

COMPORTAMIENTO DE LA GERMINACIÓN EN EL GÉNERO *ECHINOCHLOA*.

M. RAMÍREZ SANTA-PAU y J.P. DEL MONTE DIAZ DE GUEREÑU
Dpto. de Producción vegetal: Botánica y Protección vegetal; E.T.S. Ingenieros Agrónomos;
Ciudad Universitaria sn. 28040-Madrid.

Resumen: Se han estudiado los comportamientos germinativos de las cariósides de dos poblaciones del género *Echinochloa*, correspondientes a las especies *E. hispidula* (Retz.) Nees ex Royle y *E. crus-galli* (L.) Beauv., utilizando temperaturas constantes a 15, 20, 25 y 30 °C y alternas de 15/25 °C, tanto en condiciones aerobias como anaerobias. Se observó que una de las poblaciones presentaba semillas durmientes, a las que se sometió con posterioridad a tratamientos de remoción de cubiertas, punciones y cortes en la cariósida, a fin de estudiar la ruptura de la dormición. La punción en la zona distal de la cariósida resultó ser el tratamiento más efectivo, con independencia de las condiciones de aerobiosis.

INTRODUCCION

El género *Echinochloa* resulta ser uno de los principales géneros de malas hierbas (con 5 especies presentes en España) en los cultivos de fenología estival y en especial en el cultivo del arroz, en el que ha generado una problemática importante. Esta mala hierba era controlada de manera eficaz mediante dos aplicaciones de herbicidas. Actualmente, con el uso de productos modernos y la reducción del número de tratamientos a uno solo, se ha observado una disminución de la eficacia en el control de esta mala hierba (A. TIEBAS, comunicación personal). Ya sea como consecuencia de que las poblaciones sean multiespecíficas o porque exista variaciones infraespecíficas dentro de la población, se genera un comportamiento diferencial frente a dichos herbicidas que dan como resultado un control no satisfactorio de esta especie.

En el caso de poblaciones multiespecíficas el comportamiento de las mismas en cuanto a la germinación es muy diferente y puede condicionar su control mediante tratamientos herbicidas, al margen de que cada especie pueda tener además un comportamiento específico frente a las diferentes materias activas empleadas. Esta situación se produce en los arrozales de la provincia de Navarra, en los que, en la zona donde se han tomado las muestras (Arguedas), la población está constituida por las especies *E. crus-galli* (L.) Beauv., con más de 60 panículas por m² y *E. hispidula* (Retz.) Nees ex Royle con más de 100 panículas por m².

En el presente estudio se estudia el comportamiento de la germinación que siguen las dos especies antes citadas; así como varios tratamientos físicos para romper los mecanismos de dormición..

MATERIALES Y METODOS

Los frutos utilizados en las experiencias proceden de Arguedas (Navarra) y pertenecen a una población de *E. crus-galli* y a una población de *E. hispidula* recolectadas en 1993 y 1994. Desde su recolección hasta el momento de los ensayos se mantuvieron a temperatura ambiente.

De cada una de las especies se ha determinado sus porcentajes de germinación en placa Petri con 35 frutos/caja y con 3 repeticiones y 12 h de alternancia de luz, tomando los frutos tal y como se desprenden de la planta, esto es, con cubiertas. Los regímenes térmicos a los que se sometieron han sido los siguientes: temperaturas constantes. 30^o, 25^o, 20^o y 15 °C; temperaturas alternas 25^o/15 °C durante 12 horas. Además dentro de cada nivel térmico se plantearon dos regímenes hídricos a) siguiendo la normas de germinación de ISTA, y b) manteniendo constantemente los frutos sumergidos en una lamina de agua de 1 cm para generar unas condiciones anaerobias. Estas experiencias duraron, como mínimo, 20 días.

La especie *E. crus-galli*, que manifestó unos porcentajes de germinación prácticamente nulos fue sometida a los siguientes tratamientos del fruto previos a su puesta en germinación: remoción de cubiertas de la espiguilla y liberación del cariósido; rasgado superficial del pericarpio del cariósido según el eje del embrión, con remoción de cubiertas; punción lateral del cariósido en la zona radicular del escutelo. Se han descartado otros tratamientos de la semilla recogidos en la bibliografía como: uso de ácido giberélico (SUNG *et al.*, 1987a), etileno (SUNG *et al.*, 1987b), imbibición en diferentes alcoholes (DI NOLA *et al.*, 1991), uso de agar (LEATHER *et al.*, 1992), uso de Tween 20 y Tween 80 (HURTT y HODGSON, 1987); uso de ácido sulfúrico para dañar las cubiertas del cariósido (CHO *et al.*, 1987; SUNG *et al.*, 1987a) y diversos tipos de lesiones aplicadas en la cubierta o embrión; por considerar que dichos procesos no se producen de manera espontánea en la naturaleza, mientras que los elegidos, al ser de tipo físico, "podrían" darse por efecto de la maquinaria de recolección del cultivo.

