

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LOS PRODUCTOS DE LA DESCOMPOSICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL DE MALEZAS EN SUELO SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE MAÍZ

Ricardo García Castillo

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

RESUMEN

Los residuos vegetales de malezas mezclados con suelo durante la preparación de las tierras para la siembra posterior del maíz pueden influir sobre el desarrollo del cultivo debido a las sustancias alelopáticas que liberan al descomponerse. Enfocado hacia esta óptica se realizó un trabajo investigativo en experimentos de semilaboratorio con el fin de evaluar el comportamiento de la interferencia alelopática en las relaciones maíz-malezas. Se observó que los residuos incorporados al suelo mostraron una tendencia a influir sobre la emergencia, la altura y el peso verde de plántulas de maíz en dependencia del momento de la siembra a partir de la incorporación, con ciertas particularidades propias a cada especie. Las malezas *S. halepense*, *C. rotundus*, *P. hysterophorus*, *E. colonum* y *C. diffusa* mostraron fuerte acción inhibitoria sobre el desarrollo del cultivo sembrado a los cinco días, y *P. hysterophorus* y *C. diffusa* mantuvieron una reducción significativa de la altura de plántulas de maíz diez días después de realizada la mezcla de residuos vegetales de malezas con suelo. Estos resultados muestran que los posibles efectos de los restos vegetales deben tomarse en consideración al definir las labores de preparación del suelo.

Palabras clave: alelopatía, malezas, maíz, residuos vegetales

ABSTRACT

Weed residues mixed with soil during the preparation for following sowing of maize can influence the development of the little cereal plants, due to allelopathic substances that liberates during their decomposition. Focused on this, a research work was realized in greenhouse experiments in order to evaluate the behavior of this kind of interference on the relations weeds-maize. It was observed that the residues incorporated into the soil showed a trend to influence emergency, height and green weight of young maize plants, depending of the sowing moment from the incorporation, with certain particularities due to each species. *S. halepense*, *C. rotundus*, *P. hysterophorus*, *E. colonum* and *C. diffusa* showed strong inhibitory action on the development of the cultivation when it is sowed five days after mixing, and *P. hysterophorus* and *C. diffusa* maintained a significant reduction of the height of young maize plants sowed ten days after realized the mixture of weed residues with soil. These results show that the possible effects of the vegetable rests must be taken in consideration when soil preparation labors must be defined.

Key words: allelopathy, weeds, maize, plant residues

INTRODUCCIÓN

Las malezas constituyen una plaga formada por un complejo de especies con características disímiles que provocan pérdidas de los rendimientos en los cultivos que pueden alcanzar 66% en papa, 78% en tomate, 94% en ajo y cebolla y 72% en maíz [Pérez, 1992]. Desde hace décadas la principal herramienta para reducirlas ha estado determinada por el método químico de control, de donde resulta que los herbicidas representan 47% de todos los agroquímicos aplicados en el mundo [Le Baron, 1990], aunque su uso puede ocasionar reducciones de la biodiversidad junto a alteraciones drásticas de los agroecosistemas, además de elevar los costos.

El convencimiento actual de que la producción agrícola basada en el control químico es insostenible o conduce a irreparables daños ecológicos –además de provocar resistencia en las malezas, lo que las torna cada vez más tolerantes a estos compuestos según Jasieniuk *et al.* (1996)– promueve la tendencia a desarrollar formas integradas para el manejo de las arvenses, en las que se introduzcan alternativas no agresivas para el medio. Mortensen *et al.* (2000) señalan que una de esas posibilidades radica en la utilización de las interacciones alelopáticas a fin de interferir las relaciones entre cultivos y malezas en beneficio de las primeras.

Desde su establecimiento como fenómeno ecológico, la alelopatía ha experimentado un desarrollo casi vertiginoso que la sitúa hoy dentro de los temas más importantes de la investigación agrícola como una vertiente proteccionista del medio. Labrada (1996), así como Kropff y Walter (2000), entre varios autores, coinciden en afirmar que las investigaciones en este campo deben estar dirigidas hacia el estudio de los efectos que causan los residuos de las malezas y cultivos, sobre los cultivos siguientes en rotación y la determinación de las plantas cultivables capaces de ejercer efectos de inhibición sobre especies importantes de malezas.

Los residuos vegetales de malezas tienen sustancias alelopáticas que pueden ser liberadas durante la descomposición. Baziramakenga *et al.* (1994) encontraron varios ácidos orgánicos solubles en agua en el suelo infestado por *Agropyrum repens*, los que estaban involucrados en algunos procesos de importancia relacionados con el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por su parte, Sampietro (1999) también reporta la presencia de algunos ácidos orgánicos, así como polifenoles en las malezas *Parthenium hysterophorus*, *Sorghum halepense* y *Cyperus rotundus*,

El maíz es uno de los cultivos más importantes y antiguos del mundo. Cada año se siembra casi 40% del total de las áreas destinadas a cereales, principalmente

con el apoyo del herbicida atrazina para combatir las malezas. Se conoce además que este agroquímico es un fuerte contaminante ambiental, que por su escasa volatilidad y ser poco fotosensible puede persistir en el suelo de dos a seis meses [Urzúa, 2001].

Estudiar la influencia de los residuos de malezas en el suelo sobre el desarrollo de plántulas de maíz es el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta prueba se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal bajo condiciones de aisladores, con temperatura ambiente promedio de 28 a 30°C, humedad relativa alrededor de 80% y régimen de luz natural. Para valorar la influencia sobre plántulas de maíz se escogió un grupo de malezas que aparecen en los registros históricos de experimentos como más incidentes en el cultivo (*Tabla 1*). Potes de 10 cm de diámetro y 5 cm de altura fueron rellenos con suelo ferralítico rojo mezclado con el material vegetal, cortado en trocitos menores de 0,5 cm, a una concentración de 3% (p/p). En ellos se realizaron siembras de cuatro semillas de maíz de la variedad T-66, a una profundidad de 1 cm de la superficie, en tres momentos a partir de la preparación de las mezclas: a) inmediatamente después de preparadas las mezclas; b) a los cinco días; c) a los diez días.

