



FACULTAD DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS AGRARIAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

Ingeniería Agronómica

*“Efecto de la temperatura, las cubiertas y el balance hormonal,
sobre la dormición en semillas de *Cynara cardunculus* y *Carduus
acanthoides*”*

Trabajo final de graduación para optar por el título de:

Ingeniero Agrónomo

Autor: Cinollo Vernengo, Oliverio

Profesor Tutor: Huarte, Roberto

Agradecimientos

A mis padres y hermanos.

A mis amigos.

A mi tutor Roberto Huarte.

A los ayudantes de laboratorio Margarita Solivella y Eric Bursztyn.

A mis compañeros Ernesto Loza, Juliana Núñez y Maite Azcue.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.C.A., por facilitar las instalaciones.

RESUMEN

Cynara cardunculus y *Carduus acanthoides*, son dos especies pertenecientes a la familia de las Asteráceas, no cultivables, que en Argentina son principalmente conocida como malezas, por competir con los cultivos.

Bajo este punto, es importante estudiarlas para poder predecir el desarrollo de las plantas en los distintos ambientes

Con el objetivo de conocer los factores que favorecen a la germinación de estas dos especies, se realizaron ensayos de germinación a distintas temperaturas constantes (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C y 35°C) y alternas (10°C/20°C, 15°C/25°C y 20°C/30°C), ensayos de germinación con escarificado de las cubiertas (Lija de papel nº 400, incubado a 35°C) y ensayos de germinación con el agregado de Fluridone (0,05 mM, incubado a 35°C), Giberelina (2 Molar, incubado a 35°C) y peróxido de hidrógeno (1,2 Molar, incubado a 35°C).

En *C. cardunculus*, la temperatura donde la germinación fue máxima fue de 20°C, con una marcada inhibición térmica por encima. Pudiendo revertir significativamente la dormición (estudiado a 35°C) mediante el escarificado de las cubiertas seminales y el agregado de Fluridone. En *C. acanthoides*, la germinación fue máxima a 20°C, con una marcada inhibición térmica por encima. Pudiendo revertir significativamente el estado de dormición el agregado de Fluridone y de Giberelinas, y en menos medida el escarificado. Por los resultados obtenidos, la germinación de ambas especies responde a la temperatura, y se encuentra inhibida por el ácido abscísico endógeno y las cubiertas seminales.

Palabras clave: germinación, inhibición, dormición, Asteráceas.

ÍNDICE

- Introducción, **pág. 5**

- Objetivos
- Objetivos generales, **pág. 9**
- Objetivos particulares, **pág. 9**
- Materiales y métodos, **pág. 10**
- Material vegetal, **pág. 10**
- Descripción general, **pág. 10**
 1. Efecto de la temperatura sobre la germinación, **pág. 10**
 2. Efecto del escarificado mecánico sobre la germinación, **pág. 10**
 3. Efecto del fluridone sobre la germinación, **pág. 10**
 4. Efecto de la giberelina sobre la germinación, **pág. 11**
 5. Efecto del peróxido de hidrógeno sobre la germinación, **pág. 11**

- Análisis de datos, **pág. 11**
- Resultados, **pág. 12**
- Efecto de la temperatura sobre la germinación de *C. cardunculus*, **pág. 12**
- Efecto de la cubierta y el balance hormonal sobre la germinación de *C. cardunculus*, **pág. 13**
- Efecto de la temperatura sobre la germinación de *C. acanthoides*, **pág. 13**
- Efecto de la cubierta y el balance hormonal sobre la germinación de *C. acanthoides*, **pág. 14**
- Discusión, **pág. 16**
- Conclusiones, **pág. 17**
- Anexos, **pág. 18**
- Bibliografía, **pág. 20**

INTRODUCCIÓN

Las plantas que están en competencia directa con los cultivos se denominan malezas (Fernandez, 1982). Se caracterizan por que, al ser por su naturaleza plantas, consumen agua, suelo, luz y nutrientes, hospedan insectos y diversos patógenos, además interfieren en la cosecha, dificultándola y su semilla contamina la producción, por lo que los gastos operacionales se incrementan y el castigo por semilla extraña se refleja en una merma económica, reduciendo entonces la calidad de los cultivos y su rendimiento (Labrada y Parker, 1994). Según la FAO (2007), la presencia de estas plantas indeseables, desde el punto de vista productivo, es uno de los mayores obstáculos en la producción agrícola provocando, en promedio, un 15% de pérdidas de la producción a nivel mundial. Llevando a pérdidas globales de 95.000 millones de dólares americanos, además del tiempo dedicado por parte de los productores para la eliminación de las mismas (Care, 2009).

Las malezas se caracterizan por su potencial invasivo, el éxito de las mismas se debe en parte al largo período de dormición de sus semillas, la alta capacidad de dispersión de las mismas, la alta diversidad genética, la alta velocidad de reproducción, la propagación tanto por semilla como por vía vegetativa, su crecimiento vigoroso y rápido y su habilidad para sobrevivir y reproducirse bajo condiciones medio ambientales hostiles (Patterson, 1985).

La germinación, según Bewley y Black (1994), es una serie de eventos que se inicia con la incorporación de agua por la semilla seca y termina por la elongación del eje embrionario, siendo el signo visible de la germinación la aparición de la radícula (Bewley, 1997).

