ISSN: 0975-833X

Available online at http://www.journalcra.com

International Journal of Current Research
Vol. 17, Issue, 04, pp.*32467-32475*, April, 2025
DOI: https://doi.org/10.24941/ijcr.48720.04.2025

INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT RESEARCH

REVIEW ARTICLE

FENOLOGÍA DE *Parthenium hysterophorus* L. EN DOS AMBIENTES DE CRECIMIENTO

Alejandro Alviter-Aguilar[1], Pedro Arturo Martínez-Hernández[2], Enrique Cortés-Díaz[3], Alejandro Rodríguez-Ortega[4*], José Luis Zaragoza-Ramírez[5] y Elba Ronquillo-De Jesús[6]

[1235]Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo., Carretera México-Texcoco km 38.5, Texcoco, Estado de México. Código postal 56230; [46]Posgrado en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable. Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Francisco I. Madero, Hidalgo. Código Postal 42670.

ARTICLE INFO

Article History:
Received 20th January, 2025
Received in revised form
19th February, 2025
Accepted 26th March, 2025
Published online 26h April, 2025

Key words:

Arvense, México, Secano, Irrigación, Correlación.

****Corresponding author:***
Alejandro Rodríguez-Ortega

ABSTRACT

Parthenium hysterophorus es una arvense importante por los daños que causa en agricultura, producción animal, salud pública y ecología en diversas regiones del mundo. Las características botánicas y fisiológicas de la arvense le proporcionan capacidad para su expansión. Esta capacidad está determinada por la robustez de la planta cuando alcanza la madurez fisiológica y logra el potencial en producción de biomasa, flores y semillas. Está presente en praderas de alfalfa en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México, causando daño a la producción forrajera al acortar la vida útil de la pradera al posicionarse como planta única. El objetivo fue evaluar el comportamiento fenológico de *P. hysterophorus* por efecto de ambiente de crecimiento y altura de planta. Los dos ambientes de crecimiento fueron secano e irrigación, Se seleccionaron al azar tres tipos de plantas: pequeñas, medianas y grandes. En cada planta se evaluó: diámetro de copa; longitud de raíz; altura de planta; diámetro de tallo, raíz y flor; número de ramas, hojas, inflorescencias, flores y semillas; peso total de planta húmeda y seca. Las plantas en ambiente de irrigación presentaron diferencias estadísticas ($p<0.05$) para producción de flores con 2,730.3±483.2 que se expresan en 13,651.6±2,416.1 semillas/planta, comparadas con plantas de secano con 1,350.8±483.2 flores y 6754.3±2416.1 semillas. Las plantas con alturas mayores que 100 cm tuvieron en promedio 4,054±591.8 flores, que se expresan en 20,270±2959.1 semillas, rendimiento estadísticamente diferente ($p<0.05$) de las pequeñas y medianas. La correlación para estimar el comportamiento fenológico a través de ambiente de crecimiento presentó en su mayoría coeficientes moderados $r<0.5$ sin diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$); no fue así para la correlación entre altura de planta, donde presentaron correlación positiva fuerte: diámetro de copa, diámetro de raíz, peso total de planta húmeda y seca con valores r entre 0.7 y 0.8, ($p<0.001$). Se concluye que las plantas desarrolladas bajo irrigación el diámetro de tallo, raíz y copa; longitud de raíz, número de inflorescencias, flores y semillas; y peso seco total de planta fueron mayores que las de secano. La altura de planta en ambiente de secano e irrigación es la que mejor explica la correlación entre las variables fenológicas.

Copyright©2025, Alejandro Alviter-Aguilar et al. *This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.*

Citation: Alejandro Alviter-Aguilar, Pedro Arturo Martínez-Hernández, Enrique Cortés-Díaz et al. 2025. *"Fenología de Parthenium hysterophorus L. en dos ambientes de crecimiento". International Journal of Current Research, 17, (04), 32467-32475.*

INTRODUCCIÓN

Los cultivos agrícolas están amenazados por plantas competidoras, invasoras, no deseables, arvenses o malezas. Estas plantas que compiten por recursos tienen formas diferentes de causar daño (Juárez Ramírez *et al*., 2008). La ciencia de la maleza ha publicado el top ten de las plantas nocivas en agricultura, pastizales y praderas (Guerrero, 2022).
En este grupo de malezas está *Parthenium hysterophorus,* de nombre común hierba amarga, hierba blanca, nube, entre otros, que pertenece a la familia Asteráceas que tiene características botánicas que le proporcionan capacidad de expansión e invasión (Javaid *et al*., 2007), (Dolai *et al*., 2017) y (Maszura *et al*., 2018). Entre estas características están producción masiva de flores y semillas, así como fácil adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (Adkins & Shabbir, 2014) y (Adhikari *et al*., 2023). Además, producen metabolitos alelopáticos como la partenina que altera la fisiología de las plantas en los cultivos de importancia económica (Zohaib *et al*., 2016), (Lalita & Kumar, 2018) y (Shrestha & Thapa, 2018) pudiendo provocar la muerte de las plantas con las que compite. Esta arvense se localiza en praderas de alfalfa, pastizales, cultivos básicos, jardines, orillas de carreteras y caminos, donde se establece como especie única y dominante (Dhileepan *et al*., 2009). También se localiza en varios hábitats, desde regiones cálidas, áridas y semiáridas, en baja y alta altitud (Haq *et al*., 2023). También tiene plasticidad para ser una planta de tipo cosmopolita que responde biológicamente a cambios bruscos en las condiciones ambientales donde se desarrolla (Lalita & Kumar, 2018). Los

estudios realizados en esta arvense son diversos, y se concentran principalmente en países del continente Africano, Asiático y Oceanía algunos de Europa y América (Shabbir & Bajwa, 2006), (Dhileepan *et al*., 2009) y (Matzrafi *et al*., 2021).

Las investigaciones se han centrado en analizar los efectos de la arvense en salud animal y humana, efectos nocivos en agricultura y ecología, cambio climático, genoma de la especie, adaptabilidad, comportamiento agronómico, fisiología, anatomía, fenología, métodos de control químico y biológico, entre otros (Bashar *et al*., 2021). En México *P. hysterophorus* está presente en la región del Valle del Mezquital estado de Hidalgo, zona productora de alfalfa, causando daños severos a las praderas al posicionarse como especie única y alelopática.

No existen métodos químicos de control y erradicación de la arvense cien por ciento efectivos. Gran parte del conocimiento que se tiene de la biología de la arvense se ha obtenido de resultados de investigaciones internacionales que se ajustan para México. El estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento fenológico de *P. hysterophorus* por efecto de ambiente de crecimiento y altura de planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica: Los ambientes florales se encuentran en los predios de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero con ubicación geográfica 20°13'21.6"N y 99°05'23.1" O. El (INEGI, 2010) indica que estos predios se ubican a una altitud de 1980 m y el clima es semiseco templado con temperatura promedio anual de 17°C (temperatura máxima de 27°C en mayo y mínima de 5°C en enero), la precipitación pluvial anual es de 450 mm.