En concreto las variaciones ensayadas, con el fin de evaluar los porcentajes de germinación, fueron las siguientes;

a) Determinar la germinación a una temperatura constante de 30 °C; con 12 h de luz, de los frutos con y sin cubiertas, y con y sin lámina de agua. A los 18 días de iniciado el experimento, a los frutos desnudos que no habían iniciado la germinación se les rasgó el pericarpio; y los que conservaban las cubiertas y que tampoco habían germinado fueron pinchados. El ensayo global duró 44 días.

b) Determinar la germinación a 30 °C se temperatura constante, 12 h de luz, con y sin lámina de agua, de frutos con cubiertas y pinchados cerca de la radícula; de frutos sin cubiertas e íntegros, y de frutos sin cubiertas y rasgados según el eje del embrión. A los 27 días de iniciar el experimento se hizo una punción, a todos los frutos sin cubiertas que no habían germinado, en el punto de emergencia de la radícula. Se dio por finalizada la experiencia a los 31 días.

c) Determinar la germinación a una temperatura constante de 15 °C; con 12 h de luz; con y sin lámina de agua, de los frutos con cubiertas punzadas. Se concluyó la experiencia a los 44 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en los ensayos de germinación con la especie *E. hispidula* se muestran en las figuras 1 y 2. Según se observa en dichas gráficas, esta especie presentó una germinación casi simultánea a temperaturas entre los 20 y 30 °C, alcanzando cerca del 95% de germinación en unos intervalos de tiempo que variaron entre los 2 días a 30 °C y los 5 días a 20 °C, sin que se apreciaran diferencias significativas entre los tratamientos con y sin presencia de oxígeno. A 15 °C, en los ensayos realizados según las normas ISTA, alcanzó únicamente un porcentaje de germinación del 6% en 14 días, contrastando con los ensayos realizados en condiciones de anaerobiosis con lámina de agua, del 84% en el mismo periodo de tiempo. La germinación con alternancia de temperaturas 25/15 °C, fue similar a la alcanzada con la temperatura de 25 °C y con independencia de las condiciones de aerobiosis.

Los resultados obtenidos en los ensayos de germinación con la especie *E. crus-galli* (similares a los realizados con la especie *E. hispidula*) presentan porcentajes de germinación muy bajos, inferiores al 7% obtenido a 30 °C en 15 días, sin diferencias en cuanto a las

condiciones de aerobiosis del medio. Esa circunstancia nos induce a pensar que esta temperatura es la más favorable para la germinación.

Como consecuencia de estos resultados, y teniendo en cuenta la dormición de semillas que le atribuyen en la bibliografía a la especie *Echinochloa crus-galli* (CARRETERO, 1981; CHO *et al.*, 1987; DI NOLA *et al.*, 1991; LEATHER *et al.*, 1992; OGG y DAWSON, 1984; SUNG *et al.*, 1987a y 1987b) se realizaron diversos ensayos en los que se procedió a la remoción de cubiertas y dañado de las cariósides en diversos lugares.

Los resultados del ensayo realizado de acuerdo con el denominado tratamiento a en materiales y métodos, se presentan en las figuras 3 y 4. En dichas gráficas se observa que en el ensayo con cariósides vestidas la germinación fue nula después de 18 días de ensayo; en este momento se realizó una punción en la espiguilla en un punto correspondiente a la zona radicular del escutelo, de forma lateral, obteniéndose unos valores de hasta el 13% y el 16% al segundo día de haber producido la lesión, según estén con lámina de agua o sin ella, habiéndose obtenido unos porcentajes de germinación final entre el 25 y el 30% al cabo de 44 días. En el caso de remoción de cubiertas, los porcentajes de germinación alcanzaron entre el 26 y el 30% el día 18 de ensayo (con y sin agua), y se incrementan hasta el 44 y el 41% al día siguiente de realizar un corte superficial en las cariósides, y a los 44 días estos porcentajes fueron del 74 y 65% respectivamente.

