

DIÁSPORAS Y SEMILLAS – PARTE II

Ana M. Arambarri

CONTENIDO

PARTE I

Contenido – Resumen

Índice en orden alfabético de las familias y especies tratadas en cada una de ellas

Índice en orden alfabético de las especies tratadas

Listado de especies agrupadas por origen y ciclo

PARTE II

Introducción

Procedimiento (Materiales y Métodos)

Aspectos generales, definiciones. Aspectos utilizados en el reconocimiento interno de las semillas (embrión, sustancias de reserva)

Clave de familias

PARTE III

Descripción e ilustración de las 200 especies estudiadas ordenadas por familia y dentro de estas por género

PARTE IV

Listados de diásporas y semillas agrupadas por Tamaño

Tabla 1. Resumen características de los cortes transversales de las diásporas y semillas, ordenadas por familia estudiada

Listado de especies tratadas que son malezas alimenticias, medicinales y/o tóxicas para el ganado. Elaborado sobre la base de los trabajos de (Ragonese & Milano 1984; Marzocca 1993; Rapoport *et al.* 2009)

Bibliografía

Agradecimientos

Introducción

El estudio de las malezas o malas hierbas, es un tema que resulta de interés para el agricultor, para quienes manejan la producción y deben controlarlas, así como para los defensores del ambiente. Existe abundante bibliografía sobre los distintos aspectos de las plantas consideradas malezas o malas hierbas, plántulas, plantas al estado vegetativo y al estado reproductivo, semillas, diásporas y diseminulos tratados desde el punto de vista científico y práctico (e. g., Rodrigo 1937; Uralde 1950; Milano *et al.* 1967, 1978; Delorit 1970; Del Puerto 1975; Petetin & Molinari 1977, 1982; Arambarri 1983; Delorit & Gunn 1986; Mitidieri *et al.* 1986; Marzocca *et al.* 1986; Francescangeli & Mitidieri 1990; Rosso *et al.* 1992; Rodríguez 1994; Alonso & Peretti 2000; Bianco *et al.* 2000), algunos tratan la morfología interna de las semillas (Martin 1946; Gunn 1972; Planchuelo 1974-75). También hay publicaciones e ilustraciones en sitios de internet, por ejemplo: Zita Padilla *et al.* (2009), Guía de reconocimiento de malezas (Zubizarreta *et al.* 2014); Manual de reconocimiento de malezas de Bayer <http://cropscience.bayer.com.ar/upload/>

Con respecto a que se entiende por maleza, se han dado innumerables definiciones, he elegido aquellas que consideran tiempo, lugar y espacio. Marzocca (1957) define "maleza son las plantas que llegan a ser perjudiciales o indeseables en determinado lugar y en cierto tiempo"; el ingeniero Agustín Mitidieri decía: "maleza es toda aquella planta que en determinadas circunstancias de densidad, lugar y tiempo se encuentra en estado de desarrollar malherbosidad y causar perjuicio". Hay que tener en cuenta, además que toda maleza de hoy, por su dinámica y el control realizado por el hombre, posiblemente no se la encuentre mañana, pero habrá otras que la reemplacen, más agresivas, más adaptadas a las condiciones ambientales predominantes y más resistentes al control con productos químicos o con mejores mecanismos de escape (Dellaferrera *et al.* 2009).

Entre las especies molestas en determinadas circunstancias, también quedan incluidas: especies tóxicas (Ragonese & Milano 1984; Freire *et al.* 2005); especies con importancia medicinal (Marzocca 1997) y aquellas que poseen propiedades como alimento (Rapoport *et al.* 2009). Hay malezas que en determinado lugar y circunstancias resultan benéficas ya sea por su adaptación a condiciones áridas y semiáridas incluso

ambientes salinos, así como especies que forman parte de los humedales de gran valor en el ecosistema.

En este tratamiento de las diásporas (semillas incluidas en el fruto indehiscente y/o rodeadas de estructuras florales adheridas) y de las semillas propiamente dichas, se ha considerado como herramienta de gran valor en la identificación al embrión (tamaño, forma y tipo) y la acumulación de sustancias de reserva, lo cual, permite identificar primero la familia y luego la especie dentro de la familia. Se ha elegido este tipo de determinación por la importancia que tiene para identificar no solo las especies incluidas en el trabajo, sino también otras, ya que una vez ubicada la familia es relativamente fácil la determinación de la especie haciendo uso de las floras regionales (e. g. Burkart 1952, 1969-1974; Cabrera 1963-1974, 1977-1993; Cabrera & Zardini 1993; Correa 1971-1999). En resumen, el objetivo es proporcionar herramientas que conduzcan a identificar las “plantas molestas” para los cultivos y ampliar la identificación de diásporas y semillas a otras especies dentro de las familias tratadas. Es propósito de la autora continuar en la obtención de diásporas y semillas para el estudio de otros géneros y especies pertenecientes a las familias tratadas y de otras familias (e. g., Acanthaceae, Araceae) no incluidas en esta oportunidad.

Se considera que esta información resultará de interés a técnicos agropecuarios, ingenieros agrónomos así como investigadores forenses, naturalistas, ornitólogos, zoólogos, ecologistas preocupados por la conservación, por el aprovechamiento de las especies vegetales y el equilibrio y conservación del ambiente y su biodiversidad.

Procedimiento

Los materiales son producto de una colección iniciada en 1980, depositada en el Herbario de semillas (LPFAG), existente en la Cátedra de Morfología Vegetal, donde hoy se ha formado el Laboratorio de Morfología Comparada de Espermatófitas (LAMCE), Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Las muestras se encuentran en la mayoría de los casos repetidas, esto es necesario porque hay que considerar la variación intraespecífica y en algunas especies hay más de un tipo de diáspora (e. g. *Cotula australis*, *Galinsoga parviflora*).