Uno de los aspectos más importantes sobre la germinación es la llamada "dormición", que es definida por Bewley (1997) como la imposibilidad de germinar que tiene una semilla intacta y viable en condiciones adecuadas de temperatura, aireación y disponibilidad hídrica, siendo un estado de bloqueo de la germinación debido a alguna deficiencia vinculada al embrión maduro (Syeda Nasreen y otros, 2002). Es común confundir la dormición, por la no germinación, con la viabilidad, que es la capacidad fundamental del embrión de permanecer vivo a través del tiempo (De la Cuadra, 1992). Dentro de la germinación y la dormición, hay una serie de hormonas involucradas en los mecanismos que los desenvuelven, siendo las dos principales el Ácido Abscísico (ABA) y las Giberelinas (GAs), siendo el ABA promotor de la dormición, es decir, una ausencia de ABA, conlleva una menor dormición de la misma, mientras que las GAs, son

promotoras de los mecanismos germinativos, teniendo efecto sobre la pérdida de la dormición y la movilización de las reservas de la planta (Lluna Duval, 2006).

La temperatura y la humedad del suelo, son los factores más importantes para la regulación del comportamiento de la semilla bajo condiciones naturales (Bewley y Black, 1982). La temperatura tiene un efecto, primero en la regulación del nivel de dormición de la semilla (Benech-Arnold, 1990) y segundo, determina con que velocidad van a germinar luego de haber salido de la dormición (Bewley y Black, 1982). La dormición en muchas especies es regulada principalmente por la temperatura (Baskin y Baskin, 1977). Los cambios en la dormición de una población agrandan o achican el abanico de temperaturas para la germinación, entonces cuando una población posee dormición en mínimo, el rango de temperaturas para su germinación es muy ancho, y en contraparte, cuando la población está muy dormida, el rango es muy estrecho (Vegis, 1964). Por esto es de suma importancia entender el efecto de la temperatura sobre la dormición y la germinación, para así entender el funcionamiento del banco de semillas (Kruk y Benech-Arnold, 2000).

Baskin y Baskin (2004), clasificaron a la dormición según su origen en morfológicas, fisiológicas, morfo-fisiológicas, físicas y combinadas. La dormición morfológica, se da en semillas cuyo embrión no está, en sentido de tamaño, desarrollado completamente, fisiológicamente, no se encuentran dormidas, necesitan tiempo para terminar de crecer y alcanzar la germinación (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006). La dormición fisiológica, es la más abundante y es una serie de mecanismos hormonales que impiden la germinación y puede ser dividida según Baskin y Baskin (2004) en profunda, intermedia y no profunda, se diferencian en cuanto a que un tratamiento con GAs desactiva la dormición, siendo efectivo en la que no están profundamente dormidas. La dormición morfo-fisiológica es aquella donde la falta de desarrollo del embrión es uno de los componentes de la dormición, aunque tiene aspectos fisiológicos que impiden la germinación. (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006). La dormición física, se da cuando las células de las capas de la semilla son impermeables al agua, lo que no permite la germinación. (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006). La dormición combinada se da cuando hay imposibilidad de la penetración del agua (es decir, dormición física), combinada con una dormición del embrión fisiológica (Baskin y Baskin, 2004).

Dentro del universo de las malezas, podemos encontrar dos asteráceas de relativa importancia hoy en día, *Cynara cardunculus* y *Carduus acanthoides*.

Cynara cardunculus es una especie no doméstica, robusta, perenne, que se caracteriza por su roseta con hojas largas y espinosas, y sus flores azul-violáceas que forman una inflorescencia en forma de cabezuela solitaria, produciendo hasta 20 por planta. El fruto es un aquenio oval grisáceo y con cuatro estrías negras con pelos blancos y plumosos. Su tallo puede llegar a medir hasta 2,5 metros, siendo el promedio 1,5 metros. Es perteneciente a la familia de las Asteraceae y a la tribu de las Cynareae, siendo nativa de la Cuenca del Mediterráneo (Portis, 2005, Falasca y Ulberich, 2007), considerada la progenitora silvestre del “alcaucil” - *Cynara scolymus* - (Ammar y otros, 2014). En Argentina vulgarmente se la conoce como “cardo de castilla” (Falasca y Ulberich, 2007), y fue introducida a nuestro país por los Españoles en el siglo XVIII, probablemente por accidente, mezclado con semillas de otros cultivos (Pasqualino, 2006) y que por la actividad humana quien lo sembró conjuntamente con las semillas buenas, luego se expandió por efecto del viento, ya que la semilla posee pelos plumosos soldados a la base y cuando se secan son diseminados muy fácilmente (Falasca y Ulberich, 2007). *Cynara* tiene ciclos de crecimiento anual, con el mayor desarrollo durante el otoño, invierno y primavera (Fernandez, 2006). Además de ser una maleza en la cuenca productiva Argentina, *Cynara* puede ser cultivada con distintos usos, tales como la industria del papel (Quilhó, 2004), para producción de forraje para el invierno (Fernandez, 2005), para la producción de biocombustibles (Panoutsou, 2007) y en la industria farmacológica (Curt, 2002). Es una especie muy competitiva (White y Holt, 2005), que puede ser cultivada sin el uso de agroquímicos (Danalatos, 2007) y que, además, cubre el suelo la mayor parte del año, por lo que evita la erosión y desertificación (Archontoulis y otros, 2008). Sin embargo, en Argentina es considerada una Plaga Nacional, según lo decreta la Ley de Sanidad Vegetal N° 5.770 (Falasca y Ulberich, 2007), ya que es una especie que crece en los caminos, en tierras cultivables, en tierras no cultivables y que perjudican a los agricultores, porque perjudican sus cosechas. Actualmente aparece como maleza o planta invasora en los pastizales naturales del centro, norte y este de Buenos Aires, aunque su difusión en Argentina comprende además el sector bonaerense, la región del Cuyo, Noreste y Centro del País (Falasca y Ulberich, 2007), donde es conocida como una especie agresiva de pastizales de regiones semiáridas (Vibrans, 2009).



de
(2008,
Díaz,



Izquierda:
Inflorescencia
Cynara
cardunculus
PH: Antonio
Garden
Natural).
Derecha:
Inflorescencia

de *Carduus acanthoides* (1990, PH: Gary L. Piper, Washington State University).