Con objeto de evaluar mejor la influencia de los daños en la germinación, se realizó una nueva serie de ensayos (tratamiento b) cuyos resultados se presentan en las figuras 5 y 6. Se puede observar en dichas gráficas que las espiguillas punzadas al inicio del ensayo germinaron en unos porcentajes entre el 36% y 42% a los 12 días de ensayo y sin que existan diferencias significativas en función de las condiciones de aerobiosis. En los ensayos realizados con remoción de cubiertas, los resultados son más favorables, con un 25 y un 41% de germinación en 27 días en función de las condiciones de aerobiosis. En este momento (día 27), se realizó una punción en las cariósides que no habían germinado y tres días después se habían obtenido unos % entre el 72 y 89% de la muestra total inicial. Cuando se rasga superficialmente el pericarpio de las cariósides, los porcentajes de germinación al cabo de los 27 días de ensayo son del 70 y 93%. Las cariósides no germinadas en este momento fueron punzadas en la zona radicular del escutelo, de forma lateral, y en estas condiciones se alcanzaron hasta el 96% y el 100%, sin y con lámina de agua respectivamente.

A la vista de los resultados obtenidos, se produce un aumento de germinación siempre que se remueven las cubiertas, circunstancia en la que coinciden todos los estudios de la bibliografía consultada; de hecho SUNG *et al.*, 1987a, dicen que la mejora de germinación puede deberse a la eliminación de barreras al intercambio de gases, flujo de inhibidores al exterior y mejora de la absorción de agua.

Igualmente se observa una acción estimuladora debida a los daños infringidos, coincidiendo con los ensayos de SUNG *et al.* (1987b). Los datos obtenidos en nuestro estudio indican que la lesión más efectiva en la ruptura de la dormición fue la punción cerca de la radícula (si bien los resultados que se han obtenido en nuestros ensayos mejoran los obtenidos en la bibliografía, ya que en cariósides vestidas y punzadas se obtuvieron a los 14 días unos porcentajes de germinación entre el 36 y el 42% frente al 18% en cariósides desnudas en el mismo periodo de tiempo obtenido por SUNG *et al.*, 1987b), ya que estimula su emergencia y posterior emergencia del coleoptilo; en cuanto al desarrollo posterior, no parece influir la posible lesión realizada en el escutelo con la punción. En los ensayos realizados rasgando levemente el pericarpio de las cariósides, se observó que si el corte era "profundo" el coleoptilo en su emergencia presentaba forma de gancho, si bien con el tiempo, permitía el desarrollo normal de las hojas siguientes. En bastantes casos, la emergencia del coleoptilo no indicaba la emergencia de la radícula y germinación efectiva; esto se puede achacar al aumento de tamaño del coleoptilo por absorción de agua. En cualquier caso se pudo apreciar un mayor vigor en las plántulas germinadas en condiciones aerobias, las cuales se desarrollaban más rápidamente.

Una vez que se determinó la gran eficacia de la punción en promover la germinación de *E. crus-galli* se realizó el ensayo c, a temperatura constante de 15 °C, con el objeto de determinar si se presentaba un comportamiento similar al de *E. hispidula* en estas mismas condiciones. Los resultados obtenidos se presentan en la figura 7. Los resultados obtenidos indican que su comportamiento es completamente diferente al de *E. hispidula*, puesto que en este caso los valores finales fueron del 23% en condiciones aerobias frente al 1% en condiciones anaerobias al cabo de 14 días, si bien al final del ensayo que fue al cabo de 40 días los porcentajes finales fueron del 50 y 11% respectivamente. Lo cual parece no estar de acuerdo con la existencia de un posible efecto de lavado de sustancias inhibitoras como supone SUNG *et al.*,(1987a).

CONCLUSIONES

En *E. hispidula* la germinación es casi simultánea a temperaturas entre 20 y 30 °C, sin verse afectada por las condiciones aerobias o anaerobias del ensayo. A 15 °C se observa una mejora significativa de la germinación, que llegó a alcanzar hasta un 84% en condiciones anaerobias frente a un 6% en aerobias.

En *E. crus-galli*, las carióspsides con cubiertas no germinaron prácticamente, con independencia de la temperatura y las condiciones aerobias. Sometidas a diversos tratamientos físicos, se observó que la remoción de cubiertas mejora significativamente la germinación, con independencia de las condiciones de aerobiosis.

Si la carióspside es lesionado, es más efectivo si se realiza una punción en la zona radicular lateral del escutelo que si el daño es un ligero rasgado longitudinal del pericarpio según el eje del embrión, con un 30% más de germinación. Si no se realiza la remoción de cubiertas, la punción es eficaz en un 30 % también.

