

**PERSISTENCIA DE LA DORMICIÓN Y RESPUESTA A TRATAMIENTOS
ESPECÍFICOS PARA SUPERARLA EN SEMILLAS DE CAPÍN (*Echinochloa colona* L.**

Link)

Trabajo Final
del alumno/a:

BARRIO, Carlos Matías

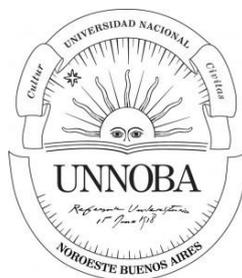
Legajo: 1511/2

Este trabajo ha sido presentado como requisito
para la obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Carrera: INGENIERÍA AGRONÓMICA

Director: BAZZIGALUPI, Omar
Codirector: PICAPIETRA, Gabriel



ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS, NATURALES Y AMBIENTALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

**PERSISTENCIA DE LA DORMICIÓN Y RESPUESTA A TRATAMIENTOS
ESPECÍFICOS PARA SUPERARLA EN SEMILLAS DE CAPÍN (Echinochloa colona L.
Link))**

Trabajo Final
del alumno/a

BARRIO, Carlos Matías

Legajo: 1511/2

Director: BAZZIGALUPI, Omar

Codirector: PICAPIETRA, Gabriel

.....
(Jurado evaluador)

.....
(Jurado evaluador)

.....
(Jurado evaluador)

Carrera: Ingeniería Agronómica

ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS, NATURALES Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Pergamino, 16 de Mayo de 2017.

Las necesidades apremiantes de aumentar la producción de alimentos, granos y fibras a nivel local, regional y mundial en un marco de creciente sustentabilidad exige la comprensión de las dinámicas de las poblaciones de malezas al nivel de especie y de comunidad con el fin de construir conocimiento que permita conocer la tendencia (creciente o decreciente de una población). Recién cuando esto se logre, el manejo integrado de malezas será una realidad (Leguizamón, 2007).

AGRADECIMIENTOS

Llegando a este momento cúlmine de mis estudios, es necesario detenerme y mirar hacia atrás, el camino transitado. Recordar los pormenores que acontecieron hasta llegar a este día. Tan variados, positivos como negativos, deben ser rememorados en todo su sabor, reírme de los tristes que me detuvieron y saborear los alegres aun mas. Es menester comenzar agradeciendo a quienes me acompañaron durante el proceso de investigación con su experiencia y sabiduría:

Al Sr. Ing. Agr. Omar Bazzigalupi, Director de esta tesis, Profesor por vocación y ex director del laboratorio de Tecnología de Semillas de INTA Pergamino; a través de él, a su equipo de trabajo, Sr/a Claudio Aquilano y A. "Lizzy" Font. Al Sr. Ing. Agr. Gabriel Picapietra, miembro de grupo de Malezas de INTA Pergamino; "A vos amigo", nunca mejor dichas.

A la Sra. Catalina Améndola, quien colaboró invaluablemente con su opinión y experiencia en las correcciones del presente trabajo.

A la Sra. Lic. en Estadística María José Beribe, quien con predisposición y experiencia me recibió y orientó cuando fue tiempo de responder a las correcciones del tribunal. Estaré siempre infinitamente agradecido.

A los demás profesionales, que desde su lugar de profesores de distintas cátedras, colaboradores y compañeros de trabajo, me han formado y continuaran haciéndolo después de hoy.

Comparto este logro con mis amigos, los de toda la vida, que se mantuvieron a mi lado, aun en momentos tristes, en infinidad de situaciones felices, anecdóticas y otras no menos importantes que aún conservo.

A mi familia de quienes conté con apoyo incondicional desde que tengo memoria, le dedico este trabajo y todo lo que él representa. Ellos me otorgaron desde el primer momento las herramientas elementales de la vida: Amor, Constancia y Esfuerzo.

ÍNDICE

RESUMEN	08
INTRODUCCIÓN	10
Características morfológicas de la especie <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	10
La maleza <i>Echinochloa</i> en los cultivos	11
<i>Persistencia de la especie</i>	12
Características de la dormición	13
Tratamientos para superar la dormición en laboratorio	15
OBJETIVOS	20
HIPÓTESIS	20
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Experimento 1	22
Experimento 2	24
Experimento 3	28
RESULTADOS Y DISCUSION	31
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	19
Figura 2	24
Figura 3	32

Figura 4

36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1

33

Tabla 2

34

PERSISTENCIA DE LA DORMICIÓN Y RESPUESTA A TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA SUPERARLA EN SEMILLAS DE CAPÍN (*Echinochloa colona* L.

Link)

RESUMEN

El género *Echinochloa* Beauv. consta de unas 50 especies, siendo uno de los más cosmopolitas, tanto en Asia y Australia, como también a lo largo de América. Se lo asocia a 5 principales cultivos mundiales: arroz, caña de azúcar, algodón, maíz y sorgo. La especie anual *E. colona* es una de las malezas más importantes. En Argentina es conocida vulgarmente como capín, arroz silvestre, grama pintada o pasto colorado, la cual año tras año registra un incremento del área colonizada por biotipos resistentes a herbicidas. Además cuenta con una característica de adaptabilidad, la dormancia en semilla, por lo tanto, resulta de interés profundizar y generar conocimientos sobre los mecanismos de ruptura de la dormición de semillas de *E. colona*. En la Estación Experimental Agropecuaria – INTA Pergamino fueron recolectadas 2 muestras en el mismo momento, procedentes de dos lotes contiguos con diferente historial de manejo: uno de ellos provenía de monocultura de soja y el otro con un historial de 20 años bajo la rotación tg/sj-mz-sj. Ambas muestras fueron analizadas en el laboratorio de Tecnología de Semillas de la misma EEA, con el fin de evaluar la persistencia de la dormición en poscosecha a lo largo de 33 semanas de almacenamiento en condiciones controladas, y la respuesta germinativa a tratamientos aplicados para superar este estado. Luego de 21 días posteriores a la siembra de las semillas, se registró el número de plántulas germinadas con radícula superior a 2 mm y se analizó la dinámica de germinación a través del tiempo mediante un modelo matemático exponencial. En las muestras evaluadas para este trabajo, la dormición fisiológica de las semillas persiste más allá de las 33 semanas. Luego de este periodo de almacenamiento, las semillas responden parcialmente a los tratamientos específicos nitrato de potasio, escarificado e inmersión. La

persistencia de la dormición no es igual en ambas muestras de la especie sino que, aquella que provino del sistema de rotación fue quien demostró mayor respuesta a los tratamientos para superar la dormición, excepto en el tratamiento hormonal donde se vio mayor respuesta en las semillas originadas en el lote de monocultura de soja.

**PERSISTENCIA DE LA DORMICIÓN Y RESPUESTA A TRATAMIENTOS
ESPECÍFICOS PARA SUPERARLA EN SEMILLAS DE CAPÍN (*Echinochloa colona* L.
Link)**

INTRODUCCIÓN

El género *Echinochloa* Beauv. consta de unas 50 especies, incluyendo subespecies y variedades. Las plantas de este género varían mucho y su taxonomía es confusa, pero las especies anuales *E. crus-galli* y *E. colona* son las malezas más importantes (Valverde et al., 2000). Son capaces de germinar durante el ciclo de cualquier cultivo, y pueden crecer en campos cultivados, praderas, márgenes de canales, acequias y charcos. Prefieren las áreas expuestas y rara vez se encuentran en sitios sombreados. En Argentina es conocida vulgarmente como capín, arroz silvestre, grama pintada o pasto colorado (Papa et al., 2010).

