

## Fenología de la flora urbana en el Sureste Ibérico: Almería (España)

ELÍAS DANA, JAVIER CABELLO, JUAN F. MOTA,  
MIGUEL CUETO & JULIO PEÑAS

### RESUMEN

DANA, E., J. CABELLO, J. F. MOTA, M. CUETO Y J. PEÑAS (2000) Fenología de la flora urbana en el Sureste Ibérico: Almería (España). *Collect. Bot. (Barcelona)* 25: 207-216.

Se describe el ciclo biológico de las 31 especies vegetales más representativas de la flora de la ciudad de Almería y, mediante análisis de regresión, se establecen sus relaciones con la temperatura y precipitación media de cada mes. De los datos del presente estudio se desprende que las máximas intensidades de emergencias de plántulas, de crecimiento vegetativo, floración y fructificación se produjeron entre Diciembre y Febrero, Febrero y Marzo, en Marzo, y Abril y Mayo respectivamente. Los resultados indican la mayor importancia de la temperatura en todas las fases, debido probablemente al papel regulador que ejerce sobre las tasas fotosintéticas y respiratorias así como sobre la rapidez de las reacciones enzimáticas en la germinación. Su papel es también decisivo en floración, ya que muchas especies requieren niveles concretos para que se produzca.

**Palabras clave:** ecología urbana, malas hierbas, ruderales, alóctonas.

### ABSTRACT

DANA, E., J. CABELLO, J. F. MOTA, M. CUETO & J. PEÑAS (2000) Phenology of the urban flora in Southeastern Iberian Peninsula: Almería (Spain). *Collect. Bot. (Barcelona)* 25: 207-216.

The life spans of the 31 most representative ruderal species of the City of Almería are described, being the relationships with climatic factors (monthly mean temperature and rainfall) established by means of regression analysis. From the data obtained in this study it is concluded that most of seedlings emergence, vegetative growth, flowering and fruiting occurred in December-February, February-March, March and April-May respectively. The results suggest the major importance of temperature in the regulation of all the phenological states. This is probably related to its regulation role upon the photosynthetic rates, as well as on the velocity of metabolic reactions during the germination pro-

---

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Almería.  
E-04120. Almería. España.

cesses. It is also suggested that temperature plays an important role during the flowering stage, since specific levels must be fulfilled for a suitable flowers development.

**Key-words:** urban ecology, weeds, ruderals, aliens.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Como indica FONT QUER (1993), la fenología abarca el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico, como la formación de brotes, la floración, la maduración de los frutos, etc. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad donde ocurren. Se han realizado numerosos trabajos sobre fenología en los que se han abordado diversos aspectos (HERRERA, 1987; CABEZUDO et al., 1993). Por otro lado, se han venido desarrollando múltiples trabajos sobre ecología en medios urbanos que tratan temas diversos que van desde la descripción de las comunidades hasta los gradientes de perturbación (SUKOPP & WEILER, 1986; MORACZEWSKI & SUDNIK-WOŃCIKOWSKA, 1994).

Sin embargo, hasta ahora son escasos los estudios que abordan el conocimiento de los ciclos biológicos de las especies que habitan los medios urbanos y su relación con los factores ambientales (GÓMEZ-ROSA, 1999). En el presente trabajo contribuimos a llenar ese vacío, describiendo el ciclo biológico de las especies más características de la ciudad de Almería y sus relaciones con el clima.

La ciudad, situada en el SE de la Península Ibérica, presenta un clima típicamente mediterráneo con unas precipitaciones medias entorno a los 200 mm y una temperatura media de 19°C, con un período de casi total ausencia de precipitaciones (Junio-Agosto). Todos estos factores la convierten en uno de los entornos urbanos más áridos de Europa. Durante el período de estudio (de Septiembre de 1995 a Agosto de 1996) la precipitación total fue de unos 130 mm y la temperatura media anual fue de 19,3°C.

## MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en hábitats que sólo reciben el agua procedente de las precipitaciones (solares, muros antiguos, tejados, etc.). De las especies encontradas seleccionamos un total de 31, entre las más abundantes y representativas de los medios analizados. Se registró la presencia de diferentes estados fenológicos con una periodicidad mensual. Las categorías se corresponden con las empleadas por GUITIÁN & GUITIÁN (1990), modificadas ligeramente para nuestro caso:

- Plántula: mientras mantiene las hojas embrionarias.
- Crecimiento vegetativo: si no posee estructuras reproductoras o éstas son senescentes.
- Floración exclusiva: sólo con flores.

- Floración y fructificación simultáneas.
- Fructificación exclusiva: sólo con frutos.

