



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,  
Volumen 8, Número 5.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5)

# **RESPUESTA DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA EN PARTHENIUM HYSTEROPHORUS L RESPECTO A PROFUNDIDAD DE SIEMBRA**

**GERMINATION AND EMERGENCE RESPONSE IN  
PARTHENIUM HYSTEROPHORUS L WITH RESPECT  
TO SOWING DEPTH**

**Alejandro Alviter-Aguilar**

Universidad Autónoma Chapingo, México

**Pedro Arturo Martínez-Hernández**

Universidad Autónoma Chapingo, México

**Enrique Cortés-Díaz**

Universidad Autónoma Chapingo, México

**Alejandro Rodríguez-Ortega**

Universidad Politécnica de Francisco I, México

**José Luis Zaragoza-Ramírez**

Universidad Autónoma Chapingo, México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14023](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14023)

## Respuesta de Germinación y Emergencia en *Parthenium hysterophorus* L Respecto a Profundidad de Siembra

**Alejandro Alviter-Aguilar<sup>1</sup>**

[alesahidalgo2@gmail.com](mailto:alesahidalgo2@gmail.com)

Departamento de Zootecnia  
Universidad Autónoma Chapingo  
Texcoco, Estado de México

**Pedro Arturo Martínez Hernández**

[pedroarturo@correo.chapingo.mx](mailto:pedroarturo@correo.chapingo.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-2197-3736>

Departamento de Zootecnia  
Universidad Autónoma Chapingo  
Texcoco, Estado de México

**Enrique Cortés Díaz**

[ecortesd@correo.chapingo.mx](mailto:ecortesd@correo.chapingo.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-1676-0402>

Departamento de Zootecnia  
Universidad Autónoma Chapingo  
Texcoco, Estado de México

**Alejandro Rodríguez Ortega**

[arodriguez@upfim.edu.mx](mailto:arodriguez@upfim.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-9716-4778>

Universidad Politécnica de Francisco I  
Madero. Francisco I. Madero, Hidalgo

**José Luis Zaragoza Ramírez**

[huexotla2001@hotmail.com](mailto:huexotla2001@hotmail.com)

Departamento de Zootecnia  
Universidad Autónoma Chapingo  
Texcoco, Estado de México

### RESUMEN

*Parthenium hysterophorus* es una planta invasora de alfalfares, ocasiona que la alfalfa reduzca sus rendimientos. En *P. hysterophorus* los porcentajes de germinación y emergencia están en función de factores internos de la semilla y del ambiente. El objetivo fue analizar la extensión de la germinación de semillas y emergencia de plántulas de *P. hysterophorus* para generar información sobre la ecología de esta planta invasora de alfalfares. Se utilizaron semillas de *P. hysterophorus* cosechadas en primavera presentes en alfalfares. En vasos transparentes que contenían 700 g de suelo previamente secado y cribado se sembraron 10 semillas a una de las profundidades siguientes: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 cm. El periodo de evaluación fue de 10 días, diariamente se registró germinación y emergencia. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Las semillas sembradas a 0.0 cm mostraron el porcentaje máximo de germinación ( $76 \pm 3.3$ ) y el mínimo ( $40 \pm 3.3$ ) en las sembradas a 2.0 cm con diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). El porcentaje de emergencia fue máximo en las semillas sembradas a 0.0 cm ( $95 \pm 8.2$ ) y el mínimo en las semillas sembradas a 2.0 cm ( $8 \pm 8.2$ ) y diferentes estadísticamente ( $p < 0.05$ ). Los porcentajes de germinación y emergencia fueron descritos ( $p \leq 0.05$ ) por ecuaciones lineales, en ambos casos con tendencia similar, menores valores a mayor profundidad de siembra, los coeficientes de regresión fueron: 0.76 y 0.91, para germinación y emergencia, respectivamente. Se concluye que la condición ambiental de ubicación de la semilla en el perfil del suelo influye sobre la germinación y emergencia.

**Palabras clave:** *parthenium hysterophorus* l, germinación, emergencia, profundidad de siembra

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [alesahidalgo2@gmail.com](mailto:alesahidalgo2@gmail.com)

# Germination and Emergence Response in *Parthenium Hysterophorus* L with Respect to Sowing Depth

## ABSTRACT

*Parthenium hysterophorus* L. is an invasive plant of alfalfa, causing alfalfa to reduce its yields. In *P. hysterophorus* the germination and emergence percentages are a function of internal factors of the seed and the environment. The objective was to analyze the extent of seed germination and seedling emergence of *P. hysterophorus* to generate information on the ecology of this invasive alfalfa plant. *P. hysterophorus* seeds harvested in spring present in alfalfa fields were used. In transparent glasses containing 700 g of previously dried and sieved soil, 10 seeds were sown at one of the following depths: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 cm. The evaluation period was 10 days, germination and emergence were recorded daily. The experimental design was completely randomized with three repetitions. Seeds sown at 0.0 cm showed the maximum percentage of germination ( $76\pm 3.3$ ) and the minimum ( $40\pm 3.3$ ) in those sown at 2.0 cm with a significant difference ( $p < 0.05$ ). The emergence percentage was maximum in seeds sown at 0.0 cm ( $95\pm 8.2$ ) and minimum in seeds sown at 2.0 cm ( $8\pm 8.2$ ) and statistically different ( $p < 0.05$ ). The germination and emergence percentages were described ( $p \leq 0.05$ ) by linear equations, in both cases with a similar trend, lower values at greater planting depth, the regression coefficients were: 0.76 and 0.91, for germination and emergence, respectively. It is concluded that the environmental condition of seed location in the soil profile influences germination and emergence.