El método empleado es sencillo, para que pueda ser realizado sin necesidad de elementos o sustancias especiales, más que una lupa de 10x. Las muestras se observaron en seco e hidratadas (cuando fue necesario). Se realizó la descripción externa de la forma, superficie, color, pulidez, tamaño y en las diásporas los apéndices que suelen acompañarlas o remanentes de los mismos. Para la descripción interna se hicieron cortes longitudinales y transversales (en el eje más largo y el eje más corto, respectivamente) y en la parte media de la diáspora o semilla, siempre que fue posible en seco, cuando resultó necesario por su dureza se hidrató colocando las semillas en agua a temperatura de ebullición y utilizaron inmediatamente o dejaron hasta la mañana siguiente, dependiendo de la dureza de las mismas. En las secciones se estudió el tipo de embrión, tamaño proporcional, ubicación en la semilla y con respecto a las reservas. Se consideró la presencia o no de reservas, la cantidad y el aspecto. En la familia Malváceas se incluyó el estudio del embrión extraído y con sus cotiledones desplegados. Las fotografías fueron tomadas con diferentes aumentos, utilizando el menor aumento para la vista general (x8) y detalles con mayor aumento, siendo el máximo utilizado de 40x. Los detalles, en especial de la superficie tanto de las diásporas como semillas fueron tomados con más de 20x. Las fotografías se obtuvieron con una cámara Sony DSC-W30 con longitud focal 6.3 mm. ISO: 320 montada sobre una lupa estereoscópica Bausch y Lomb. Los dibujos semiesquemáticos, fueron realizados con una lupa estereoscópica Wild M8 equipada con cámara clara, en ellos se indicó el tejido de reserva con punteado. Los dibujos fueron entintados y una vez escaneados se incorporaron a las figuras. La escala indicada corresponde a 1 mm en todos los casos. Para el estudio y terminología se consideró el diccionario de Font Quer (1975) y el libro de anatomía de las plantas con semilla de Esau (1982). Para la nomenclatura se consultaron las bases de datos: www.darwin.edu.ar; trópicos.org (consultados: enero 2018) y en algunos casos se recurrió a: The International Plant Names Index. El trabajo incluye 43 familias y 200 especies contenidas en 155 géneros. Las familias más numerosas son Asteraceae (42 especies) y Poaceae (26 especies).

Aspectos generales considerados. Definiciones. Aspectos utilizados en el reconocimiento interno de las semillas (embrión, sustancias de reserva), origen, formación y características.

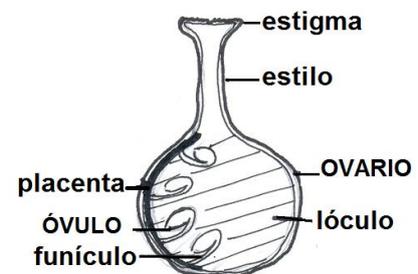
Resulta muy útil, en especial cuando la diáspora o semilla sufrió algún deterioro poder establecer las características del embrión tales como: ubicación, forma, tamaño y complementar con la proporción de endosperma o sustancias de reserva, así como si es amilífero o no. Con estos datos se puede identificar la familia y luego buscar el género y la especie, mediante la clave dicotómica para las familias brindada en el presente trabajo y la descripción e imágenes de las especies.

A continuación, se incluyen algunas definiciones consideradas importantes para facilitar la interpretación:

El **fruto** es el ovario desarrollado y maduro, encierra la/s semilla/s.

La **semilla** es el óvulo o rudimento seminal desarrollado y maduro.

Normalmente todo ello ocurre luego de la fecundación.



Un fruto dehiscente es aquel que libera las semillas, como las cápsulas dehiscentes.



Un fruto indehiscente es aquel que no libera la/s semilla/s, como el cariopse y constituye una diáspora.

La **diáspora** comprende frutos indehiscentes conteniendo la/s semilla/s y a veces, acompañados del perianto total o un remanente del mismo.

Ejemplos de diáspora

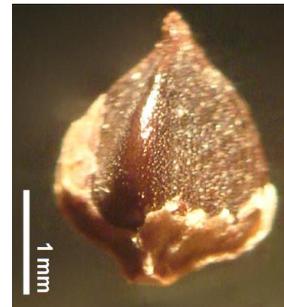
Perianto completo envuelve al fruto y semilla



fruto aquenio

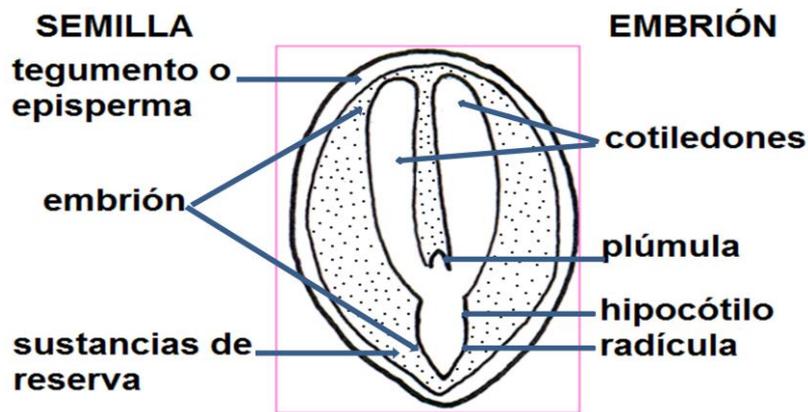


fruto aquenio con remanente del perianto



Partes de la semilla y embrión

Una semilla está formada por el tegumento seminal o **episperma**, el cual presenta diferentes características de color, pulidez y escultura. Esta última, está dada por las células del tejido que pueden formar retículo, papilas, tubérculos, etc. También puede presentarse el funículo carnoso (arilo) o una excrescencia también carnosa (carúncula). En el tegumento se observan las cicatrices: micrópila, hilo y en algunos casos rafe y lente. Las **sustancias de reserva**, tienen diferente composición química, se presentan con aspecto almidonoso, carnoso u oleoso y con distinta consistencia. Otra característica importante es la proporción de endosperma-embrión, resultando abundante o escaso, a veces prácticamente ausente. A los fines prácticos, si bien se mencionan al describir las semillas, no se diferencia entre perisperma y endosperma. El **embrión** está compuesto por uno o dos cotiledones y el eje de la plántula. Este último, formado por la radícula-hipocótilo y la plúmula. La radícula al crecer forma la raíz primaria; el hipocótilo es el primer entrenudo del tallo y la plúmula es la yema apical del tallo y produce el crecimiento en longitud del mismo.



Descripción de las estructuras y cicatrices en el tegumento de las semillas

Funículo: es el cordón umbilical del óvulo, que se extiende desde el tejido fértil (placenta) del ovario hasta el óvulo. Lleva tejido vascular que alimenta al óvulo. Puede adoptar diferentes formas y poseer distinto desarrollo y consistencia. Puede formar un arilo carnoso o seco, como ocurre en las Fabaceae, Faboideae.

Estrofiolo: es una excrecencia carnosa formada a partir de la rafe. Similar al arilo funicular. El nombre estrofiolo se conserva para algunas familias como las Violaceae.

Carúncula: es una excrecencia carnosa que surge en el área de la micrópila, característica de *Euphorbia* y *Ricinus* (Euphorbiaceae).