Carduus acanthoides, vulgarmente conocido como “falso cardo negro” o “cardo chileno” (Carrasco y otros, 2005), es una especie herbácea, anual o bianual, glabra, con el vástago altamente ramificado y espinoso, roseta basal muy desarrollada con hojas elípticas u oblongas (Desrochers y otros, 1989), perteneciente a la familia Asteraceae y a la tribu de las Cardueae (Carrasco y otros, 2005). Su importancia es a nivel de infestación, debido a su competencia con las especies deseadas, (Desrochers y otros, 1989), es una especie particularmente nociva a lo largo del globo, afectando por su crecimiento a los cultivos de invierno (Kruk y Benech-Arnold, 2000). El hábitat de crecimiento es variado, no se encuentra un clima específico para su desarrollo (Moore y Frankton, 1974), aunque si requiere de suelos fértiles (Desrochers y otros, 1989). Su principal vía de colonización es por medio de la dispersión de semillas, más que la vía vegetativa, la cual no ha sido reportada hasta el momento (Doing, 1969). Su perennidad es variable, puede atravesar el invierno en forma de roseta o de semilla (Desrochers y otros, 1989). Es una especie además que puede formar micorrizas, asociando sus raíces con hongos (Frydman, 1957). Es una especie alógama (McCarty, 1980) que produce en promedio 83 semillas por capítulo (Warwick, 1987).

OBJETIVOS GENERALES

- Estudiar la germinación de los achenios de *Cynara cardunculus* y *Carduus acanthoides*.

OBJETIVOS PARTICULARES

- I. Estudiar la germinación en función de la temperatura.
- II. Estudiar la germinación ante la escarificación de la cubierta de los aquenios.
- III. Estudiar la germinación ante un tratamiento con Fluridone.
- IV. Estudiar la germinación ante un tratamiento con Giberelina.
- V. Estudiar la germinación ante un tratamiento con peróxido de hidrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIAL VEGETAL

Se utilizaron para los ensayos aquenios de *Cynara cardunculus* y *Carduus acanthoides*. Los aquenios de *Cynara cardunculus*, fueron recolectadas en febrero de 2016 en la ciudad de Bahía Blanca, en la Provincia de Buenos Aires (38° 41' 47'' S, 62° 16' 05'' O). Los aquenios de *Carduus acanthoides*, fueron recolectadas en marzo del 2016, en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Católica Argentina, Ubicada en el Barrio de Colegiales, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (34° 34' 43'' S, 58° 26' 39'' O). Luego de la cosecha de los capítulos se procedió a su almacenamiento a temperatura de -18°C, hasta la extracción de las semillas. Posteriormente se conservaron nuevamente a -18°C, temperatura a la cual la dormición no se ve afectada y su estudio no se ve alterado.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Los experimentos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Fisiología Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Católica Argentina.

1- Efecto de la temperatura sobre la germinación.

Se evaluó la germinación a temperaturas constantes (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C y 35°C) y a temperaturas alternas (10°C/20°C, 15°C/25°C y 20°C/30°C) con una alternancia de 12 horas.

2- Efecto del escarificado mecánico sobre la germinación.

Se evaluó la germinación, mediante el escarificado mecánico de las cubiertas con lija de papel n° 400, a 35°C, en solución de agua destilada.

3- Efecto del Fluridone sobre la germinación.

Se evaluó, mediante el uso de un inhibidor de la síntesis de ABA (fluridone), si la termo-inhibición de la germinación era dada por la presencia de esta hormona. La dosis evaluada fue: 0,05 mMr incubado a 35°C.

4- Efecto de la Giberelina sobre la germinación.

Se evaluó la germinación, mediante el agregado de una solución de Giberelina, GA₃ (Sigma) 2 Molar incubado a 35°C, con el fin de evaluar si podía revertir la inhibición de la germinación provocada por la exposición a una temperatura supra-óptima (35°C).

5- Efecto del peróxido de hidrógeno sobre la germinación.

Se evaluó la germinación, mediante el agregado de una solución peróxido de hidrógeno 1,2 Molar, incubado a 35°C. El H₂O₂ fue descrito como un estimulante de la germinación y crecimiento temprano de las plantas, dado a su efecto sobre el descenso de niveles endógenos de ABA y con la inducción de proteínas señalizadoras (Barba-Espín y otros, 2012).

El efecto de cada tratamiento se evaluó en tres repeticiones de 25 **semillas** cada uno, en cada experimento, colocadas sobre cajas de Petri de 9cm de diámetro, con papel de filtro humedecido con agua destilada, a razón de 7ml en *Cynara cardunculus* y 4ml en *Carduus acanthoides*. El conteo se hizo iniciada la siembra, durante 21 días consecutivos y cuantificando como germinada, aquella semilla cuya radícula sea igual o mayor a 2mm, retirando las germinadas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS

Los datos obtenidos en cada tratamiento fueron analizados, con Infostat, mediante un análisis de la varianza (ANOVA), utilizando el test de Tukey, para detectar diferencias significativas (con un nivel de significación del 5%).