**Keywords:** parthenium hysterophorus L, germination, emergence, sowing depth

*Artículo recibido 25 setiembre 2024*  
*Aceptado para publicación: 15 octubre 2024*



## INTRODUCCIÓN

La arvense *Parthenium hysterophorus* L es una especie de riesgo alto a la productividad de alfalfares al invadirlos y ocasionar reducción en rendimiento de forraje. Al tener una calidad nutrimental menor que la alfalfa implica también su invasión en una menor cantidad de nutrimentos por unidad de superficie (Kaur et al., 2014). Las plantas tienen diversas necesidades de temperatura y humedad específicos para iniciar germinación. Por lo tanto, el momento y éxito de la germinación, así como la persistencia y la interrupción del letargo están determinados por el ambiente (Maleki et al., 2023).

El proceso de germinación de las semillas y emergencia de las plántulas está determinado por factores externos e internos de la semilla. En los externos básicamente intervienen elementos ambientales como: profundidad de siembra, humedad, temperatura, estructura del suelo, iluminación y tiempo de exposición al proceso de germinación (Aular et al., 1994) y (Marcos Yanniccari et al., 2016). En los internos el tamaño y el contenido de energía (lípidos) de las semillas son los que determinan la velocidad de emergencia de las plántulas (Afzal et al., 2022).

Una práctica común para el control de especies espontáneas con alta posibilidad de convertirse en invasoras es el laboreo del suelo, particularmente con el barbecho profundo que entre otros puntos intenta enterrar las semillas superficiales de las especies espontáneas a niveles profundos del perfil del suelo con la esperanza de reducir tanto la germinación de las semillas como la emergencia de las plántulas (Gardarin et al., 2012), (Travlos et al., 2020) y (Maleki et al., 2023).

Conviene analizar si las semillas germinan y las plántulas emergen de *P. hysterophorus* a una misma tasa independientemente de la profundidad a la que se encuentre dentro del perfil del suelo.

El estudio tiene como objetivo analizar la extensión de la germinación de semillas y emergencia de plántulas de *Parthenium hysterophorus* L para generar un banco de información sobre la ecología de esta planta invasora de alfalfares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Selección de semilla de *P. hysterophorus* y unidades experimentales

En época de primavera y en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) se colectaron plantas de *P. hysterophorus* que estaban en su estado máximo de floración y producción de semillas. Estas plantas se pusieron a secar en condiciones de sombra para posteriormente obtener las semillas.



Se implantaron cinco tratamientos, consistentes en variar la profundidad de semillas de *P. hysterophorus* en el suelo. Las cinco profundidades fueron: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 cm.

De un área agrícola se tomó suelo que fue secado al sol por tres días consecutivos y posteriormente cribado con malla de 2 mm. Posteriormente, en 15 vasos transparentes de PET (Polietileno Tereftalato) con capacidad de 500 ml cada uno, se colocó en cada uno de ellos 700 gramos del suelo cribado. Estos vasos con suelo fueron las unidades experimentales, donde posteriormente se colocaron las semillas.

Con el apoyo de una lupa se tomaron 150 semillas de *P. hysterophorus*. Estas semillas seleccionadas para utilizarse en el experimento no fueron sometidas a pruebas de germinación, sino solamente su elección fue en base a la uniformidad y llenado de la semilla (no banas). Con las 150 semillas seleccionadas se formaron 15 grupos de 10 semillas cada uno. Para posteriormente ser sembradas en los vasos con suelo a la profundidad que le correspondía a cada uno.

Para asegurar la profundidad de ubicación de las semillas se diseñó un embudo con punta graduada en centímetros. El suelo en los vasos se humedeció con agua corriente para posteriormente con el embudo graduado colocar de manera correcta la semilla en las paredes de los vasos, de tal forma que estuvieran a la vista. Para tener control visual del proceso de germinación con marcador permanente se ubicó el punto donde se depositó la semilla.

Para evitar efecto de iluminación la parte externa de los vasos fue cubierta con papel aluminio. Los vasos se colocaron en un lugar fresco y con iluminación natural (no directa) en el laboratorio de entomología de la Universidad Politécnica de Francisco I Madero. La humedad en los vasos se mantuvo durante todo el experimento haciendo aplicaciones de agua corriente cada tercer día. La evaluación se realizó en un periodo de 10 días (del 2 al 11 de febrero de 2024).

Con el uso de lámpara y lupa cada 24 horas se revisaron las unidades experimentales para registrar si las semillas presentaban germinación y/o emergencia. Los datos de germinación y emergencia fueron registrados en una hoja de Excel durante cada uno de los días del experimento.