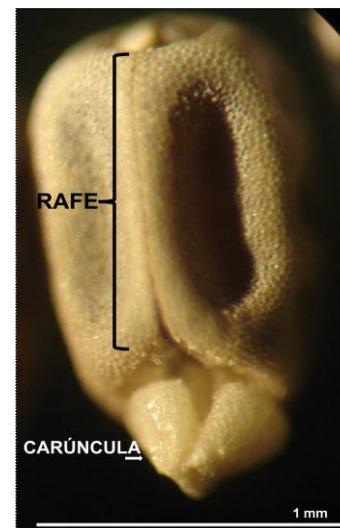
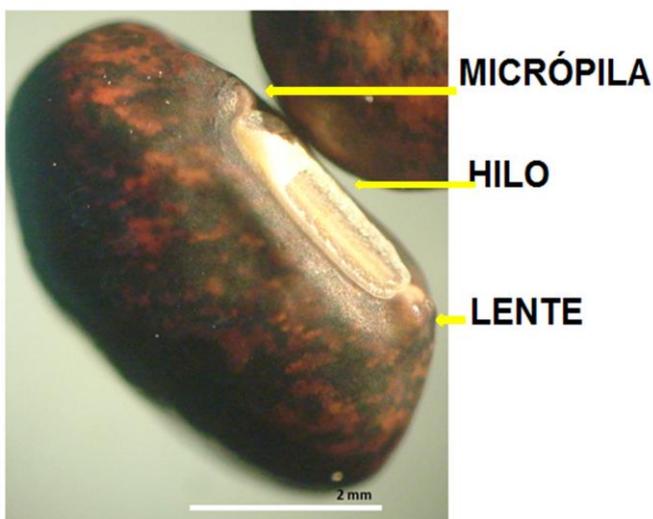
Arilo: es una formación generalmente carnosa (puede ser seca, e. g. *Vigna luteola*) desarrollada a partir del funículo. Se considera el verdadero arilo es de origen funicular. El estrofiolo y la carúncula son estructuras análogas, con diferente origen pero igual función. Simplificando, pueden considerarse a todos como arilos: arilo funicular (verdadero), arilo rafeal (estrofiolo) y arilo micropilar (carúncula). Otras formaciones carnosas similares se denominarían ariloides (Bell & Bryan 1991).

Hilo: es la cicatriz dejada sobre el tegumento por el funículo al desprenderse de la semilla. Adopta diferentes formas y aspectos. Generalmente es redondeado y oblongo hasta circular y puntiforme cuando muy pequeño. En algunas familias tiene una estructura especial como el hilo en parrilla de las Malvaceae.

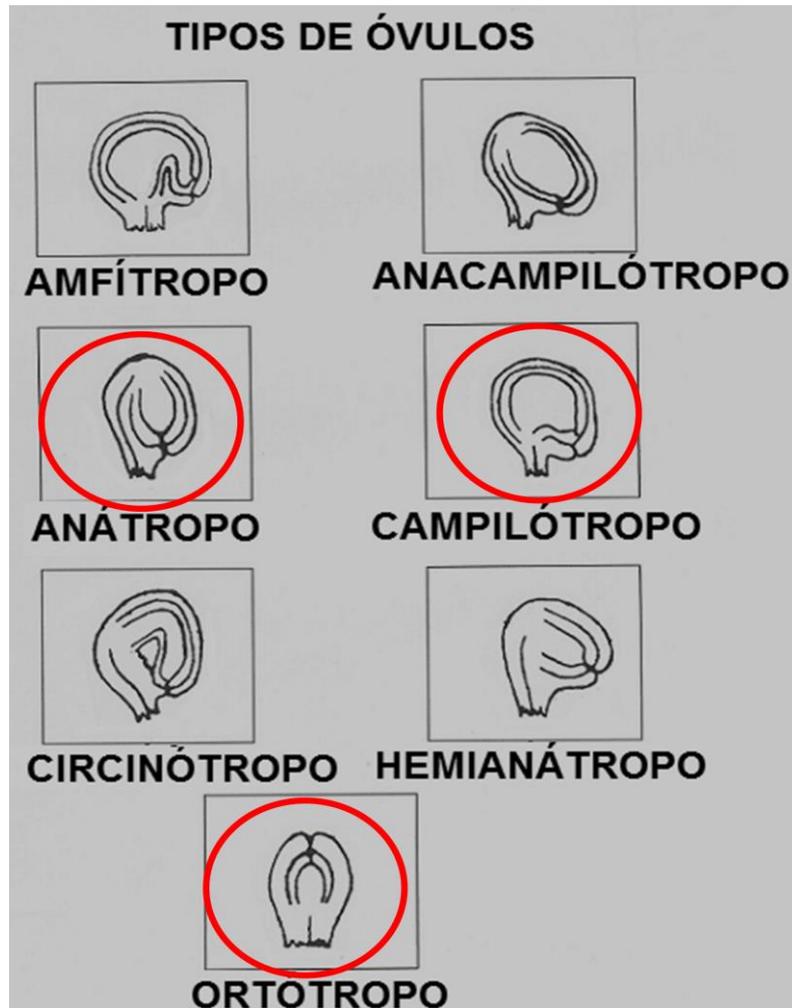
Micrópila: es un pequeño orificio en el tegumento, donde se interrumpe/n el/los tegumento/s del óvulo. La radícula del embrión siempre apunta hacia el área micropilar, alcanzando el exterior durante la germinación en la proximidad de la micrópila.

Rafe: esta cicatriz es consecuencia de la unión del tegumento del óvulo con el funículo. Solo se da en óvulos que poseen curvatura, de manera que estas partes entran en contacto. Entre los tipos de óvulos más frecuentes: en el ortótropo u óvulo recto, la rafe no existe; en el óvulo campilótropo la rafe es corta y en el óvulo anátropo, en el cual se alarga el funículo y el óvulo gira 180 grados, esta cicatriz es larga, pero hay más tipos de óvulos con diferente curvatura que dan longitudes intermedias. La cicatriz rafe se manifiesta en el tegumento de la semilla como una línea con diferente coloración o tonalidad.

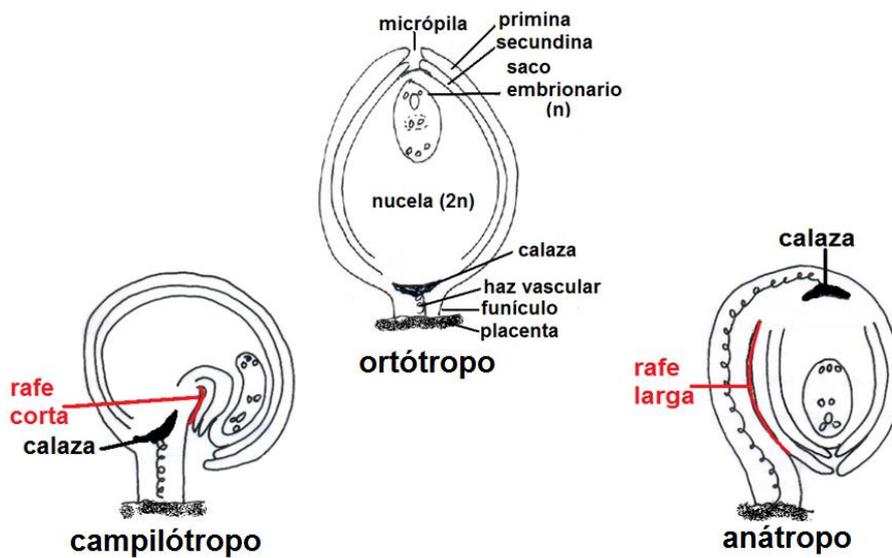
Lente: es una prominencia biconvexa del tegumento producida por el alargamiento de las células en empalizada de la testa. Es específica de las Fabaceae, participa en el proceso de absorción de agua por parte de la semilla.