A partir de los datos anteriores se calculó el porcentaje de especies en cada estadio y en cada mes. Para establecer las relaciones entre la frecuencia de aparición de cada fase durante el año, con las variables climáticas elegidas (precipitación y temperatura media mensuales) se realizaron análisis de regresión. En algunos casos se obtenían mejores niveles de significación cuando se transformaban los datos mediante transformaciones logarítmicas para la temperatura o precipitación, o trigonométricas (arco seno) para los porcentajes (SOKAL & ROHLF, 1986). En los contrastes de hipótesis se utilizó la distribución F de Snedecor. Para la nomenclatura de las plantas se sigue a CASTROVIEJO et al. (1986-1997) respecto a lo ya publicado y a TUTIN et al. (1968-1980) para el resto.

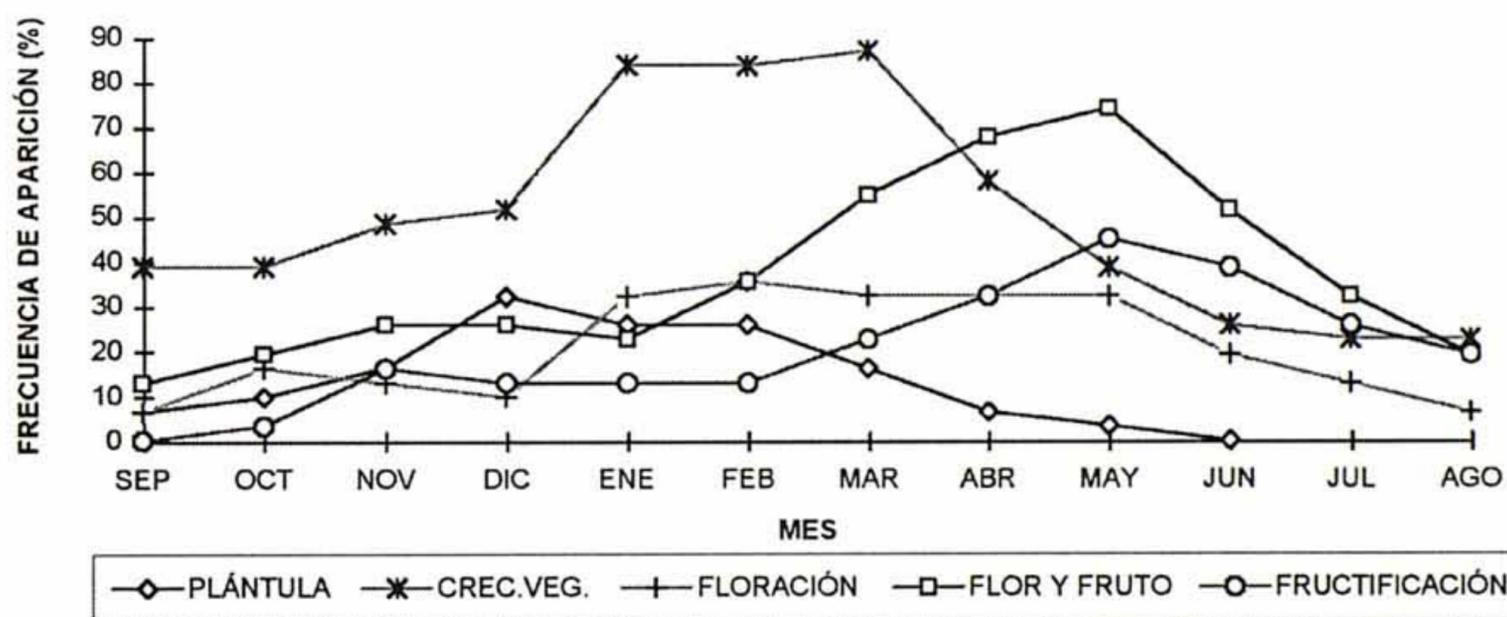
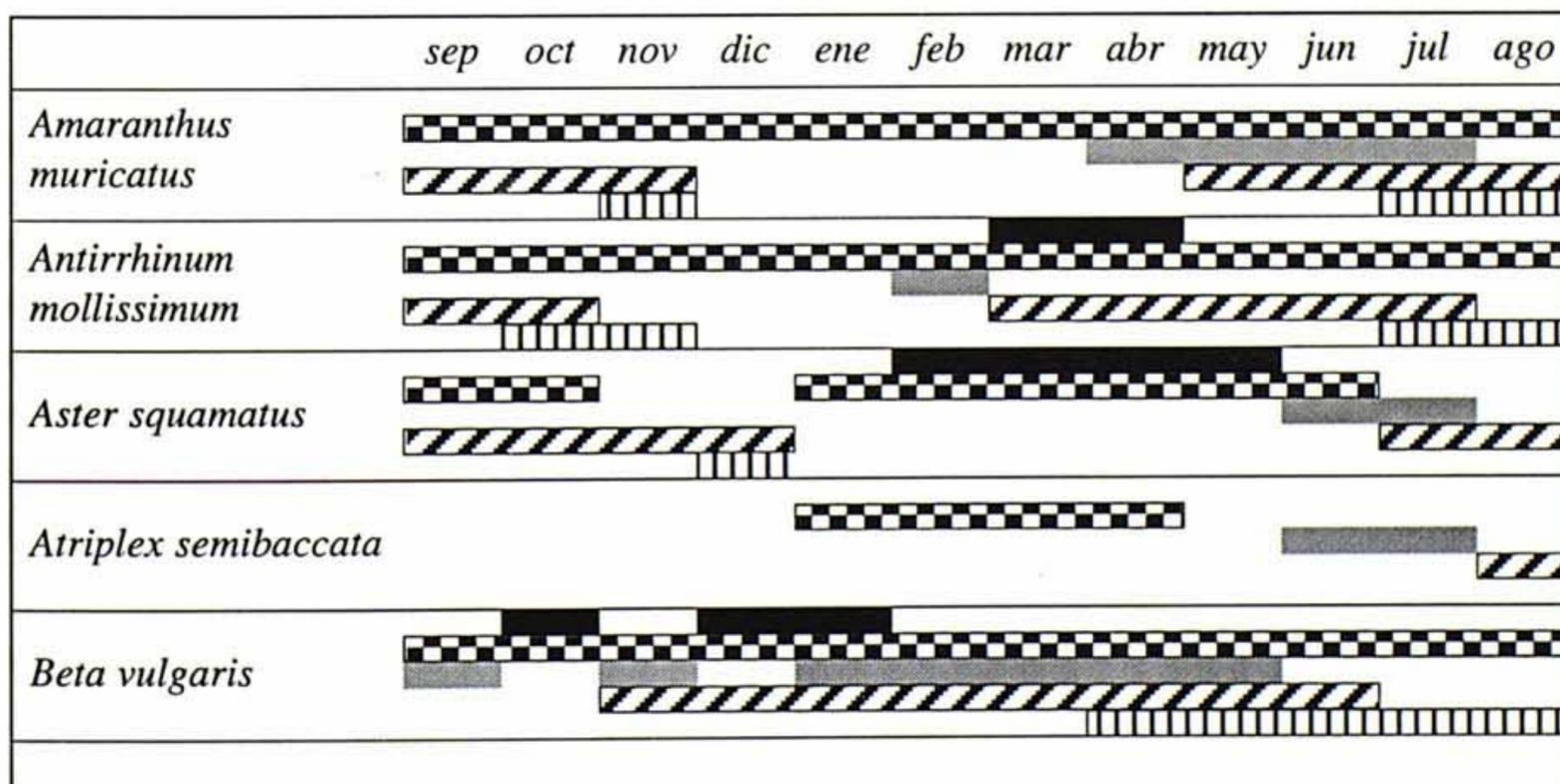
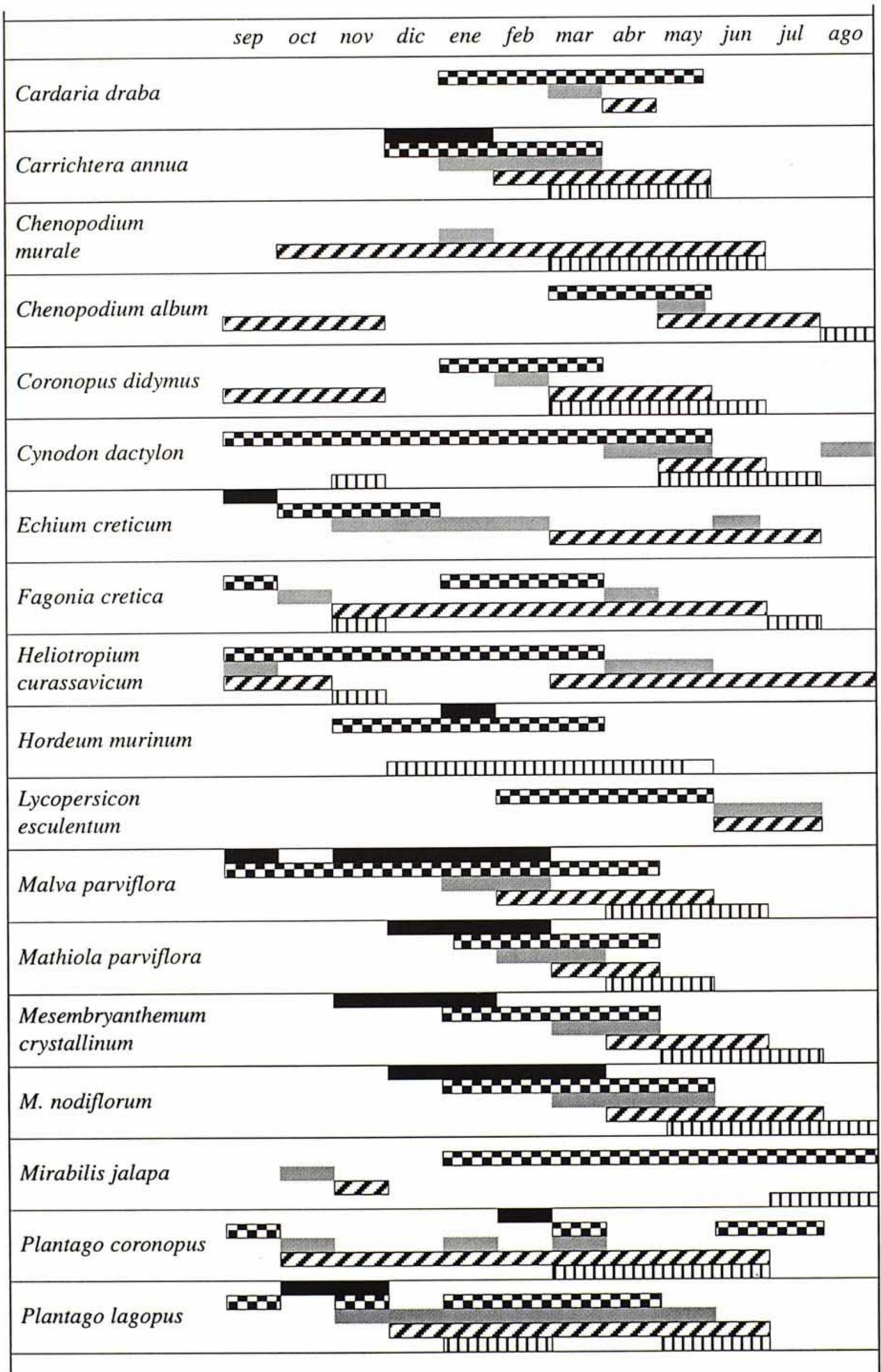
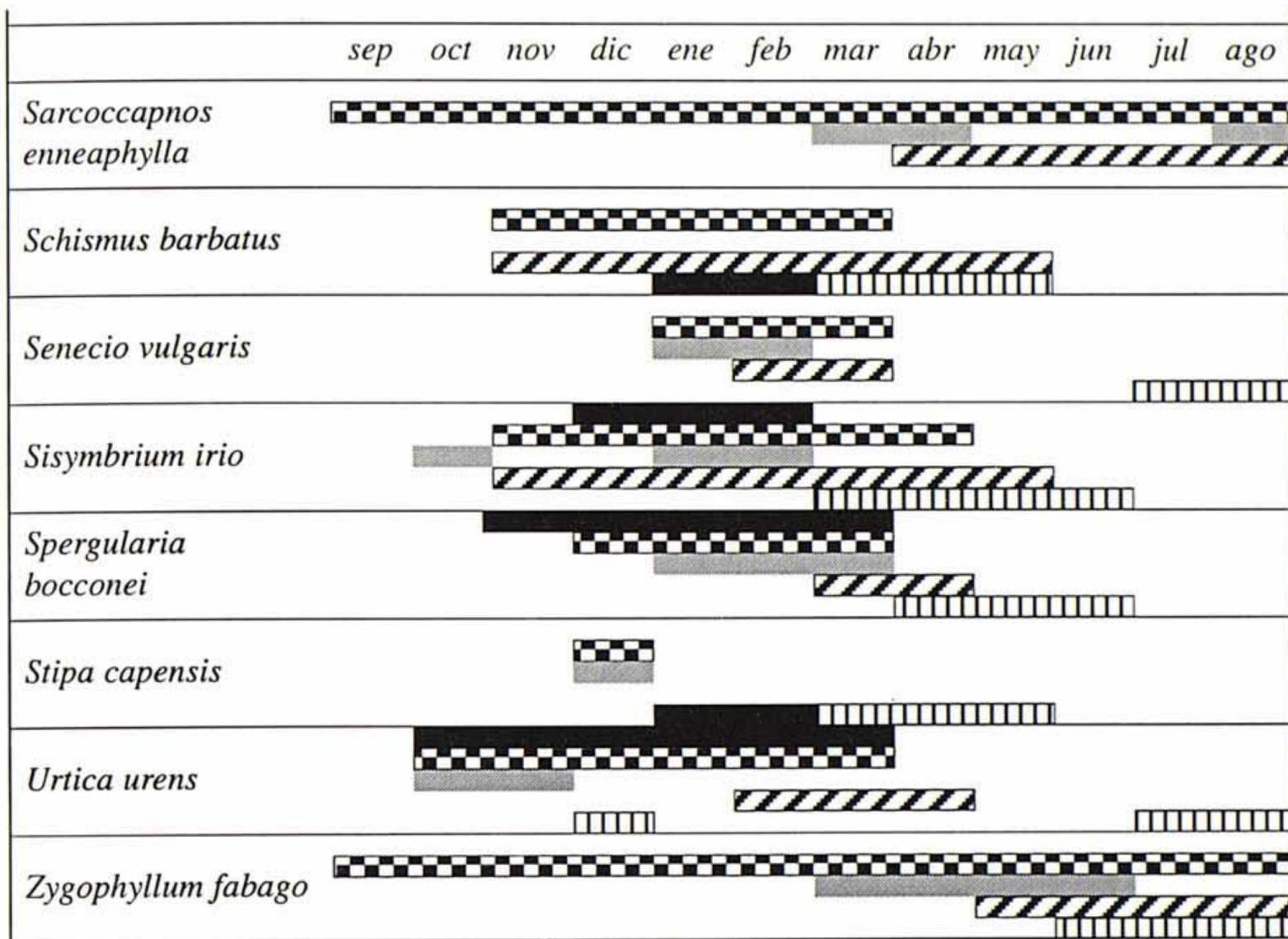