### **Diseño experimental y tratamientos**

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar. Los cinco tratamientos evaluados fueron las variantes de profundidad de 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 cm. Las unidades experimentales los 15 vasos con suelo donde se colocaron en cada uno de ellos 10 semillas de *P. hysterophorus* con la



profundidad previamente definida. Cada una de las variantes de profundidad de siembra se replicó en tres ocasiones cada una, de tal forma que fueron en total 15 unidades experimentales.

Las variables que se midieron para cada una de las unidades experimentales fue germinación y emergencia. En cada uno de los días del periodo experimental y con el apoyo de una lupa se revisaron las unidades experimentales para hacer la verificación y registro de cuántas semillas presentaban germinación y emergencia.

Las diez semillas sembradas en cada una de las unidades experimentales se consideraron como el 100%, de tal manera que, a medida que avanzaba el experimento se realizó el conteo diario de cuántas semillas presentaban germinación y emergencia. Al concluir la evaluación se obtuvo el conteo total acumulativo de germinación y emergencia y se consideró el total como porcentaje para cada una de las variables.

### **Modelo estadístico**

Para el análisis estadístico de los datos de germinación y emergencia respecto a las variantes de profundidad de siembra se utilizaron dos modelos estadísticos. El primero para analizar y obtener las diferencias estadísticas de los porcentajes de germinación y emergencia total para cada tratamiento a través de ANOVA: El segundo en regresión lineal simple para calcular los coeficientes de correlación de los porcentajes de germinación y emergencia respecto a días del experimentos y profundidad de siembra.

El primer modelo estadístico del experimento es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

$i = 1, \dots, 5$  *tratamientos* (Tratamiento 1: 0.0 cm, Tratamiento 2; 0.5 cm. Tratamiento 3: 1.0 cm, Tratamiento 4: 1.5 cm y Tratamiento 5: 2.0 cm);

$j = 1, 2, 3$  repeticiones.

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta (germinación y emergencia) en el  $i$ -ésimo tratamiento registrado en la  $j$ -ésima repetición.

$\mu$  = efecto de la media.

$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$e_{ij}$  = error experimental



El segundo modelo estadístico es el siguiente:

$$y_{ijk} = \beta_{0i} + \beta_{1i} * T_k + \alpha_{1ij} * T_k + e_{ijk}$$

Donde:

*i*: 1, ..., 5 tratamientos (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 cm).

*j*: 1, ..., 15 unidades experimentales.

*k*: 1, ..., 10 días que duró el experimento.

$y_{ijk}$  = Nivel de la variable dependiente siendo modelada (porcentaje acumulada de germinación y emergencia) en la *j*-ésima unidad experimental, en el *i*-ésimo tratamiento, registrado en el *k*-ésimo día del experimento.

$\beta_{0i}$ ,  $\beta_{1i}$ : Son, respectivamente, el intercepto y la pendiente lineal de la regresión fija del *i*-ésimo tratamiento.

$T_k$  = *k*-ésimo día del experimento ( $k_1 = 0$ ).

$\alpha_{1ij}$  = Coeficiente de regresión aleatoria correspondiente a la pendiente de la *j*-ésima unidad experimental anidada en el *i*-ésimo tratamiento  $\sim$  NIID  $(0, \sigma^2_{\alpha_1})$ .

$e_{ijk}$  = error aleatorio  $\sim$  NIID  $(0, \sigma^2)$ .

### **Análisis estadístico**

Los datos de germinación y emergencia que se registraron en cada uno de los 10 días del experimento se sumaron en el último día para obtener el acumulado de semillas germinadas y emergidas para cada una de las unidades experimentales. Es importante especificar que para calcular el porcentaje de emergencia se consideró como el 100% a las semillas germinadas y a partir de estas calcular el porcentaje de emergencia. Una vez realizado el ajuste en emergencia los porcentajes fueron sometidos al análisis estadístico para determinar el nivel de significancia para cada tratamiento. Para analizar los datos se utilizó hoja de cálculo de Excel y el Sistema de Análisis Estadístico de SAS. Se utilizó PROC GLM de SAS para análisis de varianza.

En un segundo proceso de análisis los datos fueron graficados utilizando el método de regresión lineal simple, para determinar las correlaciones y tendencias del porcentaje de germinación y emergencia por

efecto de día del experimento y profundidad de siembra. Así como para tener de forma visual el comportamiento de los tratamientos en la velocidad de germinación y emergencia.

Para realizar el análisis de regresión los datos se contabilizaron de forma acumulada para cada uno de los días del experimento y los datos de cada una de las repeticiones para cada uno de los tratamientos se les calculó el promedio. Este promedio fue el valor que se utilizó en la regresión lineal para estimar la correlación por efecto de profundidad de siembra.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Comportamiento de germinación y emergencia respecto a profundidad de siembra**

Las arvenses tienen diversas formas de crecimiento rápido, algunas tienen procesos evolutivos que favorecen la velocidad y potencial de desarrollo (Clements & Jones, 2021). Se han adaptado a diferentes climas y latitudes modificando el sistema de floración y radicular (Clements et al., 2004). En algunas plantas, principalmente las cultivadas, sus propiedades genéticas las ponen en peligro de extinción, sin embargo, en las arvenses les favorece para su adaptación rápida como especies pioneras y responder de manera pronta a los cambios ambientales que las someten a estrés y eventos perturbadores (Lee et al., 2018). La arvense *Parthenium hysterophorus* presenta características similares de adaptación a climas adversos. Su capacidad para producción de flores y semillas, la resistencia de su sistema radicular a condiciones adversas, hacen de la planta una especie altamente invasora (Clements & Jones, 2021).

