

## PRESENCIA DE TEOSINTE (*ZEA SPP.*) COMO MALA HIERBA EN LOS REGADÍOS DEL VALLE DEL EBRO

**Pardo G.<sup>1\*</sup>, Fuertes S.<sup>2</sup>, Fernández-Cavada S.<sup>2</sup>, Betrán E.<sup>2</sup>, Cirujeda A.<sup>1</sup>, Marí A.I.<sup>1</sup>, Aibar J.<sup>3</sup>, Zaragoza C.<sup>1</sup>, Perdiguer A.<sup>4</sup>, Llenes J.M.<sup>5</sup>, Montull J.M.<sup>6</sup>, Taberner A.<sup>5,6</sup>**

<sup>1</sup>Unidad de Sanidad Vegetal, CITA, Av. Montañana 930, 50059 Zaragoza.

<sup>2</sup>Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV), Av. Montañana 930, 50059 Zaragoza.

<sup>3</sup>EPS, Universidad de Zaragoza, Ctra. de Cuarte km 67, 22071 Huesca.

<sup>4</sup>Servicio Provincial de Huesca, DGA.

<sup>5</sup>Servei de Sanitat Vegetal, Generalitat de Catalunya.

<sup>6</sup>Universitat de Lleida.

\*gpardos@aragon.es

**Resumen:** El teosinte (*Zea mays* spp.) ha aparecido como mala hierba en campos de maíz de Aragón y, en menor medida, en Cataluña, causando importantes mermas de cosecha debido a su difícil control en cultivo. Por ello, el Gobierno de Aragón ha establecido una serie de medidas fitosanitarias cautelares, de obligado cumplimiento por parte de los agricultores afectados, enfocadas a lograr la erradicación de esta mala hierba. Paralelamente a estas medidas legales, se están realizando prospecciones con el fin de detectar nuevos focos y se está concienciando a técnicos y a agricultores de la zona sobre el potencial peligro de esta mala hierba. Finalmente, se están desarrollando ensayos de invernadero y de campo con la finalidad de conocer aspectos de la biología del teosinte que contribuyan a su control.

**Palabras clave:** Plantas invasoras, alóctona, exótica, *Zea mays* ssp. *mexicana*, *Zea mays* ssp. *parviglumis*.

**Summary:** *Presence of teosinte (Zea spp.) as weed in the Ebro valley (Spain) in irrigated fields.* Teosinte (*Zea mays* spp.) has appeared as weed in corn fields of Aragón and Catalonia (Spain), causing important yield losses because of its control complexity. Hence, Government of Aragón has established some compulsory phytosanitary measures for farmers aimed to achieve the eradication of this weed. In addition

to these legal measures, periodical surveys are conducted in order to detect new infestations, and improving in awareness of technicians and farmers in the area about the potential danger of this weed. Finally, several field and greenhouse experiments are being developed in order to learn about aspects of the biology of teosinte to improve its control.

**Keywords:** Invasive plants, allochthonous, exotic, *Zea mays* ssp. *mexicana*, *Zea mays* ssp. *parviglumis*.

## **INTRODUCCIÓN**

El teosinte (*Zea mays* spp.) es una especie invasora recientemente aparecida como mala hierba en algunos campos de maíz de Aragón, infestando unas 500 ha y en menor medida en Cataluña, con unas 18 ha afectadas. Los servicios de Sanidad Vegetal de ambas Comunidades Autónomas tuvieron conocimiento de su presencia a finales del verano de 2014, si bien técnicos de cooperativas y agricultores señalan que las primeras infestaciones habrían tenido lugar algunos años antes. Esta especie implica un peligro para la producción del maíz por su alta competencia, rápida dispersión y difícil control en este cultivo. Se sabe de su presencia puntual en la zona centro-oeste de Francia desde 1990 (Arvalis, 2013) en otras partes del mundo como Estados Unidos, Brasil, Egipto, Filipinas (EMonocot, 2014) y está naturalizada en Australia donde es considerada como un problema menor (Groves et al., 2008). Por ahora se desconoce el modo por el cual ha sido introducida en estas zonas del Valle del Ebro.

