



PRODUCCIÓN VEGETAL

RELACIONES DE COMPETENCIA ENTRE EL MAÍZ CULTIVADO Y LAS MALAS HIERBAS

ASUNCIÓN COSTAR, JAVIER PEÑA-ASÍN*, MIRIAM PUIG, ANTONIO PÉREZ y ÁNGEL ÁLVAREZ Estación Experimental de Aula Dei, EEAD-CSIC, Zaragoza *jpena@eead.csic.es

La acción de las diferentes comunidades de malas hierbas sobre el maíz no debe ser explicada por una sola variable ya que suelen estar influenciadas por varios factores, como las diferentes prácticas de manejo del cultivo y los factores climáticos, que se han mostrado muy relevantes para justificar la abundancia de especies de malas hierbas en nuestras latitudes (**Foto 1**). Entre esas prácticas de manejo se citan los tipos de laboreo, las fechas de siembra, los cultivos de cobertura, el tipo de suelo, la humedad presente o el uso de herbicidas. Algunos estudios europeos recientes sugieren que los factores humanos en la gestión del cultivo son más importantes que los meros factores ambientales. Se asume que, en general, las labores de cultivo influyen en el control de las ma-

Foto 1. Ejemplo de alta infestación de malas hierbas en un cultivo de maíz



EN LAS COMARCAS MAICERAS DEL VALLE MEDIO DEL EBRO, UNO DE LOS FACTORES DE ESTRÉS MÁS IMPORTANTES PARA EL MAÍZ ES EL CAUSADO POR LAS MALAS HIERBAS QUE INVADEN SUS PARCELAS DE CULTIVO Y REDUCEN SU RENDIMIENTO DE GRANO. LAS MALAS HIERBAS PRINCIPALMENTE **COMPITEN CON EL MAÍZ POR EL AGUA, LOS NUTRIENTES DEL SUELO Y LA LUZ SOLAR**, SOBRE TODO EN LAS FASES INICIALES DEL CULTIVO, CUANDO LA PLÁNTULA DE MAÍZ SE MUESTRA MÁS SENSIBLE A ESA COMPETENCIA DEBIDO A SU REDUCIDO SISTEMA RADICULAR Y ESCASA ÁREA FOLIAR. LA APARICIÓN DE MALAS HIERBAS RESISTENTES A LOS HERBICIDAS HA SIDO MUY SIGNIFICATIVA, CON OTRO PROBLEMA ADICIONAL COMO ES LA FRECUENTE CONTAMINACIÓN DEL SUELO, RÍOS Y ACUÍFEROS. POR ELLO, EL CONTROL DE LAS MALAS HIERBAS CON UNA MENOR DEPENDENCIA DE LOS HERBICIDAS ES UN OBJETIVO PRIMORDIAL PARA PODER ESTABLECER UNA AGRICULTURA MÁS SOSTENIBLE. OTRA PRÁCTICA DE GESTIÓN DE CONTROL DE LAS MALAS HIERBAS PUEDE SER EL USO DE DETERMINADAS VARIETADES DE MAÍZ QUE TOLEREN CON MAYOR EFICACIA ESA COMPETENCIA.

las hierbas aunque la distribución de determinadas especies de hoja ancha puede ser independiente de dichas labores. Asimismo, existen otros factores que afectan a ese control como los cultivos de cobertura, la rotación de cultivos o los sistemas de laboreo de conservación que pueden afectar al entorno de la germinación de semillas de malas hierbas, aunque algunos sistemas de cultivo sin laboreo pueden aumentar las densidades de malezas en el suelo.

En las últimas décadas, algunos productos químicos, como los herbicidas, han simplificado el control de malezas y son ampliamente usados en sustitución de otros métodos tradicionales de control. En España, esos productos químicos se utilizan de forma habitual en nuestros cultivos de maíz por la selectividad, acción rápida y bajo coste, en comparación con otros métodos, aunque una consecuencia inmediata de ese amplio uso de herbicidas ha sido la aparición de especies de malas hierbas resistentes a esos productos.