Los resultados del comportamiento de la germinación se presentan en el Cuadro 1, donde se observa en términos generales que, a mayor profundidad de siembra, el porcentaje de germinación disminuye. Los porcentajes de germinación de semillas colocadas en la superficie del suelo presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.005$ ) respecto a los demás niveles de profundidad. Las semillas que presentaron el porcentaje mayor de germinación son las que se colocaron sobre la superficie del suelo, con porcentaje de  $76 \pm 3.3$ . Para las semillas colocadas a 0.5 y 1.0 cm de profundidad tuvieron el mismo porcentaje de germinación, con  $50 \pm 3.3$ .

El comportamiento de los resultados de este experimento se respaldan en (Ayala-Cordero et al., 2004), (Otegui M.B., 2005) y (Huerta Paniagua & Rodríguez Trejo, 2011), donde reportan que el porcentaje de germinación está en función del tamaño de la semilla (tamaño grande tiene porcentaje mayor que tamaño menor), y que el potencial de germinación y emergencia dependen en gran medida de la ruptura



de latencia de las semillas para expresar su potencial de germinación. En un experimento realizado por (Alshallash, 2018) donde evaluó el porcentaje de germinación de *Avena fatua*, *Bromus catharticus*, *Chenopodium album* y *Phalaris minor*, reporta que las semillas de tamaño menor (*Chenopodium album*) tuvieron germinación de 42.5% y *Bromus catharticus* de 80.98%, concluyendo que el tamaño de semilla tiene efecto positivo o negativo en la germinación. Por otra parte (Marcos Yanniccari et al., 2016), evaluaron el efecto de la profundidad de siembra en *Lolium perenne* y reportan que a mayor profundidad de siembra menor porcentaje de germinación, al pasar de 75% en superficie a 45% a cinco centímetros de profundidad.

En otra investigación realizada por (Melgarejo, 2007), reportan que las semillas fotoblásticas positivas tienen respuesta a la germinación, es decir, semillas que se encuentran en la superficie del suelo con humedad, temperatura e iluminación favorable tienen porcentaje mayor de germinación. En otro experimento realizado por (Huerta Paniagua & Rodríguez Trejo, 2011), las semillas tuvieron respuesta negativa a la luz (fotoblásticas negativas) con porcentajes bajos de germinación. En otros estudios realizados por (Bajwa, Chauhan, & Adkins, 2018), (Sharma & Devkota, 2018) y (Matzrafi, 2019), en pruebas de germinación con *P. hysterophorus* los porcentajes más altos de germinación fueron para las semillas sembradas sobre la superficie, confirmando que este tipo de arvense sus semillas son fotoblásticas positivas. Caso contrario en un estudio realizado por (Aular et al., 1994) donde evaluaron el porcentaje de germinación de *Passiflora edulis* por efecto de la iluminación, la germinación en oscuridad fue de 51.2%, y 4.5% cuando fueron expuestas a iluminación, siendo las semillas de *Passiflora* fotoblásticas negativas.

**Cuadro 1.** Porcentaje de germinación y emergencia de *P. hysterophorus* sembrada a diferentes niveles de profundidad.

Profundidad de siembra (cm)	Germinación	Emergencia
	%	
0.0	76±3.3 <sup>a</sup>	95±8.2 <sup>a</sup>
0.5	50±3.3 <sup>b</sup>	80±8.2 <sup>a</sup>
1.0	50±3.3 <sup>b</sup>	73 ±8.2 <sup>a</sup>
1.5	43±3.3 <sup>b</sup>	60±8.2 <sup>b</sup>
2.0	40±3.3 <sup>b</sup>	8±8.2 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Medias con la misma letra no son diferentes (p<0.05; Tukey).  
Media ±EE: Error estándar.



Los resultados en el porcentaje de emergencia muestran la tendencia del comportamiento de la variable, que a mayor profundidad de siembra menor porcentaje de emergencia. En el Cuadro 1 se presentan los resultados, donde las semillas colocadas a 0.0 cm de profundidad son las que tuvieron emergencia mayor, con un porcentaje de  $95 \pm 8.2$  y diferencias estadísticas con los demás tratamientos ( $p < 0.05$ ). Las semillas colocadas a 2.0 cm de profundidad presentaron porcentaje de emergencia de  $8 \pm 8.2$ . El comportamiento de la emergencia, coinciden con lo reportado por (Aular et al., 1994), (Alshallash, 2018) y (Maleki et al., 2023). Estos autores reportan que la emergencia de una plántula depende en principio por la profundidad de siembra, seguido por el tamaño de la semilla, condiciones ambientales del sustrato y del potencial de la semilla para germinar. En otro estudio realizado por (Marcos Yanniccari et al., 2016) donde evaluaron el comportamiento de las semillas de *Lolium perenne*, reportan que la profundidad de siembra afecta negativamente la emergencia de plántulas, al pasar de 70 a 45%, conforme aumentó la profundidad de siembra.

