

Métodos de propagación de las malas hierbas y germinabilidad de sus semillas*

J.R. García Tascón**

J. L. Villarías Moradillo***

V.M. García Martínez****



Las semillas de la base de la inflorescencia de *Chenopodium album* presentan mayores dormiciones que las de la parte superior

Es de sobra conocida por los agricultores la facilidad de dispersión y la capacidad de invasión que presentan las malas hierbas, ocupando en un breve espacio de tiempo las superficies destinadas a los cultivos agrícolas, comportándose de forma agresiva sobre las plantas cultivadas y ejerciendo una fuerte competencia por el agua, la luz, los nutrientes del suelo y el espacio físico. Por ello, se hace conveniente conocer los mecanismos de multiplicación de estos vegetales para poder establecer estrategias eficaces de control.

Los mecanismos de multiplicación de las malas hierbas son la reproducción sexual (multiplicación por semillas) y la reproducción asexual (multiplicación por propágulos u órganos vegetativos). Generalmente, las adventicias utilizan uno u

Las adventicias que se reproducen por semillas se caracterizan por su capacidad de infestación muy elevada, suelen ser anuales, la supervivencia de algunas puede ser elevada y son de fácil diseminación

otro método, pero existen algunas que utilizan los dos conjuntamente, tratándose de una reproducción mixta.

Malas hierbas con reproducción por semillas

La semilla es la estructura típica de diseminación de la gran mayoría de las es-

pecies vegetales, las cuales presentan diferentes aspectos, formas, tamaños, situación y estructura del embrión, así como la presencia de tejidos de reserva. La semilla posee una cubierta de protección, comúnmente dura y resistente: tegumento seminal o episperma, que encierra al embrión. Éste, es una planta en miniatura en estado de vida latente o letargo, y ya tiene representado los tres órganos fundamentales de una planta adulta: raíz, tallo y hojas, sustituidos en la semilla por la radícula, el hipocotilo y el o los cotiledones respectivamente.

Las adventicias que se reproducen por semillas se caracterizan por:

- Capacidad de infestación muy elevada, siendo capaces de producir una enorme cantidad de simientes, caracterizándose por un poder de infestación muy alto. Por ejemplo, *Papaver rhoeas* L. puede producir unas 17.000 semillas por individuo adulto en zonas de climas fríos y hasta 100.000 semillas en regiones con climas templados.

- Suelen ser anuales, pero pueden tener diferentes épocas de germinación y floración, especialmente las policárpicas (frente a las monocárpicas de una sola generación), y por esta razón son más agresivas y contaminantes. Como es el caso de *Diploaxis eruroides* L. que puede germinar y florecer durante todo el año si las condiciones climáticas son favorables. Esta misma característica se observa en *Senecio vulgaris* L.

- La supervivencia de algunas de éstas es-

* El presente artículo es un extracto del artículo: "Métodos de propagación de las malas hierbas"

** Dr. Ingeniero Agrónomo

*** Catedrático de Universidad

**** Ingeniero Agrónomo

pecies puede ser muy elevada debido a que las semillas están recubiertas de unas sustancias protectoras que las dota de la posibilidad de permanecer en letargo o inactivas durante muchos años, hasta que las condiciones ambientales sean favorables para germinar. Algunas especies de *Avena* spp. pueden permanecer en letargo durante un periodo superior a los 30 años.

- Son de fácil diseminación, causando contaminaciones muy elevadas porque sus semillas se dispersan muy fácilmente debido a la forma, el tamaño de las mismas y a la acción de los animales:
- **Forma de las semillas:** Muchas de las semillas de las adventicias presentan unas estructuras que las permiten extenderse rápidamente por las zonas limítrofes al campo de cultivo, en las que cabe destacar:
 - Aqueños provistos de vilanos, estructura típica de las Compuestas, que las hacen fácilmente transportables por el aire, facilitando su dispersión en los días de viento.
 - Estructuras que las permiten flotar, dispersándose a través del agua, como es el caso de *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauvais, o *Typha* spp.
 - Estructuras a modo de gancho, que las permite adherirse a los pelos de los animales, como es el caso de las semillas de *Xanthium* spp., que se dispersan a través de la lana de las ovejas.
- **Tamaño de las semillas:** Muchas adventicias tienen un tamaño similar al de las plantas cultivadas y por lo tanto son muy difíciles de separar de ellas. Como ocurre con la *Avena* spp. o *Lolium rigidum* Gaudin cuando invaden los campos de cereales.
- **Acción de los animales:** Las malas hierbas son capaces de aprovechar los desplazamientos, tanto de la macrofauna como de la microfauna, para dispersarse a otros campo de cultivo, siendo las principales diseminaciones por:
 - Los animales granívoros, que actúan



Datura stramonium es una especie de germinación preestival

como predadores de las semillas producidas en los sistemas agrícolas (Díaz, 1994): algunas aves y mamíferos las ingieren, pero como no son capaces de digerirlas, permanecen viables en sus excrementos, y por lo tanto, las tierras abonadas con estiércoles poco fermentados pueden convertirse en un foco de contaminación muy importante.