Diferentes tipos de óvulos: donde se puede observar la diferente longitud del funículo, curvatura del óvulo y longitud de la cicatriz rafe.



Tipos de óvulos más frecuentes



Clasificación de los embriones y definiciones tomadas de Martin (1946)

(en negrita se han agregado las familias tratadas en el presente trabajo)

División BASAL: los embriones son pequeños y están ubicados en la parte media basal de la semilla, en algunos, en posición basal-lateral. Las semillas usualmente son de tamaño medio. Los tipos de embrión basal son: rudimentario, ancho, capitado y lateral. Los dos primeros se hallan tanto en Monocotiledóneas como en Dicotiledóneas, mientras que el capitado y el lateral solamente en Monocotiledóneas.

El endosperma es abundante y amiláceo, excepto con el tipo Rudimentario.

Descripción:

Basal Rudimentario comprende un embrión pequeño, globoso y oval-oblongo. Los cotiledones son en general rudimentarios, pero a veces, son evidentes y aparecen como embriones en miniatura de los tipos lineal o espatulado. El grupo no está totalmente separado de otros tipos, frecuentemente aparecen intermedios como lineal-rudimentario y ancho-rudimentario (e. g. lineal-rudimentario en **Papaveraceae**, **Ranunculaceae**).

Basal Ancho el embrión es tan ancho como alto o más ancho que alto. (**Juncaceae**)

Basal Capitado el embrión se extiende formando una especie de cabeza. Solo en Monocotiledóneas (**Cyperaceae**, **Commelinaceae**, se parece al basal ancho).

Basal Lateral el embrión está ubicado en la parte basal-lateral o lateral y periférico, es pequeño o su cotiledón se extiende hasta la mitad o casi hasta la misma longitud de la semilla. Es propio de las **Poaceae**.

División PERIFÉRICO: el embrión es alargado, dominante y frecuentemente curvado. Las sustancias de reserva frecuentemente son amilíferas, ubicadas en el centro y en algunos casos lateral. Los cotiledones son angostos y a veces uno está abortado.

Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Nyctaginaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Talinaceae.

División AXIAL: el embrión se ubica en el centro rodeado por las reservas, puede ser pequeño, grande u ocupando toda la cavidad de la semilla. Recto, curvado, con los cotiledones inclinados, convolutados (arrollados) o plegados. Endosperma no es amilífero, excepto en unas pocas familias de Monocotiledóneas con embrión lineal. Incluye las subdivisiones: lineal, miniatura y foliada.

Subdivisión Miniatura: las semillas son pequeñas a diminutas con embriones diminutos. La testa es delicada y frecuentemente reticulada. Endosperma no amilífero. Se clasifican **en embrión Enano y Micro.**

Enano: la semilla pequeña, a menudo tan ancha como larga. El embrión es pequeño oval, oblongo o elíptico con los cotiledones pobremente desarrollados; ocupa la base o toda la semilla.

Campanulaceae, Gentianaceae, Plantaginaceae (excepto *Plantago*); Solanaceae (*Nicotiana*).

Micro: entre las especies estudiadas no se hallan embriones micro.

Subdivisión Lineal: embrión varias veces más largo que ancho.

Apiaceae, Bromeliaceae (*Tillandsia*), Fumariaceae, Iridaceae, Orobanchaceae (*Agalinis communis*), Primulaceae. Muchas **Solanaceae** lineal-curvado hasta arrollado (***Datura, Nicandra, Physalis, Salpichroa, Solanum***). **Oxalidaceae** (lineal a lineal-espátulado, *Oxalis articulata*). **Plantaginaceae (*Veronica*).** **Rubiaceae (*Galium aparine*).** **Scrophulariaceae (*Verbascum virgatum*,** con características de lineal-espátulado).

Subdivisión Foliada: el embrión es largo, ocupando un cuarto o más del total de la semilla, los cotiledones son dilatados y las semillas son de medianas a grandes; el endosperma no es amilífero. Comprende: plegado, doblado, espátulado, envolvente.

Plegado: son cotiledones delgados muy extendidos y plegados de diversas maneras. **Convolvulaceae, Malvaceae.**

Doblado o inclinado: el embrión es curvado en diferente medida, los cotiledones están dilatados pero menos que en el espátulado y son gruesos. **Brassicaceae, Fabaceae, Geraniaceae.**

Espatulado: el embrión es recto con cotiledones desde ligeramente más anchos que la radícula hasta muy anchos y con espesor variable, generalmente delgados, foliiformes.

Observación: en el presente trabajo los embriones espatulados se han separado en dos grupos: los *espatulados propiamente dicho* que poseen los cotiledones anchos a muy anchos, superando varias veces a la radícula y los *lineal-espatulados* que poseen los cotiledones con un ancho apenas superior al de la radícula.

Espatulado: **Apocynaceae, Boraginaceae, Cucurbitaceae, Dipsacaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Martyniaceae, Solanaceae, Urticaceae, Violaceae.**

Lineal-espatulado: **Asteraceae, Loasaceae, Oxalidaceae, Plantaginaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Verbenaceae.**

Envolvente: El embrión es recto con cotiledones gruesos que se solapan y envuelven al menos la mitad de la longitud del eje de la plántula que es pequeño. El endosperma está ausente o es escaso. No hay especies tratadas con estas características que se dan por ejemplo en Fabaceae (Mimosoideae y Caesalpinioideae, de la clasificación tradicional), algunas Lamiaceae (no en las estudiadas), etc.

Resumen de las características del embrión y reservas de las familias atendiendo las especies estudiadas

EMBRIÓN BASAL:

Commelinaceae: embrión central pequeño y ancho, a veces capitado. En *Commelina* el embrión es ancho y ubicado en el centro de una notable cicatriz o hilo. **Endosperma amiláceo.**

Cyperaceae: embrión basal pequeño, ancho, generalmente capitado, *Scirpus, Schoenoplectus, Carex, Eleocharis, Fimbristylis, Rhynchospora. **Endosperma amiláceo.***

Juncaceae: embrión basal pequeño y ancho. **Endosperma amiláceo.**

Papaveraceae: embrión lineal-rudimentario. Las especies de *Papaver* presentan gran variabilidad en el tamaño del embrión en *P. rhoeas* es relativamente desarrollado, lineal. Por su posición es fácil confundirlo con un axial lineal-rudimentario. Endosperma carnososo, blando.