### **Correlación de la germinación en profundidad de siembra con día del experimento**

Los porcentajes de germinación y emergencia fueron sometidos al análisis de regresión lineal para cuantificar las correlaciones de estas dos variables respecto al día del experimento y profundidad de siembra. En la Figura 1, se presenta el comportamiento que tuvo el porcentaje acumulado de la germinación respecto al día del experimento.

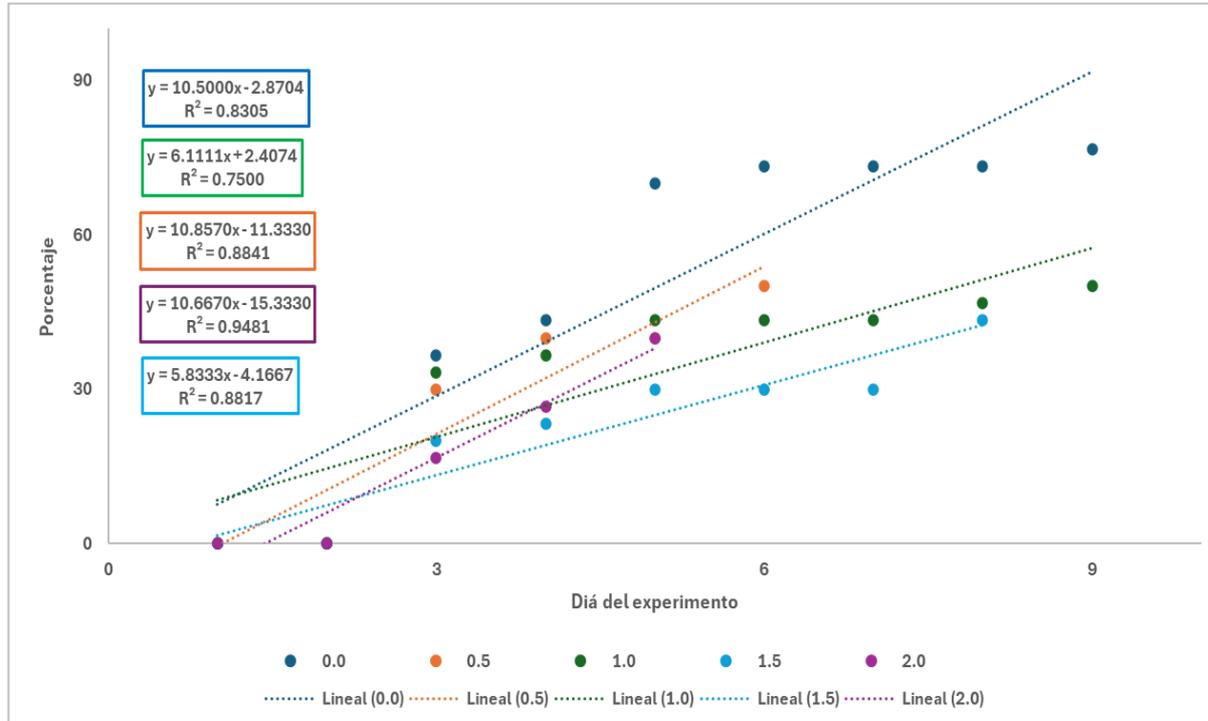
Todos los tratamientos iniciaron germinación en el día tres, pero destaca que en este mismo día las semillas colocadas a 0.0 cm de profundidad presentaron el mayor porcentaje con el 37%, respecto a las demás profundidades. La germinación aumentó conforme avanzaban los días del experimento.

La correlación de la germinación durante los días del experimento es directa positiva fuerte para todos los tratamientos. Para profundidad de siembra a 0.0 cm la  $R^2=0.8305$ ; a profundidad de 0.5 cm la  $R^2=0.8841$ ; a profundidad de 1.0 cm la  $R^2=0.7500$ ; a profundidad de 1.5 cm la  $R^2=0.8817$  y a profundidad de 2.0 cm la  $R^2=0.9481$ . A partir del día seis las semillas colocadas a 2.0 cm de profundidad ya no presentaron germinación hasta terminar el experimento. Sin embargo, las semillas a 0.0 y 1.5 cm de profundidad se detuvo la germinación a partir del día nueve. La rapidez o velocidad de germinación está determinado por factores internos y externos de la semilla. Internamente destaca el tamaño y la concentración de energía en forma de lípidos en los cotiledones (Gardarin et al., 2012) y (Maleki et al.,

2023). En los externos la humedad y temperatura del ambiente son los más importantes (Gardarin et al., 2011) y (Alshallash, 2018).

**Figura 1.**

Correlaciones del porcentaje de germinación en los tratamientos respecto a los días del experimento.

