

TAXONOMIA EXPERIMENTAL DEL GENERO LINARIA

I. GERMINACION DE LAS SEMILLAS Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

por:

B. VALDES

Departamento de Botánica
Facultad de Ciencias. Sevilla (1)

Para los estudios de Taxonomía Experimental del género Linaria, se han utilizado diversas muestras de semillas para obtener plantas vivas con las cuales experimentar. Estas muestras han sido sembradas en invernadero, y a continuación se dan algunas observaciones acerca de la germinación y desarrollo de las plántulas de algunas de las muestras. En el apéndice se indica el origen de las muestras utilizadas, que se citan en el texto para cada especie entre paréntesis.

1. GERMINACION

CHAMPAGNAT (1961) afirmó que en L. bipartita la germinación es epigea, lo cual está de acuerdo con los experimentos de MITCHEL (1926), el cual indicó que la luz tiene un efecto beneficioso en la germinación de L. vulgaris. Nosotros he-

(1) Este trabajo ha sido posible gracias a una beca de intercambio del C.S.I.C. con el British Council, a cuyos organismos el autor expresa su agradecimiento.

mos efectuado unos experimentos con semillas de L. tristis (muestra M 10), sembrándolas a diversas profundidades, observando una notable disminución del porcentaje de germinación a medida que aumentaba la profundidad de la siembra: a nivel del suelo se ha obtenido 74,0% de germinación, a 1 cm de profundidad el porcentaje de germinación disminuye a 22,8%, y a 1,5 cm de profundidad desciende hasta 20%. En vista de este resultado se ha preferido sembrar todas las semillas en la superficie del suelo.

De las numerosas muestras de semillas sembradas, sólo se han obtenido plántulas en el 35,5% de los casos, y en estas muestras, el porcentaje de germinación fue muy variable, desde un mínimo de 6,81% en L. repens, hasta un máximo de 84,26% en L. amethystea. En el Cuadro 1 se indica el porcentaje de germinación de algunas muestras de Linaria, Cymbalaria, Kickxia y Chaenorrhinum.

Las semillas de Linaria conservan su capacidad de germinación durante 5-6 años, como se ha observado en el presente trabajo en L. viscosa (M1; M3), L. anticaria var. angustifolia (M2) y L. hirta var. semiglabra (M4), no habiendo germinado ninguna semilla recolectada más de seis años antes de efectuar la siembra.

Aunque NIETHAMER (1928) indicó que, al menos para L. vulgaris, las semillas deben pasar por un largo periodo de maduración, antes del cual no germinan; para algunas muestras aquí observadas no existió ese periodo de maduración, ya que germinaron a los dos meses de haber sido recolectadas (L. anticaria (M9); L. tristis (M10); L. amoi (M11); L. viscosa var. flava (M12); y L. saturejoides (M13)).

2. CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

a) Introducción

Tomando como base los trabajos de RAUH (1937) y CHAMPAGNAT (1961), se ha estudiado en el presente trabajo el crecimiento de las plantas de varias especies de Linaria cultivadas en invernadero. Hemos efectuado las observaciones una

vez a la semana en el primer mes y medio de la vida de la planta, y una vez cada 15 días durante los dos meses siguientes.

b) Observaciones

En una plántula de 15 a 20 días de cualquier especie de Linaria hay que distinguir las siguientes partes: 1.- Cotiledones: son siempre ovals y obtusos, opuestos, paralelos al suelo, glabros. 2.- Hipocótilo: porción del eje principal comprendida entre el cuello y los cotiledones. 3.- Tallo principal: es la parte del eje principal por encima de los cotiledones; rara vez se ramifica, aunque lo hace regularmente en L. amethystea. 4.- Tallos hipocotilares: son tallos formados en el hipocótilo, que tienen generalmente más desarrollo que el tallo principal y a los cuales se debe casi siempre la producción de semillas. 5.- Tallos radicales: son los formados por gemación radical en algunas especies perennes; empiezan a formarse en una época tardía del desarrollo de la planta (en L. repens a los cuatro meses de la germinación), y son los responsables de la perduración de estas especies por multiplicación vegetativa. La existencia de un método de multiplicación vegetativa por medio de yemas radicales en algunas especies perennes de Linaria tiene gran importancia desde el punto de vista taxonómico puesto que se forman clones a partir de una planta madre, que pueden a veces ocupar una considerable extensión de terreno y en los cuales puede conservarse cualquier mutación. De esta manera cada clon tiende a diferenciarse ligeramente de los demás, por lo cual hay que poner especial cuidado al estudiar la variabilidad morfológica en estas especies. No obstante, como puede haber intercambio genético entre cada clon y los clones próximos (SALISBURY 1942: 123) la diferenciación clonal no llega a tener tanta importancia en la especiación de Linaria como la tiene en géneros apomícticos tales como Rubus, Crepis, Taraxacum o Hieracium.

