

El teosinte: descripción, situación actual en el valle del Ebro y resultados de los primeros ensayos

Los ensayos llevados a cabo han ido dirigidos a conocer su biología y métodos de control

G. Pardo¹, A. Cirujeda¹, A.I. Mari¹, J. Albar², S. Fuertes³, A Taberner⁴.

¹ Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2. Sanidad Vegetal, CITA, Zaragoza.

² Instituto Agroalimentario de Aragón– IA2. EPS, Universidad de Zaragoza.Huesca.

³ Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. Zaragoza.

⁴ Servei de Sanitat Vegetal, Generalitat de Catalunya, Lleida.

Desde que en el verano de 2014 se tuviera conocimiento de la existencia del teosinte como mala hierba en algunos campos de maíz del valle del Ebro, éste se ha convertido en una importante preocupación para este sector. Esta especie implica un peligro para la producción del maíz por su alta competencia, rápida dispersión y difícil control en este cultivo. Actualmente, el área afectada todavía es pequeña (alrededor de 750 ha, la mayoría en Aragón) y su presencia está limitada a zonas concretas. Las restricciones de siembra del cultivo del maíz en 2015 por parte del Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV) del Gobierno de Aragón han repercutido en un claro descenso de la abundancia de teosinte. Por ello, se deben aunar esfuerzos entre la Administración y los diferentes profesionales del sector agrario para contener su expansión y, finalmente, tratar de erradicar esta especie.

El teosinte tiene su origen en México, siendo el ancestro silvestre del maíz (*Zea mays* L.). El maíz actual procede de éste, mejorado después de miles de años de selección. Hoy en día se cultiva como planta forrajera en muchas zonas de ese país, pero también puede comportarse como mala hierba en campos de maíz en otras zonas, como en el Valle del Toluca (México), donde puede causar pérdidas de rendimiento del 60% (Balbuena *et al.*, 2011). En Aragón, en las zo-



Foto 1. Plantas de teosinte a la derecha de la fila de maíz. En estados iniciales de desarrollo, el teosinte y el maíz son muy parecidos.



Foto 2. El teosinte puede alcanzar gran altura, ahijar y ramificarse, generando varias mazorcas en cada rama.

nas más afectadas de los Monegros (Huesca), los agricultores han llegado a labrar el cultivo de maíz poco tiempo después de sembrarlo, debido a la elevada infestación de teosinte y a la dificultad de su control con el maíz ya establecido.

El teosinte está compuesto por numerosas especies y subespecies del género *Zea*. En nuestro caso, resultados preliminares en cuanto a la identificación genética del material recolectado en Aragón y Cataluña, parecen indicar que la especie y subespecie concreta es *Zea mays ssp. mexicana*. Pertenece, por lo tanto, a la misma especie que el maíz cultivado, de ahí la dificultad para distinguirlo visualmente y controlarlo químicamente en ese cultivo, ya que no existen herbicidas selectivos (foto 1).

Zea mays ssp. mexicana es una especie anual que puede alcanzar de 2 a 4 metros de altura, sobrepasando la altura del maíz. Presenta tallos más rígidos y quebradizos que las variedades actuales de maíz. Las hojas son más estrechas y largas, y la lígula es membranosa. La inflorescencia masculina (penacho) se dispone en panícula

terminal, es de tamaño medio, con numerosas ramificaciones secundarias y terciarias. El teosinte puede ahijar y ramificarse, generando varias mazorcas en cada hijuelo o rama (foto 2). Las mazorcas producidas por el teosinte son de menor tamaño, con una sola fila de granos que son muy dehiscentes, desprendiéndose la mayoría de semillas antes de la cosecha o durante la misma (Chavez et al., 2012), lo que causa al siguiente año infestaciones en rodales (foto 3). Las semillas son cariopsis con endospermo duro en la madurez y pericarpio de color pardo oscuro

o negruzco.

El teosinte representa una seria competencia para el maíz por varios motivos: como se ha dicho, es una planta muy vigorosa y acaparadora de recursos que puede producir 3,3 veces más semilla que una planta de maíz permaneciendo viable en el suelo durante varios años (Balbuena et al., 2011). Además, puede cruzarse o hibridarse con el maíz, siendo estos híbridos fértiles (Loaisiga et al., 2012), por lo que en muchos campos de Aragón puede observarse un conjunto muy heterogéneo de plantas no deseadas de teosinte (Pardo et al., 2014) con diferente grado de hibridación (foto 4).

En cuanto a su distribución por el mundo, se sabe de su presencia puntual en la zona centro-oeste de Francia desde 1990 (Ar-

valis, 2013) y en otros países de forma naturalizada como Estados Unidos, Brasil, Egipto, Malasia, Sri Lanka y Filipinas (EMonocot, 2014) y en Australia, donde es considerada como un problema menor (Groves et al., 2008).