Fig.1. Frecuencia de aparición de las diferentes fenofases en el período de estudio.







La correspondencia entre las tramas y el estadio fenológico es la siguiente:

- plántula
- crecimiento vegetativo
- floración exclusiva
- floración y fructificación
- fructificación exclusiva

Tabla 1. Ciclo fenológico de las especies consideradas. Período Septiembre'95-Agosto'96.

## RESULTADOS

De todos los muestreos realizados, se obtuvieron datos de forma continua sobre 31 especies, cuyo ciclo fenológico aparece descrito en la tabla 1.

En la figura 1 se observa la frecuencia de aparición de especies en cada una de las fenofases a lo largo del año de estudio. Se aprecia claramente que en Diciembre, Enero y Febrero se produjo la mayor emergencia de plántulas, y la menor en verano. El crecimiento vegetativo fue más frecuente en Febrero y Marzo. La floración exclusiva alcanzó su máximo en Marzo y conforme disminuía, la producción de flores y frutos aumentaba para hacerse máxima en Abril-Mayo. Ello indica que en esta época del año se agostan las comunidades de desarrollo otoñal-primaveral a la vez que comienzan a florecer las especies de verano y otoño.

Se observa (tabla 1 y figura 1) que un cierto número de especies (*Aster squamatus*, *Conyza bonariensis*, *Zygophyllum fabago*, etc.) desarrollaron su ciclo reproductor durante el estío.

El análisis de regresión mostró los resultados que aparecen en la tabla 2. La relación entre la frecuencia de aparición de plántulas y la temperatura media mensual fue elevada, inversa y significativa; esta variable explicó el 76,3% de la varianza mientras que la precipitación sólo explicó el 72,2% de la varianza y con un nivel de significación menor. Para el crecimiento vegetativo, la relación con la temperatura fue muy intensa, inversa y altamente significativa, explicando el 93,3% de la varianza; la relación con la precipitación también fue elevada y directa, aunque menos intensa y significativa. La temperatura se reveló también como la variable que más varianza explicó en el caso de la floración exclusiva (49,6%,  $p = 0,010$ , frente a 34,3%,  $p = 0,045$ ).

No se encontraron relaciones en el caso de la floración más fructificación, pero sí que se obtuvo una alta correlación entre la temperatura y fructificación exclusiva, explicando el 99,7% de la varianza ( $p < 0,0000001$ ). La relación con la precipitación, a pesar de ser elevada, fue significativamente menor (78,4%,  $p = 0,00013$ ).

