

**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Universidad Nacional del Nordeste**



**Trabajo Final de Graduación**  
**Modalidad Tesina**

**“Estudios del comportamiento germinativo de *Cyperus iria* L.,  
maleza importante del cultivo de arroz”**

**Alumno: Vucko Ayrton**

**Director: Ing. Agr. (MSc) Rafael Augusto Lovato Echeverria**

**2019**

## ***AGRADECIMIENTOS***

A mi director el Ing. Rafael Lovato Echeverria, por su acompañamiento y dedicación para que pudiera llevar a cabo este proyecto.

A los integrantes de la Cátedra de Botánica Sistemática y Fitogeografía, Ing. Gabriela Lopez, Ing. Ricardo Vanni e Ing. Marcos Dávalos, por brindarme su apoyo y valiosos consejos que enriquecieron mi formación.

A mi jurado evaluador, Ing. Carolina Peichoto, Bioq. Melisa Hidalgo e Ing. Susana Gutierrez, por su predisposición y acertadas sugerencias que mejoraron la presentación de éste trabajo.

A mi familia, por brindarme la motivación y apoyo incondicional durante toda mi carrera.

**A todos, muchas gracias.**

## INDICE

Introducción .....	2
Antecedente .....	4
Objetivos .....	5
Materiales y Métodos .....	6
Resultados.....	7
Discusión .....	10
Conclusiones .....	12
Bibliografía .....	12
Anexo.....	15

## Introducción:

### *Importancia de las malezas en el cultivo de arroz*

El arroz constituye la base de la dieta de más de la mitad de la población mundial (Mohanty, 2013). En Argentina, la mayor producción está concentrada en la región del litoral, siendo Corrientes la principal provincia productora (CONINAGRO, 2017). El rendimiento potencial de este cultivo se ve reducido por diversos factores abióticos (temperaturas, radiación, etc.) y bióticos (malezas, plagas y enfermedades). Entre estos últimos, las malezas ejercen un importante efecto debido a que compiten con el arroz por los recursos necesarios para el crecimiento y desarrollo, principalmente luz, agua y nutrientes, constituyéndose en una de las principales limitantes de la productividad y calidad.

En la actividad arrocería se reportan perjuicios en todas las etapas de desarrollo del cultivo como consecuencia de la presencia de malezas; entre éstos se encuentran disminuciones en todos los componentes del rendimiento, desde el número de plantas por metro cuadrado, número de macollos por planta, hasta el número de granos producidos (Juraimi et al. 2009). Esto, sumado al hecho que existe una gran diversidad de malezas asociadas al cultivo y a la amplia variedad de atributos que las hacen fuertes competidoras, determina que los esfuerzos realizados para controlarlas tengan un grave impacto en el ambiente y en los resultados económicos del cultivo (Labrada, 1997). En diversos experimentos realizados en Perú, Brasil y Argentina, se han registrados pérdidas que oscilan entre el 35 y el 70% del rendimiento potencial (Fernández et al. 1990).

En el cultivo de arroz, los esfuerzos de control se centran en la reducción de la densidad de malezas en los estadios tempranos del mismo, por lo tanto las estrategias para manejarlas se deben enfocar en las semillas y plántulas, estados en los cuales son más fácilmente controlables. El conocimiento de ecología de malezas sirve como medio de ayuda a los especialistas, para enfocar mejor el espectro de prácticas disponibles de manejo a la hora de la toma de decisiones agronómica y económicamente apropiadas (Forcella, 1997). El estudio de la ecología de las malezas concierne con el estudio de las características, adaptaciones y mecanismos de supervivencia, que permiten a este tipo de plantas explotar nichos ecológicos que quedan abiertos en aquellos ambientes modificados por el hombre (Fernández et al. 2014).

A fines prácticos, el conocimiento sobre la biología de las malezas es prioritario para establecer los fundamentos sobre los cuales se basa su presencia y para el desarrollo de sistemas apropiados de manejo (Fernández et al. 2014). Según Dekker (1999), entender los procesos que impulsan y controlan la germinación de las semillas, nos permitirá manipular y manejar las malezas de manera económica y sustentable.

### *Distribución y ecología del *Cyperus iria**

*Cyperus iria* es una especie anual originaria de Asia, donde se halla ampliamente extendida en Asia tropical y subtropical, este de África y Australia, introducida y naturalizada en el sureste de los Estados Unidos, las Antillas y Argentina (Guaglianone, 1976; Galinato et al., 1999). En Argentina se encuentra en las provincias de Buenos Aires, Chaco, Corrientes, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe y Tucumán (Instituto de botánica Darwinion, 2019), habitando humedales,

cultivos, pastizales, bordes de caminos y márgenes de ríos. Numerosos autores la han citado como una de las principales malezas del cultivo de arroz en todo el mundo (Chozin & Nakagawa, 1988; Galinato et al., 1999; Rao et al. 2007; Chauhan & Johnson, 2009). Su unidad de dispersión son aquenios (frutos indehiscentes, secos y uniseminados). Su alta tasa de reproducción se debe en parte a la abundante producción de semillas y a su corto ciclo de vida. Una sola planta produce alrededor de 3.000 semillas, aunque una planta grande puede llegar a producir hasta 5.000 (Galinato et al., 1999; Chauhan & Johnson, 2009). En el nordeste argentino, florece desde diciembre hasta abril, en aproximadamente un mes liberan sus semillas y establecen una segunda generación en la misma temporada (Guaglianone, 1976; Chauhan & Johnson, 2009). Ahumada (1986) la categorizó como una maleza muy agresiva en arrozceras de la región del nordeste argentino.