-Transportados por insectos como las hormigas, que según Wolf y Debussche (1999), puede ser un mecanismo determinante en la dinámica de las poblaciones vegetales en hábitats abiertos y herbáceos del área mediterránea.

Malas hierbas de propagación por órganos vegetativos

Este tipo de adventicias es más difícil de eliminar que las que se propagan por semillas ya que se trata de especies vivaces o perennes, casi siempre resistentes a los herbicidas selectivos de los cultivos.

Pueden reproducirse por órganos asexuales como:

- Rizomas, o tallos rastreros subterráneos.
- Estolones, o tallos rastreros superficiales.
- Turiones, o yemas subterráneas.
- Tubérculos, bulbos, bulbillos, etc.

Las características que las diferencian de las anteriores son:

- La capacidad de producir propágulos es numéricamente inferior a las anuales, pero algunas técnicas culturales favorecen la ruptura y multiplicación de los rizomas y estolones. Así por ejemplo, cuando haya presencia de *Cynodon dactylon* L. en el campo de cultivo, no se debe labrar con grada de disco.

- La brotación se puede producir en cualquier época del año con tal de tener las condiciones ambientales adecuadas, especialmente de humedad y temperatura. Por otro lado, al realizarse una labor cultural, el apero puede provocar el corte de los propágulos y puede producir la brotación de ese nuevo fragmento.

- La supervivencia de los propágulos suele ser inferior a la de las semillas, pero su agresividad es mucho mayor debido a que las sustancias de reservas almacenadas en los órganos de reproducción les permiten brotaciones extremadamente vigorosas.
- La diseminación de estas especies es más limitada que las que se reproducen por semillas debido al mayor tamaño y la carencia de letargos en los propágulos.

Multiplicación mixta

Las especies que lo componen son las más difíciles de combatir por sumarse las características de los dos grupos anteriores:

- Elevado vigor y agresividad de las adventicias de reproducción asexual.
- Supervivencia y capacidad de infestación elevada, propia de las malezas anuales.

GERMINABILIDAD DE SEMILLAS DE LAS MALAS HIERBAS

La germinación es el acto inicial de la vida de la planta y para que ésta se produzca se deben de cumplir una serie de exigencias fisiológicas (semilla) y ecológicas (medio ambiente):

- **Fisiológicas:** Las semillas deben estar intrínsecamente aptas para germinar, sin obstáculos fisiológicos como son las dormiciones tegumentarias o inhibiciones de la

germinación. Existen dos tipos diferentes de aptitud o inaptitud de las semillas a germinar:

- Inherentes al embrión: Denominada latencia embrionaria, que es primaria, si las semillas están morfológicamente maduras, pero fisiológicamente inmaduras después de la diseminación; y secundaria, si la inaptitud para germinar proviene de un medio natural desfavorable.

- Inherentes a las envueltas, o inhibición de la germinación, y es debida a factores físicos (debido a tegumentos que envuelven las semillas) o químicos (ligados a la presencia de inhibidores químicos naturales).

• **Ecológicas:** Las condiciones deben ser tales que permitan la germinación de la semilla sin la presencia de latencias debidas al medio ambiente. Se pueden distinguir tres tipos de latencias:

- Latencia innata: Se produce cuando una semilla que se separa de forma natural de la planta madre y no está dispuesta para germinar, lo que puede ser debido a una inaptitud ligada al embrión, el endospermo o a las estructuras maternas.

- Latencia inducida: Es debida a que la semilla no está dispuesta para germinar, por la influencia de algunos de los factores medioambientales, y se mantiene aunque ese factor externo desaparezca.

- Latencia impuesta: Se produce cuando la inaptitud para germinar está ligada a una deficiencia o desaparición de los factores ambientales que impide que las condiciones de germinabilidad sean las óptimas.

La germinación de las semillas de las malezas está ligada a tres condiciones fundamentales: la planta madre, las condiciones medioambientales y la colocación de las semillas o grado de enterramiento en el suelo.