Poaceae: el **embrión basal y lateral**, su longitud, dada por la longitud del escutelo o cotiledón, puede ser inferior o mayor a la mitad de la longitud del cariopse y sobresalir o no en el extremo basal de la diáspora. El cariopse puede presentar compresión lateral con o sin surco (e.g., *Bromus catharticus*, *Festuca*, *Poa*) o compresión dorsiventral (e.g. *Panicum*, *Paspalum*, *Sorghum*); de un lado (dorsal) se observa el embrión y del lado opuesto (ventral) por transparencia se observa el hilo, que puede ser puntiforme (aovado, redondeado) (e.g., *Andropogon*, *Panicum*, *Poa*), o lineal con diferente longitud de acuerdo con la especie (e.g. *Hordeum stenostachys*). **El endosperma es amiláceo**, puede ser duro, pero también granular o algo carnososo.

Ranunculaceae: embrión lineal-rudimentario envuelto por el endosperma carnososo firme en *Ranunculus*. Si bien el embrión es basal, puede confundirse con un axial lineal-rudimentario.

EMBRIÓN PERIFÉRICO:

Amaranthaceae: embrión **periférico con distinto grado de curvatura**, con frecuencia los cotiledones son ligeramente más anchos que la radícula, expandidos. El embrión forma un marcado margen en la semilla. Las sustancias de reserva se presentan con consistencia dura y translúcida hasta granular-blanquecina.

Caryophyllaceae: embrión **periférico con distinto grado de curvatura en las especies estudiadas**, desde ligeramente curvado (*Sagina apetala*, *Polycarpon tetraphyllum*), curvado (en la mayoría) y con más de un giro de los cotiledones (convolutados), tres veces visible en corte transversal de la semilla en *Spergula arvensis*. Los cotiledones pueden ser más o menos anchos provocando el ensanchamiento de la semilla en el sector que los contiene (*Silene gallica*). Las sustancias de reserva usualmente se presentan con consistencia dura y semitraslúcida.

Chenopodiaceae: embrión **periférico, con distinto grado de curvatura en las especies estudiadas**, curvado en círculo o en forma de herradura (e. g., *Bassia*

hyssopifolia, *B. scoparia*), pero también con cotiledones convolutados, arrollados sobre sí mismos, los cuales son visibles tres o más veces en el corte transversal de la semilla en *Salsola kali* y *S. soda*. Las sustancias de reserva (perisperma) usualmente se presentan con consistencia firme y blanquecina. De acuerdo con las diferentes clasificaciones, esta familia suele ubicarse dentro de la familia Amaranthaceae.

Nyctaginaceae: embrión **periférico con distinto grado de curvatura, los cotiledones muy delgados y expandidos**. Endosperma usualmente con aspecto cristalino-granular, en *Mirabilis* es blanco-seco.

Polygonaceae: embrión **periférico con distinto grado de curvatura**, a veces tiene los cotiledones erectos o expandidos semejantes a los axiales curvados o doblados. El endosperma es duro, semitransparente (e. g. *Polygonum*, *Rumex*) u ocasionalmente cristalino-granular.

Portulacaceae: embrión **periférico con distinto grado de curvatura circular**. Curvado en *Portulaca oleracea* rodeando el endosperma de color blanco.

Talinaceae: embrión periférico con curvatura circular. El endosperma es blando y blanquecino en *Talinum paniculatum*.

EMBRIÓN AXIAL:

MINIATURA, ENANO (Linear and Dwarf)

Las semillas con embrión enano tienen tamaño inferior a 1 mm.

Campanulaceae y Gentianaceae: con embrión de la subdivisión miniatura, **axial lineal-enano**, extendiéndose a lo largo de la semilla o muy reducido ubicado en un extremo de la semilla. Las semillas también son pequeñas a muy pequeñas. En *Centaurium pulchellum* el embrión es pequeño rodeado por el endosperma carnoso a carnoso firme.

Plantaginaceae: este tipo de embrión en miniatura o enano lo presentan *Anthirrhinum majus*, *Cymbalaria muralis*, *Gratiola peruviana*. El endosperma es carnoso a carnoso firme.

Solanaceae: este tipo de embrión se encontró en las especies estudiadas de *Nicotiana* con endosperma no amiláceo.

LINEAL (Linear)

Apiaceae: el embrión axial **lineal** (*Ammi*, *Apium*), **a veces espatulado** (e. g., *Coriandrum*, *Foeniculum*, *Petroselinum* y *Pimpinella*); **otras rudimentario** (e.g. *Hydrocotyle*, *Aethusa*, etc.). El endosperma abundante, usualmente firme, carnosos-acuoso (Martin, 1946).

Bromeliaceae. *Tillandsia* embrión fusiforme llenando la cavidad de la semilla.

Fumariaceae: el embrión axial lineal, lineal-rudimentario. El endosperma abundante, usualmente firme, carnosos-acuoso.

Iridaceae: el embrión axial lineal, se extiende a lo largo de la semilla ocupando menos de $\frac{1}{4}$ del volumen de la misma. El endosperma es firme a duro, semitransparente. Endosperma no amiláceo.

Orobanchaceae: esta familia está caracterizada por poseer embrión enano (Martin 1946), las últimas clasificaciones incluyeron en esta familia a *Gerardia communis* (antes Scrophulariaceae) con el embrión lineal.

Plantaginaceae: el embrión en el género *Veronica*, se puede ubicar en el tipo lineal. Endosperma firme no amiláceo.

Primulaceae: embrión axial lineal. Endosperma duro o firme semitransparente. En *Anagallis arvensis* (sección transversal de la semilla triangular), el embrión ocupa las $\frac{3}{4}$ partes de la longitud de la semilla, rodeado por el endosperma firme semitransparente.

Rubiaceae: El embrión es variable de acuerdo a la especie. En *Galium aparine* el embrión es lineal rodeado de endosperma firme.

Scrophulariaceae: esta familia de acuerdo con Martin (1946) tiene predominantemente embrión enano, sin embargo en *Verbascum* el embrión ocupa más de la mitad de la longitud de la semilla, tiene buen grosor incluidos los cotiledones que están muy juntos

y con cierta forma que permite ubicarlo en lineal o lineal-espatulado; está rodeado por el endosperma carnosos a carnosos firmes.

