

MICROMORFOLOGIA Y ANATOMIA DE FRUTOS Y SEMILLAS DE ANARRHINUM DESF. EN ANDALUCIA OCCIDENTAL

R. JUAN, J. PASTOR & I. FERNÁNDEZ

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Apdo. 1095. 41080 Sevilla.

(Recibido el 23 de Mayo de 1995)

Resumen. Se describe la morfología y la anatomía de los frutos y las semillas maduras de las especies de *Anarrhinum* Desf. en Andalucía occidental, tanto al microscopio óptico como al microscopio electrónico de barrido. Los resultados han mostrado una considerable uniformidad. *A. bellidifolium* (L.) Willd. y *A. laxiflorum* Boiss. se pueden diferenciar basándose en los caracteres del fruto aunque las semillas de estas especies son muy similares. Por último, se comenta el sistema de dispersión.

Summary. The morphology and anatomy of mature fruits and seeds of *Anarrhinum* Desf. species from western Andalusia are described with light and scanning electron microscopy. The results showed a considerable uniformity. *A. bellidifolium* (L.) Willd. and *A. laxiflorum* Boiss. can be differentiated on the basis of fruit features although the seeds of these species are very similar. Lastly, dispersion system is discussed.

INTRODUCCION

Este género fue descrito por DESFONTAINES (1798) en su *Flora Atlantica*, con plantas del norte de Africa, y agrupa aquellas especies que tienen la boca del tubo abierta y cuyo paladar no está claramente definido. No obstante FORSKAL (1775), con material de Arabia, lo había descrito con anterioridad bajo el nombre de *Simbuleta*. Aunque WETTSTEIN (1891, sec. SUTTON, 1988) reconoce la prioridad de *Simbuleta*, la mayoría de los autores utilizan *Anarrhinum* (DE CANDOLLE, 1805; PERSON, 1806; DU MORTIER, 1827; CHAVANNES, 1833; BENTHAN, 1846; LANGE, 1870; ROTHMALER, 1943; FERNANDES, 1972; VALDÉS, 1987 o SUTTON, 1988), por lo que actualmente se mantiene éste como "nomen conservandum". Este género sólo presenta ocho especies en el mundo (SUTTON, 1988), cinco de las cuales se distribuyen por Europa (FERNANDES, 1972). En Andalucía occidental, VALDÉS (1987) considera dos de estas especies: *A. bellidifolium* (L.) Willd., que es la de distribución más amplia en Europa y *A.*

laxiflorum Boiss., muy similar a la anterior pero con un área limitada al sur de España y noroeste de Africa.

Son hierbas bianuales o perennes, con hojas alternas, formando una roseta en la base. Flores pequeñas, zigomorfas, en racimos o panículas. Cáliz con 5 lóbulos subiguales. Corola con tubo cilíndrico y un espolón curvado a lo largo de la cara inferior del tubo. Androceo con 4 estambres, didínamo. Estigma capitado. Cápsula subglobosa, con un poro apical en cada lóculo. Semillas numerosas, tuberculadas o con papilas.

En general los trabajos sobre este género son muy escasos. Uno de los más recientes es el realizado por BIGAZZI & TARDELLI (1990) que estudian la morfología polínica de siete especies integradas en la tribu *Antirrhineae*. Respecto a las semillas destaca la revisión de SUTTON (1988).

MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado nueve poblaciones pertenecientes a las dos especies de *Anarrhinum* presentes en Andalucía occidental. El origen de las muestras examinadas se indica en el Apéndice. Los testigos se encuentran depositados en el Herbario del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Biología de Sevilla (SEV).

El material se fijó en FAA durante un mínimo de 24 horas para pasarlo posteriormente a etanol al 70%.