RESULTADOS

Efectos de la temperatura sobre la germinación de *C. cardunculus*:

Se observaron diferencias significativas en cuanto a la germinación, con respecto a las temperaturas de incubación en *C. cardunculus* ($p_v = 0,0001$) (Figura 1). No se observaron diferencias en cuanto la germinación total a temperaturas constantes en efecto a 20°C, 15°C y 10°C. (65,67% \pm 4,67%, 56,67% \pm 9,53%, 42,33% \pm 10,09% respectivamente) (Media (%) \pm EEM (%)). Temperaturas superiores a 20°C redujeron el porcentaje de germinación, habiendo una marcada inhibición térmica en las temperaturas de 30°C y 35°C (9,67% \pm 6,67%, 1,00% \pm 1,00% respectivamente). En cuanto a la incubación a 25°C (31,33% \pm 7,22%), no se observó diferencia significativa con respecto a 10°C y 15°C, y si, con respecto a 20°C. Los tratamientos de temperaturas alternas no incrementaron la germinación. Se observó una marcada diferencia con respecto a la alterna de mayores temperaturas, 20°-30°C (13,33% \pm 2,03%), en la cual la germinación fue marcadamente inferior, con respecto a 20°C-10°C y 25°C-15°C (62,33% \pm 2,91%, 50,00% \pm 16,62% respectivamente).

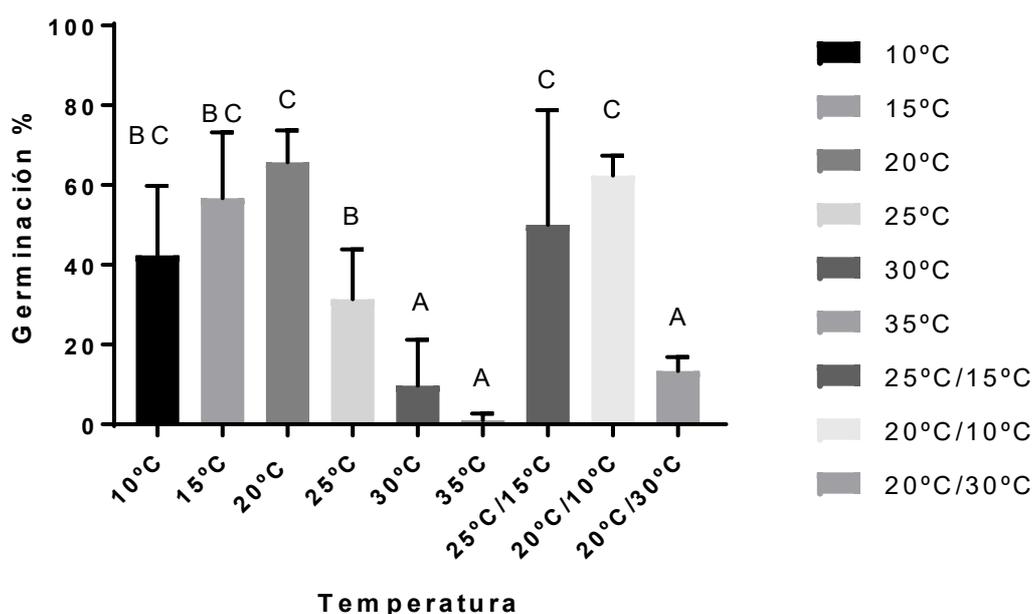


Figura 1: Germinación acumulada y EEM, medidos en porcentaje, correspondiente a *C. cardunculus*, en función de diferentes temperaturas de incubación constantes (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) y alternas (20°-10°C, 25°-15°C, y 20°-30°C).

Efectos de la cubierta y el balance hormonal sobre la germinación de *C. cardunculus*:

Se observaron diferencias significativas en la germinación con los tratamientos realizados para romper con la termo inhibición ($p_v = 0,0106$) (Figura 2). El escarificado

y el agregado de fluridone, tuvieron un efecto positivo sobre la germinación ($34,67\% \pm 13,53\%$, $18,67\% \pm 3,53\%$ respectivamente), dando un aumento significativo en la germinación el tratamiento con fluridone, en comparación al testigo ($H_2O + 35^\circ C$), y un aumento aún más significativo el escarificado. Por el contrario, no se obtuvo ninguna diferencia significativa con el uso de H_2O_2 y de GA_3 ($0,00\% \pm 0,00\%$, $1,33\% \pm 1,33\%$ respectivamente).