Así pues, las poblaciones de malas hierbas se han estudiado bajo una gran cantidad de variables en relación con la actividad humana y

“La acción de las malas hierbas sobre el maíz suele estar influenciada por varios factores como las diferentes prácticas de manejo del cultivo y los factores climáticos”

ambiental. Sin embargo, apenas existen estudios sobre las interacciones entre los diferentes tipos de germoplasma de maíz y las malas hierbas. En nuestro estudio el objetivo principal se ha orientado a evaluar las relaciones de diferentes variedades de maíz frente al conjunto de malas hierbas que invaden su cultivo. Este objetivo se ha concretado en los siguientes aspectos puntuales:

- Evaluación de la respuesta a diferentes tratamientos para el control de las malas hierbas en las parcelas cultivadas de maíz,
- evaluación de la respuesta de diferentes genotipos de maíz a los diferentes tratamientos de control,
- realización de un inventario de las especies de malas hierbas invasoras del cultivo.

Foto 2. Identificación y selección de los mejores genotipos bajo condiciones de alta infestación



EXPERIMENTACIÓN LLEVADA A CABO

Se ensayaron diez genotipos de maíz, agrupados en dos clases de germoplasma:

- Cultivares locales tradicionales (6: Amarillo de Aragón, Castelleto, Fino, Hembrilla / Queixalet, Rastrojero y Rojo de Aragón)
- Poblaciones sintéticas mejoradas obtenidas en la Estación Experimental de Aula Dei (4: EZS9, EZS33, EZS34 y EZS35).

A cada uno de los ensayos se les aplicó cuatro tratamientos de control de las malas hierbas: control mecánico, químico, mixto (químico+mecánico), y el tratamiento testigo, sin control alguno. Cada ensayo se dispuso con diseño de parcelas principales (tratamientos) y divididas (genotipos) con tres repeticiones en cada ensayo. Los ensayos se realizaron durante tres años (2009, 2010 y 2011) en Montañana (Zaragoza), y la parcela experimental de cada genotipo consistió en dos hileras de maíz de 5 m separadas 0,75 m entre sí y con densidad final de 70.000 plantas/ha. Se evaluaron los siguientes caracteres:

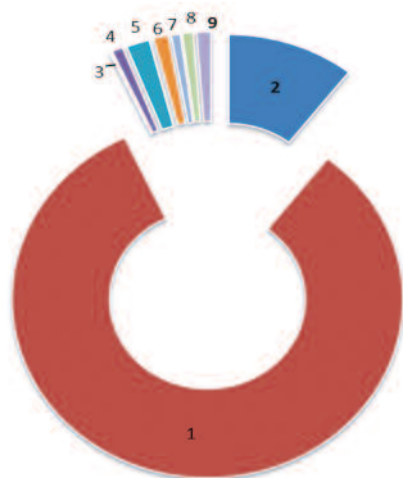
- Rendimiento de grano (t/ha)
- Precocidad (expresada por su vigor temprano, como n° hojas/plántula a los 30 días después de la siembra)
- Altura de planta (cm)
- Encamado de planta (%)
- Humedad del grano (%)
- Número de hojas
- Peso de mazorca (g)
- Sanidad de mazorca (escala, 1-muy mal, 9-excelente)

Asimismo, en cada ensayo se realizó un inventario descriptivo de las especies de malas hierbas que infestaban el cultivo (**Foto 2**). En las tablas se presentan los valores medios del análisis combinado de los tres años en cada uno de los tratamientos.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES CARACTERES Y TRATAMIENTOS

En el **Gráfico 1** se muestra la relación de especies de malas hier-

Gráfico 1.
Especies de malas hierbas presentes en los ensayos y su frecuencia relativa (%)



Leyenda

1. *Cyperus rotundus* (82%)
2. *Sorghum halepense* (11%)
3. *Equisetum arvense* (1.2%)
4. *Cynodon dactylon* (0.9%)
5. *Xanthium strumarium* (0.7%)
6. *Solanum nigrum* (<0.5%)
7. *Echinochloa crus-galli* (<0.5)
8. *Digitaria sanguinalis* (<0.5)
9. *Setaria spp.* (<0.5)

bas inventariadas en los ensayos, siendo las más frecuentes *Cyperus rotundus* (Foto 3), *Sorghum halepense* (Foto 4), *Equisetum arvense* (Foto 5), *Cynodon dactylon* (Foto 6), *Xanthium strumarium*, *Solanum nigrum*, *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis* y *Setaria spp.* Estos resultados fueron similares en cuanto a las especies predominantes, a los obtenidos en otros trabajos de diferentes zonas mairceras aragonesas, donde se señala que la composición de las diferentes comunidades de malas hierbas viene determinada por la época de siembra y otros factores de manejo específico del cultivo de maíz (Cirujeda *et al.*, 2011). En nuestro caso, esas especies mostraron una gran plasticidad, reincidencia y adaptación a las prácticas usuales del manejo del cultivo.

