

Fenología floral del limonero “Verna”

A. Conesa¹, F.J. Manera², J. Martínez Nicolás³, I. Porras³

¹Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández. Ctra de Beniel, km 3,2. 03312 Orihuela. Alicante

²Departamento de Física y Arquitectura de Computadores. Universidad Miguel Hernández. Ctra de Beniel, km 3,2. 03312 Orihuela. Alicante.

³Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Estación Sericícola. 30.150, La Alberca (Murcia).

Resumen

En este trabajo preliminar se calcula numéricamente una ecuación de floración Ø, del limonero Verna, utilizando las escalas fenológicas que más ampliamente están aceptadas en citricultura: la BBCH y la de Frost and Soost.

El estado fenológico de la escala BBCH se basa en la moda, mientras que en este trabajo utilizamos la media para comparar numéricamente las dos escalas en limonero. Mediante un sencillo algoritmo se calcula la Ø de floración para ambas. Los resultados muestran que las rectas de regresión lineal y de segundo orden son muy altas, siendo mejor en la escala de Frost and Soost que en la BBCH.

Palabras clave: Verna, *Citrus limon*, *Citrus macrophylla*, escala BBCH,

INTRODUCCIÓN

El estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas se denomina fenología. La designación de diferentes estados fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación

A la hora de determinar el estado fenológico de un cultivo hay que tener en cuenta que la evolución de los órganos no se realiza de manera simultánea dentro de una plantación, ni siquiera, dentro de un mismo árbol. Por ello se debe elegir como determinante, el estado más frecuente en nuestra plantación.

Los resultados de los estudios fenológicos son influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, variedad o clon empleado, entre otros. Sin embargo, los rangos de inicio, duración y finalización de las fenofases no son muy amplios. El conocimiento y divulgación de los diversos estados fenológicos del limonero y su identificación son importantes para planificar de forma muy precisa la realización de las prácticas culturales como: riego, dar un tratamiento hormonal, un abonado específico y en los tratamiento con plaguicidas para conseguir la máxima eficacia y evitar los peligros de fitotoxicidad en el control de insectos y patógenos, lo que facilita la coordinación de las labores a realizar en la parcela.

El limonero [*Citrus limon* (L.) Burm. f.] “Verna” tiene una floración más dilatada en el tiempo que otras variedades de limonero como Fino o Lisbon y además es más refrloreciente (García Lidón et al., 2003).

Inicialmente los primeros estudios fenológicos se realizaron en las especies frutales. La fenología más estudiada es la de algunos géneros frutales, y así las tablas de Fleckinger (1946, 1948) se convirtieron en herramientas imprescindibles para el

conocimiento del desarrollo de los frutales y han servido de base para definir los estadios fenológicos de otras plantas.

La descripción de los estadios fenológicos en los agrios se centró exclusivamente en la floración del naranjo dulce [*Citrus sinensis* (L) Osb.], llevándose acabo exclusivamente descripciones morfológicas y anatómicas (Frometa et al., 1979; González-Sicilia, 1960; Lovat, et al., 1984; Schneider, 1968).

Hasta 1990, las escalas utilizadas en cítricos eran una adaptación de Fleckinger (Limón de la Oliva et al., 1972) y la de Frost and Soost (1968) y posteriormente su adaptación numérica al periodo de floración (García Lidón et al., 1992); estas al no generalizarse a otras especies han tenido poca trascendencia.

Se consideró necesario el establecimiento de un sistema numérico que, mediante la asignación de dígitos, identificara de modo uniforme los distintos estadios de desarrollo de todas las plantas y facilitara, de este modo, su informatización. El primer código decimal para la descripción de los estadios fenológicos se debe a Zadoks et al., (1974) en cereales. Basándose en esta escala, el desarrollo fenológico de las plantas fue dividido en estadios principales, definidos por un dígito, y estadios secundarios, definidos también por un dígito. Se intentó homogenizar y armonizar estadios homólogos en especies diferentes, pero no se consiguió hasta la elaboración de la escala BBCH. El código BBCH es un código decimal que identifica el desarrollo de las plantas mono y dicotiledóneas con estadios principales y secundarios. Los códigos numéricos constan de dos cifras, expresando la primera el estadio principal y la segunda el estadio secundario en el transcurso de un determinado estadio principal (Hack et al., 1992).