### *Conceptos de comportamiento germinativo e influencia de los factores ambientales*

La germinación, analizada desde un punto de vista biológico, es el proceso por el cual una semilla en estado de vida dormante, entra de pronto en actividad, reanuda su crecimiento y origina una nueva planta. Este fenómeno es crítico en el ciclo de vida de toda planta, debido a que la probabilidad de supervivencia de las plántulas depende de disponibilidad posterior de agua, temperatura, luz y nutrientes para el crecimiento de la planta (Bradford, 2002). El objetivo general de la ecología de la germinación de semillas es explicar cómo los factores ambientales regulan este proceso en la naturaleza (Baskin & Baskin, 2014).

La germinación de las semillas de malezas es comúnmente influenciada por la exposición a la luz y las condiciones de temperatura. Las semillas perciben el estímulo luminoso a través de fotorreceptores, principalmente aquellos pertenecientes a la familia de los fitocromos (Borthwick et al. 1954). En las especies sensibles, denominadas fotoblásticas positivas, la exposición directa a la luz rompe la dormancia y eventualmente desencadena la germinación (Cousens & Mortimer, 1995).

Las fluctuaciones de temperatura pueden iniciar o acelerar la germinación en ciertas especies, y la eficacia del estímulo, varía según la amplitud de la fluctuación y la presencia o ausencia de luz (Thompson, 1977). Esta alternancia de temperaturas en el suelo, son mayores cerca de la superficie y disminuyen rápidamente con la profundidad. Thompson y Grime (1983) sugieren que la sensibilidad de las semillas a las fluctuaciones de temperatura, podría actuar como un mecanismo de detección de la profundidad, por el cual, la germinación sólo ocurre cuando se encuentran a una profundidad propicia para la emergencia. Posteriormente, Ghera et al. (1992) realizaron estudios sobre el efecto de la temperatura del suelo en la pérdida de dormancia y germinación del sorgo de alepo [*Sorghum halepense* (L.) Pers.], los cuales aportaron evidencia sobre la capacidad de las semillas para detectar condiciones óptimas para la emergencia, mediante la sensibilidad a las fluctuaciones de temperatura.

Con excepción de unas pocas especies, las temperaturas alternas suelen ser más favorables para la germinación que las constantes (Morinaga, 1926; Thompson y Grime, 1983; Nishimoto y McCarty, 1997). Se observó que muchas de las especies que responden a las fluctuaciones de temperatura forman bancos de semillas persistentes y por otra parte están presentes en pastizales, humedales y tierras de cultivo. (Thompson y Grime, 1983).

## **Antecedentes:**

Entre los primeros aportes sobre la ecología de la germinación de *Cyperus iria*, Chozin & Nakagawa (1988), realizaron estudios evaluando el efecto de factores ambientales, tales como la necesidad de luz y temperatura. Entre sus aportes determinaron que los porcentajes de germinación, eran mayores con temperaturas fluctuantes que los obtenidos con temperaturas constantes, y que en semillas sometidas a completa oscuridad y fluctuaciones diarias de temperatura, aún con porcentajes bajos, se producía la germinación.

Posteriormente, Chauhan & Johnson (2009) llevaron a cabo experimentos en los que analizaron el efecto en la germinación de diversos factores ambientales y prácticas de cultivo. Entre sus conclusiones, resaltaron que ésta especie se caracteriza por tener altos niveles de germinación en semillas recién maduradas, indicando que poseen bajos niveles de dormancia primaria; además, determinaron que la germinación era inhibida por la falta de luz y que los porcentajes de germinación eran crecientes con el aumento de la temperatura.

## Objetivos:

### *Objetivo general*

- Describir el comportamiento germinativo de *Cyperus iria*, según las condiciones de luz y la necesidad de fluctuaciones de temperatura.

### *Objetivos específicos*

- Demostrar la influencia de las fluctuaciones de temperatura para la germinación de *Cyperus iria*.
- Determinar la necesidad de luz u oscuridad para la germinación de *Cyperus iria*.
- Determinar si existiera interrelación entre éstas dos variables.