De acuerdo con el número de tallos hipocotilares y radicales formados y por la manera de desarrollarse el tallo principal y los hipocotilares, se han reunido las especies estudiadas en varios grupos a los que se denomina con el nombre de la especie más típica dentro de cada uno.

CUADRO 1

Porcentajes de germinación de algunas muestras de *Linaria*,
Cymbalaria, *Kickxia* y *Chaenorrhinum*

Taxa	Muestra	% de germinación	Taxa	Muestra	% de germinación
<u>L. amethystea</u>	M 34	84,28	<u>L. vulgaris</u>	M 36	28,5
<u>L. anticaria</u>	M 9	7,14	<u>L. vulgaris</u>	M 37	40
<u>L. caesia</u>	M 18	65	<u>L. vulgaris</u>	M 41	25,83
<u>L. tristis</u>	M 10	74	<u>L. repens</u>	M 42	6,81
<u>L. supina</u>	M 8	12	<u>Cymbalaria muralis</u>	M 23	80
<u>Kickxia spuria</u>	M 22	64	<u>Chaenorrhinum minus</u>	M 21	4,34
<u>Chaenorrhinum minus</u>	M 39	5,71	"	M 40	10

1.- Tipo vulgaris

El tallo principal es corto, decumbente, estéril, con hojas opuestas y después alternas. Se producen 2 ó 3 tallos hipocotilares largos, erectos, fértiles, con hojas tetra-verticiladas en la base y alternas en la parte superior. En una época tardía del desarrollo se producen tallos radicales. Se ha observado este tipo de crecimiento en L. vulgaris (M35, M36, M37).

2.- Tipo supina

CHAMPAGNAR (1961) indicó varias especies (L. amethystea, L. alpina, L. faucicola, L. simplex y L. arvensis) que según sus observaciones se desarrollaban del mismo modo que L. supina.

De acuerdo con las observaciones efectuadas por el autor, el tallo principal con hojas tetraverticiladas (opuestas en L. amoii (M14); triverticiladas en L. tristis (M6), L. supina (M8) y L. platycalyx (M25), se hace decumbente y llega a florecer. Se producen numerosos tallos hipocotilares (hasta 20 en L. oblongifolia (M29), decumbentes, con hojas 2 ó 4 verticiladas en la base, tan largos como el tallo principal, parte de los cuales son fértiles y parte estériles. Hasta antes de esbozarse las inflorescencias, las plantas son glabras (excepto las de L. saxatilis (M30) en que los tallos son peloso-glandulosos desde el comienzo de su desarrollo). Como consecuencia de este tipo de desarrollo se produce una mata generalmente densa con numerosos tallos decumbentes, parte de ellos fértiles y parte estériles.

Las hojas son semicilíndricas y acanaladas en la plántula de dos meses de L. aeruginea (M19) y L. caesia (M18), y planas en el resto de las especies en que se ha observado este tipo de crecimiento: L. supina (M8), L. tristis (M6; M26; M27; M28), L. amoii (M14), L. anticaria (M9; M17), L. oblongifolia (M29) L. platycalyx (M25) y L. saxatilis (M30).

3.- Tipo amethystea

CHAMPAGNAT (1961), consideró el crecimiento de las plantas de esta especie similar al de L. supina, y así es en efecto, pero los tallos son ascendente-erectos y bastante ramificados (sólo el principal ramificado en la muestra M38). Ha sido observado en L. amethystea (M34 y M38).