A bajas temperaturas los daños por punción son eficaces también, existiendo una influencia muy marcada de las condiciones de aerobiosis, con un 50% de carióspsides germinadas en condiciones aerobias frente a un 11% en condiciones anaerobias, resultado que contrasta con los obtenidos para *E. hispidula*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado gracias a una beca concedida por la Sociedad Española de Malherbología (SEMh).

BIBLIOGRAFIA

- CARRETERO, J.L. (1981). El género *Echinochloa* Beauv. en el suroeste de Europa. Anales Jardín Botánico de Madrid. 38: 91-108.
- CHO, K.Y.; KIM, J.S. y KIM, Y.S. (1987). Germination induction of some weed seeds stored under dry and low temperature conditions. Korean Journal of Weed Science. 7:19-28
- DI NOLA, L; TAYLORSON, R. B. y BERLIN, E. (1991). Thermotropic properties of cellular membranes in dormant and non-dormant *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. seeds. Journal of Experimental Botany. 42:113-121.
- HURTT, W. y HODGSON, R.H. (1987). Effects of nonionic surfactants, temperature and light on germination weed seeds. Weed Sci. 35:52-57.
- LEATHER, G.R.; SUNG, S.J. y HALE, M.G. (1992). The wounding response of dormant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) seeds. Weed Sci. 40:200-203.
- OGG, A.G. y DAWSON, J.H. (1984). Time of emergence of eight weed species. Weed Sci.32:327-335.
- SUNG, S.J.; LEATHER, G.R. y HALE, M.G. (1987a). Development and germination of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) seeds. Weed Sci. 35:211-215.
- SUNG, S.J.; LEATHER, G.R. y HALE, M.G. (1987b). Induction of germination in dormant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) seeds by wounding. Weed Sci. 35:753-757.

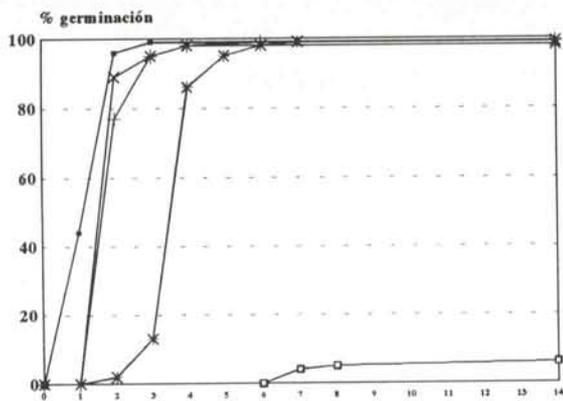


Fig.1. Germinación E.hispidula.
Condiciones aerobias.

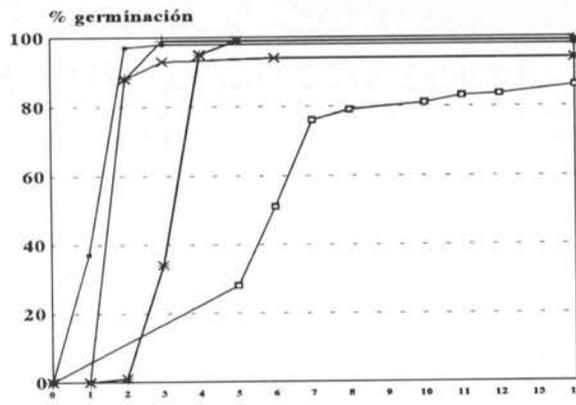


Fig.2. Germinación E.hispidula.
Condiciones anaerobias.

- t: 30 °C
 + t: 25 °C
 * t: 20 °C
 - t: 15 °C
 x t: 25/15 °C

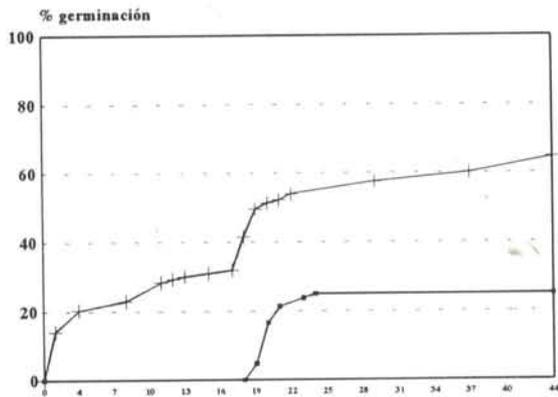


Fig.3. Germinación E.crus-galli.
Punción y rasgado el día 18.
Condiciones aerobias. 30 °C.