## **ORIGEN, DESCRIPCIÓN Y DAÑOS**

Toda evidencia arqueológica y biológica señala que el teosinte tiene su centro de origen y diversidad en México siendo el ancestro silvestre del maíz (*Zea mays* L.). Las variedades actuales de maíz proceden de éste, mejoradas genéticamente después de miles de años de selección. Actualmente, estudios moleculares ponen de relieve que el maíz está más estrechamente relacionado con una subespecie concreta de teosinte: *Z. mays* spp. *parviglumis* (Doebley, 1990), pero hay otras muchas especies, subespecies de teosinte que completan más de 60 razas, todas del género *Zea*. Los teosintes o maíces silvestres tuvieron y tienen una función importante en la generación de esta diversidad de razas de maíz en México. Actualmente, se cultiva como forrajera en muchas zonas del país, pero también puede comportarse como mala hierba en campos de maíz en otras zonas, como el Valle del Toluca, donde puede causar pérdidas de rendimiento del 60% (Balbuena et al., 2011). En Aragón, en las zonas más afectadas de Los Monegros (Huesca), los agricultores han llegado a labrar el cultivo

poco tiempo después de sembrarlo, debido a la elevada infestación y a la dificultad de su control con el maíz ya establecido, Figura 1A.

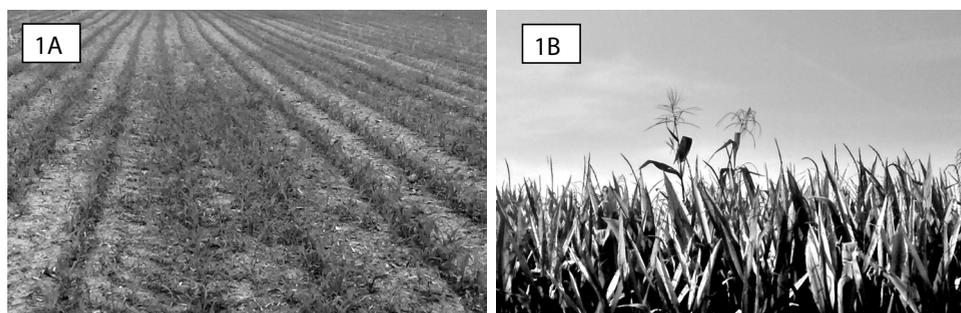


Figura 1A. Rodal de teosinte entre maíz. 1B. Teosinte sobrepasando en altura al maíz.

Algunas de estas especies, subespecies y razas de teosinte son perennes (p.e. *Zea perennis* o *Z. diploperennis*) siendo el resto, como el caso que nos ocupa, anuales. Muchos de estos teosintes anuales pertenecen a la misma especie del maíz, *Zea mays* ssp. *mexicana* o *Zea mays* ssp. *parviglumis*. Estos teosintes pueden alcanzar de 2 a 4 metros de altura, sobrepasando ampliamente la altura del maíz, Figura 1B. Presentan tallos más rígidos y quebradizos que las variedades actuales de maíz. Las hojas son más estrechas y largas que las del maíz, y la lígula es membranosa. La inflorescencia masculina (penacho), en panícula terminal, es de tamaño medio, con numerosas ramificaciones secundarias y terciarias, Figura 2A. El teosinte puede ahijar y ramificarse, generando varias mazorcas en cada hijuelo o rama. 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). Las semillas son cariósidos con endospermo duro en la madurez y pericarpio de color pardo oscuro o negrozco.

El teosinte representa una seria competencia para el maíz por varios motivos: puede producir 3,3 veces más semilla que una planta de maíz (Balbuena et al., 2011), permaneciendo viable en el suelo durante varios años. Además, puede cruzarse o hibridarse con el maíz, siendo estos híbridos fértiles (Loaisiga et al., 2012), por lo que en muchos campos puede observarse un conjunto muy heterogéneo de plantas no deseadas de teosinte y ejemplares hibridados, Figura 2B. Se ha observado que en infestaciones iniciales sólo se encuentran individuos de teosinte pero, transcurridos unos años de infestación coexisten diferentes tipos de híbridos, mezclados con individuos aparentemente no cruzados, como se ha observado también en las infestaciones de Aragón (Pardo et al., 2014).