Los suelos son profundos y arcillosos con buen perfil nutricional. Para la evaluación se seleccionaron dos ambientes ecológicos con presencia de *P. hysterophorus* en crecimiento masivo y dominante: El primer ambiente en condiciones de secano (sin riego) además de ser área natural no perturbada. El segundo ambiente en condiciones de irrigación, donde de forma frecuente se aplican riegos con aguas negras, pero esta área sí ha sido perturbada por actividad agrícola. Importante indicar que la distancia entre un ambiente y otro fue no mayor a los 100 metros lineales (Figura 1).

Método de muestro y tratamientos: El método de muestreo que se utilizó fue el cinco de oros (Figura 2) descrito por (Santiago & Monge, 2013) y (Agroecológicas, 2022). Con el apoyo de un marco de acero con medidas de un metro por lado, se realizó el muestro aleatorio del arvense considerando ambientes florales y alturas de plantas. De cada muestra se seleccionaron al azar tres tipos de plantas de *P. hysterophorus*: la primera con tamaño menor que 50 cm (pequeña), la segunda de 50 a 100 cm (mediana) y la tercera mayor que 100 cm (grande). Estos tamaños de plantas se consideran como tratamiento 1, 2 y 3, respectivamente. Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones.

Secano

Irrigación

Figura 1. Ambientes de crecimiento de *Parthenium hysterophorus*

Variables evaluadas: De las plantas seleccionadas se realizó la medición de las variables de respuesta: altura de planta, diámetro de copa y longitud de raíz (con cinta métrica) y diámetro de tallo, raíz y flor (con vernier). A través del conteo visual se evaluó número de ramas, hojas, inflorescencia y flores. El peso total de planta húmeda y seca se realizó con una báscula digital con resolución de un gramo. Las plantas húmedas se colocaron en bolsas de papel estraza y se colocaron en el horno seco a 80°C hasta peso constante. Para la cantidad de semillas se consideró que cada flor de forma natural tiene

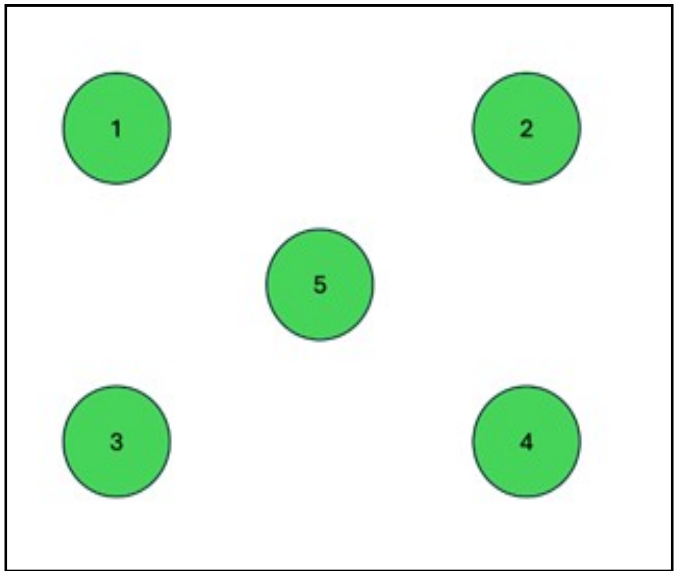

Figura 2. Arreglo espacial del método de muestreo cinco de oros para muestreo de arvense

cinco semillas conocidas como aquenios, por tanto, el total de flores se multiplicó por cinco y se obtuvo el total de semillas por planta.

Diseño experimental y modelo estadístico: El diseño experimental fue bloques completos al azar. El modelo estadístico correspondiente al diseño experimental es el siguiente:

$$\gamma_{ijk} = \mu + A_i + P_j + A * P_{ij} + e_{ijk}$$

γ_{ijk} = Variable respuesta (Altura de planta, Diámetro de copa, Diámetro de tallo, Diámetro de raíz, Diámetro de flor, Ramas, Hojas, Inflorescencia, Flores, Longitud de raíz, Peso total de planta húmeda y seca, Cantidad de semillas) en el i − ésimo Ambiente, registrado en el j − ésima Planta en la *k*-ésima repetición,

μ = *e*fecto de la media,

A_I = efecto fijo del j$_{\text{ésimo}}$tipo de ambiente,ı = 1,..2 Ambiente (Bloque 1: Secano, Bloque 2; Irrigación),

P_ι = Efecto fijo del i_ésimo tipo de planta, *j*=, 1,..3 Planta (Pequeña, Mediana y Grande),

$A * P_{ij}$= Efecto fijo de la interacción Ambiente por Planta, y

e_{ijk} = error experimental, e_{ijk}~NIID (0, σ^2_e).

Para medir el grado de asociación en el comportamiento fenológico en *P. hysterophorus* respecto a los ambientes florales y tamaño de plantas las medias para cada variable se analizaron a través de Coeficientes de Correlación de Pearson.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software SAS^{MR}, mediante el procedimiento PROC GLM. Cuando procedió, la comparación múltiple de medias se realizó con la prueba Tukey con p<0.05. Para obtener los coeficientes de correlación de Pearson las medias de tratamientos, se utilizó el PROC CORR del mismo software. Con este procedimiento se obtuvieron los coeficientes de correlación (r) y la probabilidad estadística (p) para cada una de las variables y su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento fenológico en ambientes con irrigación y de secano: La arvense P. *hysterophorus* se caracteriza por su

Cuadro 1. Fenología de P. *hysterophorus* por tipo de ambiente de crecimiento

Estructura	Ambiente de crecimiento	
	Secano	Irrigación
Diámetro de flor (cm)	0.40±0.01^a	0.40±0.01^a
Diámetro de tallo (cm)	0.59±0.06^b	1.07±0.06^a
Diámetro de raíz (cm)	0.55±0.06^b	1.02±0.06^a
Diámetro de copa (cm)	35.46±4.53^b	57.20±4.53^a
Altura de planta (cm)	73.75±2.67^a	79.66±2.67^a
Longitud de raíz (cm)	12.54±1.24^b	17.33±1.24^a
Ramas (No)	10.46±1.43^a	10.66±1.43^a
Hojas (No)	76.46±22.99^a	82.60±22.99^a
Inflorescencias (No)	39.66±18.93^b	99.53±18.93^a
Peso de planta húmeda (g)	57.06±18.16^b	136.20±18.16^a
Flores (No)	1350.86±483.22^b	2730.33±483.22^a
Semillas (No)	6754.33±2416.10^b	13651.66±2416.10^a