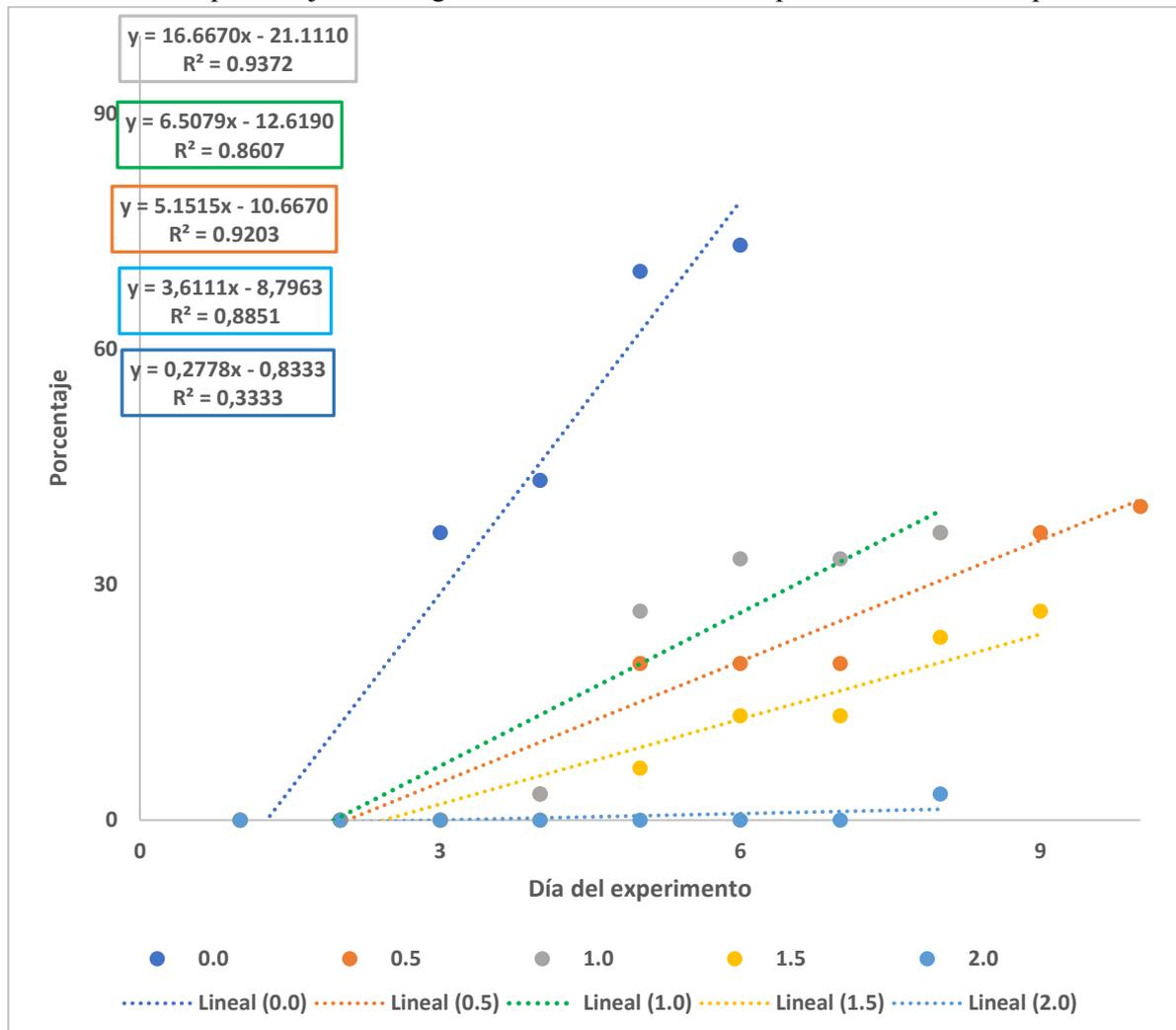


### Correlación de la emergencia en profundidad de siembra con día del experimento

La correlación para emergencia es positiva directa fuerte para los tratamientos de 0.0, 0.5, 1.0 y 1.5 cm (Figura 2). Para profundidad de siembra a 0.0 cm la  $R^2=0.9372$ ; a profundidad de 0.5 cm la  $R^2=0.9203$ ; a profundidad de 1.0 cm la  $R^2=0.8607$ ; a profundidad de 1.5 cm la  $R^2=0.8851$  y a profundidad de 2.0 cm la  $R^2=0.9481$ . Semillas colocadas a 2.0 cm de profundidad tuvieron una correlación positiva débil con un valor de  $R^2=0.3333$ . El tiempo en que emerge una plántula depende del momento en que se presente la germinación (Alshallash, 2018) y (Maleki et al., 2023). También es importante precisar que semillas grandes tienen capacidad de emerger más rápido que semillas pequeñas. Y que la velocidad de emergencia también depende del lugar donde se encuentre la semilla en el perfil del suelo (Aular et al., 1994), (Ayala-Cordero et al., 2004) y (Faccini, D. & Vitta, 2007).

**Figura 2.**

Correlaciones del porcentaje de emergencia en los tratamientos respecto a los días del experimento.