## Materiales y Métodos:

El material utilizado fue un lote de aquenios maduros de *Cyperus iria* de reciente formación, recolectados en lotes experimentales de arroz del INTA EEA Corrientes, los cuales se denominan “semillas” a fin de esta tesis. Se determinaron porcentajes de germinación obtenidos en un período de 14 días de incubación dentro de una cámara de crecimiento vegetal, en un experimento factorial con 5 regímenes de temperatura, 2 de iluminación y 4 repeticiones por tratamiento, donde las condiciones fueron las siguientes:

1. Para evaluar los efectos de la temperatura, las semillas fueron expuestas a dos regímenes de temperaturas constantes (25°C y 15°C) y tres de temperaturas fluctuantes (30/20°C, 25/15°C y 20/10°C) que alternaban a intervalos de 12 h.
2. Para evaluar las condiciones de luz, se incorporó a cada régimen de temperatura dos condiciones de luz, una con 12 h de iluminación y 12 h de oscuridad, y otra de 24 h de completa oscuridad.

Previamente a ser incubadas, las semillas fueron acondicionadas para eliminar la presencia de microorganismos, realizando una inmersión durante 5 minutos en solución de hipoclorito de sodio al 0,5% y lavándolas con agua destilada antes de ser sembradas. Para cada régimen de luz y temperatura fueron sembradas 25 semillas por cada repetición, dentro de cajas de Petri de 9 cm de diámetro, utilizando una capa de papel de filtro Whatman N° 1 y 5 ml de agua destilada en cada una. A continuación fueron incubadas en la cámara de crecimiento vegetal durante un período de 14 días. Las cajas de Petri que fueron sometidas a condiciones de completa oscuridad, fueron envueltas en una doble capa de papel de aluminio para impedir el ingreso de luz (ver anexo).

A partir del momento de incubación, cada 48 h se procedió a registrar el número de semillas germinadas en cada repetición, considerando la protrusión de la radícula como el inicio de la germinación. Cada registro se expresó como porcentaje, del número de germinaciones sobre total de semillas en cada repetición. Para evaluar el progreso de la germinación durante el transcurso de cada tratamiento se analizaron los porcentajes de germinación alcanzados a los dos, cuatro y seis días de iniciada la incubación.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron evaluados a través del análisis de la varianza y test de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 5%, utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo, 2011).

En aquellos tratamientos en los cuales la germinación fue nula, se realizó un test de viabilidad utilizando sales de tetrazolio (modificado de Cottrell, 1948), con el fin de verificar, si la falta de germinación fue ocasionada por las condiciones del experimento. El test consistió en volver a incubar las semillas al final del tratamiento, embebiéndolas en una solución de cloruro de tetrazolio al 1%, por un período de 18 h a 25°C de temperatura, al cabo del cual, se procedió a comprobar la viabilidad de las mismas realizándoles un corte longitudinal y comprobando los tejidos del embrión, considerando inviables a aquellas semillas cuyo embrión no presentó tinción.



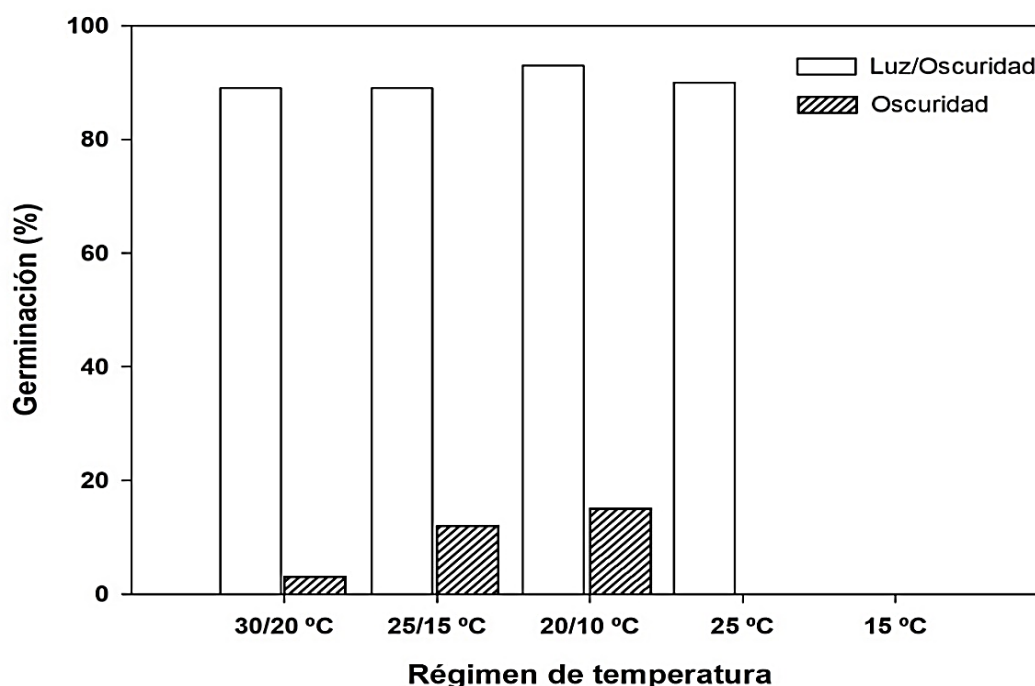
## Resultados:

En la Tabla 1 se presentan los promedios de germinación obtenidos al final de cada tratamiento. A través del análisis de la varianza, se puede observar que éstos evidenciaron diferencias con respecto a las condiciones de luz y temperaturas a las que fueron expuestos. En todas las condiciones de temperaturas evaluadas la ausencia de luz significó que la germinación se viera inhibida. Si bien, en los regímenes de temperaturas fluctuantes en completa oscuridad la germinación no fue nula, los porcentajes de semillas germinadas fueron lo suficientemente bajos para demostrar que no había diferencia significativa respecto a los regímenes de temperatura constante, donde la germinación fue completamente nula.