Características morfológicas de la especie *Echinochloa colona* (L.) Link.

E. colona es una poácea (gramínea) originaria de India y ampliamente distribuida en las regiones de clima tropical y subtropical del mundo (Papa et al., 2010). Es una planta herbácea que vegeta a partir de la primavera y florece desde el verano hasta el otoño, donde culmina con la fructificación. Se desarrolla en forma de mata, con tallos erguidos desde los 10 hasta los 90 cm de altura (Picapietra y Ponsa, 2015). Posee hojas lineales, planas, glabras, de 20 cm de largo, a veces con franjas transversales rojizas, desprovistas de lígula. Las flores se presentan en panojas erectas, lineal-oblongas a piramidales, con 5 a 15 ramas laterales. Espiguillas aovadas, múticas o mucronadas, rojizas o verdosas. El fruto es un cariopse de 1 a 2 mm de longitud (Parodi, 1964). Se le atribuye al género una

alta producción de propágulos, que puede oscilar entre 3000 y 6000 semillas por planta (Leguizamón y Lovato Echeverría, 2014).

La maleza *Echinochloa* en los cultivos

Este género es uno de los más cosmopolitas citado por diversos autores, tanto en Asia y Australia, como también a lo largo de América. Se lo asocia a 5 principales cultivos mundiales: arroz, caña de azúcar, algodón, maíz y sorgo (Valverde *et al.*, 2000). Las especies de *Echinochloa* tienen una notoria capacidad de adaptación a las diferentes condiciones de crecimiento. Estas adaptaciones le permiten optimizar la sobrevivencia dentro del período más favorable, induciendo la formación de individuos que se asemejen al cultivo de arroz (Valverde *et al.*, 2000). Esta facultad de imitar al cultivo, conocida como mimetismo, dificulta la identificación de la maleza, así como el control sin causar daño al cultivo.

Se comprobó que *E. colona* puede llegar a reducir el rendimiento del arroz sembrado directamente en más del 75% cuando está presente a una densidad de 280 plantas/m² (Mercado y Talatala, 1977). Experiencias en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Picapietra y Ponsa, 2015) demostraron que en presencia de una cobertura aproximada del 75% de *E. colona*, se puede reducir hasta un 50% el rendimiento final del cultivo de soja.

E. crus-galli (P.) Beauv., también en arroz, reduce el rendimiento en más de un 50% a una densidad de sólo 9 plantas/m² (Maun y Barrett, 1986). Del mismo modo, *E. glabrescens* L. ha demostrado ser una especie de maleza altamente competitiva en el ecosistema de arroz (Chauhan, 2013).

Persistencia de la especie

El banco de semillas de malezas constituye la principal fuente de propagación y renovación de poblaciones en el tiempo (Requesens *et al.*, 2004). El conocimiento del comportamiento de los propágulos y su desarrollo ecológico es fundamental para la implementación de estrategias integradas de manejo de malezas (Ortiz-Domínguez y González, 2001).

Las semillas de *Echinochloa* spp. se dispersan a través de la maquinaria agrícola, los roedores, aves y animales mayores, como así también mediante los canales de irrigación en el campo. Presenta un período de dormición relativamente corto, con diferente extensión según autores, de 2 meses como Valverde *et al.*, (2000), de 7 meses según Bazzigalupi y Picapietra (2015), hasta 10 meses, con un 75% de semillas dormidas según Valverde *et al.*, (2000). Después de 10 meses, el 70% de las semillas viables había desaparecido del suelo debido a germinación o mortalidad, mientras que las restantes permanecían en estado de dormición. En Malasia, después de dos años, casi no había semilla viable de *E. crus-galli* en el suelo (Valverde *et al.*, 2000). Por otra parte, se encontró persistencia del 1% de semillas de *E. colona* después de siete años en Turquía (Walker *et al.*, 2010).

Según Valverde *et al.*, (2000), trabajos realizados indicaron que no se logró la germinación de semillas a más de 2 cm de profundidad en suelos saturados, pero si la saturación se produce posteriormente, la plántula continúa con su desarrollo, al igual que en suelos anegados.

Los porcentajes de dormición de las semillas pueden diferir entre poblaciones, pero todas responden de manera favorable a una exposición superior a $10^{-4}.0 \text{ mol photon.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$, mientras que el KNO_3 0,2% tiene un efecto adicional para superar la dormición de las semillas (Ellis *et al.*, 1990; Valverde *et al.*, 2000). Junto a la alternancia de temperatura,

son tratamientos frecuentes como prácticas de laboratorio que buscan interrumpir la dormición.

Características de la dormición.

Mérola y Díaz (2012) definen a la dormición como una característica adaptativa que determina que las semillas germinen en un momento o lugar favorable a su sobrevivencia. Se trata de una característica heredable, cuya expresión es modificada por las condiciones ambientales que se dan durante el proceso de maduración de la semilla sobre la planta madre. A pesar de tener las condiciones ambientales adecuadas normales para su germinación, no lo hacen, debido a mecanismos físicos y fisiológicos internos de la semilla.

Existen diferentes tipos de dormición; la de tipo fisiológica (PD) es la forma más abundante, presente en las principales angiospermas. Se la puede dividir en dos niveles:

PD Profunda: Los embriones extirpados de estas semillas no germinan. Tratamientos con giberelinas (GAs) no modifican este estado, y requieren varios meses de estratificación.

PD no profunda, semillas cuyos embriones extirpados producen plántulas normales y tratamientos con giberelinas pueden superar este estado. A su vez existen cinco niveles que relacionan la respuesta de la germinación con el efecto de la temperatura (Huarte y Benech-Arnold, 2013).

La posesión de los mecanismos de dormición confiere a las semillas de malezas dos oportunidades ecológicas importantes: la primera es la habilidad de resistir períodos de condiciones adversas, y la segunda es la sincronización de estadios resistentes y no resistentes con apropiadas condiciones ambientales para maximizar la probabilidad de establecimiento de las plántulas (Moran Alvarado y Jarrín Ruiz, 2015).

Factores para superar la dormición.

a. Luz.

En las especies fotoblásticas positivas, la luz juega un papel determinante en la ruptura de la dormancia. La germinación de semillas de gramíneas con dormición se acelera bajo el efecto de la luz. El descubrimiento de este fenómeno lo hizo el científico soviético Filimonov, al definir la dormancia como estado de la semilla en el cual no se saben los requerimientos o condiciones bajo los cuales germina (Mérola y Díaz, 2012). La luz roja determina la dormición en semillas de muchas especies (Finch- Savage y Leubner-Metzger, 2006). El sentido ecológico de este requerimiento radica en la posibilidad de detectar la profundidad de entierro de las semillas y la presencia de brechas en el canopeo (Benech-Arnold *et al.*, 2000). Este tipo de radiación es percibida por un pigmento llamado fitocromo, el cual es una cromoproteína que existe en dos formas interconvertibles: Pr, con un máximo de absorción en los 660 nm (rojo), y Pfr, con un máximo de absorción en los 730 nm (rojo lejano). Esta es la forma que termina la dormición cuando la cantidad de Pfr/Ptotal se encuentra por encima de un valor umbral característico de cada especie. La conversión entre ambas formas está regulada por la composición espectral de la luz (relación rojo/rojo lejano) (La Greca, 2010).

La exposición a la luz roja determina que el Pfr, forma activa del fitocromo, mediante su red de señalización, induzca la expresión de genes que codifican para la enzima GA 3 β -hidroxilasa que permite la conversión de giberelinas sin actividad biológica hacia formas bioactivas (La Greca, 2010).

b. Temperatura.