Solanaceae: existe variabilidad en la familia, si bien está caracterizada por el embrión axial lineal-curvado hasta curvado con los cotiledones formando varios giros o círculos concéntricos, ya se han mencionado las excepciones como: lineal-enano en *Nicotiana* y *Petunia* y espatulado en *Cestrum parqui*. Endosperma carnosos semitransparentes.

EMBRION AXIAL CON COTILEDONES FOLIOSOS:

PLEGADO

Convolvulaceae: los cotiledones amplios y plegados son puntuados como ocurre en algunos géneros de otras familias como Malvaceae. El endosperma es duro y claro o semitransparente. En *Cuscuta* el embrión es lineal y arrollado apareciendo varias veces de manera desordenada, en el corte transversal.

Malvaceae: como Convolvulaceae, el endosperma escaso es firme pero mucilaginoso al hidratarse.

DOBLADO

Brassicaceae: embrión axial doblado, inclinado (bent). Las semillas carecen de endosperma. Los embriones son: **Ortoploceo** (con cotiledones conduplicados). **Notorrizo** (con cotiledones incumbentes, con una cara sobre la radícula). **Pleurorrizo** (con cotiledones acumbentes, con un borde sobre la radícula), a veces, los cotiledones pueden ser oblicuos (intermedio entre acumbente e incumbente, e.g. *Sisymbrium*).

Embrión Ortoploceo: *Brassica, Eruca, Hirchfeldia, Raphanus, Rapistrum*.

Embrión Notorrizo: *Camelina, Capsella, Diplotaxis, Lepidium*.

Embrión Pleurorrizo: *Cardamine, Rorippa*.

Fabaceae-Faboideae: el embrión axial doblado (bent), en grado variable. Un gran número de especies tienen endosperma en cantidad apreciable, en especial sobre las caras de los cotiledones y entre el eje de la plántula y los cotiledones, usualmente es duro y con aspecto vítreo (en *Medicago, Melilotus, Trifolium*), está ausente en *Vicia* sp. La plúmula está desarrollada en *Vigna luteola*.

Geraniaceae: embrión doblado (*Erodium* y *Geranium*) y con cotiledones curvados en S en *Geranium*. Endosperma ausente.

ESPATULADO

Apocynaceae: embrión axial espatulado, endosperma carnosos firme.

Boraginaceae: embrión axial espatulado, endosperma cuando presente, carnosos a carnosos blando.

Cucurbitaceae: embrión axial espatulado ocupando la totalidad de la semilla.

Dipsacaceae: embrión axial espatulado, endosperma carnosos.

Euphorbiaceae: embrión axial espatulado, endosperma carnosos-blando a carnosos.

Lamiaceae: en la mayoría de los géneros es **axial lineal y espatulado** (*Lamium amplexicaule*, *Leonurus* sp., *Marrubium vulgare*, *Prunella vulgaris*, *Stachys arvensis*). El endosperma es carnosos y en *Stachys* carnosos-blando.

Martyniaceae: embrión axial espatulado. Endosperma blanco nívoo, se desgrana.

Solanaceae: embrión axial espatulado (*Cestrum parqui*), endosperma firme.

Urticaceae: embrión axial espatulado. Endosperma carnosos.

Violaceae: embrión axial espatulado, endosperma carnosos-blando. En *Pombalia parviflora* los cotiledones anchos ocupan casi toda la semilla, en *Viola arvensis* los cotiledones no alcanzan los bordes de la semilla.

CON EMBRIÓN LINEAL-ESPATULADO

Asteraceae: embrión **axial espatulado o lineal-espatulado**. En un número elevado de géneros el eje de la plántula excede o iguala la longitud de los cotiledones mientras que en un número menor de géneros el eje es igual a $\frac{1}{4}$ o la mitad de la longitud del embrión completo. Usualmente hay abundante tejido conductor ocupando gran parte del ancho del eje de la plántula y se continúa en línea recta por los cotiledones. Los cotiledones están bien desarrollados. Los cotiledones son anchos por ejemplo en *Carthamus*, *Onopordon*, *Soliva*, *Ambrosia*, etc.

Loasaceae: embrión axial lineal-espatulado, endosperma carnosoblando.

Oxalidaceae: embrión axial espatulado. En *Oxalis articulata* se observó lineal, lineal-espatulado. Endosperma carnosoblando.

Plantaginaceae: El tamaño y forma de las semillas es variable, el interior es similar. El embrión es axial **lineal-espatulado** en *Plantago*. El endosperma es semitransparente, con apariencia oleosa en *Plantago*. En *Veronica* el embrión es lineal y el endosperma carnosofirme.

Rubiaceae: muchos géneros de esta familia tienen un desarrollo rudimentario del embrión axial espatulado. El endosperma varía desde carnosoblando a duro. En el género *Galium* la mitad de las especies tienen embrión axial espatulado y la otra mitad lineal.

Verbenaceae: embrión axial **lineal-espatulado**, endosperma carnosoo carnosoblando.

Clave para la identificación de las familias

Se aclara que esta clave fue elaborada sobre la base de las características de las diásporas y semillas de las especies estudiadas. Esto es así, porque existen excepciones dentro de las familias y también existen diferencias entre especies de un mismo género, ejemplos de excepciones son mostrados en esta clave, por ejemplo en las Solanaceae. Por lo tanto, en las familias se han indicado las especies estudiadas o los géneros, excepto en las más numerosas o con características totalmente estables y únicas como las Asteraceae, Malvaceae, Poaceae. En las Asteraceae, existe total uniformidad en el tipo espatulado-lineal del embrión. Las Malvaceae, se caracterizan por su hilo en parrilla y el embrión con cotiledones plegados y las Poaceae, son las únicas con embrión basal lateral, como lo indicara Martin (1947).

Caracteres usados: la primera división está basada en la ubicación del embrión en la semilla: basal, periférico, axial. Luego, se suman caracteres de forma del embrión, características de las secciones longitudinal y transversal de la diáspora o semilla, el tamaño, forma, superficie y color de las diásporas o semillas, presencia de perianto, etc., que contribuyen a separar las familias.

1. EMBRIÓN BASAL.

2. Embrión basal y lateral.

POACEAE

2'. Embrión basal ancho o capitado o lineal-rudimentario.

3. Embrión Basal Ancho o Capitado.

4. Embrión Basal Ancho.

JUNCACEAE

(*Juncus imbricatus*)

4'. Embrión Basal Capitado.

5. Semillas de contorno aovado o elíptico frecuentemente
con presencia de brácteas y restos periánticos.

CYPERACEAE

(*Carex bonariensis*, *C. divulsa*, *Cyperus* sp., *Schoenoplectus californicus*)

5'. Semillas de contorno oblongo con excrecencia blanca marginal.

Nunca con perianto o remanente del mismo.

COMMELINACEAE

(*Commelina erecta*)

3'. Embrión Basal Lineal-rudimentario.