Para el estudio morfológico, algunas cápsulas fijadas se han deshidratado en una serie creciente de acetonas y se sometieron a punto crítico usando dióxido de carbono. Este material junto con semillas secas se montó en portas mediante adhesivo de doble cara. Seguidamente se metalizó con oro-paladio y se examinó con un microscopio electrónico de barrido (M.E.B.). Para determinar la variabilidad intra e interpoblacional se aclararon y reblandecieron, en ácido láctico, varias cápsulas de cada población para comparar las epidermis. Éstas se montaron en portas y se observaron al microscopio óptico (M.O.), donde se efectuaron las medidas de los pelos. Los datos de longitud y anchura están basados en un muestreo de 125-140 cápsulas o semillas por taxón. Con ayuda de una cámara clara se realizaron los dibujos de las cápsulas completas así como los detalles de las epidermis y pelos.

Por otro lado, para el estudio anatómico se ha usado el material fijado que con frecuencia, debido a su dureza, se mantuvo en agua hirviendo durante 3-5 minutos. A continuación este material se deshidrató usando la serie de alcohol butílico terciario (JOHANSEN, 1940). Posteriormente se incluyó en parafina y se cortó a 8-10 μm . Una vez montadas estas secciones se tiñeron con una combinación de safranina (1%) / fast-green (0.1%). Estas preparaciones se montaron de modo permanente para su posterior estudio al M.O.

Para la terminología se ha seguido fundamentalmente a FONT QUER (1977) y a STEARN (1992).

RESULTADOS

Ambas especies han mostrado cápsulas de 2.4 - 3.9 x 2.3 - 4.0 mm, coriáceas, solitarias y dispuestas en racimos. Éstas son subglobosas con ápice emarginado y estilo persistente (1.5 - 2.7 mm). Los dos lóculos que presentan son subiguales, separados por un septo recto (Fig. 1 a, h). Las cápsulas tienen una simetría bilateral. La superficie, en las dos especies, está formada por células poligonales, de cutícula estriada en *A. bellidifolium* y estriado-granulosa en *A. laxiflorum*. En todos los casos se han observado estomas. El indumento es escaso, restringido al ápice, con pelos glandulares lisos, de 35 - 70 μm , provistos de un pedículo de 2 células y una cabeza subcircular unicelular (Figs. 1 b-g; 2 a,b,g,h). El grosor del pericarpo varía entre 70 - 170 μm . El epicarpo y el mesocarpo han presentado las células colapsadas. El grosor del endocarpo oscila entre 50 - 150 μm , con 2 - 5 capas de células; la capa más interna presenta células más o menos redondeadas u oblongas de paredes muy lignificadas, mientras que las restantes son poligonales de paredes menos lignificadas. En la zona de dehiscencia, con frecuencia, sólo hay 2 capas de células; la más externa muy alargada radialmente y la más interna igual que en el resto del fruto (Fig. 2 c,i).

La dehiscencia es foraminal, mediante un abertura longitudinal en cada lóculo que se abre desde el ápice hasta casi la base. El número de semillas por cápsula varía entre 50 - 100.

Las semillas son muy semejantes en ambas especies. Éstas son pequeñas (0.5 - 0.9 x 0.3 - 0.6 mm), elipsoideas u ovoideas, de inserción ventral. El color varía de pardo claro a pardo oscuro. Presenta testa tuberculado-papilada constituida por células poligonales, de paredes radiales superficiales engrosadas de forma irregular y paredes tangenciales, más o menos cóncavas, con una papila central. Los tubérculos son cónicos y agudos, formados por varias células con o sin papila. La epidermis tiene células más o menos alargadas radialmente, con paredes reforzadas de lignina. La hipodermis está formada por 2 - 4 capas de células irregulares, colapsadas. El endotelio presenta células cuadradas de paredes algo engrosadas (Fig. 2 d-f,j-l). No se ha observado rafe.

En el Cuadro 1 se especifican los caracteres para las dos especies estudiadas.