Es el factor principal del ambiente que regula los cambios en el status de dormición en hábitats templados (Benech-Arnold *et al.*, 2000). Los modelos de tiempo térmico pueden

ser muy útiles para cuantificar los cambios en la distribución de los parámetros de hidrotiempo de la población en relación con las condiciones de post-maduración (Chantre *et al.*, 2009). También, Leguizamón y Lovato Echeverría, (2014) observaron que para alcanzar entre un 25 a un 75% de la emergencia total de plántulas, *Echinochloa colona* requiere un tiempo térmico entre 220-460 grados día ($^{\circ}\text{GD}$), con una temperatura base (T_b) igual a 10°C .

El rol estimulante de las temperaturas alternadas está vinculado con un incremento en la biosíntesis de giberelinas (GAs) y una drástica reducción en la sensibilidad al ácido abscísico (ABA) (Huarte y Benech-Arnold, 2013).

Tratamientos para superar la dormición en laboratorio.

a. Pre-refrigeración.

Un tratamiento eficaz para superar la dormición fisiológica es el que se asemeja a las condiciones en que se encuentran las semillas que pasan el invierno en la naturaleza, es decir, un tratamiento de frío húmedo o estratificación en frío. Mediante este procedimiento no sólo se supera la dormición fisiológica, sino que se puede reducir también la sensibilidad de las semillas durmientes y no durmientes a sus necesidades óptimas de luz y temperatura. Esto deriva en un incremento de la tasa de germinación y de su uniformidad (Willan, 1991). El tratamiento es de duración variable según la especie de que se trate. Willan (1991) recomienda para las especies latifoliadas de la zona templada remojar las semillas en agua fría, a $3-5^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, durante 48 horas; luego escurrirlas y disponerlas en un sustrato humedecido para ser almacenadas a una temperatura templada. En muchas especies se recomienda una temperatura constante de $20-25^{\circ}\text{C}$, o la alternancia de 20 y 30°C (Willan, 1991; Huarte y Benech-Arnold, 2013).

El prerefrigerado es uno de los métodos recomendados por ISTA para superar la dormición de algunas especies de la familia de las poaceas (MérOLA y Díaz, 2012).

b. Nitrato de Potasio (KNO₃).

Es un promotor de la germinación recomendado ampliamente en las Reglas Internacionales de ISTA (2015) para superar la dormición en semillas de diversas especies. Asimismo, la bibliografía es abundante en cuanto a resultados favorables por el uso de este compuesto en semillas con dificultades para germinar (Cardinali *et al.*, 2015).

Se recomienda el uso de KNO₃ (0,2% v/v) para la ruptura de la dormición de las semillas de varios pastos. El tratamiento con KNO₃ de las especies tropicales *Chloris gayana*, *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum*, *Sorghum halepense*, *Stylosanthes humilis* incrementó la germinación en un 15%, mientras que *B. dictyoneura*, alcanzo un 47% de germinación (Mérola y Díaz, 2012).

c. Agua hirviendo.

Los tratamientos enérgicos, como la aplicación de ácido o agua hirviendo, que pueden ser eficaces para superar la dormición física, traspasarían la cubierta de las semillas que tienen dormición mecánica y matarían los embriones. Las instrucciones sobre el tratamiento de las semillas con agua caliente para eliminar el efecto de la cubierta deben observarse meticulosamente (Willan, 1991). Las semillas de algunas especies como *Glycine*, *Leucaena* y *Acacia* al pasar un tiempo breve en este ambiente, aumentan su germinación bruscamente. Este tratamiento podría contribuir en la eliminación de los inhibidores de la germinación presentes en la semilla abandonando el estado de dormición de forma anticipada. La desventaja principal de este método consiste en que las semillas tratadas con agua hirviendo, la absorben en cantidades suficientes y pueden ser inducidas a germinar.

Otros experimentos con semillas de Algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en agua a 100 °C y a 20 °C durante 24 horas dieron como resultado una germinación del 74,75% en el primer tratamiento y un 80,70% en el segundo (Prokopiuk y Chifa, 2000; Mérola y Díaz, 2012).

d. Escarificación mecánica.

Proceso de ruptura, rayado o alteración mecánica de las cubiertas de las semillas (sin tocar el embrión) para hacerlas permeables al agua o a los gases. El desgaste o la ruptura de la cubierta seminal se puede lograr con la agitación de las semillas con algún material abrasivo como la arena, o mediante raspado con un papel de lija o lima, cortando las cubiertas con un cuchillo o romperlas con un martillo; son métodos sencillos y útiles para lotes pequeños de semillas relativamente grandes.

El efecto positivo de la escarificación mecánica consiste en el incremento notable de la germinación. Por ejemplo, *Panicum coloratum* de 1-2 % hasta 50-70 % (Mérola y Díaz, 2012). Existen escarificadores que se usan en la industria de semillas, particularmente para algunas leguminosas como *Trifolium repens*.

e. Remoción de cubiertas florales.

La lemma y pálea han sido asociadas con la dormición en numerosas gramíneas, inhibiendo la germinación de sus semillas (Marinori, 2013). Es una técnica utilizada en gramíneas y se realiza manualmente retirando las coberturas del embrión facilitando así la absorción de agua y el intercambio gaseoso. La remoción de las cubiertas florales de Buffel cv. Viólela incrementó la germinación de las semillas frescas en 5 veces (Mérola y Díaz, 2012).

En el caso de *Setaria magna*, los cariopses escarificados manualmente con lijas (i.e., sin glumelas) deben ser seleccionados con lupa para asegurar la integridad de los embriones,

debido a que el método produce un gran porcentaje de daño en éstos (Marinori *et al.*, 2013).

f. Métodos hormonales.

Las hormonas vegetales tienen una función crítica en el desarrollo de las plantas, ya que según su presencia en el sitio y momento adecuado pueden estimular o inhibir procesos fisiológicos específicos para tener un cierto crecimiento, diferenciación, metabolismo, etc, que se refleja en la fenología (Mérola y Díaz, 2012).

Giberelinas: Las giberelinas pueden terminar con el período de reposo en semillas de muchas especies. En los primeros trabajos las semillas de algunas especies no fueron afectadas por la aplicación de giberelinas exógenas, ciertas investigaciones posteriores indicaron que frecuentemente la causa era que la sustancia no penetraba las cubiertas de las semillas (Mérola y Díaz, 2012).

El rol fisiológico de la luz y las temperaturas alternadas es el incremento en el potencial de crecimiento del embrión (EGP) y a un pronunciado debilitamiento de estructuras tales como el endosperma micropilar o la testa (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006). La activación de ambos procesos obedece a un incremento en el contenido endógeno de giberelinas y en una mayor sensibilidad a aquellas aplicadas exógenamente (La Greca, 2010). Las giberelinas provocan la estimulación de la síntesis de RNA en las capas de aleuronas (Mérola y Díaz, 2012).

La especie en nuestro país.

E colona es una especie que en Argentina se difunde en forma creciente y afecta la productividad de los cultivos estivales. Presenta semillas fotoblásticas positivas, con respuesta adicional al nitrato de potasio, que junto a la alternancia de temperatura, son

esenciales para promover la germinación de una parte de las semillas con dormición (Bazzigalupi y Picapietra, 2015).

Año tras año, en nuestro país, se registra un incremento del área colonizada por biotipos resistentes a herbicidas (REM, 2016).