6. Diáspora consistente en el aquenio indehisciente liso o rugoso. Semilla
lateralmente comprimida.

RANUNCULACEAE

(*Ranunculus apiifolius*, *R. muricatus*)

6'. Semilla con tegumento notablemente retículo-apanalado. Semilla no
comprimida lateralmente.

PAPAVERACEAE

(*Argemone subfusiformes*; *Papaver rhoeas*)

1'. EMBRIÓN PERIFÉRICO O AXIAL.

7. EMBRIÓN PERIFÉRICO CURVADO.

8. Corte transversal de la diáspora trígono o tríquetro, a veces oblongo.

Embrión visible una vez sobre uno de los bordes o sobre una cara del corte transversal.

POLYGONACEAE

(*Muehlenbeckia sagittifolia*, *Polygonum* spp.; *Rumex* spp.)

8'. Corte transversal de la diáspora o la semilla con otra forma. Embrión visible dos veces o más, en el corte transversal.

9. Diáspora (antocarpo) de 6,0-8,0 mm long, ovada, castaño-negruzco,

Rugosa. Embrión con cotiledones amplios foliosos, muy delgados.

NYCTAGINACEAE

(*Mirabilis jalapa*)

9'. Diásporas o semillas menores a 5,0 mm long. Cotiledones nunca amplios, expandidos, ni foliosos.

10. Diásporas o semillas lisas o ligeramente rugosas solo con más de 10x.

11. Semillas redondeadas o aovado-redondeadas, con notable reborde marginal formado por el embrión, a veces incluidas en el perianto persistente.

AMARANTHACEAE

(*Alternanthera pungens*; *Amaranthus hybridus* ssp. *hybridus*; *Gomphrena* sp.)

11'. Aquenios redondeados, aovados o cónicos, no tan

marginados. Frecuentemente incluidas en el perianto persistente.

CHENOPODIACEAE

(*Atriplex* sp.; *Bassia hyssopifolia*; *B. scoparia*; *Chenopodium album*;
excepción: con embrión espiralado *Salsola soda*, *S. kali*)

10'. Semillas rugoso-tuberculadas.

12. Semilla con remanente funicular blanco. Contorno redondeado-circular en vista lateral.

13. Lóbulo radicular no formando prominencia. Semillas de hasta 0,9 mm longitud.

PORTULACACEAE

(*Portulaca oleracea*)

13'. Lóbulo radicular formando notable prominencia. Semilla de 1,0-1,2 mm de longitud.

TALINACEAE

(*Talinum paniculatum*)

12'. Semilla sin remanente funicular junto al hilo o si con remanente, nunca redondeado-circular en vista lateral. Semillas con o sin ala.

CARYOPHYLLACEAE

(*Cerastium glomeratum*; *Polycarpon tetraphyllum*; *Sagina apetala*; *Silene gallica*; *Spergula arvensis*; *S. laevis*; *Stellaria media*; *Vaccaria pyramidata*).

7'. EMBRIÓN AXIAL.

14. EMBRIÓN AXIAL CON COTILEDONES DELGADOS, VISIBLES HASTA POCO O NADA DISCERNIBLES.

15. EMBRIÓN AXIAL MINIATURA (ENANO). Semillas

menores a 1mm.

16. Semillas lenticulares, lisas, muy brillantes

CAMPANULACEAE

(*Triodanis perfoliata* ssp. *biflora*)

16'. Semillas nunca lenticulares, lisas o rugosas, opacas o con poco brillo.

17. Semillas polimorfos. Tegumento reticulado. Reticulo con paredes onduladas.

18. Semillas de hasta 0,5 mm long.

GENTIANACEAE

(*Centaurium pulchellum*)

18'. Semillas de 0,5-0,8 mm long

SOLANACEAE

(*Nicotiana glauca*, *N. longiflora*)

17'. Semillas no polimorfos (de forma más o menos constante).

PLANTAGINACEAE

Tegumento de la semilla con pliegues formando costillas y crestas:

Anthirrinum majus, *Cymbalaria muralis*

Tegumento de la semilla reticulado-apanalado con paredes rectilíneas:

Gratiola peruviana.

Semillas dorsiventralmente comprimidas, embrión notable, lineal: *Veronica* spp.

15'. EMBRIÓN AXIAL LINEAL, A VECES, CON

COTILEDONES LINEAL-CURVADOS HASTA

ARROLLADOS. Semillas mayores a 1 mm.

19. SEMILLAS CON EMBRIÓN AXIAL LINEAL.

20. Diáspora con costillas longitudinales notables, a veces primarias y secundarias, lisas, rugosas, glabras o con pelos o gloquidios. Espacios intercostales (valéculas) con sacos oleíferos (vitas). Endosperma abundante, blanco y blando.

APIACEAE

(*Ammi majus*, *A. visnaga*, *Bowlesia incana*, *Conium maculatum*, *Cyclospermum leptophyllum*, *Daucus pusillus*, *Torilis arvensis*)

- 20'. Diáspora sin costillas.

21. Diáspora globosa, indehiscente con remanente estilar entre dos depresiones redondeadas y en el extremo opuesto un reborde.. Semilla rojiza de contorno redondeado con una depresión apical y el embrión en una hendidura, en el otro extremo de la semilla. Endosperma carnososo.

FUMARIACEAE

(*Fumaria capreolata*)

- 21'. Diáspora o Semillas con otras características.

22. Diáspora con pelos uncinulados. Sección transversal en U. Embrión lineal, siguiendo la curvatura de la semilla.

RUBIACEAE

(*Galium aparine*)

- 22'. Semilla fusiforme acompañada de un mechón de pelos blancos.

BROMELIACEAE

(*Tillandsia recurvata*)

- 23'. Semillas con otra forma y sin mechón de pelos blancos.

24. Semillas piramidales con 3-5 caras, Superficie

rugoso-escamosa. Sección transversal triangular.

PRIMULACEAE

(*Anagallis arvensis*)

24'. Semillas con otras formas. Superficie no

escamosa. Sección transversal con otra forma,
no triangular.

25. Tegumento externo formando un saco o bolsa

con superficie reticulada.

OROBANCHACEAE

(*Agalinis, communis = Gerardia communis*)

25'. Tegumento externo no formando un saco.

26. Semillas con fuerte compresión dorsiventral.

PLANTAGINACEAE

(*Veronica spp.*)

26'. Semillas no dorsiventralmente comprimidas.

27. Semillas con secciones longitudinal y

transversal con superficie ondulada.

Endosperma carnosos a carnosos firmes.

28. Semillas trapezoidales o columnares

con un extremo truncado y el otro
redondeado. Color castaño oscuro.

SCROPHULARIACEAE

(*Verbascum virgatum*)

28'. Semillas ovado-elípticas, con un

extremo redondeado y el otro agudo.