Medidas adoptadas por el Gobierno de Aragón

Las primeras actuaciones llevadas a cabo fueron la celebración de reuniones a todos los niveles administrativos y profesionales con el sector. Entre otros, hubo encuentros de investigadores y técnicos del Gobierno de Aragón con personal de las Oficinas Comarcales Agroambientales, organizaciones profesionales, técnicos de diferentes ATRIAS (Asociación para los Tratamientos Integrados en Agricultura) y cooperativas para dar a conocer el problema y establecer unas primeras pautas de manejo preventivas y de control. Al mismo tiempo, el CSCV (Centro de Sanidad y Certificación Vegetal) dio difusión del problema en su Boletín Fitosani-

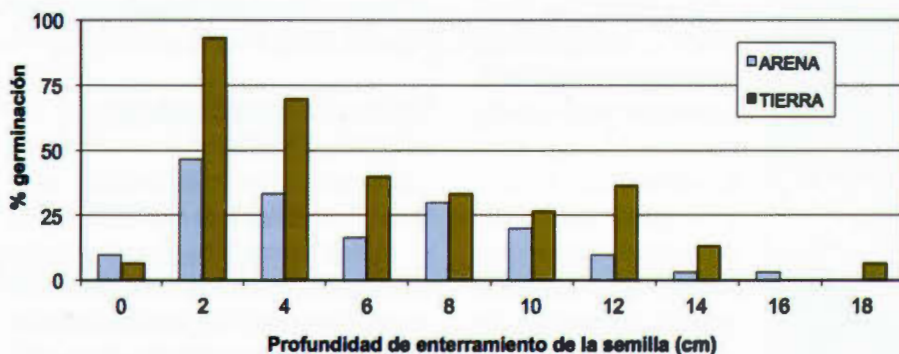


Foto 3. Rodal de teosinte en parcela de maíz.

tario, en su página web y elaboró una Hoja Informativa específica del teosinte (Pardo et al., 2014).

Con posterioridad, la Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario del Gobierno de Aragón estableció una se-

FIG 1. Porcentaje de germinación del teosinte en función de la profundidad de enterramiento de la semilla y del sustrato utilizado. Ensayo realizado en maceta en el interior de invernadero.



rie de medidas fitosanitarias cautelares siendo de obligado cumplimiento por parte de los agricultores afectados. Entre estas medidas se encuentran, para aquellas parcelas que muestran una afección alta de teosinte, la prohibición de sembrar maíz o sorgo y la práctica del pastoreo durante tres años. Además, en las parcelas con baja afección se permite la siembra de maíz pero se obliga a controlar cualquier emergencia de teosinte y a limpiar las cosechadoras y empacadoras tras realizar los trabajos de recolec-

ción. En cualquier caso, se debe eliminar cualquier planta de teosinte que vaya apareciendo, no solo en la parcela, sino además, en cunetas, márgenes, bordes de caminos, etc.

Superficie afectada en el valle del Ebro

En el verano de 2014 el CSCV tuvo constancia de la aparición de esta mala hierba en Aragón. Poco tiempo después, en Cataluña también se detectó teosinte pero afec-

tando solo a una pocas parcelas. En Aragón, tras realizar las primeras prospecciones se contabilizaron 46 parcelas con un total de 400 ha afectadas a final de 2014. La mayoría de parcelas y con mayor grado de afección, se encontraron en Candanos (Hu) y localidades cercanas, aunque también las hubo en Torralba de Aragón (Hu) y Ejea de los Caballeros (Z). En Cataluña (Lle), en este primer año, hubo 3 parcelas con una superficie afectada de 18 ha, 16 de las cuales con muy poca afección.

En Aragón, en 2015 se detectó un nuevo foco en la zona de Vencillón (Hu) con tres parcelas (25 ha) y también otras parcelas en la zona de Candanos (262 ha). En Cataluña, en 2015, se han encontrado 20 nuevas parcelas con una superficie de 62 ha, de las cuales 26 ha con alto grado de afección y el resto con plantas dispersas.

Por tanto, la superficie detectada en este segundo año ha sido muy inferior a la encontrada en 2014 y, además, con menor grado de infestación. Hay que tener en cuenta que en la campaña de 2015 en Aragón, no se cultivó maíz en las parcelas que tuvieron afección alta en 2014, debido a las medidas legales adoptadas. Fuera del cultivo de maíz la proliferación de teosinte se ve muy limitada.