**Tabla 1:** Promedios de los porcentajes de germinación al final de cada tratamiento.

Régimen de Temperatura (°C)	Germinación (%)	
	Oscuridad 24hs	Luz 12hs/ Oscuridad 12hs
30/20	3 b	89 a
25/15	12 b	89 a
20/10	15 b	93 a
25	0 b	90 a
15	0 b	0 b

Valores con una letra en común no presentan diferencias significativas según test de Tukey ( $p>0,05$ ).

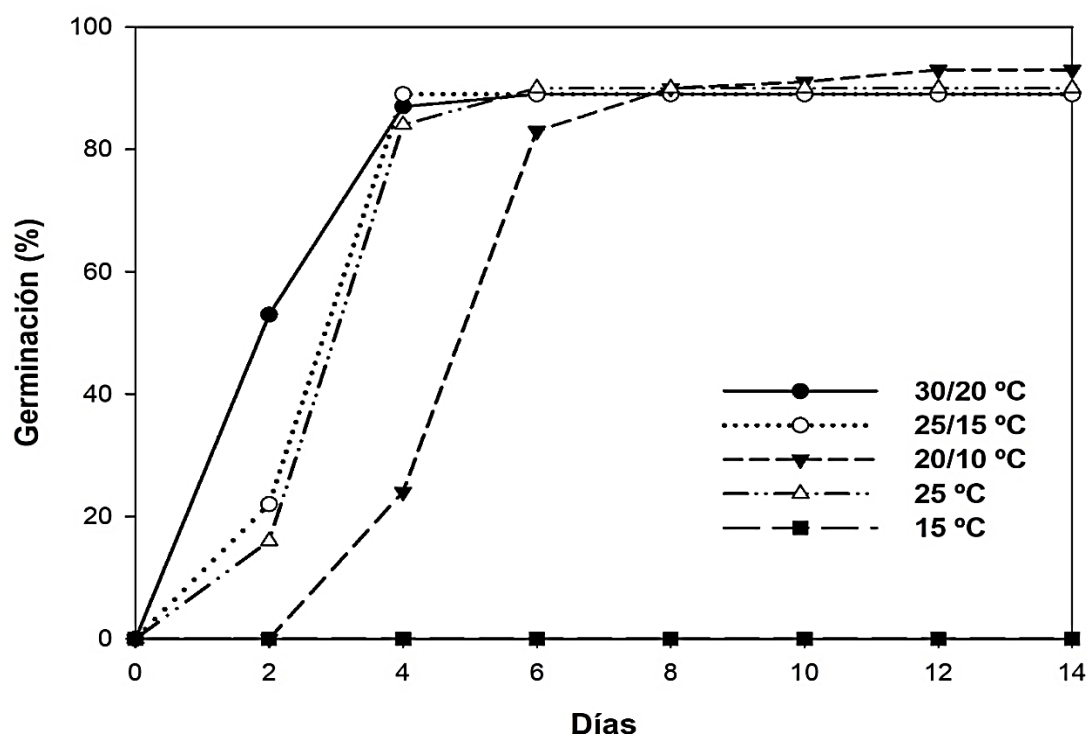


**Figura 1:** Porcentajes de germinación al final de cada tratamiento.

Los porcentajes de germinación alcanzados en presencia de luz a temperaturas alternas y a 25°C constantes, demostraron en ambos casos ser elevados (mayores al 80%). También se pudo apreciar que en estas condiciones los valores no acusaron diferencias significativas entre las temperaturas más bajas y las más altas. El tratamiento de 15°C de temperatura constante fue el único en el cual, aún en presencia de luz, la germinación se vio completamente inhibida (Figura 1). El test de viabilidad en las semillas de este tratamiento comprobó que se encontraban viables en un 92% del total.

Durante la primera semana de iniciado cada tratamiento se observaron diferencias en el progreso de la germinación (Figura 2). En presencia de luz, a temperaturas alternas de 30/20°C, la germinación alcanzó más del 50% en las primeras 48h, mientras que en los tratamientos 25/15 y 25°C los porcentajes eran aun bajos (menores al 25%); en contraste con la germinación a temperaturas alternas de 20/10°C, en la cual la germinación aún no se había iniciado.