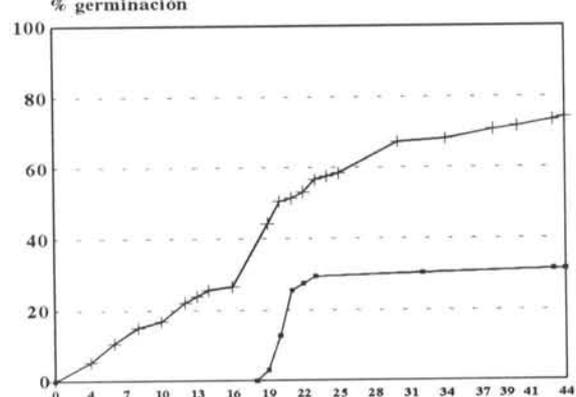


Fig.4. Germinación E.crus-galli.
Punción y rasgado el día 18.
Condiciones anaerobias. 30 °C.

- cubiertas
 + sin cub.

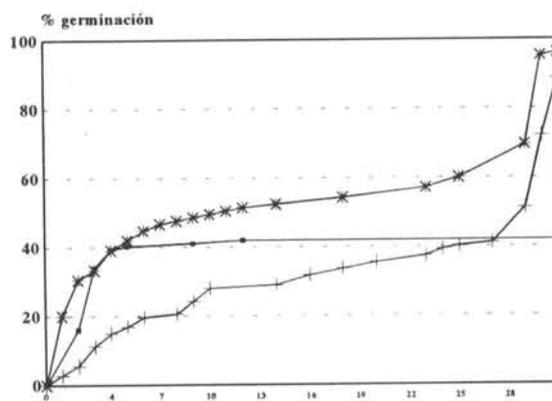


Fig.5. Germinación E.crus-galli.
2ª punción el día 27.
Condiciones aerobias. 30 °C.

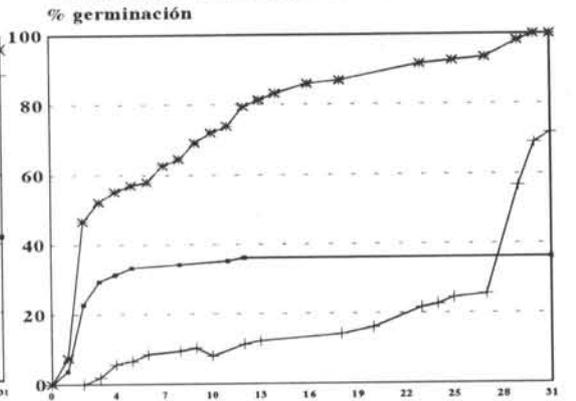


Fig.6. Germinación E.crus-galli.
2ª punción el día 27.
Condiciones anaerobias. 30 °C.

- Cub. pinch
 + Sin cub. int.
 * Sin cub. Cort.

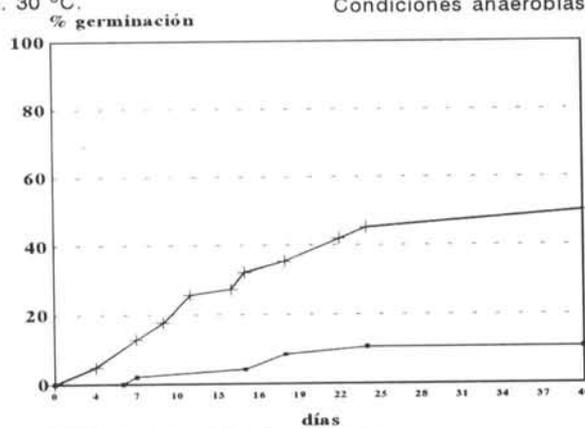


Fig.7. Germinación E.crus-galli.
Espiguillas punzadas. 15 °C.

- Con agua
 + Sin agua

GERMINATION BEHAVIOUR IN THE *ECHINOCHLOA* GENUS

Summary: There have been studied the germinative behaviour of the seeds from two populations of two species in the *Echinochloa* genus, *E. hispidula*(Retz.) Nees ex Royle and *E. crus-galli* (L.) Beauv., under constant temperature at 15, 20, 25 & 30 °C and alternative temperature at 15/25 °C. These essays were made both in aerobic and anaerobic conditions. It was observed that *E. crus-galli* had dormant seeds; those seeds were treated dehulling and wounding by puncture or by a superficial cut of the pericarp, in the way to study the overcome of the dormancy. The puncture in the scutellum area near the embryo radicle was the most effective treatment, without any influence of aerobic or anaerobic conditions.