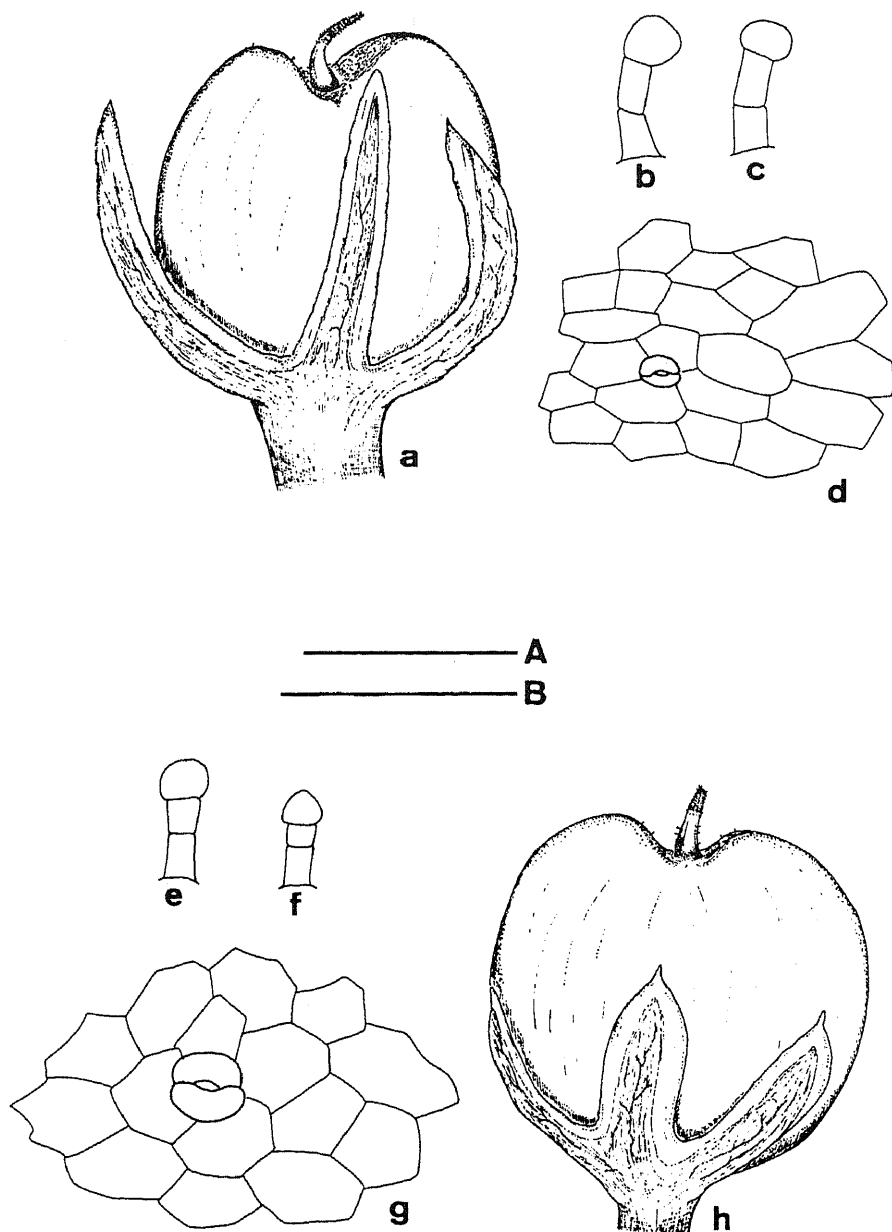


Fig. 1. a-d, *Anarrhinum bellidifolium*; e-h, *A. laxiflorum*. a, h, aspecto general de la cápsula; b, c, e, f, pelos glandulares; d, g, detalle de la superficie. Escalas: A = 2 mm (a, h); B = 100 μ m (b-g).

