es de 607 mm y la temperatura media es de 14,9 °C. Todas las medidas y observaciones fueron realizadas entre Febrero de 1998 y Marzo del 2000. Los estados fenológicos se describieron siguiendo las "Claves para la identificación de los estados fenológicos de las especies mono- y dicotiledóneas cultivadas" (Bleiholder y cols., 1996). Se efectuaron fotografías y dibujos para ilustrar los estados fenológicos primarios y secundarios. Posteriormente se ha comparado la escala BBCH definida para el olivo con una escala previamente definida por De Andrés (1974).

3. Resultados

3.1. Estados fenológicos del olivo (escala BBCH)

Estado principal 0: Desarrollo de las yemas vegetativas

00 Las yemas foliares, situadas normalmente en el ápice de los brotes del año anterior, están completamente cerradas y son puntiagudas, sin pedúnculo y de color ocre.

01 Las yemas foliares comienzan a hincharse y se entreabren, dejando ver los nuevos primordios foliares.

03 Las yemas foliares se alargan y se separan de la base (Fig. 1).

07 Las hojitas exteriores siguen abriéndose sin separarse del todo, permaneciendo unidos los extremos apicales.

09 Las hojitas exteriores siguen separándose y las puntas se entrecruzan.

Estado principal 1: Desarrollo de las hojas

11 Las primeras hojas se separan del todo, tienen un color gris verdoso.

15 Se separan más hojas pero sin alcanzar su tamaño final. Las primeras hojas adquieren una tonalidad verdosa en el haz.

19 Las hojas alcanzan el tamaño, color y forma característicos de la variedad.

Estado principal 3: Desarrollo de los brotes

31 Los brotes alcanzan el 10 % de su tamaño final.

33 Los brotes alcanzan el 30 % de su tamaño final (Fig. 2).

37 Los brotes alcanzan el 70 % de su tamaño final.

Estado principal 5: Desarrollo de las inflorescencias

50 Las yemas florales, situadas normalmente en las axilas de las hojas, están completamente cerradas y son puntiagudas, sin pedúnculo y con brácteas de color ocre.

51 Las yemas florales comienzan a hincharse y se separan de la base mediante un pedúnculo.

53 Las yemas florales se abren: empieza el desarrollo del racimo floral.

54 Los brazos del racimo floral comienzan a alargarse (Fig. 3).

55 Racimo floral totalmente expandido, los botones florales empiezan a abrirse.

57 La corola, de color verde, es mayor que el caliz (Fig. 4).

59 La corola cambia del color verde al blanco.

Estado principal 6: Floración

60 Apertura de la primera flor.

61 Comienzo de la floración: alrededor del 10 % de las flores están abiertas.

65 Plena floración: al menos el 50 % de las flores están abiertas (Fig. 5).

67 Comienza la caída de pétalos blancos.

68 La mayoría de los pétalos han caído o están marchitos.

69 Fin de la floración, cuajado del fruto y caída de ovarios no fecundados (Fig. 6).

Estado principal 7: Desarrollo del fruto

71 Tamaño de los frutos alrededor del 10 % de su tamaño final (Fig. 7).

75 Tamaño de los frutos alrededor del 50 % de su tamaño final. Empieza a lignificarse el hueso (presenta resistencia al corte).

79 Tamaño de los frutos alrededor del 90 % de su tamaño final. Fruto apto para verdeo.

Estado principal 8: Maduración del fruto

80 El color verde intenso de los frutos se vuelve verde claro, amarillento.

81 Comienza la coloración de los frutos (Fig. 8).

85 Aumenta la coloración específica de los frutos.

87 Los frutos adquieren el color característico de la variedad, permaneciendo turgentes. Frutos aptos para la extracción de aceite.

89 Los frutos pierden su turgencia y empiezan a caer.

3.2. Comparación de escalas fenológicas

En la tabla 1 se compara la escala fenológica BBCH, que se acaba de definir para el olivo, con la establecida por De Andrés (1974), basada en las clásicas escalas definidas por Fleckinger para los frutales (Fleckinger, 1948).

4. Discusión

Los estados fenológicos del crecimiento son característicos de cada especie. Lo que varía de una variedad a otra (y de un año a otro) es el momento en que aparece cada estado. Las diferencias entre variedades en la aparición de los estados principales sirven para caracterizar variedades que son muy similares desde el punto de vista morfológico. Por otra parte, la adecuada identificación de los estados fenológicos de las plantas es muy importante para la conducción de las plantaciones (tratamientos, aclareos, etc) e incluso para las empresas de seguros, que pagan diferentes indemnizaciones según el daño (helada, granizo, etc) ocurra en uno u otro estado. Las claves fenológicas utilizadas hasta ahora, como las clásicas de Fleckinger (1948) para los frutales y las de De Andrés (1974) para el olivo, no cumplen los requisitos que actualmente se consideran necesarios: que describan el ciclo completo del desarrollo (y no sólo la floración), que utilicen códigos numéricos (para que puedan ser utilizados en bases de datos) y que sirvan para todas las especies de plantas cultivadas y malas hierbas.