Respecto al comportamiento de los genotipos de maíz (Tabla 1), las cuatro poblaciones sintéticas mejoradas (EZS9, EZS33, EZS34 y EZS35) mostraron un rendimiento medio de grano significativamente superior (6,38 t/ha) que los seis cultivares tradicionales (4,80 t/ha), y también mostraron un mejor comportamiento para encamado de planta, 9,1% en las poblaciones mejoradas frente al 18,3% de los cultivares. Destaca sobre todas las demás la población sintética EZS34 con los mejores valores de rendimiento (7,76 t/ha), de encamado (4,8%) y

de peso de mazorca (195 g). Asimismo el conjunto de las poblaciones sintéticas mostraron valores superiores en número de hojas (12,1 frente a 11,8), en peso de mazorca (150 g frente a 119 g). Sin embargo, las variedades tradicionales mostraron mejores valores que las sintéticas en el carácter de precocidad (6,9 hojas frente a 6,5), en humedad de grano (16,6% frente a 17,8%) y en sanidad de mazorca (8,2 frente a

7,9). En este grupo de cultivares tradicionales, Castellote, que es una variedad aragonesa, es la que presenta el mejor rendimiento (6,54 t/ha) y un aceptable valor de encamado de planta (13,6%), que solo es mejorado por Rastrojero que es otra variedad local aragonesa, con 12,6% de encamado y un buen rendimiento (5,08 t/ha).

En relación con los resultados de los distintos tratamientos aplicados para combatir las malas hierbas, en la Tabla 2 se muestran los valores de los caracteres agronómicos evaluados en los diez genotipos de maíz. Para el rendimiento de grano, los valores que se obtienen no son estadísticamente significativos entre los cuatro tratamientos, y los valores ligeramente más altos respecto a los demás, los presenta el tratamiento mecánico (azada o mulilla mecánica), y el menor valor lo presenta el tratamiento testigo, sin ninguna acción de control frente a las adventicias, por lo que este inferior valor era esperable.

De forma análoga, sin diferencias significativas entre tratamientos, se muestran los valores de encamado de plantas provocado por los ataques de insectos barrena-

Tabla 1.
Medias de caracteres agronómicos de los diez genotipos evaluados durante 2009, 2010 y 2011

GENOTIPOS	Rendimiento (t/ha)	Encamado (%)	Precocidad (n°)	Humedad de grano (%)	Altura planta (cm)	Hojas (n°)	Peso de mazorca (g)	Sanidad mazorca (1-9*)
Amarillo de Aragón	3.27	18.5	6.5	14.3	115	10.3	92	8.0
Castellote	6.54	13.6	7.0	19.2	155	12.7	169	8.3
Fino	5.02	20.7	7.2	17.8	151	12.9	108	8.3
Hembrilla/Queixalet	5.28	22.7	5.7	17.1	137	12.3	137	8.0
Rastrojero	5.08	12.6	7.7	16.3	139	12.3	124	8.0
Rojo de Aragón	3.65	21.8	7.2	15.1	112	10.8	89	8.4
EZS33	6.79	7.2	5.7	20.1	133	12.7	165	8.0
EZS34	7.76	4.8	6.5	20.1	141	13.2	195	7.8
EZS35	6.95	12.0	7.2	17.4	145	12.5	137	8.1
EZS9	4.03	12.5	6.7	13.7	103	10.1	105	7.8
MDS (P<0.05)	1.87	10.4	0.8	6.7	29	1.0	25	0.6

* Sanidad de mazorca: escala (1-muy mal, 9-excelente)

Tabla 2.
Medias de caracteres agronómicos en los cuatro tipos de tratamientos durante 2009, 2010 y 2011

TRATAMIENTO	Rendimiento (t/ha)	Encamado (%)	Precocidad (n°)	Humedad de grano (%)	Altura planta (cm)	Hojas (n°)	Peso de mazorca (g)	Sanidad mazorca (1-9)
Mecánico	5.51 ns	15.1 ns	7.0 a	17.0 ns	133 ns	12.1 a	131 ns	8.2 a
Químico	5.49	13.5	6.6 b	17.2	131	11.6 b	133	8.1 ab
Mecánico/Químico	5.46	15.2	6.6 b	17.0	132	12.1 a	129	8.1 ab
Control (sin trat.)	5.28	14.7	6.9 ab	17.1	135	12.1 a	135	8.0 b

Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes, p < 0.05. ns: no significativo.