Se alcanzó porcentajes de germinación próximos al 90% transcurridos 4 días en los regímenes de temperaturas alternas 30/20°C, 25/15°C y constante de 25°C, en tanto que el tratamiento de 20/10°C comenzaba a presentar “semillas” germinadas. Al cabo de 6 días, se vieron estadísticamente igualados los porcentajes de germinación en todos los tratamientos expuestos a un fotoperiodo diario de 12 h (Tabla 2).



**Figura 2** Curvas de progreso de la germinación de las semillas durante el período incubación de cada tratamiento.

El análisis estadístico probó que existe relación entre las variables luz y temperatura ( $p < 0,05$ ). A su vez, éste no demostró diferencias significativas entre el tratamiento a temperatura constante 25°C y los tratamientos sometidos a temperaturas fluctuantes (ver anexo). También se pudo apreciar que en estas condiciones los valores no acusaron diferencias significativas entre las temperaturas más bajas y las más altas.

**Tabla 2:** Progreso de la germinación durante la primera semana de iniciado cada tratamiento de temperatura expuesta a intervalos de luz/oscuridad.

<b>Régimen de Temperatura (°C)</b>	<b>Germinación (%)</b>		
	<b>2 días</b>	<b>4 días</b>	<b>6 días</b>
<b>30/20</b>	53 c	87 c	89 b
<b>25/15</b>	22 b	89 c	89 b
<b>20/10</b>	0 a	24 b	83 b
<b>25</b>	16 b	84 c	90 b
<b>15</b>	0 a	0 a	0 a

Medias con una letra en común no presentan diferencias significativas entre tratamientos de la misma fecha ( $p>0,05$ ).

## Discusión:

El hecho de que la germinación se haya visto inhibida en todos los tratamientos sometidos a oscuridad completa demuestra que las semillas de *C. iria* son fotoblásticas positivas, coincidentemente con los resultados obtenidos por Chozin & Nakagawa, 1988; y Chauhan & Johnson, 2009. Esta característica es esperable en especies de semillas pequeñas (Cousens & Mortimer, 1993), e implica que, dadas las condiciones hídricas, de temperatura y aireación favorables para la germinación, la misma sólo ocurrirá cuando las semillas estén ubicadas en la superficie del suelo expuestas a la luz del sol, actuando la luz como factor terminador de la dormición (Benech-Arnold et al. 2014).

La germinación de las semillas fotoblásticas es generalmente inhibida por bajas proporciones en el espectro de luz de rojo/rojo lejano que suelen estar presentes bajo el canopeo del cultivo (Pons, 1992). Desde el punto de vista ecológico, este requerimiento de luz para terminar la dormición ha sido relacionado con la capacidad de formar un banco de semillas persistentes en el suelo, como también la de percibir "claros" en el canopeo del cultivo (Benech-Arnold et al. 2000; Benech-Arnold et al. 2014).

A su vez, la falta de germinación en condiciones de luz a 15 °C constante, podría indicar que la temperatura base para la germinación de *C. iria* se encuentra por arriba de este valor; contrastantemente con la respuesta obtenida por Chozin & Nakagawa (1988) donde aún en bajos porcentajes (20% aprox.), en este régimen de temperatura ocurría la germinación.

La falta de diferencia en la respuesta germinativa entre los tratamientos de temperatura 25/15°C fluctuantes y 25°C constantes difiere de los resultados obtenidos por Chozin & Nakagawa (1988), que hallaron que el efecto de las fluctuaciones de temperatura se veía reflejado en mayores porcentajes de germinación comparado con temperaturas constantes. Ésta diferencia podría deberse a que, la alternancia de temperaturas no es una condición influyente de la germinación en las poblaciones locales de esta especie, o que pudo haberse producido una pérdida de sensibilidad a las fluctuaciones de temperatura por modificación en los niveles de dormición. Según Benech-Arnold et al. (2014), la sensibilidad a factores terminadores de la dormición como la luz o las fluctuaciones de temperatura puede modificarse a medida que las semillas salen de la dormancia, debido a que el rango de condiciones ambientales permisivas para la germinación se amplía.

Puede apreciarse que en todos los tratamientos de temperatura evaluados en los cuales la germinación no se vio inhibida, se obtuvieron altos porcentajes aún entre el rango de menor temperatura 20/10°C y el de mayor 30/20°C; lo cual implica que la emergencia de esta especie en campos de cultivo puede verse concentrada en fechas tempranas de la campaña agrícola. Contrastantemente con las respuestas halladas por Chauhan & Johnson (2009), donde a menor rango de temperatura (25/15°C) el porcentaje de germinación no superaba el 50%.

Estas discordancias con las respuestas obtenidas con trabajos anteriores pudieran deberse a la presencia de un ecotipo de esta especie adaptado a nuestro ambiente, que posee requerimientos de temperatura diferentes. Según Odum & Ottenwaelde (1972), especies de gran extensión geográfica desarrollan casi siempre poblaciones localmente adaptadas que se denominan como ecotipos y poseen grados óptimos y límites de tolerancia adaptados a las condiciones del lugar;

pudiendo formarse subespecies genéticas (con o sin modificaciones morfológicas), o simplemente aclimatación fisiológica.