La escala BBCH que se ha definido para el olivo presenta varias ventajas sobre la establecida por De Andrés (1974). Esta última sólo define 13 estados (tabla 1) que se refieren principalmente al desarrollo de las inflorescencias y a la floración. El desarrollo del fruto y la maduración no están bien definidos, mientras que no hay ninguna descripción sobre el desarrollo de las yemas, hojas y brotes. Puesto que muchos tratamientos de plaguicidas o reguladores del crecimiento se aplican en esos estados poco o mal definidos por las escalas clásicas, las ventajas del uso de la escala BBCH resultan evidentes.

Otros autores han definido la escala BBCH tras la observación de una sola variedad (caso del granado, por ejemplo, Melgarejo y cols., 1997). Sin embargo, la realización de observaciones en una colección de variedades es ventajosa, ya que permite encontrar diferentes estados en distintas variedades al mismo tiempo, lo que implica un ahorro considerable en desplazamientos a la parcela donde se efectúan las observaciones y contribuye a una mejor descripción de los estados fenológicos.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los técnicos del Servicio de Desarrollo Tecnológico Agrario Juan García Gazapo y Agustín Ballester. F. Sanz-Cortés disfruta de una beca del IVIA para la realización de su tesis doctoral.

Referencias

Agustí M, Zaragoza S, Bleiholder H, Buhr L, Hack H, Klose R, Stauss R. 1995. Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. Citrus). *Levante Agrícola*, 3/95: 189-199.

Barranco D, Rallo L. 1984. Las variedades de olivo cultivadas en Andalucía. 387 pp. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios. Junta de Andalucía. ISBN: 84-7479-309-2.

Barranco D. 1998. Variedades y Patrones. En: D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo (Eds.). "El Cultivo del Olivo": 61-87. Junta de Andalucía. ISBN: 84-89802-19-X.

Belaj A. 1998. Identificación y clasificación de variedades de olivo del banco de germoplasma de Córdoba con marcadores RAPD. 119 pp. Trabajo para la obtención del título de Master of Science. CIHEAM, Instituto Mediterráneo de Zaragoza.

Bleiholder H, Buhr L, Feller C, Hack H, Hess M, Klose R, Meier U, Stauss R, van den Boom T, Weber E. 1996. Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas, escala BBCH extendida. BASF AG, Germany. ISBN 3-926138-17-3.

Bogani P, Cavalieri D, Petruccelli R, Polsinelli L, Roselli G. 1994. Identification of olive tree cultivars by using random amplified polymorphic DNA *Acta Hort.*, 356: 98-101.

De Andrés F. 1974. Estados tipo fenológicos del olivo. *Comunicaciones del Servicio de Defensa contra Plagas. Estudios y experiencias*, 33/74. Ministerio de Agricultura. Madrid.

Fabbri A, Hormaza J I, Polito V S. 1995. Random amplified polymorphic DNA analysis of olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120 (3): 538-542.

Fleckinger J. 1948. Les stades végétatifs des arbres fruitiers en rapport avec les traitements. *Pomologie Française, Supplément*: 81-93.

Hack H, Bleiholder H, Buhr L, Feller C, Hess M, Klose R, Lancashire P, Meier U, Munger Ph, Stauss R, van den Boom T, Weber E. 1997. Compendium of Growth Stage Identification Keys for Mono- and Dicotyledonous Plants, Extended BBCH scale. 2nd Edition. Novartis AG, Switzerland. ISBN 3-9520749-3-4.

Íñiguez A, Paz S, Sánchez L. 1999. Variedades del olivo de la C. Valenciana. Cuadernos de Tecnología Agraria. Serie Olivicultura 1: 5-23.

Íñiguez A, Paz S, Illa F. 2001. Variedades de olivo de la Comunidad Valenciana. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie Divulgación Técnica. En prensa.

Lancashire P D, Bleiholder H, van den Boom T, Langelüddeke P, Stauss R, Weber E, Witzemberger A. 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology* 119: 561-601.

Martínez-Calvo J, Badenes M L, Llácer G, Bleiholder H, Hack H, Meier U. 1999. Phenological growth stages of loquat tree (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.). *Annals of Applied Biology* 134: 353-357.

Meier U. 1997. Growth stages of plants, Entwicklungsstadien von Pflanzen, Estadios de crecimiento de las plantas, Stades de développement des plantes. BBCH-Monograph, Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin, Wien: 622pp. ISBN 3-8263-3152-4.

Melgarejo P, Martínez-Valero R, Guillamón J M, Miró M, Amorós A. 1997. Phenological stages of the pomegranate tree (*Punica granatum* L.). *Annals of Applied Biology* 130: 135-140.