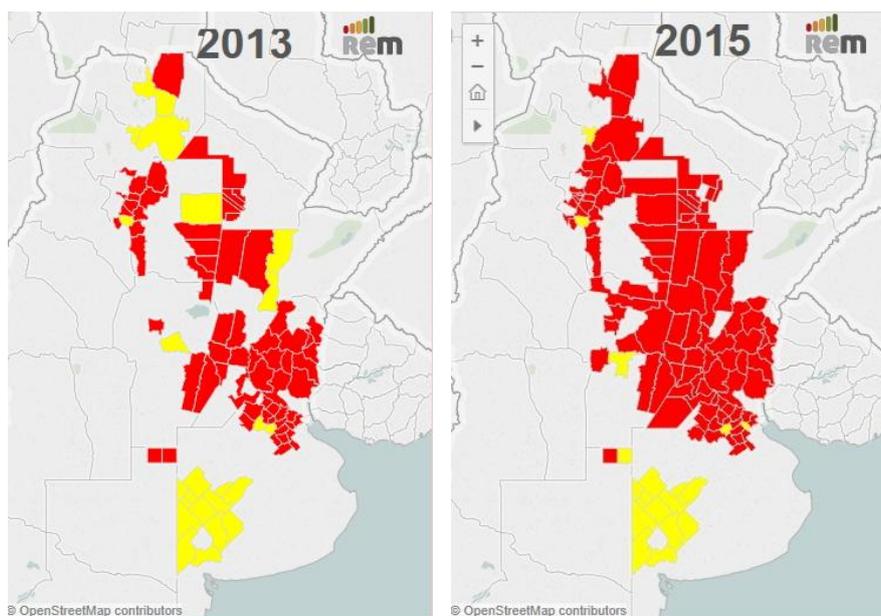


Figura 1: Evolución de la dispersión de *E. colona* resistente a herbicidas en la Argentina. Años 2013 y 2015. (REM, 2016).

En 1974, Baker señaló que la dormancia en semillas es de interés intrínseco debido a que es una de las características de adaptabilidad que éstas poseen. Por lo tanto, se puede decir, que la dormancia podría ser responsable de la sobrevivencia de *E. colona* en los campos cultivados (Vega-Jarquín *et al.*, 2010).

Es por ello que se considera de interés profundizar los estudios sobre la dormición de las semillas de *E.colona* y en qué forma las supera.

OBJETIVOS

General

- Generar conocimientos sobre mecanismos de ruptura de la dormición de semillas de *E. colona* para poder facilitar el estudio de la germinación de sus semillas con relación al ambiente.

Específicos

- Evaluar la persistencia de la dormición en semillas de *E. colona* post-cosecha durante 33 semanas de almacenamiento en condiciones controladas, comparar semillas de dos orígenes diferentes y valorar el efecto del lavado con agua caliente como método para superar la dormición.
- Evaluar la respuesta germinativa de semillas *E. colona* de un origen específico a tratamientos con nitrato de potasio, lavado con agua caliente, escarificado, inmersión y ácido giberélico aplicados para superar la dormición.

HIPÓTESIS

- La persistencia de la dormición de las semillas de *E. colona* varía en función del historial de manejo del lote de donde fue extraída la muestra y del tratamiento de lavado con agua caliente aplicado previamente.
- La ruptura de la dormición de *E. colona* se puede lograr mediante tratamientos específicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon semillas de *E. colona* de dos muestras colectadas en la EEA Pergamino – INTA, obtenidas de dos lotes con diferente historial de manejo. En uno de ellos, en las últimas tres campañas, se cultivaron dos años de Soja RG continuos y luego Maíz RG, de allí se extrajeron las semillas que se denominaron de origen 1. En el otro lote, en cambio, se mantiene por aproximadamente 20 años la rotación típica de la zona: Trigo/Soja 2da - Maíz - Soja 1ra. Al momento del muestreo, el lote se hallaba con Soja de 2da. De este último lote se extrajeron las semillas que se denominan de origen 2.

Las semillas se produjeron en suelo Argiudol típico, serie Pergamino1, clase I-2 (Ferraris y Corti, 2015). Estos suelos de la serie Pergamino son: oscuros, muy profundos y bien drenados, formados sobre sedimentos loésicos franco limosos gruesos (INTA, 1972).

La cosecha manual se realizó se realizó el día 16 de marzo de 2015 en plantas maduras cuyas semillas se desprendían fácilmente de la panoja. Se colectaron entre 3 y 4 panojas provenientes de macollos primarios de 20 plantas seleccionadas al azar de cada uno de los lotes. Las mismas fueron almacenadas en sobres de papel, identificando a la muestra conjunta como semillas de origen 1 (Muestra 1) y de origen 2 (Muestra 2).

Las semillas correctamente identificadas se sometieron a prácticas de limpieza, donde se eliminaron impurezas y semillas vanas. Posteriormente se almacenaron en cámara seca, con temperatura de 20°C, situada en el laboratorio de Tecnología de Semillas de INTA Pergamino.

Se evaluó la viabilidad de las semillas colectadas mediante el test de tetrazolio según reglas ISTA (2015). El procedimiento comenzó con la imbibición, entre papeles, de las semillas de cada muestra durante 18 hs y luego se efectuó la punción de las semillas en el extremo opuesto al embrión. Finalmente fueron colocadas en solución de 2, 3, 5 cloruro

de trifeniltetrazolium (TTZ) (Sigma) (0,2% g/l), durante 24 horas en estufa a 34°C. Para esta prueba se hicieron cuatro repeticiones de 50 de semillas.

Una vez concluido el proceso de acondicionamiento de la semilla, dos días después de la cosecha en campo, se procedió al inicio del primer experimento. Los otros experimentos se realizaron 33 semanas más tarde.

Experimento 1.

Para evaluar el comportamiento de la persistencia de la dormición en las diferentes muestras de semillas (Factor muestra) y en semillas tratadas para superar la dormición y no tratadas (Factor lavado), se realizó un experimento mediante un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial. De la combinación de los niveles de ambos factores; 2 para Factor muestra (MUE₁ y MUE₂) y 2 para Factor lavado (con agua caliente y sin tratamiento), resultaron 4 tratamientos.

Cada unidad experimental consistió en 20 semillas sembradas en cajas de siembra, con un total de 12 cajas. Se asignó a cada unidad experimental (caja) un tratamiento de forma aleatoria, con 3 repeticiones (Figura 2).

La siembra se realizó cada 3 semanas, en 11 momentos, el 18/03, 08/04, 29/04, 20/05, 10/06, 01/07, 22/07, 14/08, 02/09, 23/09 y 14/10; el proceso se extendió a lo largo de 33 semanas.

Las cajas de siembra utilizadas fueron bandejas de polipropileno con tapa, en donde se colocó como sustrato una toalla de papel tipo Valot, de 30 g/m² (Silva *et al.*, 2012) humedecida con 15 ml de agua. Luego de sembrar las 20 semillas por caja, se colocaron en cámara de germinación a temperatura de 20-30°C y fotoperiodo de 10 hs. Como en las normas ISTA (2015) no existen precedentes para la especie *E.colona*, se siguieron las prescripciones indicadas para *E. crus-galli*.

El tratamiento de lavado previo con agua caliente (LAV_c) consistió en un escurrido de agua a 70°C sobre las semillas dispuestas en un colador, durante un período de 90 segundos (Bazzigalupi y Picapietra 2015).

Luego de cada siembra, se realizó la evaluación a los 21 días, donde se contó el número de plántulas germinadas con radícula superior a 2 mm en cada bandeja.

La dinámica del porcentaje de germinación (%GERM) a través del tiempo se evaluó mediante el modelo matemático exponencial.