4.- Tipo viscosa

El tallo principal, con hojas opuestas, se hace decumbente y no llega a florecer. Se forman numerosos tallos hipocotilares (hasta 40 en la muestra M15 de L. clementei) decumbentes, con hojas tetraverticiladas, que crecen hasta alcanzar la longitud del tallo principal y que son estériles como él; más tarde se desarrollan de 1 a 3 tallos hipocotilares fértiles, erectos y robustos, con hojas tetraverticiladas en la base, que crecen deprisa y se hacen mucho más largos que el tallo principal y los otros tallos hipocotilares. Como resultado de este tipo de crecimiento se forman de 1 a 3 tallos fértiles con hojas tetraverticiladas en la base y después alternas, y una roseta basal de tallos estériles.

Crece así las plantas de L. viscosa (M33), L. viscosa var. flava (M16, en la cual toda la planta es peloso-glandulosa), L. clementei (M15) y L. desphinooides (M31, M32).

5.- Tipo bipartita

Reconocido por CHAMPAGNAT (1961) para L. bipartita, L. maroccana, L. gharbensis, L. reticulata y L. spartea.

El tallo principal se hace decumbente, detiene pronto su crecimiento y es estéril (sólo ha florecido en una planta de la muestra M24 de L. bipartita); sus hojas son opuestas en la parte inferior, y alternas en la superior. Se forman de 2 a 5 tallos hipocotilares largos, erectos, robustos y fértiles, con hojas tetraverticiladas en la parte inferior y alternas en la superior, y hasta cinco tallos hipocotilares, cortos, erectos y estériles.

Este es el tipo de crecimiento observado en L. bipartita (M5, M20, M24).

7.- Tipo repens

CHAMPAGNAT (1961) agrupó a varias especies que según sus observaciones presentaban el mismo tipo de crecimiento, como L. purpúrea, L. vulgaris, L. repens y L. chalepensis.

Según las observaciones efectuadas en una muestra de L. repens (M7), el resultado de este tipo de crecimiento es el mismo que el logrado en el tipo viscosa: se produce una roseta de tallos basales estériles, y una serie de tallos erectos fértiles, pero se efectúan de distinta manera: en el tipo repens el tallo principal, con hojas opuestas o triverticiladas en la base y alternas en la parte superior, se hace decumbente, detiene su crecimiento y es estéril. Se producen hasta 30 tallos hipocotilares decumbentes, estériles, con hojas 3 a 5 verticiladas. Por último, se producen hasta 8 tallos radicales, erectos, con hojas 4 a 6 verticiladas y fértiles, equivalentes a los tallos hipocotilares fértiles del tipo viscosa. Estos tallos radicales fértiles se producen bastante tarde en el desarrollo de la planta.

CHAMPAGNAT (1961) indicó que el desarrollo en L. vulgaris era igual al de L. repens pero según las observaciones aquí expuestas, los tallos fértiles del primer año son de origen hipocotilar en L. vulgaris, y de origen radical en L. repens, siendo los fértiles de la primera equivalentes a los estériles de la segunda.

c) Discusión

BENTHAM (1846), dio gran importancia al porte de la planta (erecto o decumbente) al dividir la sección Linariastrum (Linaria s. s.) de Linaria s. l. en siete grupos. En una revisión de las especies europeas de Linaria con semilla alada (en prensa) hemos seguido básicamente la clasificación hecha por BENTHAM, con algunas modificaciones, reconociendo tres grupos más, y se puede afirmar que en general, el porte de la planta es un buen carácter a considerar en la separación del género en secciones, ya que se ha visto que está determinado por la manera de desarrollarse el tallo principal y los hipocotilares y radicales.

La clasificación del género en secciones (siguiendo

el sistema de BENTHAM) queda apoyada a veces por el tipo de crecimiento de las plantas, y así puede verse que en la sección I Linaria, las plantas presentan un tipo de desarrollo característico como hemos observado en L. vulgaris. Todas las especies estudiadas en la sección IV Supinae, si bien presentan diversas modalidades de crecimiento (tipo supina, tipo ametystea), se caracterizan por poseer un tallo principal decumbente, fértil, con hojas generalmente tetraverticiladas, y numerosos tallos hipocotilares, parte de los cuales son estériles y parte fértiles.