Color castaño- anaranjado.

OXALIDACEAE

(*Oxalis articulata*)

27'. Semillas polimorfas, de tamaño variable.

Endosperma duro, semitransparente.

IRIDACEAE

(*Iris pseudacorus*; *Sisyrinchium chilense* ssp. *chilense*)

19'. SEMILLAS CON EMBRIÓN AXIAL LINEAL-CURVADO

HASTA CON UNO O MÁS GIROS (ARROLLADO). Embrión visible dos veces o más, en el corte transversal.

SOLANACEAE

(*Datura ferox*, *D. stramonium*, *Physalis viscosa*, *Salpichroa origanifolia*, *Solanum elaeagnifolium*, *S. sisymbriifolium*).

14'. EMBRIÓN AXIAL CON COTILEDONES EXTENDIDOS, FOLIOSOS.

29. EMBRIÓN AXIAL CON COTILEDONES PLEGADOS.

30. Hilo con aspecto de parrilla.

MALVACEAE

30'. Hilo redondeado nunca con aspecto de parrilla.

CONVOLVULACEAE

(*Convolvulus arvensis*; *Ipomoea cairica*;

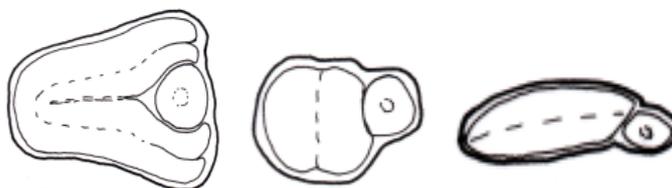
Excepción: embrión con cotiledones arrollados *Cuscuta indecora*)

29'. EMBRIÓN AXIAL CON COTILEDONES NO PLEGADOS.

31. EMBRIÓN AXIAL DOBLADO O INCLINADO.

32. Embrión de varios tipos: ortoplóceo, notorrizo o pleurorrizo.

BRASSICACEAE



32'. Embrión de un solo tipo.

33. Embrión doblado, cotiledones plegados en S.

GERANIACEAE

(*Geranium dissectum*; *G. molle*)

33'. Embrión doblado, cotiledones no plegados en S.

34. Diásporas con apéndice aristiforme

GERANIACEAE

(*Erodium cicutarium*; *E. malacoides*)

34'. Diásporas sin apéndice aristiforme. Generalmente
semillas libres.

FABACEAE

(subfam. Faboideae)

31'. EMBRIÓN AXIAL ESPATULADO o LINEAL-ESPATULADO.

35. Diásporas con cuerpo y rostro o sin el rostro, frecuentemente con
papus o vilano en forma de pelos o escamas, a veces con involucre.

ASTERACEAE

35'. Diásporas sin cuerpo y rostro en su estructura. Nunca con papus
o vilano en forma de pelos o escamas, sin involucre.

36. EMBRIÓN ESPATULADO.

37. Diásporas o Semillas mayores de 5,0 mm de longitud.

38. Semillas aladas o marginadas.

39. Semillas aladas, con ala entera o festoneada
rodeando la parte embrional.

APOCYNACEAE

(*Asclepias curassavica*; *Oxypetalum solanoides*)

39'. Semillas marginadas, amarillentas.

CUCURBITACEAE

(*Cucurbita máxima* ssp. *andreana*)

38'. Semillas no aladas ni marginadas. Semillas obovadas,
Tegumento rugoso-corchoso de color pardo opaco.

MARTYNIACEAE

(*Ibicella lutea*)

37'. Diásporas o Semillas menores de 5,0 mm de longitud.

40. Diásporas o semillas con sección transversal
triangular.

41. Diáspora piramidal con base ancha y extremo distal
agudo. Aspecto pétreo. Superficie groseramente
rugosa con protuberancias y arrugas transversales.

BORAGINACEAE

(*Echium plantagineum*)

41'. Diáspora con otras formas y características. La parte
ventral con dos caras que se unen en una costilla
ventral longitudinal redondeada o ligeramente aguda.

LAMIACEAE

(*Lamium amplexicaule*; *Leonurus* sp.; *Marrubium vulgare*; *Prunella vulgaris*; *Stachys
arvensis*)

40'. Diásporas o semillas con sección transversal de otra forma.

42. Semillas de 2,0 a 5,0 mm de longitud.

43. Uniformemente rectangular, con superficie pubescente. Sección transversal cuadrangular.

DIPSACACEAE

(*Dipsacum fullonum*)

43'. Semillas poliédricas con superficie glabra. Sección transversal trapezoidal.

SOLANACEAE

(*Cestrum parqui*)

42'. Semillas menores a 2,0 mm de longitud.

44. Superficie lisa o casi así, brillante.

45. Presencia de estrofiolo. Sección transversal redondeada.

VIOLACEAE

(*Pombalia parviflora; Viola arvensis*)

45'. Ausencia de estrofiolo. Sección transversal oblongo-elíptica.

URTICACEAE

(*Parietaria sp.; Urtica urens*)

44'. Superficie irregular con fosas, costillas y/o papilas, opaca. A veces conservan la carúncula.

EUPHORBIACEAE

(*Euphorbia peplus; E. serpens*)

36'. EMBRIÓN LINEAL- ESPATULADO

46. Semillas peltadas (hilo central).

PLANTAGINACEAE

(*Plantago lanceolata*; *P. major*; *P. tomentosa*)

46'. Semillas nunca peltadas.

47. Diáspora con pelos uncinados. Sección
transversal en U.

RUBIACEAE

(*Galium aparine*)

47'. Diásporas o semillas sin pelos uncinados. Sección
transversal nunca en U.

48. Diásporas o semillas con borde notablemente
ondulado en ambos cortes, longitudinal y
transversal.

49. Semillas trapezoidales o columnares con un
extremo truncado y otro redondeado. Tamaño de
la semilla menor a 2,0 mm long.

SCROPHULARIACEAE

(*Verbascum virgatum*)

49'. Semillas oblongo u ovado-elípticas con extremos
aguzados.

50. Semilla de 2,5-3,5 mm long., con la superficie
rugoso-tuberculada y longitudinalmente
estriada. Color castaño rojizo oscuro a
negruzco.

LOASACEAE

(*Blumenbackia latifolia*)

50'. Semillas de 1,0-1,5 mm long., con la superficie rugoso-papilosa cruzada por costillas longitudinales y transversales. Color castaño-anaranjado.

OXALIDACEAE

(*Oxalis articulata*)

48'. Diásporas sin esas características.

Núculas, alargadas con la cara ventral blanca cubierta por pelos papilosos o núculas con otro tipo de pelos en sus bordes.

VERBENACEAE

(*Phyla nodiflora* var. *minor*; *Verbena bonariensis*; *V. litoralis*)