El modelo exponencial se expresa como sigue:

$$\%GERM = \alpha \times \exp(\beta \times SDC) + e$$

Donde:

%GERM es el porcentaje de germinación

α : es el porcentaje de germinación inicial

β : es la tasa de crecimiento

SDC: semanas desde la cosecha

e : Error del modelo

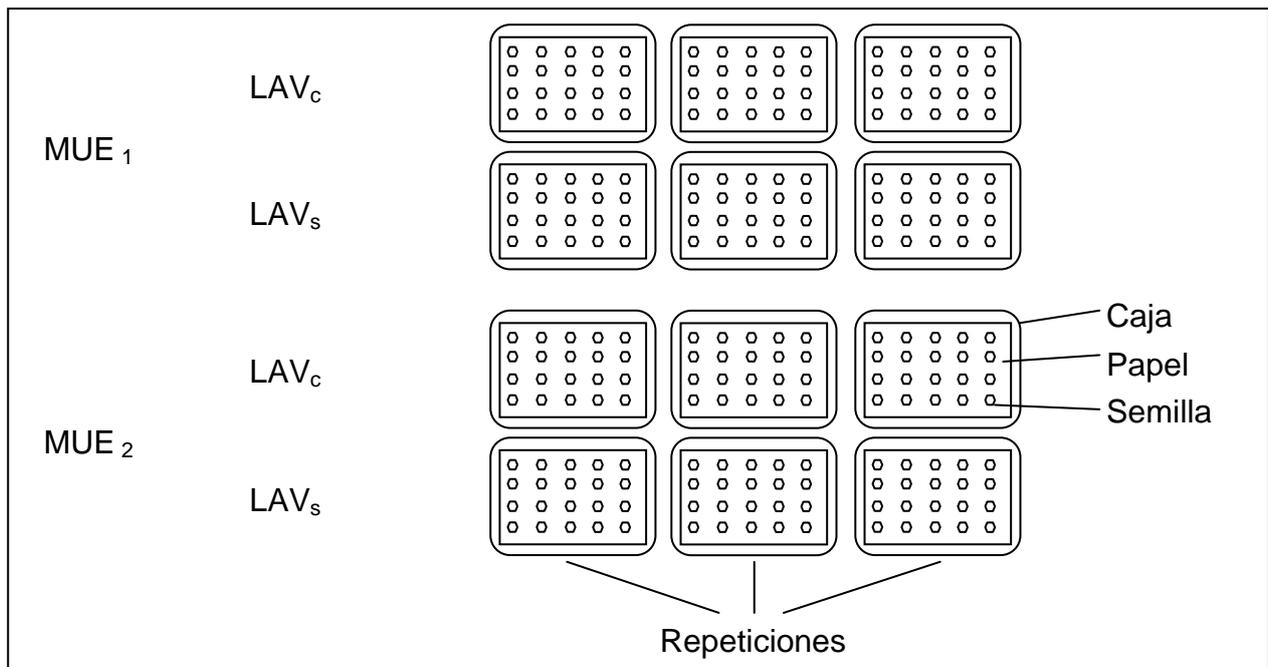


Figura 2. Esquema de la siembra realizada para el experimento 1.

Experimento 2.

Para evaluar la respuesta de la semilla a tratamientos destinados a superar la dormición se utilizó la misma metodología de siembra (cajas de siembra) que en el experimento 1, con la misma disposición de sustrato e iguales condiciones en la cámara de germinación. Este experimento se llevó a cabo a partir de la semana 33 posterior a la cosecha, y en función de los resultados observados en el experimento 1 se trabajó sólo con las semillas pertenecientes a la muestra 2 (MUE₂). El mismo se dividió en dos partes.

Experimento 2. Parte I:

Para evaluar el efecto del Factor escarificado (ESC), del KNO y del LAV sobre él %GERM, se realizó un experimento mediante un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, con 8 tratamientos.

Los tratamientos resultantes fueron:

-KNO_c - LAV_c - ESC_c

-KNO_c - LAV_c - ESC_s

-KNO_c - LAV_s - ESC_c

-KNO_s - LAV_c - ESC_c

-KNO_c - LAV_s - ESC_s

-KNO_s - LAV_c - ESC_s

-KNO_s - LAV_s - ESC_c

Donde el subíndice “c” significa con presencia del tratamiento y el subíndice “s” corresponde a sin presencia.

Para el tratamiento KNO_c se aplicaron 15 ml de KNO₃ con una concentración de 0,2% g/l sobre el papel valot dispuesto en las bandejas, para el tratamiento LAV_c se repitió el procedimiento con agua a 70°C y, para el tratamiento ESC_c se retiraron las coberturas de forma manual.

Previo a la siembra, fueron asignados los tratamientos correspondientes a cada unidad experimental de forma aleatoria. Cada tratamiento consta de 3 repeticiones o bandejas. Trascurridos 21 días desde la siembra finalizó el periodo de germinación, registrando el número de plántulas obtenidas.

El análisis estadístico se realizó a través de modelos lineales mixtos, como se describe a continuación:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Con $i = 1, 2$; $j = 1, 2$; $k = 1, 2$,

Siendo:

y_{ijk} corresponde al %GERM.

μ representa a la media general,

τ_i es el efecto KNO,

β_j es el efecto ESC,

γ_k es el efecto LAV,

$(\tau\beta)_{ij}$ $(\tau\gamma)_{ik}$ $(\beta\gamma)_{jk}$ representan las interacciones dobles, $(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ la interacción triple y

ϵ_{ijk} es el error muestral, con distribución normal, esperanza cero y varianza constante.

Para el análisis de los datos, en primer lugar se comprobó que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

A continuación se evaluó la interacción triple que contiene el efecto conjunto de todos los factores, si no resulta significativa, posteriormente se evalúan las interacciones dobles; si estas tampoco resultan significativas, se evalúa a cada factor de manera independiente, para determinar cuál/es de ellas son las que originan cambios en el %GERM.

Las comparaciones múltiples se realizaron mediante el método de Mínimas Diferencias Significativas (LSD) de Fisher con $\alpha=0,05$.

Experimento 2. Parte II:

Para evaluar el efecto del KNO y del Factor inmersión (INM) sobre el porcentaje de germinación, se realizó un experimento mediante un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, con 4 tratamientos.

Los tratamientos resultantes fueron:

- $KNO_c - INM_c$

- $KNO_C - INM_S$

- $KNO_S - INM_C$

- $KNO_S - INM_S$

Donde el subíndice "c" significa con presencia del tratamiento y el subíndice "s" corresponde a sin presencia.

Para el efecto del KNO_C se aplicaron 15 ml de nitrato de potasio (KNO_3) con una concentración de 0,2% g/l sobre el papel valot dispuesto en las bandejas y para INM_C se colocaron las semillas en agua durante 48 horas a 7°C, anticipando el inicio del experimento.

Previo a la siembra, fueron asignados los tratamientos correspondientes a cada unidad experimental de forma aleatoria. Cada tratamiento consta de 3 repeticiones o bandejas. Transcurridos 21 días desde la siembra finalizó el periodo de germinación, registrando el número de plántulas obtenidas.

Inicialmente se realizó un análisis a través de modelos lineales mixtos, como se describe a continuación:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Con $i = 1, 2$; $j = 1, 2$,

Donde:

y_{ij} corresponde a %GERM,

μ representa a la media general,

τ_i es el efecto KNO ,

β_j es el efecto INM ,

$(\tau\beta)_{ij}$ es la interacción entre los tratamientos y

ϵ_{ij} es el error muestral, con distribución normal, esperanza cero y varianza constante.