La manera de desarrollarse las plántulas apoya la separación de dos secciones: Versicolores y Repens, a partir del antiguo grupo Versicolores de BENTHAM. En la sección Versicolores, en la cual se encuentran especies como L. bipartita, L. spartea, L. viscosa, L. delphinoides y L. clementei, los tallos fértiles erectos son hipocotilares (tipos de crecimientos viscosa y bipartita) y en la sección Repens en la que se encuentran especies como L. purpúrea, L. repens y L. nivea, los tallos fértiles erectos, son de origen radical (tipo repens de crecimiento).

BIBLIOGRAFIA

- BENTHAM, G. (1846).- "Scrophulariaceae", in De Candolle, *Prodrromus Systematis Universalis Regni Vegetabilis*, 10: 168-598.
- BUCHET, S. (1925).-L'hypocotile. *Bull. Soc. Bot. France*, 72: 115-117.
- CHAMPAGNAT, M. (1951).- Origine et développement des bourgeons hypocotulaires chez *Linaria triphylla* L., *Ann. Sci. Nat. (Paris)*, 11^e Ser 12: 121-130.
- CHAMPAGNAT, M. (1961).- Reserches de Morphologie descriptive et expérimentale sur le genre *Linaria*. *Ann. Sci. Nat. Bot. (Paris)*, 12^o Ser., 2: 1-170.

- COOK, M. T. (1924).- Development of seed of *Linaria vulgaris*, *Bot. Gaz. (London)*, 77, 225-227.
- KINZEL, W. (1909).- Lichtkeimung. Erläuterungen und Ergänzungen. *Ber. Deutch. Bot. Ges.*, 27, 536-545.
- MITCHEL, E. (1926).- Germination of seed of Plants native to Dutchess County, New York, *Bot. Gaz.*, 81, 108-112.
- NIETHAMMER, A. (1928).- Der Einfluss von den Reichemikalien auf die Samenkeimung, II. *Jahrb. Wiss. Bot.*, 67, 223-241.
- RAUH, W. (1937).- Die Bildung von Hypocotyl und Wurzelsprossen und ihre Bedeutung für die Wuchsformen der Pflanzen. *Nova Acta Leop. Carol, Nov. Ser.*, 4, 395-553.
- SALISBURY, E.E.J. (1942).- *The reproductive capacity of plants, studies in quantitative biology. London.*

APENDICE

Origen de las muestras utilizadas en las observaciones sobre germinación y crecimiento, las cuales han sido cultivadas en The University of Liverpool Botanic Gardens (Ness, Cheshire).

- M1.- *L. viscosa* (L.) Dum.- Courset; Cádiz: Chiclana, V-1961, Borja & Rodríguez.
- M2.- *L. anticaria* Boiss. & Reut. var. *angustifolia* Boiss. & Reut.; Córdoba: Sierra Falconera, VI-1960, Borja.
- M3.- *L. viscosa* Dum.- Courset; Córdoba: Priego, VI-1960, Borja.
- M4.- *L. hirta* (L.).- Moench; var. *semiglabra* (Salzm.) Rovy. Córdoba: Priego, VI-1960, Borja.