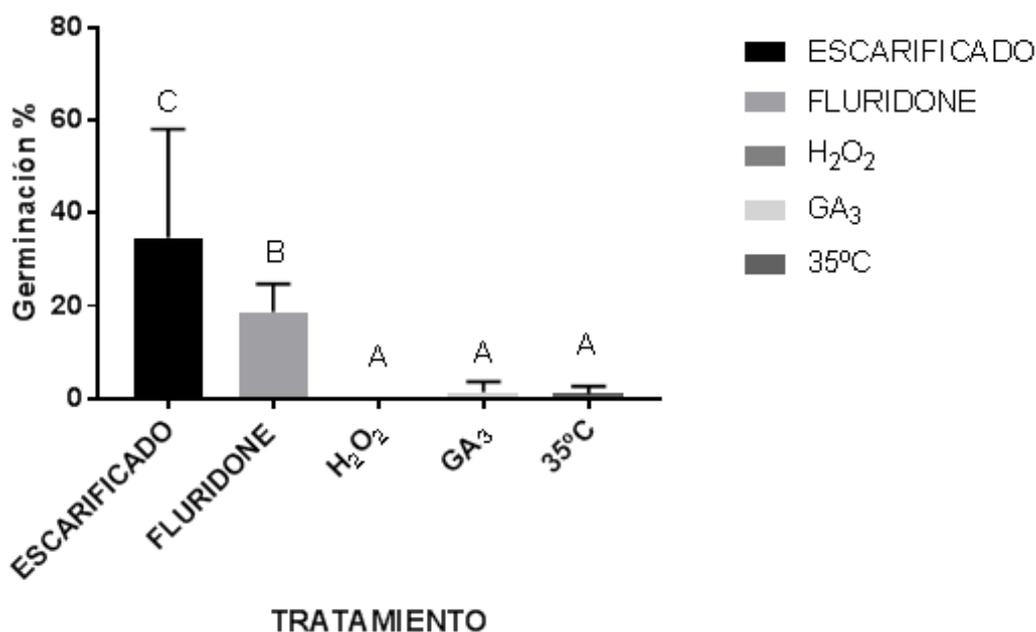


Figura 2: Germinación acumulada y EEM, medida en porcentaje, correspondiente a *C. cardunculus*, en función de los distintos tratamientos (H_2O_2 , GA_3 , Fluridone, Escarificado y control a $35^\circ C$).

Efectos de la temperatura sobre la germinación de *C. acanthoides*:

Se observaron diferencias significativas en cuanto a la germinación, con respecto a las temperaturas de incubación en *C. acanthoides*. ($pv = 0,0006$) (Figura 3). Los mayores porcentajes de germinación a temperaturas constantes sin marcar diferencias significativas entre ellas, fueron a $15^\circ C$, $10^\circ C$ y $20^\circ C$ ($56,00\% \pm 10,07\%$, $54,67\% \pm 8,11\%$, $56,00\% \pm 10,07\%$ respectivamente).

Por encima de $20^\circ C$, la germinación se vio disminuida, habiendo una marcada inhibición térmica en las temperaturas de $25^\circ C$, $30^\circ C$ y $35^\circ C$ ($21,33\% \pm 4,81\%$, $16,00\% \pm 2,31\%$, $8,00\% \pm 2,31\%$ respectivamente), cuya germinación fue muy restringida y se observaron diferencias significativas con respecto a las temperaturas de mayor porcentaje de germinación.

En cuanto a lo que refiere los tratamientos de temperaturas alternas, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos, siendo sin embargo el de mayor

germinación acumulada el tratamiento a 25°-15°C (78,67% ± 7,42%), en relación a 20°C-10°C y 20°C-30°C (69,33% ± 13,92% y 42,67% ± 17,49% respectivamente).

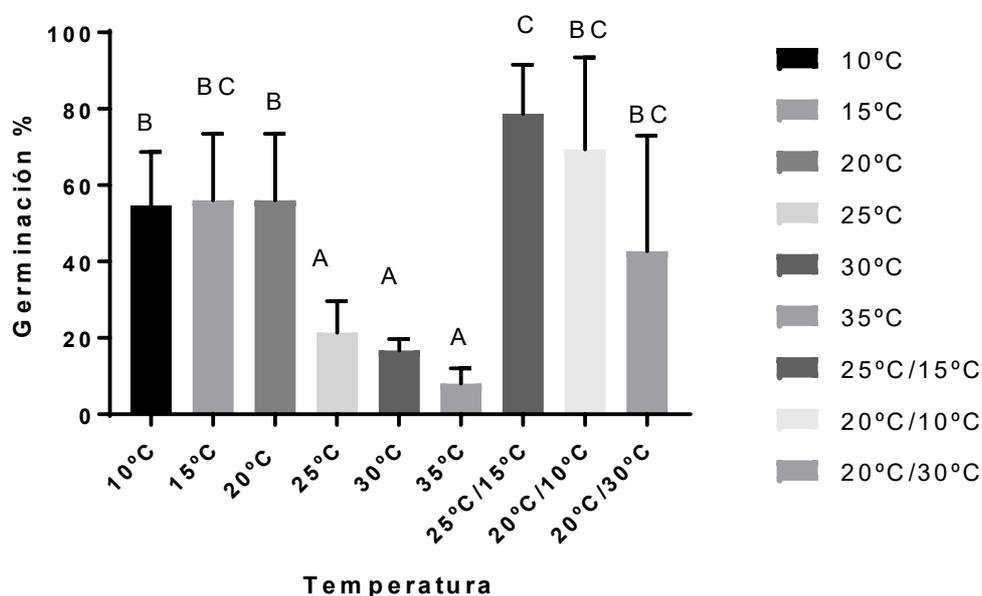


Figura 3: Germinación acumulada y EMM, medida en porcentaje, correspondiente a *C. acanthoides*, en función de diferentes temperaturas de incubación, constantes (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) y alternas (20°-10°C, 25°-15°C, y 20°-30°C).

Efectos de la cubierta y el balance hormonal sobre la germinación de *C. acanthoides*:

Se observaron diferencias significativas en la germinación con los tratamientos realizados para romper con la termo inhibición ($p_v = 0,0002$) (Figura 4). Dentro de los tratamientos realizados, el escarificado, el agregado de fluridone y GA₃ (16,00% ± 6,93%, 49,33% ± 7,42% y 41,33% ± 3,53% respectivamente), tuvieron un efecto positivo sobre la germinación, dando un aumento significativo en la germinación el escarificado mecánico, en comparación al testigo a 35°C, y un aumento aún más significativo el agregado de GA₃ y fluridone.

No se obtuvo ninguna diferencia significativa con el uso de H₂O₂ (6,67% ± 1,33%).