1.- Influencia de la especie y de la planta madre sobre la aptitud de sus semillas para germinar:

La aptitud fisiológica para germinar las semillas es fundamental para que se produzcan las infestaciones de las malas hierbas, que se pueden producir más o

Tabla 1. Duración de la dormición de las semillas en diferentes especies de malas hierbas

Nula o muy débil	Inferior a seis meses	Varios años
<i>Agrostemma githago</i> L.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hud.	<i>Anagallis arvensis</i> L.
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	<i>Avena fatua</i> L.
<i>Polygonum persicaria</i> L.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Bilderdykia covolvulus</i> (L.) Dumor.
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	<i>Matricaria maritima</i> L.	<i>Euphorbia exigua</i> L.
<i>Veronica persica</i> Poiret	<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Galium aparine</i> L.
	<i>Veronica hederifolia</i> L.	<i>Linaria spuria</i> (L.) Chaz.
	<i>Viola arvensis</i> Murray	<i>Papaver rhoeas</i> L.

menos rápido en función de la especie que se trate. La dormición de las semillas de las adventicias puede depender de la especie y ser nula o muy débil, inferior a seis meses, o de varios años (Tabla 1).

El grado de latencia de una semilla depende de varios factores, como pueden ser: la época de diseminación, las condiciones medioambientales sufridas durante la maduración, el fotoperiodo, las condiciones de nutrición de la planta madre, la posición de las semillas en la inflorescencia.

Época de diseminación: En general, las semillas formadas bajo condiciones ambientales secas y calurosas tienen menos dormiciones que las generadas en condiciones de humedad y frío. Como es el caso de las semillas de *Senecio vulgaris* L., que recogidas en primavera presentan más dormición que las recolectadas en

con baja temperatura y humedad elevada presentan una germinabilidad muy inferior a las generadas con calor y sequía (Sexsmith, 1967).

Fotoperiodo: Juega un papel muy importante en la germinabilidad de las semillas; ya que en algunas especies (*Chenopodium album* L., *Ch. Polyspermum* L.), durante los días más largos se producen semillas con los tegumentos más espesos, que inducen dormiciones más prolongadas en las semillas obtenidas en días largos que las producidas en días cortos. En otras especies (*Capsella bursa-pastoris* L.) se produce el caso contrario, teniendo las semillas nacidas en días largos un mayor porcentaje de germinación que las procedentes de días cortos.

La nutrición de la planta madre: Unas buenas condiciones de nutrición de la planta madre, producen generalmente se-

La germinación es el acto inicial de la vida de la planta y para que ésta se produzca se deben de cumplir una serie de exigencias fisiológicas y ecológicas

millas con unas altas tasas de germinabilidad, mientras que las plantas con deficiencias nutricionales dan semillas con elevadas dormiciones.

Posición de las semillas en la inflorescencia: Las semillas de una misma planta madre tiene diferente comportamiento dependiendo de su posición en la inflorescencias; así por ejemplo, las semillas de *Avena fatua* L. o *Chenopodium album* L. situadas en la base de la inflorescencia tienen un poder de germinación inferior a las que se encuentran en la parte superior.

verano; o el caso de *Alopecurus myosuroides* Hud., donde las semillas producidas en tiempo seco y caluroso alcanzan una germinabilidad del 80 %, muy superior a cuando se producen con temperaturas frías y humedad elevada (Barralis, 1970).

Condiciones medioambientales sufridas durante la maduración: La duración de la dormición puede estar relacionada con las condiciones de vegetación de la planta madre después de la fecundación. Así las semillas de *Avena fatua* L. y de *Anagallis arvensis* L., que se han producido

La diversidad y multiplicidad de factores, que intervienen en la germinación de las semillas de las adventicias, las permite adaptarse a las condiciones climatológicas adversas para asegurar la perpetuación de las especies.

2.- Influencia de las condiciones agroecológicas sobre la germinación de las semillas fisiológicamente maduras:

Las semillas necesitan para germinar una gama determinada de temperatura, humedad, iluminación, oxigenación o contenido de nutrientes:

Temperaturas: Según Koch (1979), la germinación de las semillas se produce con una gama de temperaturas específicas y varían en función de la especie de adventicia. En algunas de ellas, la alternancia de temperaturas mejora la facultad germinativa, como es el caso de *Chenopodium album* L. y *Senecio vulgaris* L., que germinan mejor cuando la temperatura varía entre 10 y 25 °C, que cuando es constante. Llegando a producirse la falta de germinación en algunas especies cuando no hay esta alternancia de temperatura, como por ejemplo *Cynodon dactylon* (L.) Pers.. Otras especies como *Poa compressa* L., que tiene una germinación escasa a temperatura constante, pero germina bien para una alternancia entre 10 a 32 °C (Morinaga 1926).