Figura 2A. Penachos de teosinte, izq. y maíz, dcha. 2B. Mazorcas de teosinte con diferente grado de hibridación: menos (izq.) y más hibridadas y parecidas a maíz (dcha.).

## **MÉTODOS DE CONTROL**

Los métodos preventivos son los más importantes en zonas no infestadas. Es vital evitar la entrada de semillas de teosinte, utilizando siempre semilla de maíz certificada. También se debe mantener la maquinaria limpia. En el caso de Aragón se piensa que actualmente los aperos de labranza, empacadoras y sobre todo cosechadoras son la principal fuente de dispersión del teosinte. El ganado también puede jugar un papel relevante en este sentido, por lo que se debe evitar pastar las parcelas infestadas. Finalmente se debe evitar mover la paja y los restos de cosecha de las parcelas infestadas ni destinarlos para pienso o cama en las explotaciones ganaderas. En el caso de infestaciones iniciales se debe eliminar el teosinte, antes de que genere semillas manualmente, mecánicamente o con herbicidas, aunque se destruya también el cultivo. Además, se debe vigilar la presencia del teosinte en ribazos, márgenes, linderos, estructuras de riego, barbechos y eliminarlo siempre que se detecte.

En cuanto a los métodos culturales, la falsa siembra y el retraso en la fecha de siembra, pueden ayudar en el caso de infestaciones incipientes. No obstante, la germinación del teosinte es escalonada, por lo que hay que ser conscientes de que sólo conseguiremos eliminar una fracción de las semillas que se encuentran en el suelo. En el caso de infestaciones muy severas puede considerarse no implantar ningún cultivo para poder realizar sucesivos laboreos y riegos durante todo el verano y así conseguir reducir el banco de semillas.

En cuanto a los métodos mecánicos, el teosinte que se encuentre ya emergido entre las líneas del maíz puede ser controlado hasta que el cultivo tenga alrededor de 6 hojas con cultivador, adaptando las rejas a la distancia entrelíneas.

Finalmente hay que decir que no existe un herbicida selectivo que distinga entre maíz y teosinte, ya que los procesos fisiológicos son muy parecidos entre ambas especies. Por tanto, el método más efectivo para manejar infestaciones severas de teosinte es la rotación. Consideramos que en otros cultivos de verano como alfalfa, girasol, judías o soja el teosinte se podrá controlar con las siegas o con herbicidas antigramíneas autorizados en los respectivos cultivos reduciendo las poblaciones de forma eficaz.

## **ACTUACIONES ENFOCADAS A LA ERRADICACIÓN DEL TEOSINTE**

Debido al potencial infestante y competidor de esta especie, los Servicios de Sanidad Vegetal de Aragón y Cataluña están trabajando conjuntamente para tratar de contener la infestación y posteriormente, erradicarla. Las primeras actuaciones llevadas a cabo fueron la celebración de reuniones a todos los niveles administrativos y profesionales del sector. En relación a estos últimos, se han mantenido encuentros con personal de Oficinas Comarcales de Agricultura, 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 Fitosanitario, en su página web y elaboró una Hoja Informativa específica del teosinte (Pardo et al., 2014). Además, desde un primer momento también se realizaron encuestas y prospecciones para conocer aproximadamente el área afectada, el grado de afección y posibles vías de introducción y dispersión de la infestación.

Con posterioridad, la Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario del Gobierno de Aragón estableció una serie de medidas fitosanitarias cautelares, 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 durante tres años y la práctica del pastoreo, así como la obligación de vigilar los campos o de limpiar las cosechadoras y empacadoras tras realizar los trabajos de recolección en las parcelas afectadas, además de eliminar cualquier planta de teosinte que vaya apareciendo.

Al objeto de verificar el cumplimiento de estas medidas, hacer el seguimiento de la evolución de la infestación, identificar posibles nuevos focos y estudiar el papel de las cosechadoras y empacadoras en la dispersión de las semillas, se está continuando con las prospecciones de campo iniciadas en 2014 y se están ampliando a parcelas con peligro

potencial de infestación en las principales zonas productoras de maíz en Aragón. Aparte de las zonas detectadas en los municipios de Candanos, Peñalba, Torralba de Aragón (HU) y Bujaraloz y Ejea de los Caballeros (Z) en 2014, en 2015 se ha detectado una nueva zona en Vencillón (HU) con lo que en Aragón hay 56 parcelas afectadas, que suponen unas 500 ha. En Cataluña hay 13 parcelas afectadas que suman unas 18 ha infestadas.