Resultados de los primeros ensayos realizados

Al mismo tiempo que se realizan estas labores de divulgación y se toman esas medidas legales, se están llevando a cabo diferentes ensayos en invernadero y en campo, con la finalidad de conocer aspectos de la biología del teosinte que contribuyan a su control y erradicación.

La financiación de estos ensayos es pública en su mayor parte, con el proyecto emergente del INIA (E-RTA2014-00011-C02-01) y recursos propios del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón. Además, también cuenta con financiación privada mediante un convenio firmado entre el CITA (Centro de



Foto 4. Mazorcas de teosinte de menor a mayor grado de hibridación.

Investigación y Tecnología Agroalimentaria) y la asociación ANOVE (Asociación Nacional de Obtentores Vegetales).

En este trabajo se hace referencia únicamente a resultados disponibles de objetivos planteados con proyectos de financiación pública, que fueron, entre otros, conocer el tiempo de persistencia viable de las semillas en el suelo (ensayo implantado con una previsión de cinco años), del que lógicamente no se conocen aún resultados. También se está estudiando qué acciones facilitan o inhiben su germinación (laboreo, riego, presencia de determinados cultivos, etc.) así como conocer cuál es la profundidad óptima de emergencia, etc. En 2016 está previsto estudiar también el papel del ganado ovino en la dispersión (o depredación) de las semillas de teosinte mediante el análisis de viabilidad de las se-



Foto 5. Ensayo para conocer la profundidad óptima de emergencia del teosinte. Las etiquetas de las macetas indican la profundidad (cm) a la que se colocaron las semillas.

MONOSHOX®

NG Plus M



Visítanos
en FIMA 2016,
Pabellón 2, Calle A,
Stand nº 38-42

Imperturbable!

La respuesta al dilema Calidad de siembra / Velocidad de trabajo

Resultado de varias campañas de siembra, el nuevo elemento sembrador MONOSHOX® NG Plus M es la respuesta de Monosem a los agricultores exigentes en la producción y en la calidad de la siembra. Descubrid la nueva suspensión Monoshox®.EU con amortiguador, el ancho paralelogramo con una regulación rápida de la presión, su punta de rápido desmontaje y su nuevo bloque trasero (Opcional). Aprovecharos de los consejos de Monosem, el especialista de todos vosotros en la siembra de precisión.

Para conseguir vuestra siembra en cualquier condición, ¡incluso en las más difíciles!

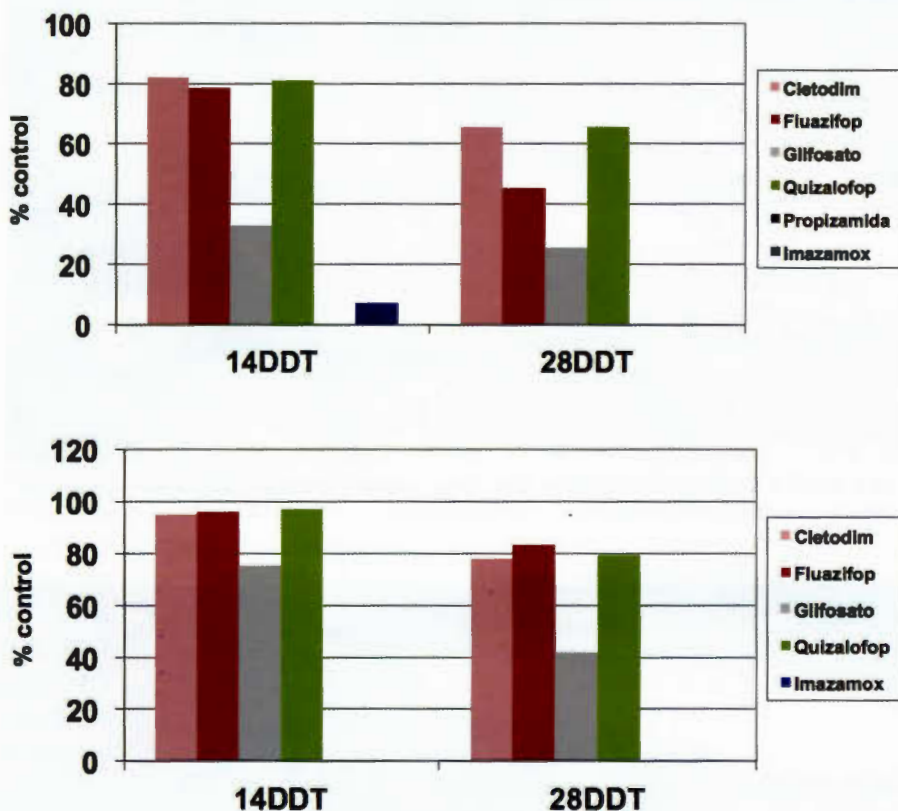
Área Norte
Sucesores Ortiz de Zarate sl
Folig Indust Las Labradas
31500 TUDELA
629 614 726
sozi@ortizzarate.com