Dentro de una misma especie, las semillas maduras jóvenes, que se han recolectado en el mismo año, tienen unas exigencias de temperatura más estrictas, que las más viejas y en consecuencia germinan en una banda de temperaturas más estrecha, reaccionando mejor a las temperaturas alternativas.

Las exigencias de temperatura son características de las especies y están relacionadas con su área de origen. Así en Europa podemos encontrar cuatro zonas de desarrollo diferente para las gramíneas:

- **Europa meridional:** *Phalaris brachystachys* Link o *Avena sterilis* L.sbp *sterilis*, que tiene un óptimo de germinación cercano a los 30 °C
- **Mediterráneo septentrional:** *Avena sterilis* sbp *ludoviciana* o *Lolium rigidum* Gaudin que necesitan unos 25 °C para germinar
- **Atlántico:** *Avena fatua* L. o *Alopecurus myosuroides* Hudson., que requiere entre 15 y 20 °C.
- **Continental o euro-siberiano,** con especies como *Apera spica-ventis* (L.) Bauv., que con solo 10 °C de temperatura son capaces de germinar.

Se ha observado también que las bajas temperaturas funcionan como inhibidoras de la latencia de muchas semillas, de tal manera, que si no sufren un periodo de helada, no germinan.

Humedad: Todas las especies vegetales necesitan agua para germinar. Las fuerzas de succión de las semillas suele ser muy potente en la mayoría de los casos, tanto más elevadas cuanto más secas se encuentren. Su ausencia inhibe la germinación y esto ocurre en las tierras cuya humedad se encuentra por debajo del punto de marchitez. Cada especie tiene unas exigencias y unos óptimos en lo que a humedad se refiere, así en el caso de *Alopecurus myosuroides* Hudson, su porcentaje de germinación aumenta cuando la humedad del suelo pasa del punto de marchitez a la de capacidad de campo, especialmente en las tierras arenosas; pero la germinación es posible por debajo de ese punto de marchitez o por encima de la capacidad de campo, cuando las tierras son arcillosas (Barralis, 1975). Especies como *Chenopodium album* L. o *Sal-sola Kali* L. son capaces de germinar con poca cantidad de agua y especies como *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv, pueden germinar en tierras saturadas de agua.

Por otro lado, la alternancia entre épocas secas con húmedas puede inhibir la dormición de ciertas especies como *Dactylis glomerata* L. o *Avena fatua* L.

Además, el agua juega un papel fundamental a la hora de la diseminación de numerosas especies, por lo que la resistencia a la inmersión se convierte en otro factor importante para la propagación de las especies. Siendo más resistentes a la inmersión cuanto más jóvenes son y la temperatura del agua es más baja. De forma general, las gramíneas pierden su poder germinativo antes que las dicotiledóneas.

Iluminación: El comportamiento de las semillas de las adventicias frente a la luz blanca permite clasificarlas en tres grupos:

- Especies que se ven favorecidas por la luz blanca.
- Especies cuya germinación se realiza en la oscuridad.
- Especies que son indiferentes para la luz.

Oxigenación: La mayoría de las semillas de adventicias necesitan oxígeno para germinar, pero requieren concentraciones muy diferentes a las atmosféricas. Se ob-



Las semillas de *Echinochloa crus-galli* poseen una estructura que las permite flotar en el agua, facilitando su dispersión

La diversidad y multiplicidad de factores que intervienen en la germinación de las semillas, permiten la adaptación para asegurar la perpetuación de las especies

serva en la **tabla 2** que las necesidades varían en función de las especies:

La permeabilidad de las envueltas seminales al oxígeno varía en función de su hidratación, siendo más permeables en estado seco que en estado hidratado, debido a que los espacios intercelulares que permiten el paso de los gases están ocupados por el agua de imbibición, oxigenándose solo el embrión con el oxígeno disuelto, y como se trata de un elemento poco soluble, esta operación es muy lenta y las semillas que necesitan mucha oxigenación, germinan mal.

Contenido en nutrientes: La nitrificación juega un papel importante en la inhibición de las dormiciones de ciertas semillas, debido a que los nitratos y los nitritos tienen una acción positiva sobre la germinación, como es el caso de *Capsella bursa-pastoris* L. y *Digitaria sanguinalis* (L.) Scopoli.