Aparte de las medidas legales, investigadores del CITA (Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria) y técnicos del CSCV están llevando a cabo diferentes ensayos en invernadero y en campo con la finalidad de conocer aspectos de la biología del teosinte. Los principales objetivos son conocer: el tiempo de persistencia viable de las semillas en el suelo (ensayo implantado con una previsión de 5 años), qué acciones facilitan o inhiben su germinación (laboreo, riego, presencia de determinados cultivos, etc.); cuál es la profundidad óptima de emergencia, etc. En los próximos años está previsto estudiar también el papel del ganado vacuno y ovino en la dispersión (o depredación) de las semillas de teosinte mediante el análisis de viabilidad de las semillas después de su ingesta.

Algunos resultados preliminares de estos experimentos muestran que las semillas de teosinte necesitan ser enterradas para germinar, ya que no se produce germinación de las semillas dejadas en superficie mientras que emergen más del 90% de las semillas situadas a 2 cm de profundidad en sustrato. En profundidades superiores desciende paulatinamente el porcentaje de emergencia hasta detenerse a los 16 cm de profundidad de enterrado (datos en elaboración). Balbuena et al. (2009) en México señalan que la germinación del teosinte se ve acrecentada si se siembra conjuntamente con maíz, y no con otros cultivos como frijol o habas. Sin embargo, de momento estos hechos no se corroboran en nuestro ensayo preliminar, donde no se detecta un efecto del cultivo sobre la emergencia de teosinte sembrado con maíz, guisante, girasol o solo.

Los ensayos también tendrán 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 (laboreos, siegas, etc.) o por tener autorizados herbicidas antigramíneas que controlen esta mala hierba en cultivo, cletodim, fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-etil, propizamidá, imazamox, etc.

Por otra parte, se está trabajando en la identificación molecular a través del ADN de las plantas de las zonas afectadas de Aragón y de

Cataluña para conocer la especie concreta de teosinte que se trata, en colaboración con otros centros de investigación internacionales. Las dos subespecies que se consideran son *Zea mays* ssp. *mexicana* y ssp. *parviglumis*.

Para finalizar queremos señalar que resulta 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**

La mayoría de estos ensayos están siendo financiados con el proyecto emergente de INIA E-RTA2014-00011-C02-01. Agradecemos la colaboración de los agricultores afectados, especialmente a José Luis Torrecilla.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ARVALIS (2013) Téosinte: une adventice qui demande une vigilance toute particulière. 13/14 Service Communication Marketing Arvalis (Institut du vegetal).
- BALBUENA A, GONZÁLEZ A, PÉREZ DJ et al. (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.
- BALBUENA A, ROSALES E, VALENCIA JC et al. (2011). Competencia entre maíz y teocintle: efecto en el rendimiento y sus componentes. *Centro Agrícola* 38(1), 5-12.
- CHAVEZ NB, FLORES JJ, MARTIN J et al. (2012) Maize x teosinte hybrid cobs do not prevent crop gene introgression. *Economic Botany* 66, 132-137.
- DOEBLEY J (1990) Molecular systematics of *Zea* (Gramineae). *Maydica* 35, 143-150.
- EMONOCOT (2014) An online resource for monocot plants. Disponible: <http://emonocot.org/taxon/urn:kew.org:wcs:taxon:450400;jsessionid=FCBC209F81665987E31BB7D7A5A12B5B.kppapp01> (último acceso día 25 de septiembre 2014).

GROVES RH, HIOSKING JR, BATIANOFF GN et al. (2008) Weed categories for natural and agricultural ecosystem management. *Bureau of Rural Sciences*. Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry.

LOAISIGA CH, ROCHA O, BRANTESTAM AK et al. (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, AIBAR J et al. (2014) El Teosinte (*Zea mays*, spp.). *Informaciones Técnicas*, 4/2014, Centro de Sanidad y Certificación Vegetal, Gobierno de Aragón, Zaragoza.