

La semilla y su morfología

E. Soblechero*

A. Hernanz*

N. Antón*

J.M. Durán*

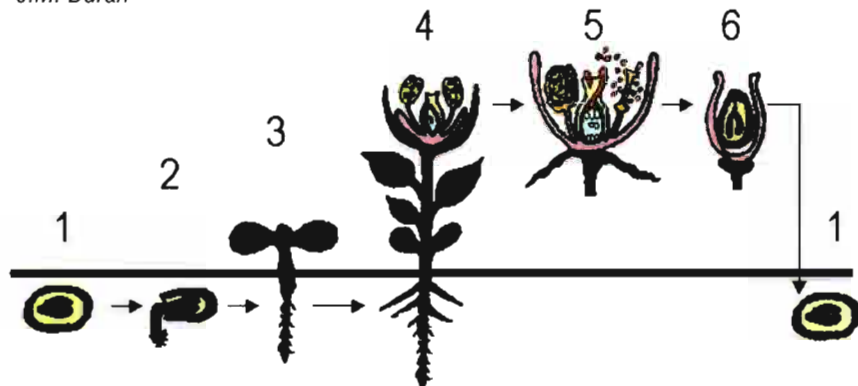


Figura 1. Ciclo de formación de una planta: 1, Semilla; 2, germinación; 3, plántula; 4, planta adulta; 5, polinización; 6, maduración de la semilla.

La semilla es la forma de reproducción sexual que adoptan las plantas más evolucionadas (Angiospermas) y se considera el mecanismo evolutivo más importante que han desarrollado los vegetales superiores para adaptarse a diferentes ambientes.

Las semillas más antiguas que se conocen datan del Devónico (hace 350 millones de años). Cuando el hombre abandonó la vida nómada y empezó a cultivar la tierra, hace más de 10.000 años, tomó las semillas que le proporcionaban las plantas que crecían de forma espontánea a su alrededor y tras conservarlas de un año para el siguiente las colocó en el suelo para obtener nuevas cosechas; de esta forma empezó la Agricultura. La evolución actual de la Agricultura hacia la Biotecnología -a la que estamos asistiendo- pasa por la Tecnología de Semillas, cuyos objetivos

prioritarios son: Producir semillas de la mejor calidad, con la mayor protección posible de los recursos fitogenéticos que en este proceso se ven implicados. Así lo contempla el "Anteproyecto de Ley de Semillas, Plantas de Vivero y Recursos Fitogenéticos", recientemente elaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Las semillas representan el material de partida que, siendo de excelente calidad, homogéneo y estable, mantiene la pureza varietal y permite obtener los productos que demanda el mercado actual. Por ello, queda completamente justificado el eslogan acuñado por el MAPA que reza: "La semilla es lo primero".

La forma, el tamaño y la composición química de las semillas varía de una especie a otra e incluso entre las variedades de una misma especie. Conocer estas propiedades nos ayuda a comprender las necesidades que tienen las semillas para germinar y generar una nueva planta, cuyos frutos, muy probablemente, nos servirán directa o indirectamente de alimento.

Formación

Las plantas con semillas están divididas en dos grandes grupos: Las Gimnospermas y las Angiospermas. Al primer grupo pertenecen las plantas cuyas semillas se encuentran al descubierto; al segundo, pertenecen las plantas más evolucionadas cuyas semillas se hallan recubiertas y protegidas en el interior del ovario.

El proceso de formación de la semilla tiene su inicio en la **polinización**. La polinización es el momento en el que el grano de polen llega al estigma del pistilo (la parte femenina de la flor) y tiene lugar la **fecundación**. El grano de polen libera el gameto masculino que, poco después, se fusionará con el gameto femenino localizado en el ovario. A partir de la unión de los dos gametos, una serie de transformaciones morfológicas y fisiológicas darán lugar a la formación del embrión, el tejido de reserva y los tegumentos, formado así la semilla (Figura 1).

Hasta que la semilla alcance la **madurez fisiológica** estará vinculada a la planta madre. Durante este período, los productos obtenidos a partir de la fotosíntesis se desplazan hacia la semilla donde se transforman y aprovechan para la formación de nuevas células, tejidos y material de reserva; de este modo, aumenta el contenido en materia seca de la semilla. Una vez alcanzada la madurez fisiológica se rompe el vínculo de transferencia (aunque no tiene por qué romperse la unión física) de nutrientes que existía entre la planta madre y la semilla. Para que la conservación de la semilla en el tiempo sea menos problemática, será necesario que se produzca un rápido descenso del contenido en humedad, que puede ser muy elevado al principio y que varía en función de la especie. A partir de este momento la semilla se considera como un organismo autónomo. Cuando las condiciones ambientales de temperatura, humedad, airea-

* Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. ETSIA Universidad Politécnica de Madrid.
E-Mail: jmduran@pvt.etsia.upm.es