La adaptación de la escala BBCH a las especies del genero *Citrus*, ha resuelto la identificación de los diferentes estadios y ha facilitado su manejo.

En este trabajo se calcula la Ø de floración en las escalas BBCH y la de Frost y Soost, durante el periodo de floración de la variedad Verna comparándose entre sí, para saber cual es más precisa y poder predecir con tiempo suficiente, el estado fenológico en que se va encontrar la planta con objeto de programar mejor las labores u operaciones de cultivo (Agustí et al., 1995).

MATERIAL Y MÉTODOS

En los ensayos experimentales, se utilizaron 4 árboles de la variedad Verna clon 51 sobre patrón *Citrus macrophylla* Wester, situados en la Finca Experimental del IMIDA (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario), localizada en la pedanía de La Alberca, dentro del municipio de Murcia.

Se realizó un estudio semanal de marzo a mayo del 2009, observando semanalmente el estado en que se encontraban las estructuras florales durante todo el periodo de floración, según los criterios de Frost and Soost (1968) y de la escala BBCH.

En la escala de Frost and Soost, (1968) se considera: A: yema floral antes de la meiosis; B: yema floral durante la meiosis en las anteras; C: yema floral con granos de polen jóvenes; D: yema floral al fin del desarrollo; E: flor en el momento de la polinización; F: pistilo después de la caída de pétalos y estambres y G: ovario inmediatamente después de la abscisión del estilo. En el estadio G están incluidos todos los estados posteriores, una vez que se ha separado el estilo del ovario.

En cada muestreo se etiquetaron 10 ramos florales en cada uno de los cuatro árboles y se contabilizaron las estructuras florales. Se halló el porcentaje en que se encontraban cada uno de ellos mediante la expresión de García Lidón et al., (1992):

$$\phi = [(\%A \times 1) + (\%B \times 2) + (\%C \times 3) + (\%D \times 4) + (\%E \times 5) + (\%F \times 6) + (\%G \times 7)]/100$$

Siendo %A, %B, etc, el porcentaje de frutos o flores en los diferentes estados en cada uno de los muestreos. Los parámetros numéricos del 1 al 7 corresponden a los diferentes estados fenológicos del A al G y ponderan el valor de ϕ , de manera que van aumentando conforme avanza la floración. Si la floración fuera totalmente homogénea el valor de ϕ sería equivalente al estado fenológico. Para llevar a cabo estas determinaciones se realizaron 17 muestreos contando flores y frutos agrupados en los diferentes estados fenológicos descritos (García Lidón et al., 1992).

Los valores de ϕ obtenidos a lo largo del período de floración se ajustaron a una función lineal $\phi = a x + b$ ya una regresión polinómica de 2° grado $\phi = a x^2 + b x + c$, donde x es el tiempo transcurrido en semanas, mediante las herramientas estadísticas de Excel.

Los códigos utilizados en la escala BBCH describen los estadios de desarrollo con un sistema numérico de 2 dígitos y distinguen entre estadios de desarrollo principal y secundario, permitiendo la separación de los períodos de desarrollo y las diferentes fases de cada uno de ellos (Agustí et al., 1995; Agustí, 2000). Los estadios principales en esta escala son 10, iniciándose con la germinación o brotación (estadio 0), según la planta, y finalizando con la muerte o el inicio de la latencia (estadio 9). Los estadios contabilizados en este trabajo van del 51 al 72.

Utilizando la escala BBCH se contabilizaron el número de estructuras florales en cada uno de los estadios, calculándose los porcentajes y la ϕ de floración para esta escala, mediante la fórmula:

$$\phi = [(\%51 \times 51) + (\%52 \times 52) + \dots + (\%71 \times 71) + (\%72 \times 72)]/100$$

Siendo %51, %52, etc, el porcentaje de frutos o flores en los diferentes estados en cada uno de los muestreos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cálculo de las ecuaciones de regresión de la línea de tendencia de las dos ϕ calculadas (Tabla 1) nos muestra que la regresión polinómica de 2° grado es algo mayor que la lineal. Los coeficientes de determinación obtenidos (r^2) nos indican el alto porcentaje de variabilidad del fenómeno explicado por las ecuaciones, siendo en el caso de la regresión polinómica del 98% tanto para Frost and Soost como para BBCH.