Área Sur
Monosembradora, S.A.
Zona Industrial Cachapets
03330 CREVILLENTE (ALICANTE)
647 752 691
monosembradora@msn.com

MONOSEM

www.monosem.es

FIG 2. Porcentaje de control sobre teosinte de los distintos herbicidas ensayados. La gráfica de arriba indica el control de teosinte en 6-8 hojas (1° ensayo) y la de abajo con 3-4 hojas (2° ensayo). DDT: Días después del tratamiento.



millas después de su ingesta.

En relación a la profundidad óptima de emergencia, se realizó, en invernadero, un ensayo en macetas, colocando las semillas de teosinte desde 0 a 18 cm de profundidad (con intervalos de 2 cm) en dos sus-

tratos diferentes: tierra y arena (foto 5). Los resultados preliminares muestran que las semillas de teosinte necesitan estar enterradas para germinar, ya que apenas se produce germinación de las semillas dejadas en superficie (figura 1). Además, se obser-

va que las semillas colocadas en un sustrato de arena tienen un porcentaje de emergencia mucho menor, aunque estas condiciones no se suelen dar en suelos agrícolas. Por el contrario, se observa que emergen más del 90% de las semillas situadas a 2 cm de profundidad en sustrato. En profundidades mayores desciende paulatinamente el porcentaje de emergencia hasta casi detenerse a los 18 cm de profundidad de enterrado.

El hecho de que emerja un porcentaje tan elevado de semillas colocadas a 2 cm de profundidad no coincide con la bibliografía mexicana consultada, en la que se le supone elevada latencia a esta especie. En nuestras condiciones, todo indica que si las semillas se encuentran en buenas condiciones en cuanto a la profundidad de enterrado, humedad, con suelo mullido y en contacto con la semilla, las semillas germinan. Esto puede ser una buena noticia, ya que si se consiguen esas buenas condiciones mediante laboreo y riego, se podrá provocar que un porcentaje muy elevado de semillas del suelo emerjan, para posteriormente eliminar las plantas y disminuir el banco de semillas del suelo.

Los ensayos también tienen como objetivo conocer qué especies cultivadas pueden ser las más interesantes para ser incluidas en una rotación con el objetivo de facilitar el control y la erradicación de teosinte: alfalfa, girasol, judías, soja, etc., bien por las labores intrínsecas asociadas que estimulen su emergencia y control (laboreo, siegas, control con el herbicida glifosato en el caso de practicar el barbecho, etc.) o por tener autorizados herbicidas antigramíneas que controlen esta mala hierba en cultivo, cletodim, fluazifop-p-butil, quizalofop-p-etil, propizamida, imazamox, etc.

En este sentido, se ha probado, en un campo infestado de teosinte de la localidad de Torralba de Aragón (Huesca), la eficacia de distintos herbicidas en su control (cuadro I). Las aplicaciones se realizaron mediante un equipo de pulverización manual

CUADRO I

CARACTERÍSTICAS DE LAS APLICACIONES HERBICIDAS PARA CONTROLAR TEOSINTE ENSAYADAS EN LA LOCALIDAD DE TORRALBA DE ARAGÓN EN 2015.

Herbicida	Dosis (l/ha)	Nombre comercial	Herbicida	Dosis (l/ha)	Nombre comercial
Cletodim 12%	0,8	Centurion Plus	Quizalofop-p-etil 10%	1,0	Nervure
Fluazifop-p-butil 12,5%	1,5	Fusilade Max	Propizamida 40%	1,75	Kerb Flo
Glifosato 36%	1,5	Roundup	Imazamox 40%	1,25	Pulsar 40

(Continúa en pág. 48)



Foto 6. Eficacia del tratamiento fluzifop sobre teosinte (izquierda) en comparación con zona sin tratar (derecha). En la zona tratada se aprecian plantas muertas y nuevas emergencias de teosinte posteriores al tratamiento.

provisto de boquillas de abanico Teejet, modelo 03, 110°, a una presión de 2 bar y aplicando un volumen de caldo de 300 l/ha, excepto para el glifosato que fue de 200 l/ha. El porcentaje de control se calculó en función de la cobertura del teosinte (a los 14 y 28 días después del tratamiento) en cada tratamiento frente al de las parcelas sin tratar (testigo).