- M5.- L. bipartita (Vent.) Will.; University Botanic Gardens (St. Andrews, Inglaterra).
- M6.- L. tristis (L.) Miller; Hortus Botanicus Hauniensis (Copenhagen).
- M7.- L. repens (L.) Miller; Hortus Botanicus Universitatis (Budapest).
- M8.- L. supina (L.) Chaz.; Hortus Botanicus Universitatis (Budapest).
- M9.- L. anticaria Boiss. & Reut.; Málaga: Torcal de Antequera, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M10.- L. tristis (L.) Miller; Málaga: Montes de Tolox, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M11.- L. amoii Campo ex Amo; Granada: Sierra de Almijara: Sierra del Chaparral, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M12.- L. viscosa (L.) Dum.- Courset, var. flava (Boiss.); Granada: Sierra de Almijara: Sierra del Chaparral, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M13.- L. saturejoides Boiss.; Málaga: Sierra de Almijara: Montes de Cómpeta, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M14.- L. amoii Campo ex Amo; Málaga: Sierra de Almijara: Montes de Cómpeta, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M15.- L. clementei Haens. ex Boiss.; Málaga: entre Coín y Ojén V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M16.- L. viscosa (L.) Dum.- Courset, var. flava (Boiss.); Málaga: Sierra de Almijara: Montes de Cómpeta, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M17.- L. anticaria Boiss. & Reut.; Málaga: Sierra Gorda, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M18.- L. caesia (Persoon) DC. ex Chav.; Madrid: Cerro Negro, VI-1966, Getliffe, Gilbert & Valdés.
- M19.- L. aeruginea (Gouan) Cav.; Madrid: El Escorial, VI-1966, Getliffe, Gilbert & Valdés.

- M20.- L. bipartita (Vent.) Willd.; Jardín Botánico de Vilnius (Rusia).
- M21.- Chaenorhinum minus (L.) Lange; Conservatoire et Jardin Botaniques (Ginebra).
- M22.- Kickxia spuria (L.) Dum.- Courset; Hortus Botanicus Havnensis (Copenhagen).
- M23.- Cymbalaria muralis (L.) Baumg.; Jardín Experimental Jean Massart; Université Libre de Bruselles.
- M24.- L. bipartita (Vent.) Willd.; semillas obtenidas en el Jardín Botánico de la Universidad de Liverpool a partir de plantas con flores crema de una muestra de esta especie procedente del Jardín Botánico de Madrid.
- M25.- L. platycalyx Boiss.; Cádiz: Sierra de Grazalema, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M26.- L. tristis (L.) Miller; Málaga: Sierra de Carratraca, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M27.- L. tristis (L.) Miller; Málaga: Sierra Bermeja, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M28.- L. tristis (L.) Miller; Málaga: Entre Ronda y San Pedro de Alcántara: Sierra Bermeja, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M29.- L. oblongifolia Boiss. & Reut.; Málaga: Torcal de Antequera, V-1966, Getliffe, Novo & Valdés.
- M30.- L. saxatilis (L.) Chaz.; Madrid: El Escorial, VI-1966, Getliffe, Gilbert & Valdés.
- M31.- L. delphinoides Gay ex Lacaita; Avila: Sierra de Gredos. VI-1966, Getliffe & Gilbert.
- M32.- L. delphinoides Gay ex Lacaita; Madrid: Navacerrada, VI-1966, Getliffe, Gilbert & Valdés.
- M33.- L. viscosa (L.) Dum.- Courset; semillas obtenidas en el Jardín Botánico de la Universidad de Liverpool a partir de plantas de la muestra M1.
- M34.- L. amethystea (Lam.) Hoffmanns. & Link; Hortus Botanicus Academiae Scientiarum Latviensis (Riga-Salaspils; Letonia).

- M35.- L. vulgaris Miller; semillas recolectadas en Darzini (Letonia) y enviadas por el Hortus Botanicus Academiae Scientiarum Latviensis.
- M36.- L. vulgaris Miller; semillas recolectadas en Dunte (Letonia) y enviadas por el Hortus Botanicus Academiae Scientiarum Latviensis.
- M37.- L. vulgaris Miller; semillas recolectadas en Kalngale (Letonia) y enviadas por el Hortus Botanicus Academiae Scientiarum Latviensis.
- M38.- L. amethystea (Lam.) Hoffmanns. & Link; Instituto ed Orto Botanico dell'Universita (Modena).
- M39.- Chaenorrhinum minus (L.) Lange; Instituto ed Orto Botanico dell'Universita (Modena).
- M40.- Chaenorrhinum minus (L.) Lange; Instituto ed Orto Botanico dell'Universita (Modena).
- M41.- L. vulgaris Miller; semillas obtenidas en el Jardín Botánico de la Universidad de Liverpool a partir de plantas de una muestra enviada por el Hortus Botanicus Lodziensis (Ludz, Polonia).
- M42.- L. repens (L.) Miller; Sicilia: Ditto, VIII-1966, Lambert.