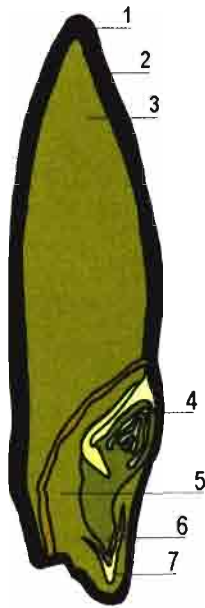


Figura 2. Esquema de un grano de trigo (*Triticum aestivum*). 1, Pericarpo y testa; 2, capa de aleurona; 3, endospermo; 4, coleoptilo; 5, escutelo; 6, radícula y 7, coleoriza.

ción y, en algunos casos iluminación, son favorables, la semilla germina dando lugar a una nueva planta. Mientras que esto no ocurre la semilla permanece en estado de reposo, **dormición** o latencia.

Gracias a la capacidad que tienen las semillas de perdurar en el tiempo, se han podido recuperar simientes de plantas ya extinguidas y reproducirlas. En la actualidad se cuenta con **bancos de germoplasma** que preservan la diversidad vegetal por medio de los **recursos fitogenéticos** que almacenan.

Morfología

Los componentes principales de la semilla son: La cubierta seminal, que le confiere protección; el endospermo, que constituye la reserva de nutrientes y el embrión, que es el óvulo fecundado.

La estructura más externa de la semilla recibe el nombre de **testa**, cubierta o tegumento seminal. En función de la especie puede presentar distintas formas, apariencias y texturas. Generalmente la cubierta está constituida por varias capas; la más externa se denomina **testa o cutícula**. La naturaleza del tejido, la estructura y el grosor de cada una de las

capas anteriormente citadas proporcionan a la semilla protección y cierta impermeabilidad al agua y a los gases. Entre las diferentes especies conocidas, la superficie de la cubierta seminal presenta gran variabilidad; puede ser lisa, estriada, vesiculada, pilosa, escamosa y con infinidad de tonalidades.

En las Gramíneas (Poáceas), lo que

comunica la semilla con el exterior, es lo que queda del conducto por el que el tubo polínico entra en el saco embrionario en el momento de la fecundación. Una vez fecundado el óvulo, el micrópilo se va cerrando hasta quedar como un poro observable en la superficie de algunas semillas. En determinadas especies permanece el denominado

Gracias a la capacidad que tienen las semillas de perdurar en el tiempo, se han podido recuperar simientes de plantas ya extinguidas y reproducirlas

vulgarmente denominamos "semilla", en realidad es un fruto, cuyo nombre botánico es **cariópside** o cariopsis. Se caracteriza por tener un pericarpo de escaso grosor soldado al tegumento seminal (**Figura 2**).

Al analizar externamente una semilla hay tres estructuras que en función de la especie se hacen más o menos patentes. Se trata del micrópilo, el funículo y del hilo. El micrópilo es una perfora-

funículo; se trata de un cordoncillo formado por tejido vascular que conecta el óvulo a la placenta, preparado para el paso de agua y nutrientes desde la planta a la semilla. Cuando la semilla madura, el funículo generalmente se desprende, aunque en algunas semillas (magnolia) se mantiene. La pequeña cicatriz que queda cuando el funículo se desprende de la semilla es lo que se denomina **hilo**. La ubicación, la forma y el tamaño de estas estructuras varían en función de las diversas posiciones del óvulo dentro del ovario (**Figura 3**).

Muchas semillas de árboles y arbustos presentan en su madurez excrecencias de forma, tamaño, color, composición y origen variable. La más destacada se denomina **arilo**, una envoltura carnosa que cubre total o parcialmente la semilla. Poseen arilo las semillas menos evolucionadas y su presencia está relacionada con el mecanismo de dispersión por aves o mamíferos.

Por debajo de la cubierta se encuentra el **endospermo**. El endospermo sirve como fuente de reserva, para ser utilizado por el embrión durante la germinación y en los primeros estados de desarrollo, hasta que la plántula esté capacitada para elaborar su propio alimento mediante la fotosíntesis. La cantidad de endospermo varía en función de las especies, pudiendo

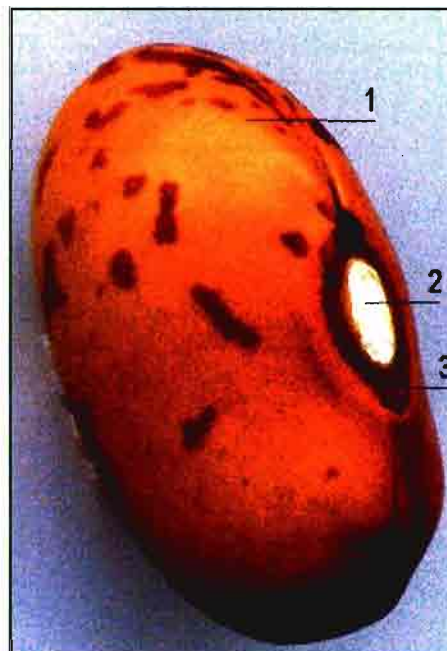


Figura 3. Detalle de la morfología externa de una Fabacea. 1, Testa; 2, hilo y 3, micrópilo.