| Variable dependiente  | Variable independiente           | F de Snedecor | $r$    | $r^2$ | $p$      | Ecuación regresión           |
|---|----------------------------------|---------------|--------|-------|----------|------------------------------|
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ plántulas}}{100}} \right]$      | $x = T^a$                        | 32.30         | -0.874 | 0.763 | 0.000200 | $y = 1.082 - 0.410 \cdot x$  |
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ plántulas}}{100}} \right]$      | $x = \log (\text{pptación} + 1)$ | 25.98         | 0.850  | 0.722 | 0.000466 | $y = 0.503 + 0.135 \cdot x$  |
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ crec. veget.}}{100}} \right]$   | $x = \log T^a$                   | 56.88         | -0.922 | 0.850 | 0.000020 | $y = 3.930 - 1.051 \cdot x$  |
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ crec. veget.}}{100}} \right]$   | $x = \log (\text{pptación} + 1)$ | 13.94         | 0.763  | 0.582 | 0.003890 | $y = 0.532 + 0.145 \cdot x$  |
| $y = (\% \text{ spp. en flor})$   | $x = \log T^a$                   | 9.83          | -0.704 | 0.496 | 0.010580 | $y = 125.54 - 35.450x$       |
| $y = (\% \text{ spp. en flor})$   | $x = \log (\text{pptación} + 1)$ | 5.21          | 0.5853 | 0.343 | 0.045532 | $y = 11.923 + 4.910 \cdot x$ |
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ Flor y fruto}}{100}} \right]$   | $x = \log T^a$                   | 0.79          | 0.270  | 0.073 | n.s.     | —                            |
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ Flor y fruto}}{100}} \right]$   | $x = \log (\text{pptación} + 1)$ | 0.58          | 0.234  | 0.055 | n.s.     | —                            |
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ fructificación}}{100}} \right]$ | $x = \log T^a$                   | 3689.87       | 0.999  | 0.997 | 0.000000 | $y = -0.316 + 0.257 \cdot x$ |
| $y = \arcsin \left[ \sqrt{\frac{\% \text{ fructificación}}{100}} \right]$ | $x = \log (\text{pptación} + 1)$ | 36.20         | 0.885  | 0.784 | 0.000129 | $y = 0.520 - 0.380 \cdot x$  |

Tabla 2. Relaciones entre las variables climáticas y la frecuencia de aparición (%) de las fenofases. Precipitación en mm;  $T^a$  en °C;  $p$  = nivel significación.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Ciclo fenológico

A pesar de la manifiesta relación existente entre precipitación y temperatura y de los efectos que tienen sobre las plantas, frecuentemente superpuestos, los resultados obtenidos en este trabajo permiten obtener algunas interpretaciones y extraer ciertas conclusiones al respecto.

Como se ha visto, el mayor crecimiento vegetativo se da entre finales de Febrero y de Marzo, lo que se debe a que la duración del día, intensidad de luminosidad y la temperatura comienzan a ser más favorables y permiten una alta tasa fotosintética (GRIME, 1979).

La floración primaveral, ya sea temprana o tardía es típica de las regiones con clima Mediterráneo, aún siendo comunidades ecológicamente tan distintas como los matorrales costeros de Doñana (HERRERA, 1986), la maquia mediterránea del Centro de Italia (DE LILLIS & FONTANELLA, 1992), los matorrales montanos calizos Cretenses (BERGMEIER & MATTHÄS, 1996) o las comunidades ruderales urbanas (GÓMEZ-ROSA, 1999). La mayor floración primaveral ha sido considerada frecuentemente como una respuesta evolutiva a la elevada actividad de los insectos polinizadores que, en esos momentos, se observa en estas regiones (ARONNE & WILCOCK, 1997). Sin embargo, deben considerarse también las limitaciones causadas por la estacionalidad climática. En este sentido, OECHEL *et al.* (1981) consideran que confinar las fases de crecimiento y reproductoras a la estación primaveral es una estrategia evolutiva que surge para evitar que el déficit de agua limite la fotosíntesis y la respiración durante la época estival. En algunas especies de plantas se discute, en cambio, si el relegar la producción de frutos y semillas a épocas concretas del año responde más bien a mecanismos coevolutivos con los agentes dispersantes (JORDANO, 1988), aunque creemos que esta opción no tiene lugar en nuestro caso ya que la mayoría de especies se dispersan fundamentalmente por el viento o son autócoras.

La mayoría de las especies que desarrollaron su ciclo fenológico durante el verano son alóctonas; el hecho de que centren su actividad biológica en este período se debe a que mayoritariamente presentan un origen neo- y subtropical, por lo que están claramente adaptadas a florecer en condiciones de altas temperaturas (*Amaranthus muricatus*, *Aster squamatus*, *Heliotropium curassavicum*, *Lycopersicon esculentum*, *Mirabilis jalapa*, etc.) y, en muchos casos, escasa humedad. Esto estaría de acuerdo con la hipótesis homoclimática, si bien se han realizado matizaciones sobre la aplicación de esta hipótesis (FORCELLA *et al.*, 1986; ROY *et al.*, 1991). Otras especies como *Amaranthus muricatus*, *Mesembryanthemum cristallinum*, *Cynodon dactylon* y *Setaria verticillata* presentan metabolismos C4, lo que permite una alta eficiencia fotosintética en los meses más cálidos y xéricos (RECASENS & CONESA, 1998).