También cabe destacar el corto periodo de tiempo en el cual las semillas de ésta especie logran estos porcentajes de germinación, ya que si bien, el progreso de la germinación fue mayor durante los primeros 4 días de los tratamientos con mayor rango de temperatura (25°C constante, 25/15°C y 30/20°C fluctuantes), al cabo de 6 días estos porcentajes se vieron igualados incluyendo el menor rango de temperatura en el cual la germinación no se vio inhibida (20/10°C).

## Conclusiones:

No hay influencia de las fluctuaciones de temperatura en la germinación de *C. iria* en semillas que presentan bajos niveles de dormición, posiblemente debido a cambios en el nivel de dormición durante en el tiempo transcurrido entre la cosecha y la siembra de las semillas. La germinación de *C. iria* se completa en pocos días con el estímulo de temperaturas por encima de su temperatura base, y los altos porcentajes de germinación logrados por encima de este umbral indicarían que la emergencia en el campo se concentraría en el momento en que la superficie del suelo alcanza esas temperaturas.

La luz es un factor determinante en la germinación de *C. iria*, dado que en su ausencia este proceso queda totalmente inhibido, haciendo de este factor uno de los puntos claves para controlar la emergencia de ésta especie.

Los resultados obtenidos servirán para anticipar la germinación de *C. iria* a campo en el cultivo de arroz, por medio del uso de modelos de predicción en función de variables como la temperatura base de germinación, y condiciones ambientales predisponentes para el inicio de la misma, como la temperatura y el contenido hídrico de suelo y de esta manera aplicar estrategias de control en los momentos más oportunos.

La rápida respuesta de la germinación, así como la capacidad de producir gran número de semillas y los bajos niveles de dormición al momento de la dispersión, describiría en parte la agresividad de *C. iria* como maleza, pudiendo emerger del banco de semillas del suelo un gran número de individuos en poco tiempo. Teniendo en cuenta que en fechas tempranas de la campaña agrícola podrían presentarse altos porcentajes de germinación, las estrategias de manejo deben enfocarse en reducir el número de semillas del banco de propágulos del suelo.

Como estrategias preventivas, podría realizarse el control de la emergencia de ésta maleza en estadios tempranos del cultivo, con la modificación de las condiciones que favorecen a su germinación; mediante prácticas agrícolas que disminuyan la incidencia de la luz solar directa, como: mantener la cobertura del suelo o anticipar el cierre del canopeo del cultivo; adelantando la fecha de siembra, reduciendo la distancia entre surcos o empleando variedades de porte más abierto que cubran mayor superficie de suelo.

Como propuesta de futura investigación, podría evaluarse la respuesta de la germinación frente a las fluctuaciones de temperatura en semillas de distinta edad, a fin de identificar cambios en la sensibilidad a este factor ante cambios en los niveles de dormición.