Se llevaron a cabo dos ensayos distanciados en el tiempo. En el primero (ensayo 1) el teosinte se encontraba, en el momento del tratamiento, en estado de 6-8 hojas, mientras que en el segundo (ensayo 2) las plantas presentaban de 3 a 4 hojas, por lo que la eficacia fue mayor en este último (figura 2). La propizamida y el imazamox mostraron una baja eficacia, seguramente debido a que son herbicidas más indicados para preemergencia o que funcionan me-

yor con temperaturas más bajas que las ocurridas a partir de mayo, que fue cuando se realizaron los experimentos. También resultó sorprendente la baja eficacia del herbicida glifosato, aunque éste se aplicó a una dosis baja (cuadro 1). Los herbicidas cletoxim, fluzifop y quizalofop fueron muy eficaces sobre teosinte, con eficacias del 80% con plantas relativamente grandes y cerca del 100% con plantas pequeñas (foto 6). Por último, la disminución de control observada en ambos ensayos, desde los 14 a los 28 días del tratamiento, se debió a nuevas germinaciones de plantas ocurridas tras el tratamiento (foto 3), que volvían a cubrir el suelo enmascarando la eficacia inicial.

Por tanto, los resultados indican que en especies de verano distintas al maíz, como girasol, alfalfa, judías etc., es posible la eliminación del teosinte utilizando herbicidas autorizados que controlan fácilmente esta especie.

Conclusión

En definitiva, la medida más eficaz frente al teosinte es la rotación de cultivos con especies de verano distintas al maíz. Se deben vigilar, además, los bordes de la parcela, cunetas y las estructuras de riego eliminando cualquier planta que allí aparezca. Si se quiere disminuir más rápidamente el banco de semillas conviene mantener el suelo libre de otra vegetación, mullido y con la humedad adecuada para estimular la germinación de semillas de teosinte que se encuentren en situación de profundidad, temperatura y luz adecuadas, lo que suele ocurrir entre

los meses de mayo a julio en Aragón. Si no se tiene teosinte en la parcela se deben extremar las medidas preventivas, evitando que lleguen semillas a la parcela, por medio de maquinaria (cosechadoras), ganado, semilla de siembra o cualquier otro modo.

Para finalizar, hay que señalar que es imprescindible la colaboración de todas las partes implicadas, incluyendo Administración, investigadores, técnicos de empresas, asociaciones de agricultores, para divulgar la problemática, así como para comunicar posibles nuevos focos o para adoptar las medidas preventivas y de control para llevar a buen término una posible erradicación de esta nueva mala hierba. ■

AGRADECIMIENTOS

Estos ensayos están siendo financiados con el proyecto emergente de INIA E-RTA2014-00011-C02-01 y con fondos propios del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón. Agradecemos la colaboración de los agricultores, especialmente a José Luis Torrecilla.

BIBLIOGRAFÍA

Arvalis (2013) Teosinte: une adventice qui demande une vigilance toute particulière. 13/14 Service Communication Marketing Arvalis (Institut du végétal).

Balbuena A, Rosales E, Valencia JC, González A, Pérez DJ, Sánchez S, Franco L, Vences C. (2009). Germinación y emergencia del teocinte 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.

Chavez NB, Flores JJ, Martín J, Ellstrand LC, Guadagnuolo R, Heredia S, Welles SR. (2012) Maize x teosinte hybrid cobs do not prevent crop gene introgression. *Economic Botany* 66, 132-137.

EMONOCOT (2014) an online resource for monocot plants. Disponible: <http://emonocot.org/taxon/um:kew.org:wcs:taxon:450400;jssessionid=FCBC209F81665987E31BB7D7A5A12B5B.kppapp01> (último acceso día 25 de septiembre 2014).

Groves RH, Hosking JR, Batianoff GN, Cooke DA, Cowie ID, Johnson RW, Keighery GJ, Lepšchi BJ, Mitchell AA, Moerkerk M, Randall RP, Rozefelds AC, Walsh NG, Waterhouse BM. (2008) Weed categories for natural and agricultural ecosystem management. Bureau of Rural Sciences. Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. 200 pp

Loaisiga CH, Rocha O, Brantestam AK, Salomon B, Merker A. (2012) Genetic diversity and gene flow in six accessions of Meso-America teosintes. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59, 95-111.

Pardo G, Cirujeda A, Betrán E, Fernández-Cavada, S, Fuentes S, Rodríguez E, Perdiguera A, Aibar J, Zaragoza C (2014) El Teosinte (*Zea mays*, spp.). *Informaciones técnicas*, 4/2014, Centro de Sanidad y Certificación Vegetal, Gobierno de Aragón, Zaragoza. 6pp.