Al no cumplirse los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se procedió a trabajar con el test no paramétrico Kruskal-Wallis, continuando luego con las comparaciones múltiples.

Experimento 3.

Para evaluar la respuesta de la semilla a otros tratamientos destinados a superar la dormición se utilizó la misma metodología de siembra (cajas de siembra) que el experimento 1, con la misma disposición de sustrato e iguales condiciones en la cámara de germinación. Este experimento se llevó a cabo a partir de la semana 33 posterior a la cosecha.

Se trabajó con dos factores de tratamiento: Factor muestra (MUE) y Factor giberelina (GIB). Se observó el efecto de ambos factores sobre %GERM mediante un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, con 4 tratamientos.

Los tratamientos resultantes fueron:

- MUE₁ - GIB_C

- MUE₁ - GIB_S

- MUE₂ - GIB_C

- MUE₂ - GIB_S

Donde el subíndice "c" significa con presencia del tratamiento y el subíndice "s" corresponde a sin presencia.

Se aplicó GIB_C con una concentración de 0,8 % m/v. La cantidad de solución fue la misma que en el tratamiento con agua, 15 ml por unidad experimental.

Previo a la siembra, fueron asignados los tratamientos correspondientes a cada unidad experimental en forma aleatoria. Cada tratamiento consta de 3 repeticiones o bandejas. Transcurridos 21 días desde la siembra finalizó el periodo de germinación. Durante este periodo se evaluó la germinación en 5 momentos (5, 7, 13, 18 y 21 días desde la siembra -DDS), registrando el número de plántulas obtenidas en cada recuento (MTO).

Los datos se analizaron a través de modelos lineales mixtos con medidas repetidas en el tiempo.

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Con $i = 1, 2$; $j = 1, 2$; $k = 1, 2, 3, 4, 5$.

Donde:

y_{ijk} corresponde a %GERM.

μ es la media general,

τ_i es el efecto del Factor muestra,

β_j es el efecto GIB,

γ_k es MTO,

$(\tau\beta)_{ij}$ $(\tau\gamma)_{ik}$ $(\beta\gamma)_{jk}$ son los efectos de las interacciones dobles,

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ es la triple interacción y

ε_{ijk} es el error muestral, con distribución normal, esperanza cero y varianza constante.

Una vez comprobados los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, se evaluó la interacción doble que contiene el efecto conjunto de los factores. Si esta última no resulta significativa, se evaluó a cada factor de manera independiente, para determinar cuál dio origen al cambio de comportamiento en él %GERM.

Las comparaciones múltiples se realizaron mediante el método de Mínimas Diferencias Significativas (LSD) de Fisher con $\alpha=0,05$.

Los resultados obtenidos en todos los ensayos fueron analizados en el software estadístico Infostat ver 2015e (Di Rienzo *et al.*, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras evaluadas inmediatamente después de la cosecha mediante la prueba de tetrazolio, poseían una viabilidad del 70% en la MUE₁ y del 72% para la MUE₂.

Experimento 1.

La dinámica del %GERM a través del tiempo se evaluó mediante el modelo matemático exponencial.

A continuación se muestran los modelos estimados con el coeficiente de determinación correspondiente. Ajuste al modelo exponencial para las semillas pertenecientes a la MUE

1:

- %GERM (LAV_s)= 0,66*EXP (0,03*SDC), r²= 0,02.

- %GERM (LAV_c)= 0,17*EXP (0,1*SDC), r²= 0,22.

Ajuste al modelo exponencial para las semillas pertenecientes a la MUE₂

- %GERM (LAV_s)= 0,03*EXP (0,2*SDC), r²= 0,74.

- %GERM (LAV_c)= 0,02*EXP (0,23*SDC), r²= 0,87.

Los valores observados y los modelos ajustados pueden observarse en la Figura 3.

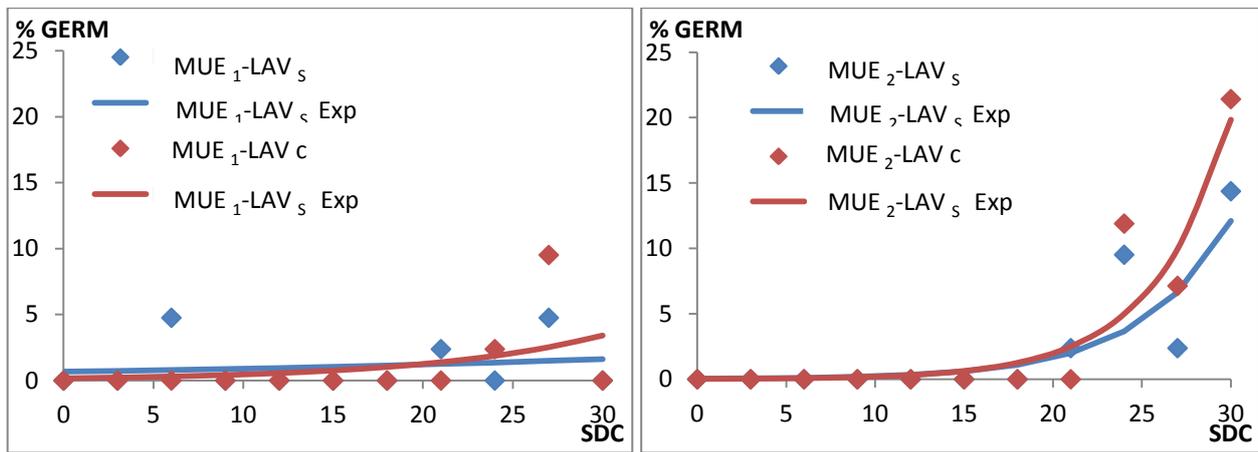


Figura 3. Porcentaje de Germinación (%GERM) de MUE₁ (izquierda) y MUE₂ (derecha), sin tratamiento (LAV_s) y con tratamiento de agua caliente (LAV_c) en función del tiempo como semanas desde la cosecha (SDC) y el ajuste de la función exponencial.

Por un lado, se puede observar que el %GERM de las semillas pertenecientes a MUE₁, se mantiene cercano a cero a lo largo del tiempo para ambos tratamientos. A partir de la semana 27 se observa un leve crecimiento para las semillas tratadas. Esto último se corresponde con las bajas tasas de crecimiento de ambos tratamientos (0,03 para LAV_s y 0,1 para LAV_c). Es importante resaltar que MUE₁ no logró superar el 10 % de semillas germinadas en ambos tratamientos a lo largo del período estudiado.

Para el caso de las semillas de la MUE₂, se observa una persistencia de la dormición similar a la MUE₁ (%GERM cercana a cero), hasta la semana 15, luego ambos tratamientos presentan una tasa de crecimiento alta (0,2 para LAV_s y 0,23 para LAV_c) llegando a %GERM mayores al 20%.

La diferencia en el período de dormición puede deberse a que se trate de semillas de diferentes poblaciones o cosechadas en diferentes estados de maduración.

En este primer experimento se observó que para ambas muestras de semillas, la dormición persistió hasta alrededor de la semana 18, donde el porcentaje de germinación se ha mantenido en valores cercanos a cero, mientras que Valverde *et al.* (2000) observó

que la persistencia de la dormición es de hasta 2 meses y, por otra parte, Bazzigalupi y Picapietra (2015) mencionan que la respuesta al tratamiento con agua caliente más luz resulta en un incremento significativo de la germinación a los 7 meses de la cosecha.

Experimento 2. Parte I.