Como se observa en el gráfico 1 se produjeron paradas en el desarrollo de los diferentes estados fenológicos a lo largo del período de estudio. RICHARDS (1986), señala que los periodos reproductivos cortos, de tipo estacional, son característicos de las especies con estrategia «r», que son pioneras y tienen un ciclo de vida corto. En nuestro caso, la mayoría presentaron ciclos más o menos prolongados. Ello se debe, por

un lado, a la benignidad del clima, y por otro, a que el ritmo e intensidad de las perturbaciones en los solares suelen ser poco intensos, de forma que las condiciones locales se mantienen durante más tiempo y las especies no se ven obligadas a finalizar su ciclo con tanta rapidez.

### Relación con las variables climáticas

En general, la temperatura explicó más varianza que la precipitación, lo que concuerda con lo expuesto por DAUBENMIRE (1988), ya que a pesar de la importancia de la precipitación, la temperatura es la variable más importante en los ciclos fenológicos.

En el caso concreto de la germinación, las relaciones obtenidas con la temperatura y la precipitación fueron muy semejantes ( $r^2_{\text{temperatura}} = 0,763$ ,  $p < 0,0002$ , frente a  $r^2_{\text{precipitación}} = 0,722$ ,  $p < 0,00047$ ). La influencia de la temperatura en la germinación ha quedado repetidamente demostrada (SAWHNEY et al., 1986; MARTÍNEZ et al., 1992; VILLAGRA, 1995), ya que regula la rapidez de las reacciones enzimáticas. Sin embargo, la existencia de un mínimo de humedad en el suelo es indispensable puesto que las semillas deben atravesar una primera fase de imbibición (THANOS et al., 1989).

Según DAUBENMIRE (*op. cit.*) la temperatura es también un factor determinante del crecimiento vegetativo ya que, en general, al aumentar la temperatura aumenta la tasa fotosintética y la respiración. Altas temperaturas diurnas favorecen la fotosíntesis y bajos valores diurnos disminuyen la respiración, con lo que los productos sintetizados se mantienen. También se han encontrado especies que dependen más de los valores diurnos, otras más de los nocturnos y otras en las que los valores absolutos son menos influyentes que las diferencias entre el día y la noche (ROBERTS, 1943).

En cuanto a la floración existen especies que necesitan bajas temperaturas para iniciar los primordios florales y otras que requieren altos niveles (CONNOR, 1966; DAUBENMIRE, 1960). Es destacable que en las especies Mediterráneas en sentido amplio se alcancen máximos de floración entre finales de Febrero y finales de Marzo, justo tras haber pasado varias semanas donde dominan las bajas temperaturas medias. Esto explicaría la relación inversa obtenida entre la floración y la temperatura, ya que la mayor parte de las especies tienen este origen.