Para trabajar en campo, la escala de Frost and Soost tiene la ventaja de que sólo dispone de 7 estadios frente a los 22 de la BBCH. Esta mayor amplitud hace más lenta y difícil la evaluación, que aunque aparentemente es más precisa, la correlación con la ϕ numérica es menor en el caso de la regresión lineal, debido también a que el rango del intervalo es mayor.

Numéricamente la ϕ de la BBCH nos calcula la media, mientras que usualmente la escala BBCH describe el estadio más frecuente, por lo que normalmente no coincide, la media con la moda.

A modo de conclusión podemos afirmar que el ajuste numérico de las escalas de Frost and Soost y de la BBCH, es muy similar. La escala BBCH, es más universal y de uso más generalizado. La de Frost and Soost es más fácil de utilizar, al considerar en esta 7 estadios frente a los 22 de la BBCH.

Agradecimientos

Programa Operativo de la Región de Murcia, Fondos FEDER 2007-2013.

Referencias

- Agustí, M. 2000. Citricultura. Mundi-Prensa. Madrid. 416 pp.
- 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 34(3): 189-199.
- Fleckinger, J. 1946. Notations phénologiques et représentations du développement des bourgeons floraux du poirier. Le fruit Belge.
- Fleckinger, J. 1948. Les stades végétatifs des arbres fruitiers, en rapport avec les traitements. Pomologie Française, Supplément 81-93.
- Frometta, E.; Alvarez, M.; Howell, E. 1979. Fenología en cítricos. I. Naranja Valencia (*Citrus sinensis* Osbeck). Fruits, 34: 489-497.
- Frost, H.B.; Soost, R.K. 1968. Seed reproduction: Development of gametes and embryos. In The Citrus Industry. California, USA. W. Reuther, L.D. Batchelor and H.J. Webber, eds. Univ. of California, Vol. 2: 290-324.
- González-Sicilia, E. 1960. El cultivo de los agrios. INIA. Madrid. 808 pp.
- Hack, H.; Bleiholder, H.; Buhr, L.; Meier, U.; Schnock-Fricke, U.; Weber, E.; Witzemberger, A. 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono und dikotyler Pflanzen – Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz 44: 265-270.
- Lovatt, C.J.; Streeter, S.M.; Winter, T.C.; O'Connell, N.N.; Flaherty, D.L.; Freeman, M.V.; Goodell, P.B. 1984. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* L. Osbeck, cv 'Washington' Navel orange. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1: 186-190.
- García Lidón, A.; Del Río, J.A.; Porras, I.; Fuster, M.D.; Ortuño, A. 2003. El limón y sus componentes bioactivos. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Serie Técnica Nº 25. 127 pp.
- García Lidón, A.; Ortiz Marcide, J.M.; García-Legaz, M.F. y Porras Castillo, I. 1992. Estudio comparativo de la floración en distintas variedades de limonero. Fruits 47(6): 661-666.
- Limón de la Oliva, F.; Blasco, J.; Vicente, S.; Verniere, C. 1972. Trabajos fenológicos en agrios, año 1971. Boletín Informativo de Plagas 97: 1-19.
- Schneider, H. 1968. The anatomy of Citrus. En: *The Citrus Industry*, vol. II, W. Reuther, L.D. Batchelor y H.J. Webber (eds.), Univ. Calif., Div. Agr. Sci., California. 1: 1-23.
- Zadoks, J.C.; Chang, T.T.; Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.

Tabla 1.- Ajuste y ecuaciones de regresión de la Ø de floración en dos escalas, calculadas a partir de las herramientas estadísticas de Excel.

Escala	Ecuación	Ajuste
Frost and Soost	$y = 0,0231x^2 - 0,074x + 1,68$	$r^2 = 0,9812$
	$y = 0,421x + 0,7547$	$r^2 = 0,9447$
BBCH	$y = 0,1171x^2 - 0,5226x + 55,68$	$r^2 = 0,9886$
	$y = 1,2341x + 51,00$	$r^2 = 0,8864$