^{ab} Medias en la misma hilera con la misma literal no son diferentes estadísticamente (p>0.05) Media±Error Estándar.

plasticidad para adaptarse a diferentes gradientes de humedad del suelo y expresar su potencial de desarrollo de sus estructuras anatómicas (Lalita & Kumar, 2018). En el Cuadro 1, se muestran los resultados fenológicos determinados en los dos ambientes estudiados. Las plantas necesitan de recursos para su desarrollo óptimo, entre estos están la temperatura, fotoperiodo, humedad, fertilidad de suelo, entre otros (Muthuraj & Jesudasan, 2011). Los resultados muestran que el diámetro de flor, número de ramas y de hojas, así como altura de planta no fueron diferentes estadísticamente (p>0.05) cuando las plantas se desarrollaron en condiciones de secano e irrigación. Estos resultados coinciden con los encontrados por (Dogra *et al*., 2011), quienes observaron que en la región Noroccidental de los Himalaya en la India en las estaciones de primavera, verano y otoño las plantas de la arvense tuvieron un comportamiento similar en altura de planta, cantidad de hojas y diámetro de flores como resultado de los gradientes de humedad producto de las precipitaciones de la región. Este comportamiento fenológico indica que la arvense determina biológicamente la existencia de estas estructuras independientemente del gradiente de humedad en el que se desarrollen (Dolai *et al*., 2017).

Sin embargo, para diámetro de tallo y de raíz, así como longitud de raíz las diferencias estadísticas fueron significativas (p<0.05). Donde los valores más altos fueron para plantas desarrolladas en condiciones de riego con una relación promedio de 2:1 para diámetro de tallo y raíz; y de 38% superior para longitud de raíz. Estos resultados son similares a los que reportan (Dolai *et al*., 2017), en plantas de *P. hysterophorus* con altura superior a 92 cm. Cuando las plantas se desarrollan en condiciones favorables de humedad tienen tallos y raíces resistentes. Una buena estructura de raíz y tallo permiten el desarrollo de plantas más robustas que se expresa en mayor peso fresco; mayor diámetro de copa; cantidad de inflorescencias, flores y semillas (Dolai *et al*., 2017). Estas variables fueron diferentes (p<0.05) y superiores para plantas en crecimiento enirrigación que en secano. Los resultados de las variables anteriores en condiciones de irrigación difieren con lo obtenido por (Dogra *et al*., 2011), donde registran valores menores en condiciones de secano. El número de flores y semillas son dos variables fundamentales para la reproducción y distribución de la planta (Dolai *et al*., 2017). Las plantas que se desarrollan en ambiente de

Cuadro 2. Fenología de *P. hysterophorus* en función de altura de planta

Estructura	Altura		
	Pequeña	Mediana	Grande
Diámetro de flor (cm)	0.40±0.01[a]	0.40±0.01[a]	0.40±0.01[a]
Diámetro de tallo (cm)	0.54±0.07[b]	0.75±0.07[b]	1.21±0.07[a]
Diámetro de raíz (cm)	0.44±0.07[b]	0.67±0.07[b]	1.24±0.07[a]
Altura de planta (cm)	40.53±3.27[c]	73.40±3.27[b]	116.20±3.27[a]
Ramas (No)	8.60±1.75[a]	9.60±1.75[a]	13.5±1.75[a]
Hojas (No)	30.10±28.16[b]	60.60±28.16[ab]	138.90±28.16[a]
Inflorescencias (No)	19.40±23.19[b]	51.60±23.19[b]	137.80±23.16[a]
Flores (No)	515.40±591.82[b]	1552.40±591.82[b]	4054.00±591.82[a]
Longitud de raíz (cm)	10.64±1.53[b]	13.33±1.53[b]	20.64±1.53[a]
Peso de planta húmeda (g)	20.03±22.25[b]	55.40±22.25[b]	214.20±22.25[a]
Diámetro de copa (cm)	22.80±5.55[b]	38.50±5.55[b]	77.70±5.55[a]
Semillas (No)	2577.00±2959.11[b]	7762.00±2959.11[b]	20270.00±2959.11[a]

[ab] Medias en la misma hilera con la misma literal no son diferentes estadísticamente (p>0.05). Media±Error Estándar.

Cuadro 3. Fenología de *P. hysterophorus* en dos ambientes y su asociación con altura de plantas

Estructura	Secano			Irrigación			EEM
	Grande	Mediana	Pequeña	Grande	Mediana	Pequeña	
Diámetro de flor (cm)	0.40[a]	0.40[a]	0.40[a]	0.40[a]	0.40[a]	0.40[a]	0.01
Diámetro de tallo (cm)	1.00[b]	0.48[c]	0.30[d]	1.42[a]	1.02[b]	0.78[b]	0.12
Diámetro de raíz (cm)	1.02[b]	0.37[c]	0.26[d]	1.45[a]	0.98[b]	0.62[c]	0.09
Altura de planta (cm)	113.40[a]	69.40[b]	38.46[c]	119.00[a]	77.40[b]	42.60[c]	4.80
Ramas (No)	14.80[a]	9.20[b]	7.40[c]	12.20[a]	10.00[b]	9.80[b]	2.53
Hojas (No)	164.40[a]	37.60[b]	27.40[c]	113.40[a]	83.60[ab]	50.80[b]	41.14
Inflorescencias (No)	87.60[ab]	19.00[c]	11.80[c]	188.00[a]	83.60[b]	27.00[c]	32.99
Flores (No)	3267.40[b]	619.00[c]	171.29[d]	4845.60[a]	2485.60[b]	859.60[c]	862.04
Longitud de raíz (cm)	17.28[b]	10.86[c]	9.48[c]	24.00[a]	16.20[b]	11.80[c]	2.20
Peso de planta húmeda (g)	145.00[ab]	18.40[c]	7.80[d]	283.40[a]	92.40[b]	32.80[c]	30.62
Diámetro de copa (cm)	69.00[ab]	23.20[c]	14.20[d]	86.40[a]	53.80[b]	31.40[c]	8.01
Semillas (No)	16312.00[b]	3095.00[c]	856.00[d]	24228.00[a]	12429.00[b]	4227.00[c]	4310.22

[abcd] Medias en la misma hilera con la misma literal no son diferentes estadísticamente (p>0.05).
EEM: Error Estándar de la Media.

Cuadro 4. Coeficiente de correlación de Pearson y significancia estadística para variables fenológicas de *Parthenium hysterophorus*

Variables	Ambiente de crecimiento	Altura de planta
Diámetro flor (cm)	0.33[NS]	0.03[NS]
Diámetro tallo (cm)	0.56*	0.69**
Diámetro raíz (cm)	0.51*	0.77**
Diámetro copa (cm)	0.35*	0.81**
Longitud de raíz (cm)	0.36*	0.68**
Ramas (No)	0.01[NS]	0.41*
Hojas (No)	0.03[NS]	0.45*
Inflorescencias (No)	0.33[NS]	0.51*
Flores (No)	0.28[NS]	0.65**
Semillas (No)	0.28[NS]	0.65**
Peso total de planta húmeda (g)	0.34[NS]	0.75**
Peso total de planta seca (g)	0.30[NS]	0.73**

** Altamente significativo (p<0.001), *Significativo (p<0.05), NS No significativo (p>0.05)

irrigación tuvieron una relación en producción de flores y semillas 2:1 comparado con las que se desarrollan en ambiente de secano. Estos resultados son superiores a los que obtuvieron (Dolai *et al*., 2017) en condiciones de secano, pero similares a lo que encontraron (Dogra *et al*., 2011) en condiciones de secano, pero con buenos niveles de humedad en el suelo por efecto de lluvia. En otro estudio realizado por (Maszura *et al*., 2018) se documenta que las plantas que crecen en las estaciones del año con lluvias abundantes y en rivera de ríos tienen mayor potencial de producción de flores y semillas que facilitan la propagación y expansión.

Comportamiento fenológico por altura de planta: Es importante el análisis comparativo entre altura de plantas debido a la capacidad biológica de la arvense para responder fisiológicamente a las alteraciones climáticas. Los resultados para las variables fenológicas por altura de plantas se presentan en el Cuadro 2. Puede observarse que el diámetro de flor y número de ramas no fueron diferentes (p>0.05) en los tres tamaños de plantas. Este comportamiento es una expresión, que en parte explica que la planta determina la formación fisiológica de flores y ramas en etapas tempranas de su desarrollo y que conforme avanza su crecimiento en altura, solo madura y elonga estas estructuras, como sucede en especies como el maíz (Noriega *et al*., 2011) y (Mancera & Ramírez, 2018). El número de hojas por planta fue diferente (p<0.05) en plantas pequeñas y grandes. Pero no así entre pequeña con mediana y mediana con grande (p>0.05). La altura de planta es la única variable que es diferente (p<0.05) en los tres tipos de plantas, con valores de 40.53±3.3 cm para pequeñas, 73.40±3.3 cm para medianas y 116.20±3.3 cm para grandes. Este comportamiento fenológico es similar a lo que reportan (Dolai *et al*., 2017) con plantas de *Parthenium* de alturas de dos metros. Para diámetro de tallo, raíz y copa; número de inflorescencias, flores y semillas; longitud de raíz y peso total de planta húmeda, las diferencias no fueron significativas (p>0.05) entre plantas pequeñas y medianas. Pero no así, entre plantas pequeñas y medianas,

Cuadro 5. Estimadores de coeficiente de correlación de Pearson y significancia entre variables fenológicas de *Parthenium hysterophorus*

	Diámetro Tallo	Diámetro Raíz	Altura de planta	Longitud de raíz	Diámetro de copa	Ramas	Hojas	Inflorescencias	Flores		Semillas	Peso seco de planta (g)
	cm					No						
Diámetro tallo		0.92**	0.69**	0.71**	0.90**	0.38*		0.60**	0.69**	0.75**	0.75**	0.85**
Diámetro raíz	0.92**		0.77**	0.79**	0.92**	0.54*		0.53*	0.71**	0.74**	0.74**	0.86**
Altura total de planta	0.69**	0.77**		0.68**	0.81**	0.41*		0.45*	0.51*	0.65**	0.65**	0.73**
Longitud de raíz	0.71**	0.79**	0.68**		0.80**	0.38*		0.47*	0.58*	0.79**	0.79**	0.80**
Diámetro de copa	0.90**	0.92**	0.81**	0.80**		0.55*		0.60*	0.59*	0.79**	0.79**	0.91**
Ramas	0.38*	0.54*	0.41*	0.38*	0.55*			0.37*	0.37*	0.26^{NS}	0.26^{NS}	0.48*
Hojas	0.60*	0.53*	0.45*	0.47*	0.60*	0.37*			0.54*	0.75**	0.75**	0.69**
Inflorescencia	0.69**	0.71**	0.51*	0.58*	0.59*	0.37*		0.54*		0.65**	0.65**	0.67**
Flores	0.75**	0.74**	0.65**	0.79**	0.79**	0.26^{NS}		0.75**	0.65**		1.00**	0.87**
Semillas	0.75**	0.74**	0.65**	0.79**	0.79**	0.26^{NS}		0.75**	0.65**	1.00**		0.87**
Peso seco de planta	0.85**	0.86**	0.73**	0.80**	0.91**	0.48*		0.69**	0.67**	0.87**	0.87**	

** Altamente significativo (p<0.001), *Significativo (p<0.05), NS No significativo (p>0.05); Centímetro (cm), número (No), gramos (g).

Cuadro 6. Estimadores de coeficiente de correlación de Pearson y significancia estadística entre variables fenológicas de *Parthenium hysterophorus* en ambiente de secano

	Diámetro Tallo	Diámetro raíz	Altura de planta	Longitud de raíz	Diámetro de copa	Ramas	Hojas	Inflorescencias	Flores		Semillas	Peso seco de planta (g)
	cm						No					
Diámetro Tallo		0.95**	0.84**	0.83**	0.96**		0.64*	0.70*	0.84**	0.71*	0.71*	0.86**
Diámetro raíz	0.95**		0.80*	0.79*	0.97**		0.75*	0.70*	0.89**	0.68*	0.68*	0.92**
Altura de planta	0.84**	0.80*		0.71*	0.79*		0.48^{NS}	0.53*	0.66*	0.61*	0.61*	0.67*
Longitud de raíz	0.83**	0.79*	0.71*		0.84**		0.37^{NS}	0.79*	0.75*	0.80*	0.80*	0.79*
Diámetro de copa	0.96**	0.97**	0.79*	0.84**			0.74*	0.73*	0.87**	0.69*	0.69*	0.93**
Ramas	0.64*	0.75*	0.48^{NS}	0.37^{NS}	0.74*			0.45^{NS}	0.70*	0.28^{NS}	0.28^{NS}	0.74*
Hojas	0.70*	0.70*	0.53*	0.79*	0.73*		0.45^{NS}		0.89**	0.95**	0.95**	0.87**
Inflorescencias	0.84**	0.89**	0.66*	0.75*	0.87**		0.70*	0.89**		0.85**	0.85**	0.95**
Flores	0.71*	0.68*	0.61*	0.80*	0.69*		0.28^{NS}	0.95**	0.85**		1.00**	0.79*
Semillas	0.71*	0.68*	0.61*	0.80*	0.69*		0.28^{NS}	0.95**	0.85**	1.00**		0.79*
Peso seco de planta	0.86**	0.92**	0.67*	0.79*	0.93**		0.74*	0.87**	0.95**	0.79*	0.79*	

** Altamente significativo (p<0.001), *Significativo (p<0.05), NS No significativo (p>0.05); Centímetro (cm), número (No), gramos (g).

Cuadro 7. Estimadores de coeficiente de correlación de Pearson y significancia entre variables fenológicas en *Parthenium hysterophorus* en ambiente de irrigación

	Diámetro tallo	Diámetro raíz	Altura de planta	Longitud de raíz	Diámetro de copa	Ramas	Hojas	Inflorescencias	Flores	Semillas	Peso seco de planta (g)
	cm					No					
Diámetro tallo		0.84**	0.72**	0.57*	0.85**	0.16^{NS}		0.77**	0.61*	0.78**	0.78**	0.88**
Diámetro raíz	0.84**		0.90**	0.78**	0.87**	0.43^{NS}		0.45^{NS}	0.64*	0.77**	0.77**	0.85**
Altura de planta	0.72**	0.90**		0.72**	0.88**	0.34^{NS}		0.36^{NS}	0.49^{NS}	0.69*	0.69*	0.82**
Longitud de raíz	0.57*	0.78**	0.72**		0.78.**	0.69**		0.30^{NS}	0.47^{NS}	0.78**	0.78**	0.77**
Diámetro de copa	0.85**	0.87**	0.88**	0.78**		0.36^{NS}		0.52*	0.42^{NS}	0.85**	0.85**	0.91**
Ramas	0.16^{NS}	0.43^{NS}	0.34^{NS}	0.69*	0.36^{NS}			0.07^{NS}	0.35^{NS}	0.33^{NS}	0.33^{NS}	0.33^{NS}
Hojas	0.77**	0.45^{NS}	0.36^{NS}	0.30^{NS}	0.52*	0.07^{NS}			0.51*	0.59*	0.59*	0.67*
Inflorescencias	0.61*	0.64*	0.49^{NS}	0.47^{NS}	0.42^{NS}	0.35^{NS}		0.51*		0.55*	0.55*	0.54*
Flores	0.78**	0.77**	0.69*	0.78**	0.85**	0.33^{NS}		0.59"*	0.55*		1.00**	0.91**
Semillas	0.78**	0.77**	0.69**	0.78**	0.85**	0.33^{NS}		0.59*	0.55*	1.00**		0.91**
Peso seco de planta	0.88**	0.85**	0.82**	0.77**	0.91**	0.33^{NS}		0.67*	0.54*	0.91**	0.91**	

** Altamente significativo (p<0.001), *Significativo (p<0.05), NS No significativo (p>0.05) Centímetro (cm), número (No), gramos (g).

con diferencias estadísticas en las plantas grandes p<0.05). La expresión máxima en el desarrollo de las estructuras fenológicas se presenta en plantas con alturas mayores que 100 cm. Estos resultados son similares a los que obtuvieron (Dogra *et al*., 2011), quienes evaluaron la fenología de *Parthenium* **a** diferentes altitudes en la región de los Himalayas en la India, donde los valores más altos en cantidades y longitud de las estructuras fenológicas fue para plantas de dos metros de altura. En el estudio de (Talemos *et al*., 2013) se observó que conforme aumenta la altura de la planta se incrementa el número de flores, al pasar de 30 cm de altura con 46.7 flores a1 60 cm de altura con 4751 flores. La altura de plantas grandes fue 116.20±3.3 cm y que no alcanzaron los tamaños que obtuvieron (Adkins & Shabbir, 2014), quienes reportan que las plantas de *Parthenium* en Australia no superaron 1.5 m de altura.

Es importante indicar que en plantas anuales la madurez fisiológica se presenta en etapas más tempranas que en las bianuales o perennes, y es en estas etapas donde se determina el potencial de crecimiento, desarrollo y producción de flores y frutos (Bolaños & Edmeades, 1993) y que la duración de estas etapas depende del genotipo, fotoperiodo, humedad y temperatura (Gaviria-Hernández, 2016). Este mismo comportamiento fisiológico puede explicar la falta de significancia estadística para algunas diferencias en variables fenológicas en los tres tipos de plantas. La arvense se caracteriza por su potencial para rápida expansión en los campos agrícolas y pastizales (Talemos *et al*., 2013). Este potencial está determinado por dos estructuras: flores y semillas (Maszura *et al*., 2018). Las plantas con alturas mayores a 100 cm tienen en promedio 4,054±591.8 flores, que se expresan en 20,270±2959.1 semillas. Los valores anteriores son similares a los de (Adkins & Shabbir, 2014) con 20,000.00 semillas en plantas maduras de dos metros de altura. Estos autores indican que la cantidad de semilla es un elemento importante en la propagación de la planta y en la acumulación en el banco de semilla, fijando cantidades importantes para futuros ciclos productivos.

Comportamiento fenológico por ambiente y altura de plantas: Cuando se analizaron los datos con las asociaciones entre ambiente y tipo de plantas, el resultado muestra que los valores más altos en la contabilidad y medición de las estructuras anatómicas son para las plantas grandes (Cuadro 3). Sin embargo, diámetro de flor, altura de plantas, ramas, hojas, inflorescencias, peso de plantas húmedas y diámetro de copas, no presentaron diferencias (p>0.05) para plantas grandes en los dos ambientes. Para plantas grandes en ambientes de secano e irrigado el diámetro de tallo y de raíz, longitud de raíz, flores y semillas fueron estadísticamente diferentes (p<0.05).

La producción de semillas es esencial para la reproducción y distribución de la arvense, en el presente estudio las plantas grandes en irrigación presentaron 24,228±4,310.2 semillas por planta, diferentes (p<0.05) de las 16,312±4310.2 de las plantas grandes en secano. La cantidad de semilla para plantas grandes en irrigación son similares a las 25,000 semillas por planta que encontraron (Javaid *et al*., 2007). Lo anterior afirma que las plantas desarrolladas en ambientes húmedos son más robustas y con mayor capacidad en formación de flores y semillas en una relación de 1.4, y que son resultados similares a los que observaron (Talemos *et al*., 2013), (Dolai *et al*., 2017) y (Maszura *et al*., 2018) en zonas húmedas. Es importante destacar que las diferencias entrediámetro de flor, tallo, copa y raíz; altura de planta; número de ramas, hojas, flores y semillas; longitud de raíz; y peso de planta húmeda no fueron estadísticamente diferentes (p>0.05) entre plantas medianas en irrigación contra plantas grandes en condiciones de secano. El número de ramas y hojas de plantas medianas en secano no fueron diferentes (p>0.05) entre plantas medianas y pequeñas en irrigación. Este comportamiento fenológico en estas variables puede explicarse por lo que reportan (Gaviria-Hernández, 2016) y (Mancera & Ramírez, 2018), quienes afirman que la madurez fisiológica de algunos órganos ocurre en etapas tempranas y que en la medida que la planta continua su desarrollo solamente elonga estas estructuras sin emergencia de otras nuevas. Cuando el desarrollo de las plantas de *P. hysterophorus* es en condiciones de buena humedad se potencializa el diámetro de tallo y raíz; longitud de raíz; y cantidad de flores en 42% más en condiciones de irrigación que secano. Estos resultados son similares a los de (Vehra & Khan, 2011), (Talemos *et al*., 2013) y (Maszura *et al*., 2018), cuando redactan que las condiciones de humedad favorecen el crecimiento de la arvense y su potencial para producción de flores y semillas. Caso contrario para zonas secas (Javaid *et al*., 2007), donde la arvense no tiene mismo potencial en desarrollo fenológico.

También se observa que el número de inflorescencias, flores y semillas; longitud de raíz; peso de planta húmeda; y diámetro de copa en plantas pequeñas de riego, no presentan diferencias estadísticas significativas (p>0.05) con plantas medianas de secano. Lo anterior, explica que la planta alcanza su potencial máximo productivo (Talemos *et al*., 2013) a alturas superiores a los 100 cm. Un dato interesante que indican (Fatimah & Ahmad, 2009), que las plantas de *P. hysterophorus* cuando se someten a defoliación o ciclo largo de vida durante el año, estas aceleran el ciclo productivo generando cantidades de flores,11,300 por planta, que rinden 56,500 semillas. Y que al tener las plantas capacidad de rebrote alcanzan producciones de 75,000 semillas/planta. En este mismo contexto (Knox, 2021) y (Tripathi *et al*., 2023), documentan que la arvense tiene capacidad productiva durante todo el año, incluso llega a tener raíces perennes que sobreviven al invierno para posteriormente generar rebrote.

Coeficientes de correlación de las variables fenológicas con el ambiente de crecimiento y altura de plantas: Los procesos fenológicos de las plantas han sido evaluados considerablemente para predecir su comportamiento a cambios climatológicos y antropocéntricos (Juárez Ramírez *et al*., 2008). Estas predicciones a través de coeficientes de correlación han sido útiles para determinar la dinámica biológica de las especies, donde se ha determinado que las plantas cuando se altera su ambiente natural aceleran sus procesos fisiológicos (Otto *et al*., 2007) y (Masin *et al*., 2005) para poder cumplir con su ciclo de vida. Las variables fenológicas y los coeficientes de correlación entre ambiente y altura de planta se presentan en el Cuadro 4. Para el efecto del ambiente en diámetro de tallo y raíz tuvieron un coeficiente de relación positiva moderada con r=0.56 y r=0.51, respectivamente, (p<0.05). El comportamiento anterior de la fenología responde a lo planteado por (Campbell *et al*., 2009), (Muthuraj & Jesudasan, 2011) y (Yela Lara *et al*., 2023), que la evolución de las plantas responde a cambios ambientales y humanos. Donde las estructuras anatómicas de las plantas están definidas genéticamente y se expresan como consecuencia de elementos esenciales naturales como humedad del suelo y temperatura ambiental (De & De, 2011). Estos autores reportan que las malezas o plantas invasoras deben su

invasividad a la evolución de hibridación específicos por especie, traducido en plantas con mayor capacidad de resistencia estructural a cambios ambientales. El resto de las variables fenológicas presentaron

correlaciones bajas r≤0.50, sin significancia estadística (p>0.05). Este resultado puede explicarse por lo observado por (Matzrafi *et al*., 2021), quienes indican que el desarrollo de estructuras anatómicas de *Parthenium* como inflorescencia, flores y semillas responden más a radiación solar, que a gradientes de humedad en el suelo. La correlación entre altura de planta y diámetro de copa, diámetro de raíz, peso total de planta húmeda y seca fue alta y positiva fuerte, r ≥0.7 y ≤0.8, (p<0.001). Posteriormente diámetro de tallo, longitud de raíz, flores y semillas presentaron una correlación positiva moderada, r ≥0.5 y ≤0.6, (p<0.001). La altura de planta permite predecir el comportamiento de las estructuras fenológicas, estas correlaciones positivas fuertes están definidas en parte por factores ambientales (Thapa &Baburam, 2023) y por la conformación genética de la planta (Campbell *et al*., 2009). Este comportamiento de las plantas de *P. hysterophorus* pueden en parte explicarse con lo que reportan (Javaid *et al*., 2007) y (Kushwaha & Maurya, 2012), donde plantas que alcanzaron 2.0 m de altura expresaron tallos más gruesos, raíces más profundas y más producción de flores y semillas. Por otra parte, en la investigación de (Juárez Ramírez *et al*., 2008) y (Yela Lara *et al*., 2023) mencionan que el comportamiento fenológico de algunas plantas responden a cambios climáticos, donde la floración, elongación de tallos y raíces son controladas por temperatura ambiental, mientras que en otras especies de plantas estas respuestas son por la disponibilidad de agua en el suelo.

Coeficientes de correlación para comportamiento fenológico: En el Cuadro 5, se presenta la matriz de coeficientes de correlación de la fenología de *P. hysterophorus*, donde las estructuras y sus coeficientes no muestran un patrón definido, pero se observa que diámetro de tallo, raíz y copa; así como peso seco total de planta, tienen los coeficientes más altos, con r≥0.7 y ≤0.9, (p<0.0001). Particularmente, para número de ramas el coeficiente de correlación es r≥0.2 y ≤0.5, y no presenta significancia (p>0.0001). Este comportamiento fenológico puede en parte explicarse por lo que publicaron (Wielgolaski, 1999) y (Juárez Ramírez *et al*., 2008), que el desarrollo de algunas estructuras dependen de la intensidad luminosa o radiación solar, otras en función de temperatura y de humedad del suelo. Y que un solo factor natural no determina el comportamiento fenológico de todas las estructuras de la planta. El Cuadro 6, presenta los coeficientes de correlación para las variables fenológicas cuando la planta de *Parthenium* se desarrolla en secano. Se tienen coeficientes de alta correlación y significancia para diámetro de tallo, raíz y copa; así como peso seco total de planta, con valores de r≥0.8 y ≤0.9, con significancia alta (p<0.001). Al respecto diámetro de raíz y peso seco total de planta son las dos variables que mejor explican la asociación entre el comportamiento del resto de las estructuras anatómicas. Este comportamiento puede en parte explicarse con lo encontrado por (Juárez Ramírez *et al*., 2008), que cuando las plantas están en ambiente con factores cambiantes como temperatura, radiación solar y humedad de suelo, estas expresan su potencial de desarrollo a través de mayor diámetro de raíz y tallo definidos y resistentes.

En las plantas desarrolladas en irrigación solo algunas estructuras fenológicas presentaron coeficientes de correlación altos r≥0.8 y ≤0.9, (p<0.001). Estas variables fueron diámetro de copa, peso seco de planta, altura de planta, diámetro de raíz y diámetro de tallo (Cuadro 7). Estos resultados muestran que se tiene un espectro amplio en el comportamiento fenológico y que los factores ambientales controlan la respuesta del crecimiento y desarrollo; y que las condiciones de humedad en el suelo afectan positivamente el desarrollo de la planta, diámetro de tallo y raíz, que se expresa en plantas con más peso seco. Estos resultados son similares a los encontrados por (Madanes & Vicari, 1996) cuando evaluaron la fenología de gramíneas por efecto de factores climáticos, donde la humedad tuvo correlaciones positivas de r>0.8 en la fenología de gramíneas (Cifuentes *et al*., 2010) observaron que las respuestas fenológicas pueden ser gobernadas por factores endógenos, y que respuestas más correlacionadas pueden ser causadas por estímulos climáticos. Estos autores indican que la humedad del suelo afectó más el comportamiento fenológico de las plantas que los niveles de precipitación del lugar. Las demás variables fenológicas tuvieron correlaciones bajas r≤0.1 y ≤0.7, (p>0.001). Estos resultados son similares a los encontrados por (Huaman, 2019), donde las correlaciones bajas en fenología de las fenofases de floración y fructificación en especies forestales son por efectos de precipitación y temperatura. Un estudio de (Castro-Muñoz *et al*., 2015), reporta que el tamaño de hojas, ramas, inflorescencias, flores y semillas están relacionadas a efectos climáticos de temperatura y fotoperiodo, que a condiciones de humedad del suelo por efecto de precipitación. El comportamiento fenológico de *P. hysterophorus* obtenido en este estudio también puede explicarse por lo encontrado por (Debussche *et al*., 2004), que existen plantas tipo histerantosas, sinantosas y subhisterantosas. Donde esta clasificación se refiere a la capacidad de las plantas para la formación de estructuras anatómicas en función del clima establecidas por las estaciones climáticas del año y que *Parthenium* se considera una planta subhisterantosas por presentar formación de tallos y floración en todas las épocas del año.

CONCLUSIONES

En plantas de *Parthemium* desarrolladas bajo irrigación el diámetro de tallo, raíz y copa; longitud de raíz, número de inflorescencias, flores y semillas; y peso seco total de planta fueron mayores que las de secano. La producción de flores y semillas expresada por *Parthenium* con suficiente humedad en el suelo muestran que estas variables fenológicas le proporcionan su capacidad de expansión e invasión en áreas de producción agrícola. En secano *Parthenium* tiene menor potencial en la expresión de su fenología, particularmente en producción de flores y semillas, sin embargo, siguen siendo cantidades importantes que igualmente le otorgan capacidad suficiente de expansión e invasión en las áreas de secano no perturbadas. La altura de planta en ambiente de secano e irrigaciónes la que mejor explica la correlación entre las variables fenológicas.

REFERENCIAS

Adhikari, P., Lee, Y. H., Poudel, A., Lee, G., Hong, S. H., & Park, Y. S. (2023). Predicting the Impact of Climate Change on the Habitat Distribution of *Parthenium hysterophorus* around the World and in South Korea. *Biology*, *12*(1). https://doi.org/ 10.3390/ biology12010084

Adkins, S., & Shabbir, A. (2014). Biology, ecology and management of the invasive parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.). *Pest Management Science*, *70*(7), 1023–1029. https://doi.org/ 10. 1002/ps.3708

Agroecológicas, D. Y. A. (2022). *Academia de Ecología Universidad Autónoma Chapingo*. *June*.

Bashar, H. M. K., Juraimi, A. S., Ahmad-Hamdani, M. S., Uddin, M. K., Asib, N., Anwar, M. P., & Rahaman, F. (2021). A mystic weed, *Prthenium hysterophorus:* Threats, potentials and management. *Agronomy*, *11*(8), 1–20. https://doi.org/10.3390/agronomy11081514

Campbell, L. G., Snow, A. A., Sweeney, P. M., & Ketner, J. M. (2009). Rapid evolution in crop-weed hybrids under artificial selection for divergent life histories. *Evolutionary Applications*, *2*(2), 172–186. https://doi.org/10.1111/ j.1752- 4571.2008.00051.x

Castro-Muñoz1, R., Castro-Cepero2, V., & Ceroni-Stuva, y A. (2015). Urbano de Lima, Perú phenology of *Caesalpinia pulcherrima* (L .) Sw. In an urban botanical gardenof Lima, Perú. *14*(2). http://www.scielo.org.pe/ pdf/ecol/v14n2/a12v14n2.pdf

Cifuentes, L., Moreno, F., & Arango, D. A. (2010). Fenología reproductiva y productividad de *Oenocarpus bataua* (Mart.) en bosques inundables del Chocó Biogeográfico, Colombia. *Biota Neotropica*, *10*(4), 101–109. https://doi.org/10.1590/s1676-06032010000400014

De, I., & De, A. (2011). *Vances en ciencia antártica latinoamericana*. *1998*, 183–186.

Debussche, M. A. X., Garnier, E, &Thompson, j. D. (2004). Exploring the causes of variation in phenology and morphology in Mediterranean geophytes: a genus-wide study of Cyclamen. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *145*(4), 469–484. https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2004.00298.x

Dhileepan, K., Government, Q., Agricultural, S., & Dhileepan, K. (2009). *Parthenium hysterophorus L. November*.

Dogra, K. S., Sood, S. K., & Sharma, R. (2011). Distribution, Biology and Ecology of *Parthenium hysterophorus* L. (Congress Grass) an invasive species in the North-W estern Indian Himalaya (Himachal Pradesh). *African Journal of Plant Science*, *5*(11), 682–687. http://www.academicjournals.org/AJPS

Dolai, A. K., Bera, S., Ghosh, R. K., Bhowmick, M. K., & Pal, D. (2017). Biology and infestation of *Parthenium hysterophorus* L . in new alluvial zone of West Bengal – a survey Biology and infestation of *Parthenium hysterophorus* L . in new alluvial zone of West Bengal – a survey. March.

Fatimah, H., & Ahmad, T. (2009). Phenology of *Parthenium hysterophorus* - A key factor for the success of its invasion. *Advances in Environmental Biology*, *3*(2), 150–156.

Gaviria-Hernández, B. S. (2016). Análisis de la fenología e índices de crecimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad pioner, Curd - Armero Tolima. *ResearchGate*, *December 2016*, 12. https://www.researchgate.net/ publication/ 322477901%0AANÁLISIS

Guerrero, E. L. (2022). Las ingresiones e islas de los bosques espinosos del Caldenal dentro de los pastizales Austral Pampeanos. *Polibotánica*, *0*(53), 69–85. https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.5

Haq, S. M., Lone, F. A., Kumar, M., Calixto, E. S., Waheed, M., Casini, R., Mahmoud, E. A., & Elansary, H. O. (2023). Phenology and Diversity of Weeds in the Agriculture and Horticulture Cropping Systems of Indian Western Himalayas: Understanding Implications for Agro-Ecosystems. *Plants*, *12*(6). https://doi.org/10.3390/ plants12061222

Huaman, P. E. (2019). Universidad nacional de ucayali. *Unu*, *L*, 2018. http://repositorio.unu.edu.pe/ bitstream/handle/unu/4217/unu_agronomia_2019_t_jerso n-quevedo-vasquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Compendio de información geográ ca municipal 2010 Chínipas, Chihuahua*. https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=08020#collapse-Resumen

Javaid, A., Shafique, S., & Shafique, S. (2007). Causes of rapid spread of *Parthenium hysterophorus* L. In Pakistan and possible control measures – a review. *Pakistan Journal of Botany*, *39*(7), 2611–2618.

Juárez Ramírez, I., Torres Martínez, L. M., Arquímedes, López, C., Garza Tovar, L. L., María, & Meza De La Rosa, E. (2008). Ciencia UANL. *Ciencia UANL*, *XI*, 411–422. http://redalyc.uaemex.mx

Kushwaha, V. B., & Maurya, S. (2012). Biological utilities of *Parthenium hysterophorus*. *Journal of Applied and Natural Science*, *4*(1), 137–143. https://doi.org/10.31018/jans.v4i1.238

Lalita, & Kumar, A. (2018). Review on a weed *Parthenium hysterophorus* (L.). *International Journal of Current Research and Review*, *10*(17), 23–32. https://doi.org/10.31782/ijcrr.2018.10175

Madanes, N., & Vicari, R. (1996). *Fenologia de las especies de los bordes de caminos en agroecosistemas*. *January 2023*.

Mancera, R., & Ramírez, J. (2018). Determinación de la madurez fisiológica en semilla de maíz mediante ganancia de peso seco y métodos alternos. *Agro Productividad*. https://revista-agroproductividad.org/ index.php/agroproductividad/article/view/504

Masin, R., Zuin, M. C., Archer, D. W., Forcella, F., & Zanin, G. (2005). WeedTurf: a predictive model to aid control of annual summer weeds in turf. *Weed Science*, *53*(2), 193–201. https://doi.org/DOI: 10.1614/WS-04-066R1

Maszura, C. M., Karim, S. M. R., Norhafizah, M. Z., Kayat, F., & Arifullah, M. (2018). Distribution, Density, and Abundance of *Parthenium* Weed (*Parthenium hysterophorus* L.) at Kuala Muda, Malaysia. *International Journal of Agronomy*, *2018*. https://doi.org/10.1155/2018/1046214

Matzrafi, M., Raz, H., Rubin, B., Yaacoby, T., & Eizenberg, H. (2021). Distribution and Biology of the Invasive Weed *Parthenium hysterophorus* L. in Israel. *Frontiers in Agronomy*, *3*(June), 1–12. https://doi.org/10.3389/fagro.2021.639991

Millet, B. (2021). *Plant Archives*. *21*(1), 1676–1680.

Muthuraj, B., & Jesudasan, R. W. A. (2011). Impact of climatic factors on leaf roll-inducing mite, *Floracarus perrepae* (Acari: Eriophyidae) feeding on the Old World climbing fern, *Lygodium microphyllum* (*Pteridophyta: Lygodiaceae*). *International Journal of Acarology*, *37*(4), 325–330. https://doi.org/10.1080/01647954.2010.519721

Noriega, L. A., Preciado, R. E., Andrio, E., Terrón, A. D., & Covarrubias, J. (2011). Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz qpm h-374c*. *Revista Mexicana de Ciencias Agricolas*, *2*(4), 489–500.

Otto, S., Masin, R., Chistè, G., &Zanin, G. (2007). Modelling the correlation between plant phenology and weed emergence for improving weed control. *Weed Research*, *47*(6), 488–498. https://doi.org/ https://doi.org/ 10.1111/j.1365-3180.2007.00594.x

Santiago, M. C., & Monge, D. (2013). Protocolo Para Muestreo Y Evaluación De Variables De Daño ,. 1–4.

Shabbir, A., & Bajwa, R. (2006). Distribution of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.), an alien invasive weed species threatening the biodiversity of Islamabad. *Weed Biology and Management*, *6*(2), 89–95. https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2006.00202.x

Shrestha, B., & Thapa, C. B. (2018). Allelopathic effects of invasive alien species *Parthenium hysterophorus* L. on seed germination of paddy and wheat. *Himalayan Biodiversity*, *6*(July 2013), 1–5. https://doi.org/10.3126/hebids.v6i0.33526

Talemos, S., Abreham, A., Fisseha, M., & Alemayehu, B. (2013). Distribution status and the impact of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.) at Gedeo Zone (Southern Ethiopia). *African Journal of Agricultural Research*, *8*(4), 386–397. https://doi.org/ 10.5897/ajar12.1646

Thapa, C. B., & KC, B. (2023). Phenology of Major Weeds in Paddy Field of Pokhara, Nepal. *Himalayan Biodiversity*, *6*(July 2013), 58–62. https://doi.org/10.3126/ hebids.v9i1.59588

Tripathi, S., Rai, S. K., & Pandey, S. K. (2023). Distribution Pattern and Management Strategy of Invasive Weed *Parthenium hysterophorus* L. in Gorakhpur, India. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*, *12*(1), 138–143. https://doi.org/10.5530/ajbls.2023.12.19

Vehra, S., & Khan, A. U. (2011). Comparative studies on the competitive abilities of an exotic, *Parthenium hysterophorus* L., with co-existing species to determine the impacts of its invasion. *Pakistan Journal of Botany*, *43*(5), 2365–2372.

Wielgolaski, F.-E. (1999). Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *International Journal of Biometeorology*, *42*(3), 158–168. https://doi.org/10.1007/s004840050100

Yela Lara, S. D. M., Calzada Valencia, A. L., Angulo Cabezas, K. D., & Ordoñez Jurado, H. R. (2023). Estudio fenológico de las especies forestales *Cedrela odorata* L (Meliaceae) y *Cordia Alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (Boraginaceae) en el municipio de Tumaco, Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, *17*(2), 55–70. https://doi.org/10.18359/rfcb.5606

Zohaib, A., Abbas, T., &Tabassum, t. (2016). Weeds Cause Losses in Field Crops through Allelopathy. *Notulae Scientia Biologicae*, *8*(1), 47–56. https://doi.org/10.15835/nsb.8.1.9752

****