La interacción triple ESC*LAV*KNO entre los factores evaluados, no fue significativa (P-value=0,2848). En el caso de las interacciones dobles, el análisis tampoco arrojó resultados significativos. En el caso de la interacción KNO* ESC el valor p=0,3630, para KNO*LAV, el valor p fue 0,9741 y en el caso de la interacción ESC *LAV el valor p resultó en 0,4254. El KNO resultó tener un efecto significativo sobre el porcentaje de germinación. En la comparación de medias se observó que el %GERM de las semillas KNO_c fue superior a KNO_s (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentajes de germinación (%GERM) de semilla de origen 2 (MUE₂) en respuesta al tratamiento con KNO₃ (KNO_c) destinados a superar la dormición

Factor	Tratamiento	Media	Significancia
KNO ₃	Con	27,92	A
	Sin	14,17	B

En el caso del ESC y el LAV no se observa diferencia significativa respecto a los %GERM obtenidos en las cajas sin tratamiento (P-value=0,3688 y P-value=0,6494 respectivamente). No fue posible alcanzar los resultados obtenidos en experiencias preliminares (datos no publicados), tal vez debido a que la persistencia de la dormición no es igual en todas las poblaciones de la especie, en donde además puede influir el momento de la cosecha.

Experimento 2. Parte II:

El modelo no cumplió con los supuestos de Normalidad y Homogeneidad de la varianza mediante el análisis de modelos mixtos. El análisis de varianzas no paramétricas a través de la prueba de Kruskal-Wallis permitió constatar el efecto significativo de al menos uno de los tratamientos (P-value=0,0219). Por lo tanto se rechaza la hipótesis que establece que la mediana del %GERM es el mismo para todos los tratamientos. Al menos una de las combinaciones resultantes entre los factores KNO e INM se comporta de manera diferente.

El análisis de comparaciones múltiples mostró que existen diferencias significativas para uno de los factores empleados (Tabla 2).

Tabla 2. Comparaciones Múltiples de factores para la determinación de diferencias significativas entre tratamientos evaluados para superar la dormición.

KNO₃	Inmersión	%GERM	Significancia
KNO _s	INM _s	3,50	A
KNO _c	INM _s	3,50	A
KNO _s	INM _c	9,0	B
KNO _c	INM _c	10,0	B

Las semillas INM_c presentaron un %GERM promedio significativamente diferente de las INM_s. En el caso del KNO, resulta estadísticamente similar para las que fueron tratadas frente a las no tratadas. Es decir que INM_c produce incrementos significativos en el %GERM, independientemente de KNO_c. En este caso, se puede apreciar una mejora

significativa en la germinación de *Echinochloa colona* como producto de la inmersión previa de semillas.

Transcurrido el periodo de almacenamiento, la respuesta al escarificado tuvo un efecto positivo como Marinori (2013) lo demostró al extraer las glumelas en otra especie gramínea (*Setaria magna*). Por otra parte, la inmersión y el lavado con agua no ha tenido respuestas congruentes; mientras que Vega-Jarquín *et al.* (2010) no han hallado respuesta al lavado con agua caliente, Bazzigalupi y Picapietra (2015) obtuvieron respuestas similares a los resultados de este experimento. Finalmente, como lo indicara Willan (1991), Mérola y Díaz (2012) y Huarte y Benech-Arnold (2013), el nitrato de potasio tiene un efecto muy importante en la germinación de semillas; a su vez, Valverde *et al.* (2000) menciona el efecto positivo de este tratamiento en semillas de *E. colona*.

Experimento 3.

Los tratamientos con giberelinas, como mencionan Finch-Savage y Leubner-Metzger (2006), han sido ampliamente estudiados; tanto en diferentes especies como a distintos estados de desarrollo y a distintos niveles de observación. Por su parte, Bazzigalupi *et al.* (2013) obtuvieron dicho efecto inductor (y acelerador) de la germinación en semillas de coriandro sometidas a *priming* con giberelinas.

En este experimento, se volvieron a utilizar ambos niveles de la muestra (MUE₁ y MUE₂) para el análisis.

La interacción triple no fue significativa (P-value=0,2898). En el caso de las interacciones dobles, la interacción MUE*MTO revela una diferencia significativa respecto a las demás (P-value= 0,0046 en el caso de MUE*MTO, 0,3233 para MUE*GIB y 0,6905 en GIB*MTO).

En concordancia con el experimento 1, aquí también se observa que hay un alto porcentaje de dormición en la MUE 1 y es aquí donde hay una respuesta a la GIB incrementando los %GERM a partir del día 18 luego de la siembra. En el caso de la MUE 2 el uso de la GIB no produjo un efecto significativo sobre el %GERM a lo largo de todo el período estudiado (Figura 4).

El factor GIB resultó no significativo (P-value=0,1494), es decir que la aplicación de GIB no produce un aumento significativo en el conjunto total de datos, obtenidos de ambas muestras. Esta apreciación no tuvo el resultado favorable que Finch-Savage y Leubner-Metzger, (2006) observaron para una dormición física leve, al igual que Bazzigalupi *et al.* (2013) observaron en coriandro.

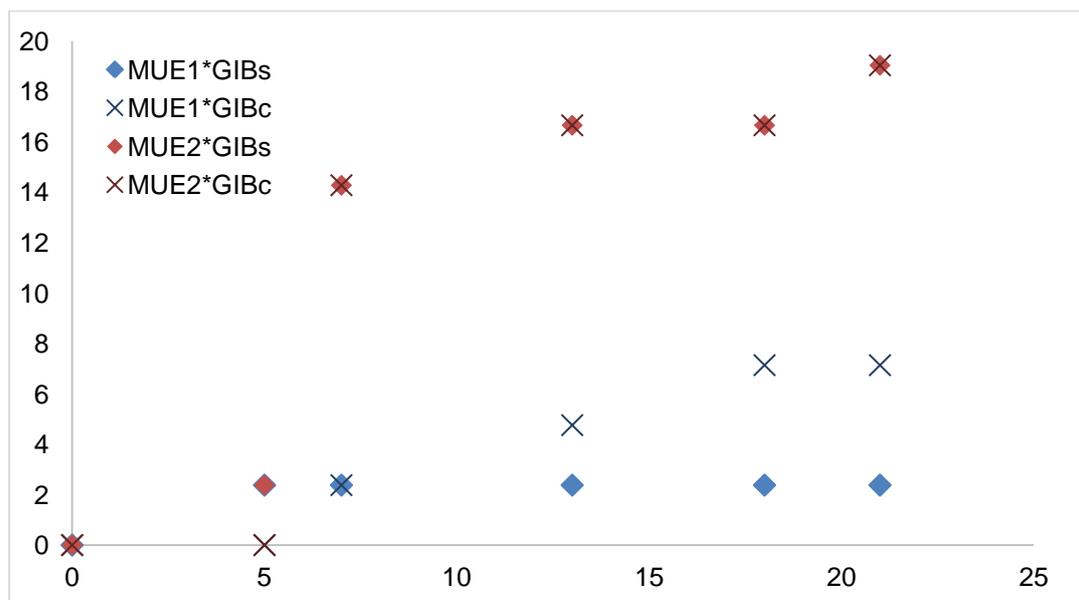


Figura 4. Porcentajes de germinación (%GERM) de *E. colona* en función a los días transcurridos desde la siembra (DDS), para cada muestra (MUE₁ y MUE₂), según tratamiento con y sin giberelinas (GIB_c y GIB_s, respectivamente).

CONCLUSIONES

Para las dos poblaciones evaluadas en este trabajo, la dormición fisiológica de las semillas persiste más allá de las 33 semanas. Luego de este periodo de almacenamiento en condiciones controladas, las semillas responden parcialmente a los tratamientos específicos: nitrato de potasio, escarificado e inmersión.