Foto 3.
Planta de
C. rotundus

Foto 4.
Planta de
S. halepense

Foto 5.
Planta de
E. arvense

Foto 6.
Planta de
C. dactylon



dores del maíz (*Ostrinia nubilalis* y *Sesamia nonagrioides*), aunque es el tratamiento químico el que se muestra como el más eficaz, con un valor ligeramente más favorable para el conjunto de genotipos evaluados (13,5%). En otros caracteres como la precocidad, medida en n° de hojas/plántula, se presentan diferencias significativas entre los tratamientos, y es el mecánico el que muestra un valor superior (7,0 hojas) en relación con los otros tres, por lo que a tenor de este resultado, el control mecánico de las adventicias, con azada o mulilla mecánica, es el que se muestra como el más adecuado para minimizar la competencia de las malas hierbas sobre el maíz en los estadios iniciales del cultivo.

La humedad de grano en la cosecha tampoco muestra diferencias significativas entre uno y otro

“Algunos estudios europeos recientes sugieren que los factores humanos en la gestión del cultivo son más importantes que los meros factores ambientales en el control de las malas hierbas en maíz”

tratamiento, con valores semejantes en los cuatro tratamientos. Sin embargo, para el carácter número de total de hojas por planta, sí que se presentan diferencias entre tratamientos, siendo el químico el que presenta el valor inferior (11,6) frente a 12,1 los tres restantes. Finalmente, para el carácter sanidad de mazorca, el tra-

tamiento mecánico muestra un valor ligeramente superior a los otros tres, aunque de forma significativa, y el control, sin ningún tratamiento, muestra el menor valor de sanidad de mazorca, que puede ser debido a que la abundancia de flora adventicia facilite la instalación de vectores y parásitos diversos y otros factores que faciliten la aparición de plagas de insectos varios y enfermedades de hongos.

CONCLUSIONES

A priori se asume que las poblaciones mejoradas de maíz en general deben responder mejor que las variedades tradicionales frente a la competencia de las malas hierbas ya que han sido sometidas a diferentes ciclos de selección principalmente para rendimiento, adaptación y tolerancia

frente a los estreses bióticos y abióticos. Nuestros resultados confirman esta hipótesis, al presentar las poblaciones sintéticas los mejores valores de rendimiento y encamado. Aunque una variedad local aragonesa, como Castellote, muestra, en general, un buen comportamiento.

Sin embargo, el conjunto de las seis variedades tradicionales mostraron mejores valores que las cuatro poblaciones sintéticas mejoradas para el carácter precocidad, lo que puede suponer una mejor resistencia/tolerancia frente a la competencia de las malas hierbas en los estadios iniciales del cultivo del maíz. Ese mejor vigor temprano de las plántulas de maíz conlleva una más rápida implantación del cultivo y mejores posibilidades frente al estrés provocado por la competencia de las malas hierbas. Así pues, ese vigor temprano en el maíz implica una tasa de crecimiento relativamente mayor, lo que mejora la capacidad de la planta para competir por la luz, los nutrientes y el agua.

Con respecto a los distintos tratamientos de control, la falta de significación de las diferencias entre los mismos para rendimiento, encamado y humedad de grano, entre otros, demuestra que es indiferente el tratamiento de control para esos caracteres. El tratamiento mecánico mostró ser el más beneficioso para el conjunto de caracteres, aunque no hubo



diferencias significativas en comparación con el químico y el mixto, aunque su costo es más alto que la gestión de los herbicidas (Bates *et al.*, 2012). Esa efica-

Foto 7.
Ensayo de diferentes variedades de maíz bajo altas condiciones de infestación

“El principal objetivo del presente estudio se ha orientado a evaluar las relaciones de diferentes variedades de maíz frente al conjunto de malas hierbas que invaden su cultivo”

cia es debida a su acción instantánea en el cultivo, más que la química cuya acción depende de la rapidez de la absorción de la materia activa, las condiciones meteorológicas y la capacidad de absorción de las malas hierbas.

Bibliografía

Bates, Gallagher, Curran, Harper. 2012. *Agronomy Journal* 104: 507-517
Cirujeda, Aibar, Zaragoza. 2011. *Agronomy for Sustainable Development* 31: 675-688