Para la floración y producción simultánea de frutos se encontró una relación muy intensa con la temperatura y sensiblemente menor con la precipitación. Según PRIMACK (1985) y RATHCKE & LACEY (1985), la fenología de la fructificación no depende tanto de las condiciones climáticas como de la disponibilidad de recursos, que es el factor que limita la producción de frutos. La aparente contradicción se explica sin embargo considerando que, como indica GRIME (*op. cit.*), las especies ruderales caracterizan hábitats productivos inestables, con elevada disponibilidad de recursos, y que GILBERT (1995) señala a los hábitats urbanos como especialmente productivos ya que, en general, existe abundancia de recursos –fundamentalmente nutrientes-. Podemos pensar que, aunque en principio el factor limitante de la fructificación sería la abundancia y disponibilidad de recursos, en los ambientes urbanos no se suele dar esta limitación, por lo que la temperatura cobra una mayor importancia.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARONNE, G. & C. WILCOCK (1997) Reproduction phenology in mediterranean macchia vegetation. *Lagascalia* 19 (1-2): 445-454.
- BERGMEIER, E. & U. MATTHÄS (1996) Cuantitativa studies of phenology and early effects on non-grazing in Cretan phrygana vegetation. *J. Veg. Sci.* 7: 229-236
- CABEZUDO, B., A.V. PÉREZ LATORRE, T. NAVARRO Y J.M. NIETO (1993). Estudios fenomorfológicos en la vegetación del sur de España II. Alcornocales mesomediterráneos. (Montes de Málaga, España). *Acta Bot. Malacitana*, 18: 179-188.
- CASTROVIEJO, S. et al. (eds.) (1986-1997) *Flora Iberica*. Vols. I-V, VIII. Real Jardín Botánico de Madrid. CSIC.
- CONNOR, H. E. (1966) Breeding systems in New Zealand grasses VII. Periodic flowering of snow tussock, *Chionochloa rigida*. *New Zealand J. Bot.* 4: 392-397.
- DAUBENMIRE, R. F. (1960) A seven year study of cone production as related to xylem layers and temperature in *Pinus ponderosa*. *Amer. Midl. Naturalist* 64: 187-193
- DAUBENMIRE, R. F. (1988) Tratado de autoecología vegetal. Ed. Limusa. México.
- DE LILLIS, M. & A. FONTANELLA (1992) Comparative phenology and growth in different species of the mediterranean maquis of central Italy. *Vegetatio*, 99-100: 83-96
- FONT QUER, P. (1993). *Diccionario de Botánica*. Ed. Labor. Barcelona.
- FORCELLA, F., J.T. WOOD & S. P. DILLON (1986) Characteristics distinguishing invasive weeds within *Echium* (Bugloss.) *Weed Res.* 26: 351-64
- GÓMEZ-ROSA, R. (1999) Variación anual de las comunidades de plantas que colonizan los biotopos urbanos del SO de Madrid. *Actas del Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh)*, pp. 115-120. Logroño.
- GILBERT, O. L. (1995) *The ecology of urban habitats*. Chapman & Hall.
- GRIME, J. P. (1979) *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley. Chichester.
- GUITIÁN, J. & P. GUITIÁN (1990) Fenología de la floración y fructificación en plantas de un espinal del Bierzo (León, Noroeste de España). *Anales Jard. Bot. Madrid* 48 (1): 53-61.
- HERRERA, J. (1986) Flower and fruit phenology in the coastal shrublands of Doñana, South Spain. *Vegetatio* 68: 91-98.
- HERRERA, J. (1987) Flower and fruit biology in southern spanish mediterranean shrublands. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 74: 69-78.
- JORDANO, P. (1988) Polinización y variabilidad de la producción de semillas en *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid* 45(1): 213-231.
- MARTÍNEZ, M.L., T. VALVERDE & P. MORENO-CASASOLA (1992) Germination response to temperature, salinity, light and depth of sowing of ten tropical dune species. *Oecologia*, 92: 343-353.
- MORACZEWSKI, I. R. & B.S. SUDNIK-WOŃCIKOWSKA (1994) An analysis of flora synanthropization in seven polish cities of Warsaw. *Flora* 191: 253-260.
- OECHEL, W., W. LAURENCE, J. MUSTAFÁ & J. MARTÍNEZ (1981) Carbon allocation and utilization. En: P. C. MILLER (ed.) *Resource use of chaparral and matorral: a comparison of vegetation function in two mediterranean type ecosystems*. *Ecological Studies* 39: 151-186.
- PRIMACK, R. B. (1985) Longevity of individual flowers. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 16: 15-38
- RATHCKE, B. J. & E. P. LACEY (1985) Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 16: 179-124.
- RECASENS, J. & J.A. CONESA (1998) Attributs des espèces végétales exotiques présentes dans les cultures de la Catalogne (Espagne). 6th EWRS Mediterranean Symposium, 26-40. Montpellier, France
- RICHARDS, A.J. (1986) *Plant breeding systems*. George Allen & Unwin. London.
- ROBERTS, R. H. (1943) The role of night temperature in plant performance. *Science* 98: 265.

- ROY, M., L. NAVAS & L. SONIÉ (1991) Invasion by annual bromme grasses: a case study challenging the homoclimate approach to invasions. In Groves, R.H. & Di Castri, F. (eds.) *Biogeography of Mediterranean Invasions*, 207-224. Cambridge University Press.
- SAWHNEY, R., A. HSIAO & W.A. QUICK (1986) The influence of diffuse light and temperature on seed germination of three genetically nondormant lines of wild oats (*Avena fatua*) and its adaptative significance. *Canad. J. Bot.* 64: 1910-1915.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF (1986) *Introducción a la bioestadística*. Ed. Reverté. Barcelona.
- SUKOPP, H. & S. WEILER (1986) Biotope mapping in urban areas of the Federal Republic of Germany. *Landschaft & Stadt* 18: 25-28
- THANOS, C., K. GEORGHIOU & F. SKAROU (1989) *Glaucium flavum* seed germination. An ecophysiological approach. *Ann. Bot. (London)* 63: 121-130.
- TUTIN, T.G. et al (eds.) (1968-1980). *Flora Europaea*. Vols. 1-5. Cambridge University Press.
- VILLAGRA, P. E. (1995) Temperature effects on germination of *Prosopis argentina* and *P. alpataco* (Fabaceae, Mimosoideae). *Seed Sci. Tech.* 23: 639-646.