La persistencia de la dormición no se manifiesta de la misma manera en ambas muestras de la misma especie.

Para un mejor conocimiento de las estrategias de supervivencia de la especie será necesario estudiar, por una parte, el comportamiento germinativo de semillas producidas en una mayor variedad de condiciones ambiente y manejo y, por otra parte, el de semillas obtenidas con diferentes grados de madurez.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker, H. 1974. The evolution of weed. *Annals Review Ecological Systems* 5:1-24.
- Bazzigalupi, O.; Font, A.; Llera, A.; Aquilano, C. 2013. Efecto de tiempos de imbibición y soluciones aplicadas en el priming sobre el comportamiento germinativo de semillas de coriandro. *ASAHO. Horticultura Argentina*. 32(79):20-24. on line 1851-9342. Link: <http://www.horticulturaar.com.ar>
- Bazzigalupi, O.; Picapietra, G. 2015. Germinación de semillas de *Echinochloa colona* en respuesta a tratamientos para superar dormición. XXII Congreso de la ALAM; I Congreso de la ASACIM. Libro de actas, 4p
- Benech-Arnold, R. L.; Sanchez, R. A.; Forcella, F.; Kruk, B. C.; Ghersa, C. M. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research* 67: 105–122.
- Cardinali, F. J.; Thevenon, M. A.; Murcia, M. L.; Di Santo, M. E. 2015. Determinación de las condiciones de germinación y el efecto de pretratamientos en semillas de *Cuphea glutinosa* (Lythraceae). *Boletín Sociedad Argentina de Botanica*. vol. 50 n°.2 Córdoba.
- Chantre, G. R.; Batlla, D.; Sabbatini, M. R.; Orioli, G. 2009. Germination parameterization and development of an after-ripening thermal-time model for primary dormancy release of *Lithospermum arvense* seeds. *Annals of Botany* 103: 1291–1301.
- Chauhan, B. S. 2013. Shade reduces growth and seed production of *Echinochloa colona*, *Echinochloa crus-galli*, and *Echinochloa glabrescens*. *Crop and Environmental Sciences Division, International Rice Research Institute, Los Baños 4031, Philippines*.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2010. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- Ellis, R. H.; De Barros, M. A.; Hong, T. D.; Roberts, E.H. 1990. Germination of seeds of five cultivars of *Echinochloa colonum* (L.) Link in response to potassium nitrate and white light of varying photon flux density and photoperiod. *Seed Science and Technology* 18:119-130.
- Ferraris, G.; Corti, S. 2015. Evaluación del inoculante-promotor del crecimiento Crinigan Trigo, en tratamiento simultáneo con diferentes curasemillas.
- Finch-Savage, W. E.; Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of Germination. Tansley review. *New Phytologist* 171: 501–523.
- Huarte, H. R.; Benech-Arnold, R. L. 2013. Mecanismos fisiológicos y moleculares involucrados en la terminación de la dormición de semillas expuestas a las temperaturas alternadas. Tesis doctoral- facultad de Agronomía-universidad de Buenos aires.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1972. Cartas de Suelos de La República Argentina. Hoja nº: 3360-32-4
- International Seed Testing Association (ISTA). 2015. Chapter 5, p55. Ed. The International Seed Testing Association (ISTA). Zürichstr. 50, CH-8303 Bassersdorf, Switzerland.
- La Greca, C. L. (2010). Factores exógenos implicados en la terminación del estado de dormición de semillas de *Dipsacus fullonum* L. Trabajo final, Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina. Link: <http://www.bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/factores-exogenos-estado-dormicion.pdf>
- Leguizamón, E. S. 2007. Ecología y dinámica poblacional de malezas: bases para su manejo racional. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Zavalla. Santa Fe.

- Leguizamón, E. S; Lovato Echeverría, R. 2014. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. y otras gramíneas anuales. Bases para su manejo y control en sistemas de producción. Red de conocimiento en malezas resistentes (REM). Aapresid. Volumen IV. 6-13.
- Marinoni, L. del R.; Zabala, J. M.; Eliana De L. Exner, E. de L.; Pensiero, J. F. 2013. Comportamiento germinativo y potencial forrajero de *Setaria magna* (Poaceae). Boletín Sociedad Argentina de Botanica. vol.48 nº.2 Córdoba.
- Maun, M.A.; Barrett, S.C.H.; 1986. The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. Canadian Journal of Plant Science, 66:739-759.
- Mercado, B.L.; Talatala, R.L.; 1977. Proceedings of the Sixth Asian-pacific Weed Science Society Conference. Indonesia Asia-Pacific Weed Science Society, Jakarta, Indonesia.
- Mérola, R.; Díaz, S. 2012. Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Trabajo final Curso de post-grado: Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo. Uruguay.
- Morán Alvarado, S. F.; Jarrín Ruiz, E. 2015. Respuesta de malezas a combinaciones de diferentes herbicidas hormonales en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis de Grado. Ecuador.
- Ortiz- Dominguez, A.;González, L.2001. Estudio preliminar del banco de semillas de malezas del suelo de algunas zonas arroceras de calabozo, Guarico. Agronomía Tropical 51(4): 501-517.
- Papa, J. C.; Tuesca, D.; Bacigaluppo, D. 2010. Detección reciente en la provincia de Santa Fe de biotipos de *Echinochloa colona* sospechosos de presentar resistencia a glifosato. INTA EEA Oliveros. Para mejorar la producción 45:91-94.
- Parodi, L. R. 1964. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Vol II. Cap. X. p 214.

- Picapietra, G.; Ponsa, J. C. 2015. Competencia y manejo de Capín Arroz (*Echinochloa colona* L. Link) en el cultivo de soja (*Glycine max* L. Merr.). Informe técnico online. 8p.
Link: <http://inta.gob.ar/documentos/competencia-y-manejo-de-capin-de-arroz-en-el-cultivo-de-soja>
- Prokopiuk, D. B.; Chifa, C. 2000. Comparación de tratamientos pregerminativos en semillas de Algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Facultad de Agroindustrias. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Chaco. Argentina.
- REM. Red de conocimiento en malezas resistentes, 2016. Aapresid. Link: <http://www.aapresid.org.ar>
- Requesens, E.; Martinefsky, M. J.; Scaramuzzino, R. 2004. Banco de semillas de malezas a lo largo de un gradiente microtopográfico en un suelo agrícola de Azul (Buenos Aires). *Ecología Austral* 14:141-147.
- Silva, M. C.; Toselli, M. E.; Casenave, E. C. 2012. Poder germinativo en Algodón, Una metodología al alcance del productor. *Cultivos Tropicales*, vol. 33 (1): 41-45.
- Valverde, B. E.; Charles R. Riches, C. R.; Caseley, J. C. 2000. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. 21-46.
- Vega-Jarquín, C.; Munguía Hernández, R.; Salgado, R.; Fornos, M.; Mendoza, C. F. 2010. Viabilidad, Condiciones requeridas para la germinación y métodos de interrupción de dormancia en semillas de *Echinochloa colona* (L.) Link. *La calera. Biotecnología*.36-45.
- Walker, S.; Wu, H.; Bell, K. 2010. Emergence and seed persistence of *Echinochloa colona*, *Urochloa panicoides* and *Hibiscus trionum* in the sub-tropical environment of north-eastern Australia *Plant Protection Quarterly* Vol. 25(3): 127-132.

Willan, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Danida. Estúdio FAO

Montes 20/2. Link: <http://www.fao.org>