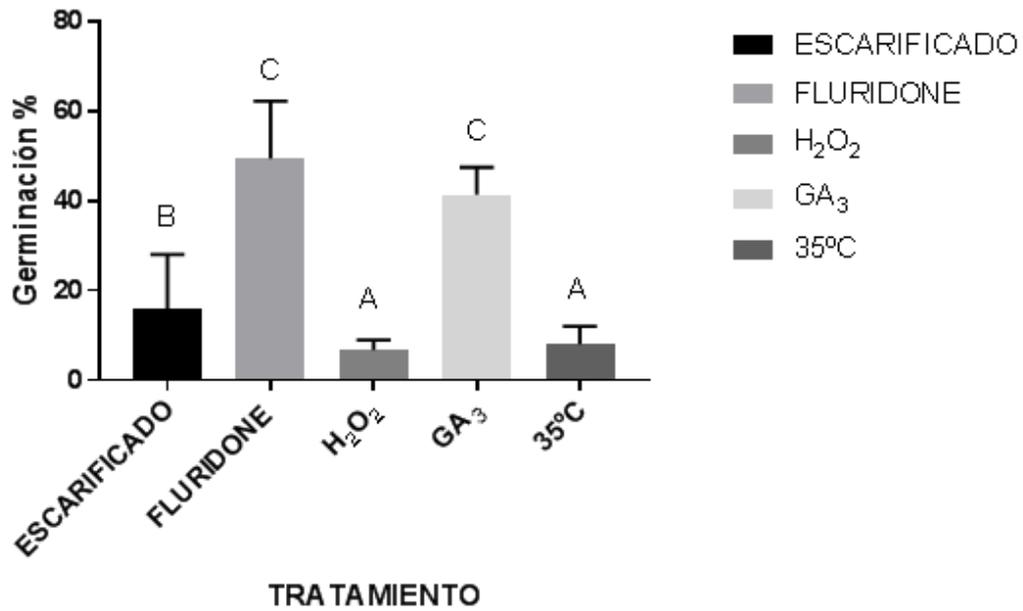


Figura 4: Germinación acumulada y EMM, medida en porcentaje, correspondiente a *C. acanthoides*, en función de los distintos tratamientos (H₂O₂, GA₃, Fluridone, Escarificado y control a 35°C).

DISCUSIÓN

La temperatura y la humedad presente en el suelo, son los factores más determinantes en relación a la germinación de las semillas (Bewley and Black, 1982). En este experimento, donde la humedad no fue limitante, se estudió el efecto de la temperatura como principal limitante germinativo.

Tanto *C. cadrunculus* como *C. acanthoides*, son especies meso-térmicas, predisponentes a emerger en otoño (Kruk y Benech-Arnold, 2000) con floración primavera-estival. La germinación de ambas especies se vio favorecida con el incremento de la temperatura de incubación, hasta un punto (temperaturas supra-óptimas) en la cual se produjo una inhibición térmica, disminuyendo la misma.

En *C. acanthoides*, las temperaturas en la que la germinación fue máxima, fue de 20°C, sin una marcada diferencia sobre las inferiores, pero con una termo-inhibición por encima de la misma. Hen y Young (2013) en un ensayo sobre *Carduus nutans*, una especie del mismo género que el estudiado, determinaron que la temperatura óptima de germinación era 20°C, disminuyendo el porcentaje de germinación en 25°C. De la misma manera notaron que en temperaturas alternas, la germinación fue máxima en 25°/15°C (91% de germinación) amoldándose a lo expuesto en este experimento.

La inhibición presente a temperaturas superiores a la óptima, podríamos inferir que fueron por un exceso de ABA, dado que los mejores tratamientos para romper con dicha dormición, fueron los tratamientos con Fluridone, el cual es un inhibidor de la síntesis del ácido abscísico, y el tratamiento mediante el agregado de GAs, hormona que favorece la germinación mediante la movilización de reservas durante la misma (Jordan y Casareto, 2006).

De la misma manera, *C. cardunculus*, mostró una gran respuesta germinativa hasta 20°C, con una marcada inhibición a partir de 25°C. El estudio realizado por Ierna y otros (2004), fue igualmente concluyente, arrojando como el mejor alcance de germinación temperaturas de 4°C a 20°C con un acumulado de 59% de germinación y una marcada inhibición térmica por encima de la misma, cayendo a 36°C a un 1% de germinación.

De la misma manera Basnizki y Mayer (1985) estudiaron la germinación sobre distintas especies del género *Cynara* sobre las cuales adjudicaron que el rango óptimo variaba entre 10°-20°C y 15°-20°C según la especie, en todos los casos una alta depresión germinativa ocurrió cuando la temperatura de incubación superaba los 25°C, cayendo en promedio por debajo del 10% a 30°C. En lo que respecta a incubación a temperaturas alternas, no se observó diferencia significativa a las temperaturas constantes.

En ambas especies el escarificado tuvo un efecto positivo sobre la germinación, concluyendo entonces que la termo-inhibición es de doble origen, teniendo un factor hormonal, dado al alto grado de ABA endógeno, el cual es acumulado durante el desarrollo temprano de la semilla (Jordan y Casareto, 2006) y un factor físico, dado por las cubiertas seminales que dificultan la misma, debido a la impermeabilidad de las

cubiertas, impidiendo el ingreso del agua requerido para la germinación (Guerrero y Herrera, 1993).

CONCLUSIONES

Se puede concluir en base a los experimentos realizados que, en estas poblaciones, las cuales pueden variar con respecto a otras poblaciones de las mismas especies, se encontraban dormidas.

La germinación de ambas especies se ve afectada por la temperatura. Teniendo ambas una marcado termo-inhibición por encima de los 20°C.

La dormición de ambas especies, fue de doble origen, es decir una dormición combinada. Por un lado, una dormición fisiológica, por la generación excesiva de ABA endógeno ante una situación desfavorable, como el exceso térmico, y por otro lado física, como lo es la barrera que constituyeron las cubiertas para el ingreso de agua, esencial para el proceso germinativo.