3.- Influencia de la posición de las semillas en el suelo o grado de enterrado, sobre la viabilidad:

Cuando un factor medioambiental limitante, actúa sobre las semillas fisiológicamente aptas para germinar, impidiendo su germinación, se ha impuesto su latencia o dormición (Chamorro, L. y Sans, F. X., 1999). Por lo tanto, el enterrado de las semillas en el suelo inhibe la germinación, actuando como factores limitantes:

La oscuridad: La luz es un factor importante en la germinación de las semillas, siendo los principales factores que provocan la falta de luz:

La profundidad de las semillas: Debido a que algunas especies tienen un máximo de germinación a una profundidad

Tabla 2. Necesidades de O₂ para que se produzca la germinación de diferentes especies de adventicias

Superior al 8 %	Entre el 1 y el 4 %	Ausencia de oxígeno
<i>Galium aparine</i> L.	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson.	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	<i>Apera spica-venti</i> (L.) Bauv.	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	<i>Matricaria maritima</i> L.	

determinada y la sensibilidad de las semillas está bajo la dependencia del fitocromo cuya forma inducida por el rojo claro es la forma fisiológicamente activa.

La cubierta vegetal: Que puede producir falta de luz, así por ejemplo, *Arenaria serpyllifolia* L. o *Veronica arvensis* L. pueden germinar en superficie el 95 % , y enterradas solo germinan el 65% o 89% respectivamente, pero bajo una capa de hojas de Tilia, sólo el uno por ciento.

Esto es un fenómeno de adaptación de las especies al medio ambiente, ya que bajo una vegetación densa, la germinación no tiene lugar y si este mecanismo no funciona, las posibilidades de que las semillas dieran lugar a una plántula, serían escasas.

La aireación: El contenido de aire en el suelo también es decisivo en el proceso de la germinación y varía en proporciones muy amplias, dependiendo de: la textura, estructura, humedad, profundidad

de las labores, estación del año, microflora, microfauna y de la flora adventicia.

El análisis de gases del suelo han revelado que no solo es la concentración de gas carbónico el que induce dormiciones de las semillas, ya que existe en la realidad una serie de interacciones entre: la luz, inhibidores gaseosos, temperatura, nitratos, etc. Como consecuencia, la profundidad óptima de germinación de algunas de las especies queda reflejada en la **tabla 3** y se indica: como superficial, la profundidad mínima para una buena germinación de la especie; y como profunda, la situación máxima de enterramiento de las semillas para una buena germinación.

Bibliografía

Barralis, G. 1970, La biologie du vulpin des champs (*Alopecurus agrestis* L.). I. Dormance primaire et faculté germinative: Rev. Gen. Bot. 77 429-433.

Barralis, G. (1975). Methode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: application a la Cote-D'Or. Veme Colleague Intern sur le colegie et la Biologie des Mousaives Herbes. Dijon, p 59-68.

Chamorro, L. y Sans, F.X. (1999). Factores que afectan a la dinámica del banco de semillas de *Erucastrum nasturtiifolium* en cultivos de secano. Actas del Congreso de la SEMh 1999, p 133-137.

Díaz, M. (1994). Granivory in cereal crop landscapes of control Spain enviromental correlates of the foraging impact of rodents, birds and ants. Acta Oecológica, 15 (6), p 739-751.

Koch, W. (1979). Establishmet of integrated control systems. EPPO Bulletin, 9: p 107-118.

Sexmith, J. J. (1967). Varietal differences in seed domancy of wild oats. Weeds 15, p 252 - 255.

Wolf, A. & Debussche, M. (1999). Ants as seed dispersers in a Mediterranean old-field succession. Oikos, 84, p 443-452.

Tabla 3. Rango de profundidades óptimas de germinación de las semillas de adventicias

Especie de Mala hierba	Posición de germinación en cm	
	superficial	profunda
<i>Matricaria maritima</i>	1	2
<i>Papaver rhoeas</i>	2	3
<i>Stellaria media</i>	3	4
<i>Polygonum aviculare</i>	3	5
<i>Viola arvensis</i>	3	5
<i>Urtica urens</i>	3	6
<i>Chrysanthemum segetum</i>	3	7
<i>Senecio vulgaris</i>	3	7
<i>Chenopodium album</i>	4	6
<i>Veronica persica</i>	4	6
<i>Atriplex patula</i>	4	7
<i>Sinapis arvensis</i>	4	7
<i>Polygonum persicaria</i>	5	7
<i>Raphanus raphanistrum</i>	5	7
<i>Aethusa cynapium</i>	5	8
<i>Polygonum lapathifolium</i>	5	8
<i>Fumaria officinalis</i>	5	9
<i>Bilderdikya convolvulus</i>	7	12
<i>Veronica hederifolia</i>	9	13