incluso estar ausente en algunas de ellas; químicamente está constituido por carbohidratos (almidón y hemicelulosa), lípidos y proteínas. La composición exacta está determinada por factores genéticos y ambientales y varía según las especies. La consistencia del endospermo viene dada por su composición; así, en un endospermo carnoso predominan los lípidos y las proteínas; un endospermo córneo está constituido principalmente por hemicelulosa; el endospermo farináceo por almidón y el endospermo vidrioso o mucilaginoso, por determinados polisacáridos que le dan dicha consistencia.

Las Gramíneas presentan además otro tejido de reserva denominado **aleurona**. La aleurona se encuentra formando una o varias capas de células vivas que rodean por completo a la semilla por debajo de la testa (Figura 2).

La posición que guarda el endospermo con respecto al embrión puede ser externa, lateral o basal. Cuando el endospermo ocupa una posición externa significa que rodea por completo al embrión. El endospermo en posición lateral implica que se sitúa en los costados del embrión, rodeando a los cotiledones. En las semillas con endospermo basal se localiza alrededor de la radícula, siendo éste el caso menos habitual.

La estructura esencial de una semilla es el **embrión** que, como ya se ha mencionado, es el óvulo fecundado. En las semillas de plantas Dicotiledóneas el embrión está formado por un eje y dos estructuras foliares denominadas cotiledones; las plantas Monocotiledóneas cuentan con un único cotiledón. La parte basal del eje del embrión dará lugar a la **radícula** y del extremo apical de dicho eje saldrá el tallo que dará lugar a la futura plántula. El **hipocotilo** es la zona situada por debajo del punto de inserción de los cotiledones y se prolonga hasta el cuello de la radícula; suele ser una zona muy pequeña, a veces inapreciable a simple vista. La parte del tallo

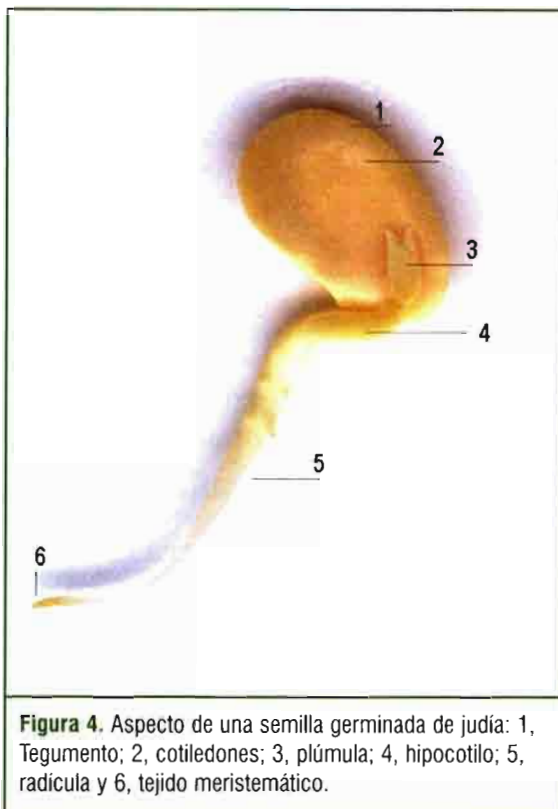


Figura 4. Aspecto de una semilla germinada de judía: 1, Tegumento; 2, cotiledones; 3, plúmula; 4, hipocotilo; 5, radícula y 6, tejido meristemático.

Componentes principales de las semillas:

- cubierta seminal
- endospermo
- embrión

que queda por encima de los cotiledones se la conoce como **epicotilo**. Cuando una semilla germina y aparecen las primeras hojas verdaderas la estructura anteriormente citada pasa a denominarse **plúmula**. Tanto la radícula como el epicotilo están constituidos por tejido meristemático que, mediante sucesivas divisiones mitóticas, darán origen a la raíz y al tallo respectivamente (Figura 4).

El tamaño del embrión es variable y está relacionado con la cantidad de endospermo que le rodea.

En la mayoría de las plantas productoras de semillas, el embrión madura an-

tes de separarse de la planta progenitora y por tanto está protegido hasta que finaliza su desarrollo.