ANEXOS

Resultados análisis estadísticos

Temperatura	Variable	N	Media	E.E.	Mín.	Máy.
10°C	% Germinación	3	42,33	10,09	23,00	57,00
15°C	% Germinación	3	56,67	9,53	40,00	73,00
20°C	% Germinación	3	65,67	4,67	57,00	73,00
20°C/10°C	% Germinación	3	62,33	2,91	57,00	67,00
20°C/30°C	% Germinación	3	13,33	2,03	10,00	17,00
25°C	% Germinación	3	31,33	7,22	17,00	40,00
25°C/15°C	% Germinación	3	50,00	16,62	17,00	70,00

30°C	% Germinación	3	9,67	6,67	3,00	23,00
35°C	% Germinación	3	1,00	1,00	0,00	3,00

Cuadro 1: Medidas de resumen de los distintos tratamientos térmicos sobre *C. cardunculus*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14049,19	8	1756,15	8,77	0,0001
Temperatura	14049,19	8	1756,15	8,77	0,0001
Error	3604,67	18	200,26		
Total	17653,85	26			

Cuadro 2: Análisis de la varianza de los tratamientos térmicos en *C. cardunculus*.

Temperatura	Variable	N	Media	E.E.	Mín.	Máx.
35°C	% Germinación	3	1,00	1,00	0,00	3,00
Escarificado	% Germinación	3	34,67	13,53	8,00	52,00
Fluridone	% Germinación	3	18,67	3,53	12,00	24,00
GA3	% Germinación	3	1,33	1,33	0,00	4,00
H2O2	% Germinación	3	0,00	0,00	0,00	0,00

Cuadro 3: Medidas de resumen de los distintos tratamientos sobre *C. cardunculus*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2799,73	4	699,93	5,88	0,0106
Temperatura	2799,73	4	699,93	5,88	0,0106
Error	1190,00	10	119,00		
Total	3989,73	14			

Cuadro 4: Análisis de la varianza de los tratamientos térmicos en *C. cardunculus*.

Temperatura	Variable	N	Media	E.E.	Mín.	Máx.
10°C	% Germinación	3	54,67	8,11	40,00	68,00
15°C	% Germinación	3	56,00	10,07	36,00	68,00
20°C	% Germinación	3	56,00	10,07	44,00	76,00
20°C/10°C	% Germinación	3	69,33	13,92	44,00	92,00
20°C/30°C	% Germinación	3	42,67	17,49	8,00	64,00
25°C	% Germinación	3	21,33	4,81	12,00	28,00
25°C/15°C	% Germinación	3	78,67	7,42	64,00	88,00
30°C	% Germinación	3	16,00	2,31	12,00	20,00
35°C	% Germinación	3	8,00	2,31	4,00	12,00

Cuadro 5: Medidas de resumen de los distintos tratamientos térmicos sobre *C. acanthoides*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14507,85	8	1813,48	6,35	0,0006
Temperatura	14507,85	8	1813,48	6,35	0,0006
Error	5141,33	18	285,63		
Total	19649,19	26			

Cuadro 6: Análisis de la varianza de los tratamientos térmicos en *C. acanthoides*.

Temperatura	Variable	N	Media	E.E.	Mín.	Máx.
35°C	% Germinación	3	8,00	2,31	4,00	12,00
Escarificado	% Germinación	3	16,00	6,93	4,00	28,00
Fluridone	% Germinación	3	49,33	7,42	40,00	64,00
GA3	% Germinación	3	41,33	3,53	36,00	48,00
H2O2	% Germinación	3	6,67	1,33	4,00	8,00

Cuadro 7: Medidas de resumen de los distintos tratamientos sobre *C. acanthoides*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4686,93	4	1171,73	15,92	0,0002
Temperatura	4686,93	4	1171,73	15,92	0,0002
Error	736,00	10	73,60		
Total	5422,93	14			

Cuadro 8: Análisis de la varianza de los tratamientos en *C. acanthoides*.

BIBLIOGRAFÍA

Ammar y otros (2014), Morphological Variability of Wild Cardoon (*Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris*) Populations in North of Tunisia, Hindawi Publishing Corporation, Volumen 2014.

Archontoulis S.V. y Otros (2008), Agronomy of *Cynara cardunculus* growing on an aquatic soil in central Greece, International Conference on Agricultural Engineering, Crete, Greece.

Barba-Espín G. y otros, (2012). Efecto del peróxido de hidrógeno en la expresión de proteínas durante la germinación. *Proteómica*, número 8, pág. 142.