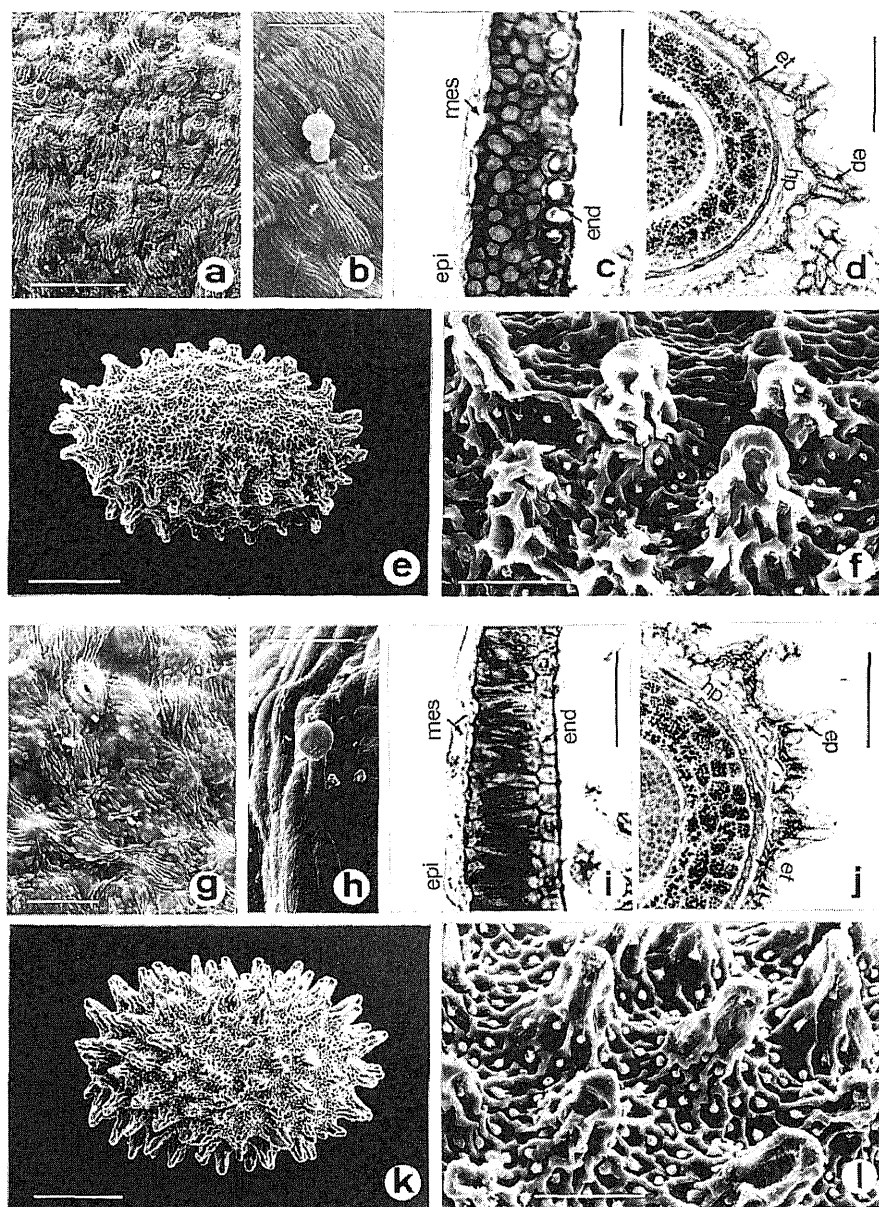


Fig. 2. a-f, *Anarrhinum bellidifolium*; g-l, *A. laxiflorum*. a, g, superficie de la cápsula; b, h, pelo glandular; c, i, detalle del pericarpo; d, j, detalle de la testa; e, k, aspecto general de la semilla; f, l, superficie de la testa. Escalas: 50 μm (b, f-h, l); 100 μm (a, c, d, i, j); 200 μm (e, k); ep = epidermis; hp = hipodermis; et = endotelio; epi = epicarpo; mes = mesocarpo; end = endocarpo.