## Bibliografía:

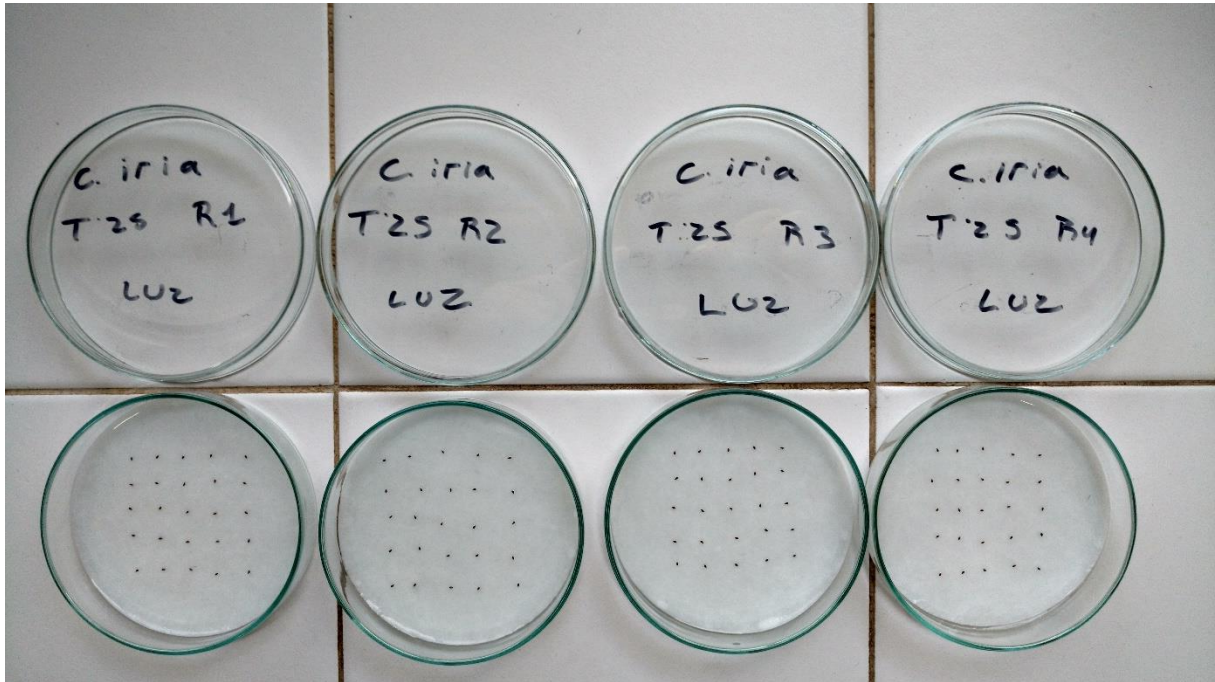
- AHUMADA, O. 1986. Malezas del cultivo de arroz en la Provincia de Corrientes. *Gaceta Agronómica* 6(33): 470-483.
- BASKIN, C. C. & BASKIN, J. M. 2014. *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*. Elsevier 1586 pp.
- BENECH-ARNOLD, R. L.; SÁNCHEZ, R. A.; FORCELLA, F.; KRUK, B. C. & GHERSA, C. M. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, 67(2): 105-122.
- BENECH-ARNOLD, R. L.; BATLLA, D.; GUGLIELMINI, A. C. & KRUK, B. C. 2014. Ecología de malezas II: La reanudación del crecimiento y el aumento del área. En: *Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y Manejo*. (FERNÁNDEZ, O.; LEGUIZAMÓN, E.; ACCIARESI, H. Eds.) Editorial de la Universidad Nacional del Sur y Red de Editoriales de Universidades Nacionales: 139-169.
- BORTHWICK, H. A., HENDRICKS, S. B., TOOLE, E. H., & TOOLE, V. K. 1954. Action of light on lettuce-seed germination. *Botanical Gazette*. 115(3): 205-225.
- BRADFORD, K. J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. *Weed Science*, 50(2): 248-260.
- CHAUHAN, B. S. & JOHNSON, D. E. 2009. Ecological studies on *Cyperus difformis*, *Cyperus iria* and *Fimbristylis miliacea*: three troublesome annual sedge weeds of rice. *Annals of Applied Biology* 155 (1):103-112.
- CHOZIN, M. A. & NAKAGAWA, K. 1988. Autecological studies on *Cyperus iria* L. and *C. microiria* Steud., annual Cyperaceous weeds. I. Seed dormancy, germination, and seedling emergence. *Weed Research, Japan* 33 (1): 23-30.
- CONINAGRO (Confederación Intercooperativa de Trabajo). 2017. Informe técnico n°5: Economías regionales: arroz. Buenos Aires. Argentina.
- COTTRELL, H. J. 1948. Tetrazolium salt as a seed germination indicator. *Annals of Applied Biology* 35(1): 123-131.
- COUSENS, R., & MORTIMER, M. 1995. *Dynamics of weed populations*. Cambridge University Press: 348 pp.
- DEKKER, J. 1999. Soil Weed Seed Banks and Weed Management. *Journal of Crop Production* 2 (1): 139-166.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M. & ROBLEDO, Y. C. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>, 8, 195-199.
- FERNANDEZ, O. A.; SUTTON, D. L.; LALLANA, V. H.; SABBATINI, M. R. & IRIGOYEN, J. H. 1990. Aquatic weed problems and management in South and Central America. En: *Aquatic Weeds*. PIETERSE, A. H. & MURPHY, K. J. Eds. Oxford Science Publications: 406-425.