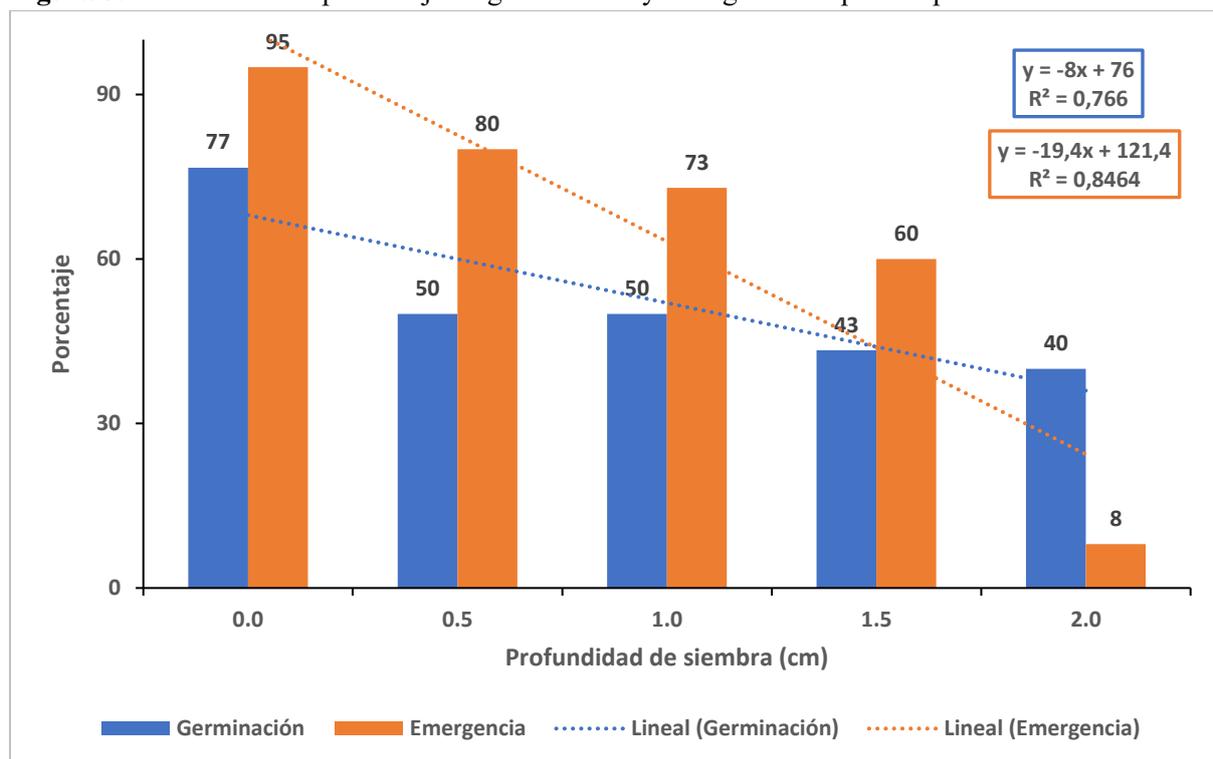
### Correlación de germinación y emergencia con profundidad de siembra

La ecuación de la regresión lineal simple como se muestra en la Figura 3, predice los porcentajes para las variables germinación y emergencia con forme aumenta la profundidad de siembra. Para el porcentaje de germinación la correlación es negativa fuerte ( $R^2=0.7660$ ) y estadísticamente diferente entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) de 0.0 cm contra 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 cm de profundidad. Y la correlación del porcentaje de emergencia, de igual forma es negativa fuerte ( $R^2=0.8464$ ) y estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ) los tratamientos 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 cm respecto a 2.0 cm de profundidad. La tendencia para las dos variables es que conforme la profundidad de siembra es mayor, el porcentaje de germinación y emergencia es menor.

El porcentaje más alto para germinación y emergencia es para las semillas que se colocaron a 0.0 cm de profundidad, con  $77 \pm 3.3$  y  $95 \pm 8.2$  respectivamente. Las semillas colocadas a 2.0 cm de profundidad tuvieron los porcentajes más bajos en germinación y emergencia, con  $40 \pm 3.3$  y  $8 \pm 8.2$ , respectivamente. Los valores más altos de germinación y emergencia que se obtuvieron en este experimento, en parte se explican por lo que reporta (Aular et al., 1994), (Otegui M.B., 2005), (Melgarejo, 2007), (Travlos et al., 2020) y (Afzal et al., 2022), que algunas semillas son fotoblásticas positivas, es decir que la iluminación natural favorece la germinación y como consecuencia la emergencia también se ve favorecida.

El tamaño de semilla y profundidad de siembra es factor importante en el proceso de germinación y emergencia de las plántulas. Para semillas pequeñas la relación de germinación y emergencia respecto a profundidad de siembra es negativa. A profundidad mayor, menor porcentaje de germinación y emergencia (Aular et al., 1994), (Ayala-Cordero et al., 2004), (Faccini, D. & Vitta, 2007), (Devkota & Jha, 2010), (Afzal et al., 2022) y (Maleki et al., 2023).

**Figura 3.** Correlación del porcentaje de germinación y emergencia respecto a profundidad de siembra



## CONCLUSIONES

Las semillas de *Parthenium hysterophorus* inician germinación y emergencia en el día tres, pero el porcentaje está en función del nivel de profundidad de siembra. Estos procesos continúan incrementando hasta el día seis, donde la mayoría de los tratamientos se detiene.