	<i>A. bellidifolium</i>	<i>A. laxiflorum</i>
Tamaño cápsula (mm)	2.4-3.4 x 2.3-3.2	3.0-3.9 x 3.2-4.0
Disposición cápsula	racimos densos	racimos laxos
Longitud del estilo (mm)	1.5-2.3	1.9-2.7
Cutícula	estriada	estriado-granulosa
Longitud pelos (μm)	40-70	35-60
Grosor pericarpo (μm)	70-150	120-170
Grosor endocarpo (μm)	50-120	100-150
N ^o semillas/cápsula	80-100	50-100
Tamaño semillas (mm)	0.5-0.7 x 0.3-0.5	0.5-0.9 x 0.4-0.6

Cuadro I. Relación de los caracteres en las dos especies estudiadas.

Clave de frutos

1. Cápsula <3.2 mm de anchura. Cutícula estriada*A. bellidifolium*
 1. Cápsula >3.2 mm de anchura. Cutícula estriado-granulosa*A. laxiflorum*

DISCUSION

Las dos especies presentes en el área de estudio, se suelen diferenciar por los lóbulos del cáliz y las hojas caulinares, aunque estos caracteres no son muy útiles ya que muchos ejemplares, sobre todo del sur de España, tienen características intermedias. No está claro si ésto es debido a una posible hibridación o sólo es consecuencia del rango de variabilidad de la especie (SUTTON, 1988).

A nivel de fruto, se observa que en *A. laxiflorum* suele ser de mayor tamaño, aunque es la anchura la que establece la diferencia. Por otro lado, la cutícula es algo distinta ya que mientras en *A. bellidifolium* es estriada, en *A. laxiflorum* es estriado-granulosa. Las cápsulas de estos dos taxones siempre se han considerado glabras (FERNANDES, 1972; VALDÉS, 1987; SUTTON, 1988; etc.). No obstante, se han observado algunos pelos glandulares pequeños dispuestos hacia el ápice, en la línea media de los lóculos. Desde el punto de vista anatómico no se ha observado ninguna diferencia. La dehiscencia, al igual que en los restantes géneros de la tribu *Antirrhineae* es foramina, aunque algo especial ya que el poro longitudinal que presenta sólo se ha observado en el género *Kickxia* sect. *Valvatae* (SUTTON, 1988).

El género *Anarrhinum* tiene semillas tuberculadas, muy semejantes en *A. bellidifolium* y *A. laxiflorum*. Entre las restantes especies tratadas por SUTTON (1988) se observan algunas diferencias atendiendo a la morfología de los tubérculos. Sin embargo, este autor utiliza caracteres como la corola, hojas o el cáliz para separar las distintas especies.

La estructura interna de la testa es similar en ambas especies. Entre los modelos anatómicos establecidos por ELISENS (1985) sobre semillas de *Antirrhineae* americanas, el género *Anarrhinum* podría incluirse en el tipo "galvezioide", caracterizado por presentar una hipodermis con 2 - 4 capas de células que pueden contribuir a la morfología externa de la testa. SUTTON (1988), aunque no incluye este género en ninguno de los modelos descritos por ELISENS (1985), indica que las capas de la hipodermis producen la elevación de los tubérculos de estas semillas.

A diferencia de otros géneros de *Scrophulariaceae* como *Misopates* (SUTTON, 1988; JUAN & al., 1995), el género *Anarrhinum* carece de ceras epicuticulares en las semillas. De acuerdo con PIJL (1982) y BURROWS (1986), y teniendo en cuenta sobre todo la longitud de los tallos (alrededor de 85 cm), el género *Anarrhinum* se puede considerar como un balista pasivo que dispersa sus semillas cuando el viento agita las ramas.