- FERNÁNDEZ, O.; LEGUIZAMÓN, E.; ACCIARESI, H. 2014. Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y Manejo. Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Edición: 945 pp.
- FORCELLA, F. 1997. La aplicación de la ecología del banco de semillas en el manejo de arvenses. Consulta de expertos en ecología y manejo de malezas. División de Producción y Protección Vegetal, FAO, Roma: 27-41.
- GALINATO M. I.; MOODY, K. & PIGGIN, C. M. 1999. Upland Rice Weeds of South and Southeast Asia International Rice Research Institute. Makati City (Philippines): 156 pp.
- GHERSA, C. M.; BENECH-ARNOLD, R. L.; MARTINEZ-GHERSA, M. A. 1992. The role of fluctuating temperatures in germination and establishment of *Sorghum halepense*. Regulation of germination at increasing depths. Functional Ecology 6 (4):460-468.
- GUAGLIANONE, E. R. 1976. *Cyperus iria*, a new adventitious species in Argentina (plant anatomy). Darwiniana 20: 323-326.
- INSTITUTO DE BOTÁNICA DARWINION. 2019. Flora del conosur. Extraído de: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/DetalleEspecie.asp?forma=&variedad=&subespecie=&especie=iria&genero=Cyperus&espcod=23223>.
- JURAIMI, A. S.; NAJIB, M. M.; BEGUM, M.; ANUAR, A. R.; AZMI, M. & PUTEH, A. 2009. Critical period of weed competition in direct seeded rice under saturated and flooded conditions. Pertanika J. Trop. Agric. Sci 32 (2): 305-316.
- LABRADA, R. 1997. Problemas relacionados con el desarrollo del manejo de arvenses en los países en desarrollo. Consulta de Expertos en Ecología y Manejo de Arvenses. División de Producción y Protección Vegetal Organización de la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas, FAO, Roma: 7-16.
- MOHANTY, S. 2013. Trends in global rice consumption. Rice Today 12(1): 44-45.
- MORINAGA, T. 1926. Effect of alternating temperatures upon the germination of seeds. American Journal of Botany, 13(2): 141-158.
- NISHIMOTO, R. K. & MCCARTY, L. B. 1997. Fluctuating temperature and light influence seed germination of goosegrass (*Eleusine indica*). Weed science 45(3): 426-429.
- ODUM, E. P. & OTTENWAELDER, C. G. 1972. Ecología. México: Interamericana 639 pp.
- PONS, T. L. 1992. Seed responses to light. En: Seeds. The ecology of regeneration in plant communities. (FENNER, M. Ed.) C.A.B. International, Wallingford: 259-284.
- RAO, A. N.; JOHNSON, D. E.; SIVAPRASAD, B.; LADHA, J. K. & MORTIMER, A. M. 2007. Weed management in direct-seeded rice. Advances in Agronomy 93: 153-255.
- THOMPSON, K. & GRIME, J. P. 1983. A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. Journal of Applied Ecology 20 (1): 141-156.
- THOMPSON, K. 1977. An ecological investigation of germination responses to diurnal fluctuations in temperature. Tesis Doctoral. Sheffield University.



## Anexo:

### Fotos



Cajas de Petri sembradas para el tratamiento de temperatura constante a 25°C expuesto a luz.



Cajas de Petri envueltas en papel aluminio para los tratamientos de semillas en completa oscuridad.



Cajas de Petri dentro de la cámara de cultivo con luz artificial y temperatura controlada.



Semillas germinando dentro de la caja de Petri.



## Análisis estadístico

Análisis de la varianza y test comparación de medias de los porcentajes de germinación al final de cada tratamiento.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Germinación	40	0,98	0,97	17,40

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,07	9	0,79	169,85	<0,0001
Temperatura	1,57	4	0,39	84,86	<0,0001
Iluminación	4,38	1	4,38	947,21	<0,0001
Temperatura*Iluminación	1,12	4	0,28	60,48	<0,0001
Error	0,14	30	4,6E-03		
Total	7,21	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16407

Error: 0,0046 gl: 30

Temperatura	Iluminación	Medias	n	E.E.
15°C	Oscuridad	0,00	4	0,03 A
25°C	Oscuridad	0,00	4	0,03 A
15°C	Luz/Osc	0,00	4	0,03 A
30/20°C	Oscuridad	0,03	4	0,03 A
25/15°C	Oscuridad	0,12	4	0,03 A
20/10°C	Oscuridad	0,15	4	0,03 A
25/15°C	Luz/Osc	0,89	4	0,03 B
30/20°C	Luz/Osc	0,89	4	0,03 B
25°C	Luz/Osc	0,90	4	0,03 B
20/10°C	Luz/Osc	0,93	4	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Análisis de la varianza y test de comparación de medias de los porcentajes de germinación alcanzados en los primeros 2, 4 y 6 días de iniciados cada tratamiento.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Ger (2 días)	20	0,93	0,91	33,93

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,76	4	0,19	49,64	<0,0001
Temp	0,76	4	0,19	49,64	<0,0001
Error	0,06	15	3,8E-03		
Total	0,81	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13484

Error: 0,0038 gl: 15

Temp	Medias	n	E.E.
15	0,00	4	0,03 A
20/10	0,00	4	0,03 A
25	0,16	4	0,03 B
25/15	0,22	4	0,03 B
30/20	0,53	4	0,03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Ger (4 días)	20	0,99	0,99	7,61

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,80	4	0,70	374,51	<0,0001
Temp	2,80	4	0,70	374,51	<0,0001
Error	0,03	15	1,9E-03		
Total	2,82	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09434

Error: 0,0019 gl: 15

Temp	Medias	n	E.E.	
15	0,00	4	0,02	A
20/10	0,24	4	0,02	B
25	0,84	4	0,02	C
30/20	0,87	4	0,02	C
25/15	0,89	4	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Ger (6 días)	20	0,99	0,98	6,45

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,48	4	0,62	301,50	<0,0001
Temp	2,48	4	0,62	301,50	<0,0001
Error	0,03	15	2,1E-03		
Total	2,51	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09894

Error: 0,0021 gl: 15

Temp	Medias	n	E.E.	
15	0,00	4	0,02	A
20/10	0,83	4	0,02	B
30/20	0,89	4	0,02	B
25/15	0,89	4	0,02	B
25	0,90	4	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )