



Profundidades óptimas y máximas para la emergencia de teosinte

Prado C.¹, Cirujeda A.^{1a}, Pardo G.¹, Marí A.I.¹, Fuertes S.², Aibar J.³

*Unidad de Sanidad Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza, Spain. ^aacirujeda@aragon.es

**Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza

***Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).

Resumen: Los objetivos de este trabajo fueron los de conocer las profundidades óptimas y máximas de emergencia de la mala hierba invasora *Zea mays* spp. mexicana ad. int. (teosinte). Con esta finalidad se llevaron a cabo tres ensayos en invernadero. En los dos primeros se sembraron semillas en macetas a profundidades comprendidas entre 0 y 18 cm a intervalos de 2 cm con dos sustratos y con diferentes poblaciones. En el tercero se utilizaron ambas poblaciones y sustratos entre 10-18 cm. La profundidad óptima de emergencia de teosinte tendió a ser 2 cm para el ensayo con temperaturas mínimas más bajas y de 2 a 14 cm con temperaturas mínimas más elevadas, decreciendo al aumentar la profundidad y fue mínima para semillas dejadas en superficie. Se produjeron emergencias desde 18 cm de profundidad para ambas poblaciones. Se discuten las implicaciones para el control mecánico de esta especie.

Palabras clave: planta invasora, biología. *Zea mays* spp. mexicana.

1. INTRODUCCIÓN

En agosto 2014 se notificó al Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV) y al Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) la presencia de una nueva mala hierba en campos de maíz (Diputación General de Aragón, DGA, 2004). La planta fue identificada como teosinte, *Zea mays* ssp. mexicana ad int, planta originaria de México y considerada como uno de los ancestros del maíz. Dentro de los campos de cultivo de maíz esta planta se comporta como una mala hierba muy competitiva, en condiciones mexicanas puede reducir la cosecha hasta un 60% dependiendo de la densidad de infestación (Balbuena *et al.*, 2009). Uno de los primeros objetivos frente a la problemática existente es el de conocer la biología de esta especie en las condiciones locales. Los objetivos del presente trabajo son estudiar la profundidad óptima de emergencia, así como averiguar desde qué profundidad máxima es capaz de emerger esta especie. Estos datos son necesarios para poder planificar un manejo del suelo de las parcelas infestadas que por un lado favorezca la nascencia de estas plantas para eliminar las plantas emergidas o, por el contrario, se pueda plantear una estrategia de enterrado único para colocar las semillas en posiciones desfavorables durante un tiempo pretendiendo que dejen de ser viables.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en las siguientes fechas: el primero se realizó en los meses de abril y mayo, el segundo entre junio y julio, y el tercero entre agosto y septiembre del 2015. Se utilizaron dos tipos de sustrato: turba mezclada con tierra local (franco-arcillosa) y arena. Las macetas utilizadas fueron de 18x18x25. Una vez rellenas con sustrato hasta la profundidad correspondiente, se colocaron 10 semillas de teosinte y se relleno el resto del recipiente con más sustrato. Las macetas fueron colocadas en invernadero sin control de temperatura y regadas a demanda.

El primer y segundo ensayo se llevaron a cabo a profundidades de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 cm utilizando, en el primero de ellos, semillas procedentes de una población de Candanos (Huesca) y en el segundo, de Torralba de Aragón (Huesca). En el tercer ensayo se emplearon semillas de ambas localidades para tener en cuenta el posible efecto de la población sobre la emergencia y sólo se consideraron las profundidades de 10, 12, 14, 16, 18 cm. En todos los ensayos se realizaron tres repeticiones (macetas) por tratamiento que se colocaron al azar en una mesa del invernadero. Los ensayos se sembraron el 16 de abril, 26 de junio y 28 de agosto de 2015, respectivamente. Se anotaron las emergencias diariamente y se dio por concluido el ensayo a los 42, 25 y 35 días después de iniciarlos, cuando habían pasado más de 7 días sin apreciarse nuevas emergencias.

El invernadero carecía de calefacción pero se puso en marcha un sistema de refrigeración para no superar los 25°C. Se anotaron las temperaturas máximas y mínimas diarias.

Se comprobó la normalidad de los datos así como la distribución de la varianza (Minitab v. 13) y se transformaron cuando fue necesario mediante $x^{0,3}$ y x^2 para los ensayos 1 y 2, respectivamente. Posteriormente se sometieron a un análisis de varianza. La separación de medias mediante el test Student-Newman-Keuls (SNK) se realizó agrupando aquellas variables que no habían mostrado ser significativas, es decir el tipo de sustrato en ensayos 1 y 2 y la población para el ensayo 3.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Temperaturas máximas y mínimas

Las temperaturas máximas y mínimas diarias durante la primera semana de establecimiento de los ensayos variaron de un ensayo a otro (Tabla 1). La temperatura máxima, regulada en el invernadero a partir de mayo fue algo superior para el primer ensayo, ya que se registraron valores elevados algunos días antes de encender el sistema de refrigeración. La temperatura mínima fue más baja para el primer ensayo que para los siguientes.

Tabla 1. Temperaturas máximas y mínimas diarias medias para la primera semana de implantación de los ensayos en invernadero (°C).

Ensayo	Temperatura máxima	Temperatura mínima
1	33 ± 2.1	14 ± 0.6
2	27 ± 0.4	19 ± 0.5
3	26 ± 0.8	18 ± 0.3

3.2 *Profundidades óptimas y máximas de emergencia.* En los ensayos 1 y 2 no hubo diferencias significativas debidas al sustrato utilizado por lo que se han analizado los resultados considerando los valores medios de emergencia sobre ambos sustratos (Figura 1).

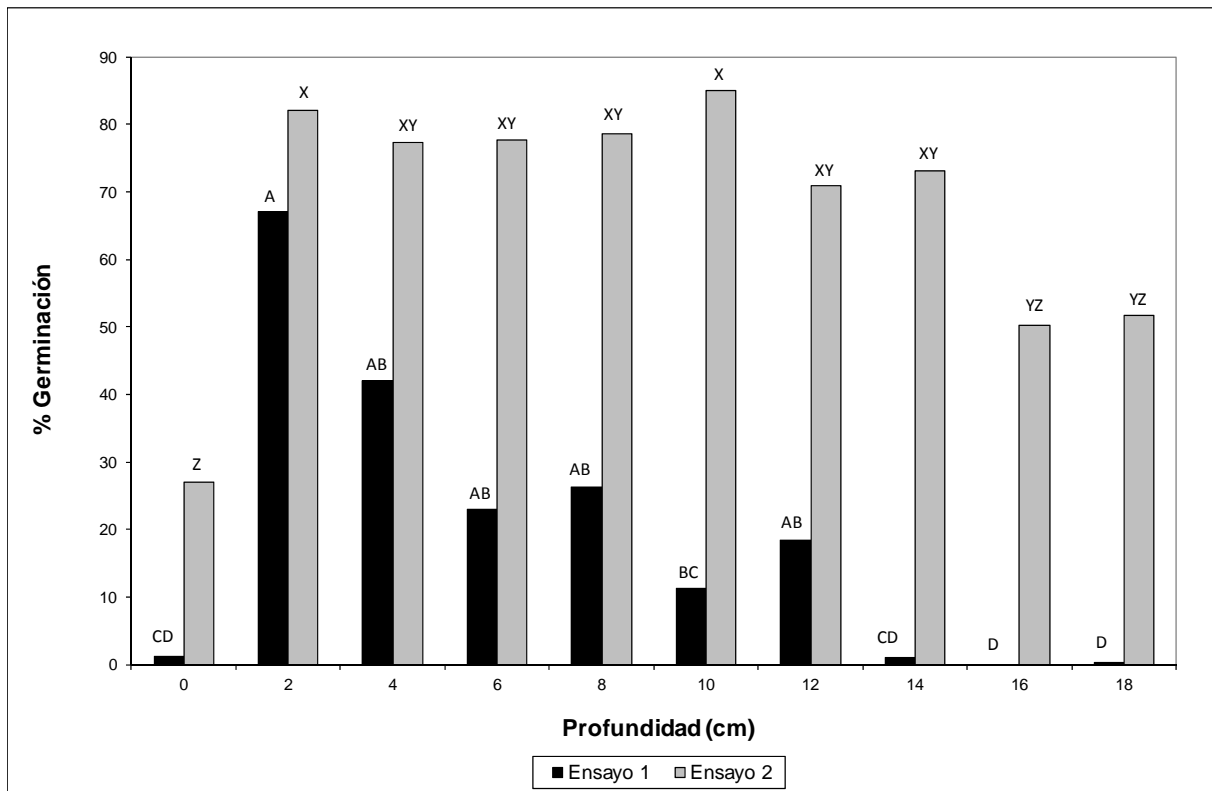


Figura 1. Germinación de teosinte (%) dependiendo de la profundidad en los dos primeros ensayos. Medias de los dos sustratos ensayados retransformadas. Ensayo 1: población Candanos, siembra 16/04/15; ensayo 2: población Torralba, siembra 26/06/2015. Letras diferentes se refieren a diferencias significativas entre profundidades para cada ensayo por separado según test de separación de medias de Student-Newman-Keuls con $p < 0.05$.

Se observaron emergencias más elevadas en el ensayo 2 comparado con el ensayo 1 (Figura 1). Ambas poblaciones fueron capaces de emerger desde los 18 cm de profundidad pero la población sembrada más tarde (segundo ensayo) lo hizo de forma mucho más abundante, especialmente para mayores profundidades. En el primer ensayo la profundidad óptima de emergencia pareció ser la de 2 cm desde la que germinaron cerca de 70% de las semillas aunque estadísticamente no difirió con 4, 6, 8 y 12 cm; en el segundo ensayo lo fueron las profundidades de 2 hasta 14 cm. En ambos ensayos apenas se produjeron emergencias en las semillas dejadas en superficie de suelo y sólo germinaron aquellas que fueron parcialmente enterradas por pequeños movimientos de sustrato causados por el riego, lo cual es posiblemente una estrategia germinativa propia de esta especie.

El hecho de haber utilizado poblaciones diferentes en ambos ensayos motivó la duda de un posible efecto de la población en la emergencia o si el factor más influyente podría ser una respuesta a mayor temperatura en el segundo ensayo, el cual fue realizado un mes más tarde. En el tercer ensayo realizado con ambas poblaciones se encontró el factor población no significativo, confirmando la hipótesis de que las diferencias fueron probablemente ocasionadas por las temperaturas mínimas y no por el origen de las semillas. En este tercer ensayo, en cambio, fue significativa la interacción población x sustrato, por lo que se presentan los resultados separados para cada sustrato (Figura 2).

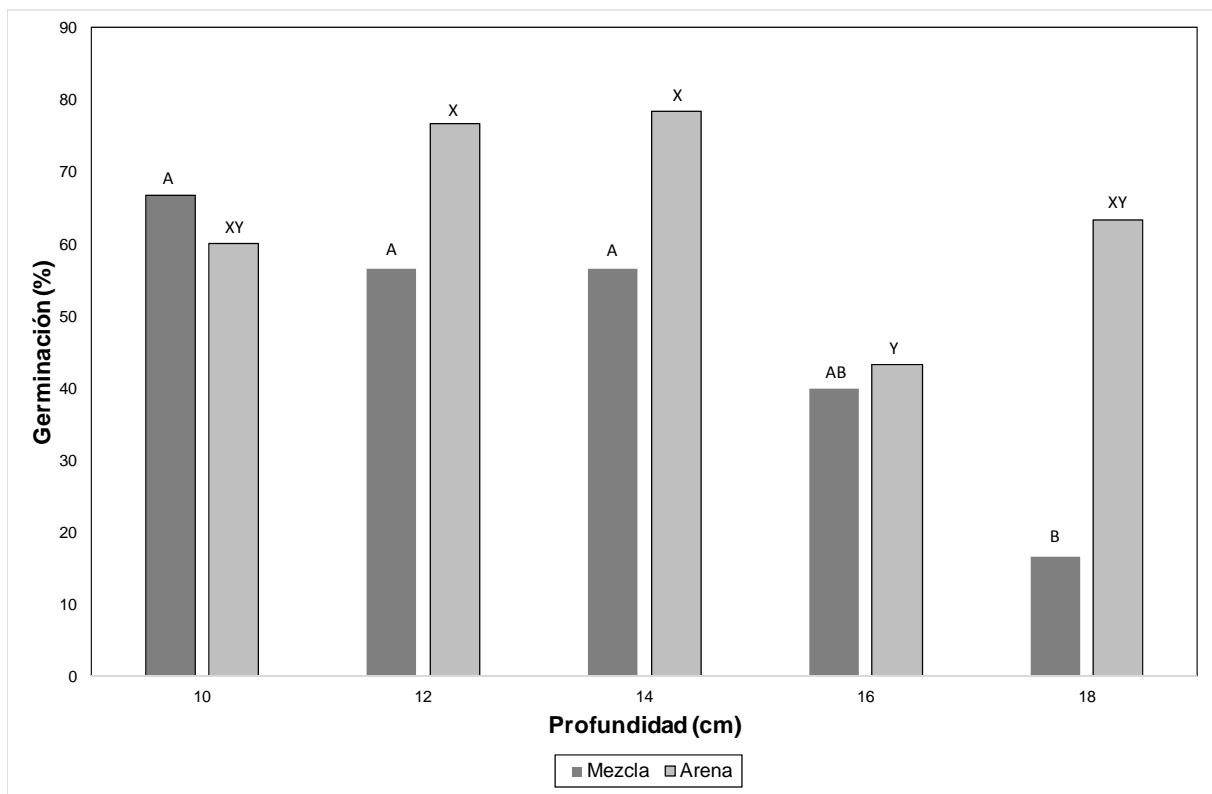


Figura 2. Germinación de teosinte (%) dependiendo de la profundidad y del sustrato empleado en el tercer ensayo, sembrado el 28/08/2015. Media para las dos poblaciones ensayadas. Letras diferentes se refieren a diferencias significativas entre profundidades para cada sustrato por separado según test de separación de medias de Student-Newman-Keuls con $p < 0.05$.

En este ensayo se sigue observando - aunque únicamente para el sustrato de tierra mezclada con turba - una mayor emergencia para semillas colocadas hasta los 14 cm de profundidad decreciendo posteriormente, como se observó en el ensayo 2 (Figura 1), siendo la germinación de las semillas colocadas a 18 cm significativamente menores para las profundidades de 10-14 cm. No obstante para el sustrato de arena se observa una menor emergencia a los 16 cm pero unas germinaciones muy similares entre ellas desde el resto de profundidades (Figura 2).

Por lo tanto, el teosinte fue capaz de emerger desde mayores profundidades en condiciones de mayor temperatura, especialmente en sustrato arenoso, mostrando emergencias elevadas incluso desde 18 cm de profundidad. En las condiciones más frescas la profundidad óptima tendió a ser 2 cm y entre 2 hasta 14 cm para situaciones con más calor. En el tercer ensayo se confirmó que a igualdad de temperaturas la emergencia fue superior al 50% para ambas poblaciones desde 10 hasta 16 cm decreciendo para 18 cm en caso de sustrato más pesado.

3.3 Consecuencias para el manejo de teosinte. Las estrategias de control de esta mala hierba deben de tener en cuenta estos resultados. Por un lado, la falta de emergencia de semillas dejadas en superficie sugiere que una siembra directa de algún cultivo no sea una técnica que contribuya en agotar el banco de semillas sino que puede provocar la entrada en dormición de las semillas de teosinte. El laboreo en capas superficiales del suelo puede ser útil con la finalidad de promover la emergencia. Para realizar un efectivo retraso de siembra debe de tenerse en cuenta que se producen emergencias desde mayores profundidades a mayor

temperatura. Por lo tanto, se debe de esperar a que se produzcan temperaturas elevadas y abundantes emergencias antes de eliminar dichas plántulas y sembrar un nuevo cultivo. En cuanto a la posibilidad de voltear el suelo y colocar las semillas en posiciones desfavorables para la germinación para promover su podrición, cabe decir que es necesario realizar ensayos complementarios en los que estudiar la posibilidad de emergencia desde mayores profundidades. Los resultados de los presentes ensayos muestran que en determinadas circunstancias de temperaturas elevadas y sustrato arenoso pueden producirse importantes emergencias desde 18 cm de profundidad, por lo que el enterrado debería ser hasta profundidades superiores a ésta.

Por ello, se propone que, en caso de nuevas infestaciones de campos de maíz con teosinte se lleve a cabo o bien a) un laboreo muy profundo (superior a 18 cm, aunque falta determinar cuál es la profundidad máxima a partir de la cual ya no pueden germinar) para dejar las semillas en una zona desfavorable para su germinación y no volver a repetir laboreo en varios años o bien b) realizar un laboreo superficial con temperaturas ya elevadas en capas de menos de 18 cm de profundidad para promover la germinación, mediante riego, de las semillas y posterior eliminación de las plántulas.

4. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Fernando Arrieta, José Ángel Alins y Javier de Miguel. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto E-RTA2014-00011-C02 y C. Prado ha recibido una beca SEMh para la realización de su Proyecto Final de Grado que incluye este ensayo.

5. REFERENCIAS

Balbuena A, González A, Pérez DJ, Franco AL and Sánchez S. (2009). Germinación y emergencia del teocintle con otras especies cultivables. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. XXX Congreso de la ASOMECEMA, Culiacán, Sinaloa, México, del 19 al 23 de octubre de 2009.

DGA (2004).

http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/TEMAS_AGRICULTURA_GANADERIA/Areas/03_Sanidad_Vegetal/PUBLICACIONES_CSCV/I_F_TEOSINTE.pdf

Summary: Optimum and maximum depth for teosinte emergence. The aims of this work were to find out the optimum and maximum depth for emergence of the invasive weed Zea mays spp. mexicana ad. int. (teosinte). With this purpose three trials were established in greenhouse. In the two first ones, seeds were sown in pots at the depth of 0-18 cm in 2 cm intervals using two substrates and with different populations in each trial. In the third experiment both populations and substrates were used and sown between 10-18 cm. The optimum emergence of teosinte tended to be 2 cm for lower minimum temperatures and for 2 to 14 cm for higher minimum temperatures, decreasing with increasing depth being very low for seeds placed on the substrate surface. Emergence since 18 cm were recorded for both populations. Implications for mechanical control of this species are discussed.

Keywords: invasive plant, biology, Zea mays spp. mexicana.