La correlación día del experimento con porcentaje de germinación y emergencia se ajustan de forma positiva para hacer la estimación correcta de estas dos variables.

Con el comportamiento observado en germinación y emergencia respecto a profundidad de siembra, se tienen elementos para definir un plan de manejo en las labores agrícolas, donde se promueva el manejo correcto del banco de semillas, tratando en lo posible que las semillas de la arvense se depositen en niveles inferiores al piso de arado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Afzal, I., Akram, M., Javed, T., Ali, F., Kalaji, H. M., Wróbel, J., Telesiński, A., Mojski, J., & Ahmed, M. A. A. (2022). Quantifying the germination response of *Parthenium hysterophorus* at various temperatures and water potentials by using population-based threshold model. *Frontiers in Plant Science*, 13(August), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.961378>
- Alshallash, K. S. (2018). Germination of weed species (*Avena fatua*, *Bromus catharticus*, *Chenopodium album* and *Phalaris minor*) with implications for their dispersal and control. *Annals of Agricultural Sciences*, 63(1), 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2018.05.003>
- Aular, J., Bautista, D., & Maciel, N. (1994). Influencia De La Luz, La Profundidad De Siembra Y El Almacenamiento Sobre La Germinación Y Emergencia De La Parchita. *Agronomía Tropical*, 46(1), 73–83.
- Ayala-Cordero, G., Terrazas, T., López-Mata, L., & Trejo, C. (2004). Variación en el tamaño y peso de la Semilla y relación con la Germinación en una población de *Stenocereus beneckeii*. *Interciencia*, 29(12).
- Clements, D. R., DiTommaso, A., Jordan, N., Booth, B. D., Cardina, J., Doohan, D., Mohler, C. L., Murphy, S. D., & Swanton, C. J. (2004). Adaptability of plants invading North American cropland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(3), 379–398. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.03.003>



- Clements, D. R., & Jones, V. L. (2021). Rapid Evolution of Invasive Weeds Under Climate Change: Present Evidence and Future Research Needs. *Frontiers in Agronomy*, 3(April), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.664034>
- Devkota, A., & Jha, K. P. (2010). Seed germination responses of the medicinal herb *Centella asiatica*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22(2), 143–150. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202010000200008>
- Faccini, D. & Vitta, J. (2007). Cobertura De Rastrojo Y Ambiente Termico Sobre La Germinacion Y Emergencia De. *Agriscientia*, XXIV(1), 19–27.
- Gardarin, A., Dürr, C., & Colbach, N. (2011). Prediction of germination rates of weed species: Relationships between germination speed parameters and species traits. *Ecological Modelling*, 222(3), 626–636. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.10.005>
- Gardarin, A., Dürr, C., & Colbach, N. (2012). Modeling the dynamics and emergence of a multispecies weed seed bank with species traits. *Ecological Modelling*, 240(January 2012), 123–138. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.05.004>
- Kaur, M., Aggarwal, N. K., Kumar, V., & Dhiman, R. (2014). Effects and Management of *Parthenium hysterophorus* : A Weed of Global Significance . *International Scholarly Research Notices*, 2014, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2014/368647>
- Lee, S.-R., Choi, J.-E., Lee, B.-Y., Yu, J.-N., & Lim, C. E. (2018). Genetic diversity and structure of an endangered medicinal herb: implications for conservation. *AoB PLANTS*, 10(2), 1–10. <https://doi.org/10.1093/aobpla/ply021>
- Maleki, K., Maleki, K., Soltani, E., Oveisi, M., & Gonzalez-Andujar, J. L. (2023). A Model for Changes in Germination Synchrony and Its Implements to Study Weed Population Dynamics: A Case Study of Brassicaceae. *Plants*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/plants12020233>
- Marcos Yanniccari, Carolina Istilart, & Gigón Ramón. (2016). Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia de *Lolium perenne*. *Serie: Informes Técnicos. Actualización Técnica En Cultivos de Cosecha Fina*, 1(Figura 1), 148–150. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/104461>
- Matzrafi, M. (2019). Climate change exacerbates pest damage through reduced pesticide efficacy. *Pest Management Science*, 75(1), 9–13. <https://doi.org/10.1002/ps.5121>



Melgarejo, L. M. (2007). *SEMILLAS*. 13–24.

Otegui M.B., P. M. A. S. M. (2005). Efecto de la temperatura y la luz en la germinación de paspaplum guenoarum. *Revista Brasileira de Sementes*, 27, 190–194.

<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v27n1/25198.pdf>

Sharma, M., & Devkota, A. (2018). Allelopathic Influences of Artemisia Dubia Wall. Ex. Besser on Seed Germination and Seedling Vigor of Parthenium Hysterophorus L. *Journal of Institute of Science and Technology*, 22(2), 117–128. <https://doi.org/10.3126/jist.v22i2.19602>

Travlos, I., Gazoulis, I., Kanatas, P., Tsekoura, A., Zannopoulos, S., & Papastylianou, P. (2020). Key Factors Affecting Weed Seeds' Germination, Weed Emergence, and Their Possible Role for the Efficacy of False Seedbed Technique as Weed Management Practice. *Frontiers in Agronomy*, 2(March), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.00001>