Los **cotiledones** son hojas embrionarias. La plántula se sirve de los cotiledones durante los primeros estadios de crecimiento. En muchos casos, los cotiledones son gruesos y carnosos y constituyen una fuente de reserva, pero no están preparados para realizar la fotosíntesis; en otros, son delgados, poseen estomas y están preparados para la fotosíntesis, permaneciendo activos durante un cierto tiempo hasta que la plántula comienza a desarrollarse y emite las hojas verdaderas. Esta diversidad morfológica permite la identificación de especies por el estudio de sus cotiledones.

Forma

La **forma de la semilla** está determinada por el tipo de óvulo a partir del cual se ha formado, por el patrón de crecimiento que ha seguido y por la posición que ocupa en el interior del fruto.

Si predominan el ancho y largo sobre el grueso se habla de semillas planas; por el contrario, si prima el grueso se denominan tridimensionales. Las formas de las semillas planas puede equipararse a formas geométricas: Circular, elíptica, oblongas o reniformes. En el caso de semillas tridimensionales, las formas son más complejas pudiendo ser ovoides, angulosas o discoidales, entre otras (Figura 5).

La forma de la semilla también está relacionada con el medio de dispersión que utiliza para ser propagada en el espacio. Así, las semillas que utilizan como medio de dispersión los mamíferos o las aves suelen ser esféricas u ovoides, de modo que pasen por el tracto digestivo sin dificultad y sin ser deterioradas. Cuando el medio de propagación es el agua, las semillas suelen ser más voluminosas y ligeras. Para ello cuentan en su interior con estructuras globosas con bolsas de aire o tejidos esponjosos. En



Figura 5. Distintas formas de semillas: Acelga, alcachofa, altramuz, cebada, cebolla, coliflor, guisante, garbanzo, girasol, judía, melón, pimienta y soja



Figura 6. Diferencias de tamaño en semillas: Habas las de mayor tamaño y tabaco las más pequeñas

el caso de propagarse utilizando corrientes de aire, presentan en muchos casos formas aladas.

Tamaño

Al clasificar las semillas por su tamaño encontramos que existe una gran variabilidad entre especies e incluso entre variedades dentro de la misma especie. Sin embargo, la homogeneidad que presentan las semillas dentro de una misma variedad es asombrosa.

Ejemplos de semillas de gran tamaño las encontramos en especies como el aguacate, el laurel o las habas; en el extremo opuesto se encuentran las semillas del tabaco u orquídeas, entre otras (Figura 6).

Un tamaño grande favorece a la semilla por disponer de más reservas para el desarrollo de la futura planta. Por el contrario, la formación de la semilla supone un mayor gasto energético y por ello una reducción de su número.

En el caso de plantas saprofitas o parásitas (cuscuta, jopo) el pequeño tamaño de sus semillas está justificado. Sus semillas carecen de estructuras de reserva; no las necesitan ya que obtienen la energía a partir de la especie que parasitan.

El tamaño de la semilla no sólo esta re-

Ideas básicas sobre semillas

- Forma de reproducción sexual de las plantas más evolucionadas:
 - Gimnospermas: Semilla desnuda.
 - Angiospermas: Semillas protegida por el fruto.
- Perduran en el tiempo y en el espacio.
- Componentes principales: Cubierta seminal, material de reserva y embrión.
 - Estructuras de la cubierta: Testa, hilo, micrópilo y arilo.
 - Material de reserva: Endospermo y capa de aleurona.
 - Embrión: Eje embrionario y cotiledones.
- Variabilidad de tamaños y formas según su hábitat.

lacionado con el material de reserva que acumula para su germinación y posterior crecimiento, sino que el medio en el que se desarrollan, la disponibilidad de humedad, la facilidad para captar luz o la cantidad de nutrientes que hay en el suelo, condicionan también su tamaño. Las plantas que se desarrollan en bosques espesos, donde la captación de luz se hace complicada, poseen unas semillas de gran tamaño para tener así más reservas. Del mismo modo, en ambientes de sequía o con baja hu-

medad, las semillas necesitan que la plántula emita lo más rápidamente posible una buena raíz, de modo que le permita captar la escasa cantidad de agua que puede hallarse en el subsuelo.

Conclusión

La semilla es la forma de reproducción sexual de las plantas más evolucionadas, que les permite perdurar en el tiempo y en el espacio hasta que las condiciones ambientales le sean favorables para germinar y desarrollar una nueva planta.

Los componentes principales de la semilla son: La cubierta seminal, que es una estructura de protección; el endospermo, que constituye la reserva de nutrientes y el embrión, que representa el óvulo fecundado. La cantidad de endospermo viene dada en función de las reservas que necesitan las semillas para germinar.

La forma y el tamaño que puede adoptar una semilla es muy variable. Una morfología adecuada permite a la semilla disponer de la cantidad necesaria de reservas en el endospermo, utilizar los factores ambientales de la forma más eficaz posible y usar el medio de dispersión más apropiado para perpetuar la especie.