APENDICE

Anarrhinum bellidifolium (L.) Willd. CÓRDOBA. Entre Adamuz y Villanueva de Córdoba, 9.6.1992, *Juan y Pastor* (SEV 135208). Entre Alcaracejos y Puerto del Calatraveño, 5.7.1993, *Juan y Pastor* (SEV 135209). HUELVA. Entre la Granada de Río Tinto y Campofrío, 31.5.1992, *Santa-Bárbara* (SEV 135210). Entre Almonaster la Real y Escalada, 24.4.1992, *Santa-Bárbara* (SEV 135211). Entre Cabeza Rubia y Tharsis, 29.5.1993, *Santa-Bárbara* (SEV 135212).

Anarrhinum laxiflorum Boiss. CÁDIZ. Grazalema, Puerto de las Palomas, 27.5.1992, *Juan y Pastor* (SEV 135213). Idem, La Camilla, 17.6.1992, *Arista* (SEV 135214). CÓRDOBA. Cabra, Ermita, 23.5.1992, *Arista, Juan, Ortiz y Santa-Bárbara* (SEV 135215). Zuheros, cerro de Los Murciélagos, 14.7.1993, *Fernández y Juan* (SEV 135216).

Agradecimientos. Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. P. J. López-González por la realización de los dibujos y al Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Sevilla la ayuda prestada, en especial a Dña. A. Fernández por las preparaciones de las muestra en punto crítico.

BIBLIOGRAFIA

- BENTHAN, G. (1846) Ordo CXLII. Scrophulariaceae. In A. P. DE CANDOLLE (ed.). *Prodromus Systematis naturalis Regni Vegetabilis*, 10. Paris.
- BIGAZZI, M. & M. TARDELLI (1990) Pollen morphology and ultrastructure of the Old World Antirrhineae (Scrophulariaceae). *Grana* 29: 257-275.
- BURROWS, F. M. (1986) The aerial motion of seeds, fruits, spores and pollen. In D. R. MURRAY (ed.) *Seed Dispersal*. Australia.
- CHAVANNES, E. L. (1833) *Monographie des Antirrhinées*. Paris & Lausanne.

- DE CANDOLLE, A. P. (1805) Famille des Personées. In J. B. A. P. M. LAMARK & A. P. DE CANDOLLE (eds.) *Flore française*. Paris.
- DESFONTAINES, R. L. (1798) *Flora Atlantica*. Paris.
- DU MORTIER, B. C. J. (1827) *Florula Belgica*. Tornaci Nerviorum.
- ELISENS, N. J. (1985) The systematic significance of seed coat anatomy among New World species of tribe Antirrhineae (Scrophulariaceae). *Syst. Bot.* **10**(3): 282-299.
- FERNANDES, R. B. (1972) *Anarrhinum*. In T. G. TUTIN & al. (eds.) *Flora Europaea* 3. Cambridge.
- FONT QUER, P. (1977) *Diccionario de Botánica*. Barcelona.
- FORSKAL, O. (1775) *Flora Aegyptiaco-Arabica*. 4. Hauniaie.
- JOHANSEN, D. A. (1940) *Plant microtechnique*. New York.
- JUAN, R., I. FERNÁNDEZ & J. PASTOR (1995) Estudio morfológico de frutos y semillas en *Misopates orontium* (L.) Rafin. (Scrophulariaceae). *Lagascalia* **18**(1): 109-118.
- LANGE, J. M. C. (1870) Scrophulariaceae. In H. M. WILLKOMM & J. M. C. LANGE (eds.) *Podromus Florae Hispanicae*. Stuttgartiae.
- PERSOON, C. H. (1806) *Synopsis Plantarum* ed. 1, 2. Paris & Tuebingae.
- PIJL, L., VAN DER (1982) *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Berlín.
- ROTHMALER, W. (1943) Zur Gliederung der Antirrhineae. *Feddes Reperit.* **52**: 16-39.
- STEARNS, W. T. (1992) *Botanical Latin*. London.
- SUTTON, D. A. (1988) *A revision of the tribe Antirrhineae (Scrophulariaceae)*. Oxford.
- VALDÉS, B. (1987) Scrophulariaceae. In B. VALDÉS & al. (eds.) *Flora vascular de Andalucía Occidental*. Vol. II. Barcelona.