Rallo L, Barranco D. 2001. Olivo (Producción de aceite de oliva). En: F. Nuez y G. Llácer (Eds.). "La Horticultura Española": 350-353. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. En prensa.

Sanz-Cortés F, Badenes M L, Paz S, Íñiguez A, Llácer G. 2001. Molecular characterization of olive cultivars using RAPD markers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* En prensa.

Tous J, Romero A. 1993. Variedades del olivo, con especial referencia a Cataluña. 172 pp. Fundación "La Caixa". ISBN: 84-7664-376-4.

Trujillo I, Rallo L, Arús P. 1995. Identifying olive cultivars by isozyme analysis. *J. Amer. Soc. Hort.Sci.*, 120 (2): 318-324.

UPOV, 1985. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability in olive trees. 19 pp. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Genève.

Vergari G, Patumi M, Fontanazza G. 1996. Use of RAPD markers in the characterization of olive germplasm. *Olivae*, 60: 19-22.

Zadoks J C, Chang T T, Konzac C F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.

Tabla 1. Comparación de escalas fenológicas

De Andrés	BBCH	De Andrés	BBCH
A: yemas florales en reposo	50	F1: comienzo de la floración	61
B: hinchamiento yemas florales	51	F2: plena floración	65
C: formación del racimo floral	54	G: cuajado del fruto	69
D1: se ve la corola	55	H: endurecimiento del hueso	75
D2: corola mayor que el caliz	57	I: comienza coloración del fruto	81
D3: la corola cambia de color	59	J: fruto maduro	87
E: apertura de la primera flor	60		

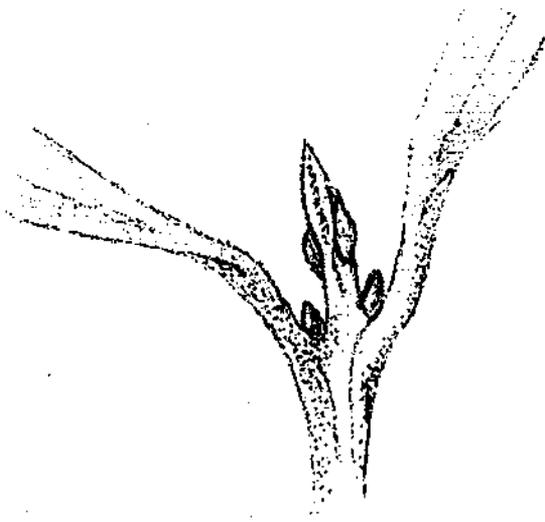


Fig. 1: ESTADO 03



Fig. 2: ESTADO 33

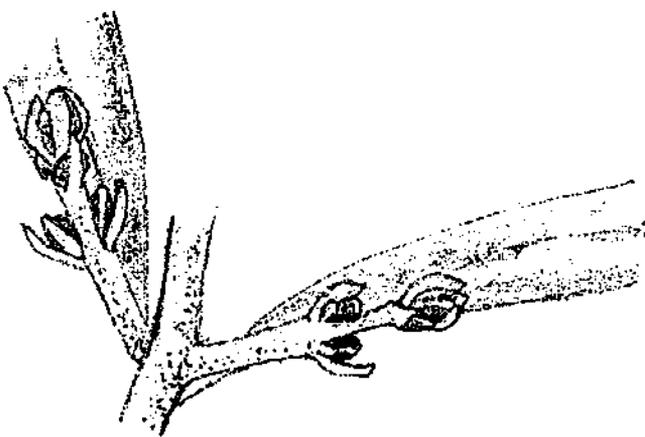


Fig. 3: ESTADO 54

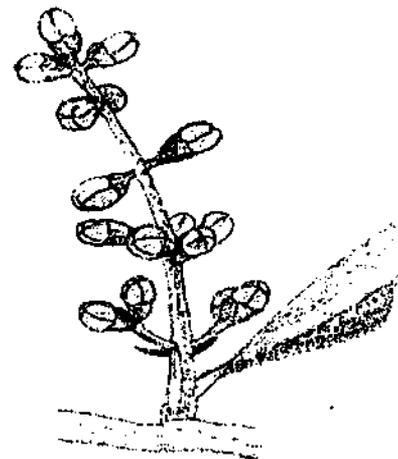


Fig. 4: ESTADO 57



Fig. 5: ESTADO 65



Fig. 6: ESTADO 69

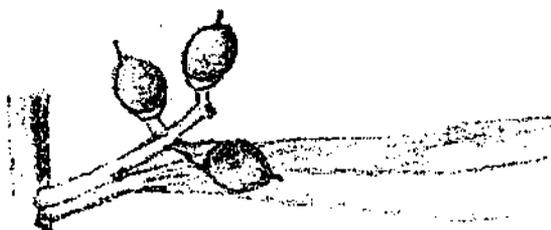


Fig. 7: ESTADO 71



Fig. 8: ESTADO 81