- Baskin, J.M. y Baskin, C.C.** (1977), Role of temperature in the germination ecology of three summer annual weeds. *Oecologia* vol. 30, pag. 377–382.
- Baskin J.M. y Baskin C.C.** (2004), A classification system for seed dormancy, *Seed Science Research*, vol. 14, pag. 1-16.
- Benech-Arnold R.L. y Otros** (2000). Environmental control of dormancy in weed seed 19empe in soil. *Field Crops Research*. Vol. 67, pag. 105-122.
- Benech-Arnold, R.L y Otros.** (1990) Temperature effects on dormancy 19empera and germination rate in *Sorghum halepense* (L.) Pers. 19empe: a quantitative analysis. *Weed Research* vol. 30, pag. 81–89.
- Bewley, J.D. and Black, M.** (1982) *Physiology and biochemistry of sedes*, Volumen 2, Berlin, Springer-Verlag.
- Bewley, J.D.** (1997), *Seed Germination and Dormancy*. *The Plant Cell*, vol. 9, pag. 1055-1066.
- Curt M.D., Sanchez G. Fernandez J.,** (2002). The potential of *Cynara cardunculus* L. For seed oil production in a perennial cultivation system. *Biomass & Bioenergy*, vol. 23, pag. 33–46.
- Desrochers A. M. y Otros** (1989). *The Biology of Canadian Weeds*. *Canadian Journal of Plant Science*. Pag. 1053-1068.
- De la Cuadra, C.** (1992). Germinación, latencia y dormición de las semillas. Dormición en las avenas locas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas divulgadoras. Núm. 3/92 HD.
- Doing, H. y Otros** (1969). Ecology and distribution of the *Carduus nutans* grovp, nodding thistles, in Australia. *Vegetation* Vol. 17, pag. 313-351.
- FAO,** <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0884s/a0884s.pdf> 2007.
- FAO,** http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/wm/weeds.pdf
- Falasca, S., y Ulberich, A.** (2007). “El agroclima del cardo *Cynara cardunculus* como cultivo energético en áreas semiáridas de Argentina”. En: Congreso ASADES y XV Reunión de la IASEE. San Luis, Revista AVERMA. (Avances en Energías

Renovables y Medioambiente).

- Fernandez, A.** (1982). Manejo Integrado de Malezas. Planta Daninha, vol 2, pag 69-79.
- Fernandez J. Y Aguado P.L.** (2006). Industrial applications of *Cynara cardunculus* L. For energy and other uses. *Industrial Crops & Products* Vol. 24, Pag. 222–229.
- Fernández, y Otros,** (2005). *Cynara cardunculus* L. As A Perennial Crop for Non-Irrigated Lands: Yields and Applications. *ISHS Acta Horticulturae* vol. 681, pag. 109-116.
- Finch-Savage W.E. y Leubner-Metzger G.** (2006). Seed dormancy and the control of germination, *New Phytologist*, Vol. 171, Pag. 501-523.
- Gurrero M.** y Herrera J (1993). La germinación de *Sesbania emerus* (Fabaceae): efecto de la inmersión en ácido sulfúrico. *Revista de Biología Tropical*, Vol 42(3), pag. 461-466.
- Han C. y Young S.L.** (2013), Ecology of Musk Thistle (*Carduus nutans*) Seed Germination for Grasslands Temperate Climates. *Weed Science*, Vol. 61, pag. 549 – 556.
- Huarte, R. H.,** Mecanismos fisiológicos y moleculares involucrados en la terminación de la dormición de semillas expuestas a las temperaturas alternadas (Tesis Doctorado), Universidad de Buenos Aires, Argentina (1991).
- Jordan M. y Casaretto J** (2006), Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicílico y Ácido Jasmónico. *Fisiología Vegetal*, Cap 16, pag 1-28.
- Kruk y Benech-Arnold** (2000), Evaluation of dormancy and germination responses to 20emperatura in *Carduus acanthoides* and *Anagallis arvensis* using a screening system, and relationship with field- observed emergence patterns, *Seed Science Research* vol. 10, pag 77-88.
- Laboratorio de Biología Molecular Vegetal. Facutlad de Ciencias Uruguay.**
Ponencia. http://bmv.fcien.edu.uy/clases/hormonas_2008.pdf 2008.

- Labrada R. y Parker C.** (1994). Weed Control in the context of Integrated Pest Management. Weed Management for Developing Countries. Plant Production and Protection Paper vol. 120, pag. 3-8.
- Lluna Duval, R.** (2006). Hormonas Vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Revista Horticultura, vol 196, pag 22 – 26.
- McCarty, M. K., Gorz, H. J. and Haskins, F. A.** (1980). Inheritance of flower color in musk thistle (*Carduus thoermeri*). Weed Science vol. 28, pag. 347-352.
- Moore, R. J. and Frankton, C.** (1974). The thistles of Canada. Research Branch, Canada Department of Agriculture. Monograph no. 10, pag. 54-61.
- Panoutsou, C.** (2007). Socio-economic impact of energy crops for heat generation in Northern Greece. Energy Policy, vol. 35, pag. 6046-6059.
- Pasqualino J.C.**, *Cynara cardunculus* as an alternative crop for biodiesel production (Tesis Doctorado en ingeniería química) Universitat Rovira I Virgili, España (2006).
- Parker C. y J. Fryer.** (1975). Weed control problems causing major reduction in world food supplies. FAO Boletín "Plant Protection" vol. 23, pag. 83-95.
- Portis E, Acquadro A, Comino C, Mauromicale G, Saba E, Lanteri S.** (2005) Genetic structure of island populations of wild cardoon [*Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris* (Lamk) Fiori] detected by AFLPs and SSRs. Plant Science vol. 169, pag.199-210.
- Quilhó T, Gominho J, Pereira H,** (2004). Anatomical characterization and variability of the thistle *Cynara cardunculus* in view of pulping potential. IAWA Journal, Vol. 25, pag. 217–230.
- Syeda Nasreen, Yousaf, M.; Akbar, S.; Mohmand, S.; Ashraf Mailk, M.** (2002). Study of Seed Dormancy Mechanisms; Causes and Control. Asian Journal of Plant Sciences, vol. 1, pag. 210-212.
- Vegis, A.** (1964) Dormancy in higher plants. Annual Review of Plant Physiology vol. 15, pag. 185–224.

Vibrans H. (2009) *Especies invasoras de alto impacto*. México, Editorial March Mifsut y Martínez Jiménez.

White VA, Holt, JS., (2005). Competition of artichoke thistle (*Cynara cardunculus*) with native and exotic grassland species. *Weed Science*, vol. 53, pag. 826–833.