Tabla 1. Malezas evaluadas

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Bidens pilosa</i> Lin.	Romerillo	Compuestas
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Escoba amarga	Asteráceas
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechosa	Euforbiáceas
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo	Amarantáceas
<i>Commelina diffusa</i> Burm.	Canutillo	Commelináceas
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Portulacáceas
<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Wrigt & Arn.	Abrojo	Zigofiláceas
<i>Achyranthes aspera</i> Lin.	Rabo de gato	Amarantáceas
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pata de gallina	Poaceas
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	Metabravo	Poaceas
<i>Sorghum halepense</i> L. Pers.	Don Carlos	Poaceas
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cebolleta	Cyperáceas

La influencia de las sustancias liberadas por el material vegetal de malezas en descomposición se evaluó a través de la afectación sobre la emergencia, la altura y el peso verde de las plántulas a los diez días posteriores a cada siembra, de manera similar a la utilizada por Chung y Miller (1995). Todas las pruebas se replica-

ron no menos de cuatro veces, y el testigo fue de suelo solamente.

Los valores de emergencia fueron transformados por arco seno y las de altura por raíz cuadrada antes de someterlos a análisis de varianza bifactorial, donde un factor fue el momento de la siembra, con tres ni-

veles que correspondieron a 0, 5 y 10 días. El otro factor lo constituyeron las malezas en estudio con 13 niveles, dados por cada una de las especies evaluadas y el testigo. Las medias se analizaron por la dócima de rango múltiple de Duncan para 95 y 99% de significación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia fue un parámetro no influenciado por los residuos incorporados de las malezas evaluadas, el factor *especie de maleza* no presentó significación estadística, mientras que el *momento de siembra* sí fue altamente significativo, y la interacción de ambos factores lo fue con un 95%. Como se puede apreciar en la *Tabla 2*, en la siembra inmediata resaltó *E. indica* con una fuerte inhibición de la emergencia de 35%; pero este efecto no se prolongó hacia los posteriores momentos de siembra, cuyos valores se mostraron similares al testigo. Los residuos de la maleza *P. hysterophorus* provocaron una reducción de 19%. Macías *et al.* (2000) han confirmado que en esta maleza y otras especies de la misma familia está presente una lactona sesquiterpénica, que es una fuerte inhibidora de la emergencia y desarrollo de especies mono y dicotiledóneas; sin embargo, en el presente trabajo solo se manifestó esta acción sobre este parámetro en la siembra inmediata, aunque no significativamente.

En la siembra a los cinco días (*Tabla 2*) nueve malezas mostraron inhibición de la emergencia, aunque solo cuatro fueron significativas. De ellas, *A. dubius* y *P. oleracea* deprimieron este parámetro en 19 y 25% respectivamente, mientras que *S. halepense* y *C. rotundus* ejercieron una acción reductora de 31 y 37% sobre la emergencia del maíz. Ninguno de estos valores deben considerarse despreciables si se tiene en cuenta la cantidad de semillas necesarias para garantizar una población que asegure los rendimientos en campos de producción. Labrada (1995) ha puntualizado al respecto la importancia de los restos de malezas presentes al finalizar el ciclo de un cultivo sobre la afectación de los rendimientos del cultivo sucesor. Es importante tener en cuenta que ninguna especie afectó apreciablemente este parámetro al sembrar diez días después de la incorporación.

La interacción de los factores *especie de maleza* y *momento de siembra* a partir de la incorporación afectó significativamente el parámetro *altura* (*Tabla 3*). Las primeras sustancias de descomposición liberadas por los residuos de siete malezas afectaron este parámetro

en la siembra de maíz inmediata a la incorporación. De ellas *B. pilosa*, *K. maxima* y *C. diffusa* inhibieron significativamente entre 13 y 28% en orden creciente, y junto con *S. halepense* y *C. rotundus* mantuvieron valores significativos en los siguientes momentos de siembra, lo que indica su peligrosidad por la persistencia del daño sobre este cultivo.

En este momento también se observaron estímulos de 11, 19, 24 y 35% sobre el crecimiento de maíz por *P. hysterophorus*, *E. colonum*, *A. dubius* y *P. oleracea* respectivamente. La primera mostró inhibición en la siembra a los cinco días, para volver a ser estimuladora en la de diez días. Las sustancias liberadas por los residuos de *P. oleracea* mantuvieron el estímulo en la segunda siembra, mientras que las liberadas a los diez días fueron inhibitorias. García (1998) también encontró estos efectos tan disímiles al estudiar esta maleza sobre arroz, maíz y pepino. Por otro lado, *E. colonum* pasó a ejercer acción inhibitoria de la altura desde los cinco días con alta significación en el último momento de siembra. La gramínea fue la maleza con mayor acción inhibitoria en la siembra a los cinco días con una reducción de 51%. Esta especie, así como otras del mismo género, son conocidas como malezas alelopáticas de difícil control, causantes de severos daños en arroz y otros cultivos [Zhang y Watson, 1997].

Kito *et al.* (1995) se han pronunciado sobre las respuestas de las plantas a los efectos de los residuos vegetales. En este caso, con la excepción de *P. hysterophorus* que mostró estímulo, las demás malezas ejercieron acción inhibitoria significativa sobre la altura de plántulas de maíz, que varió entre 10 y 35% cuando se sembró el cultivo diez días después de la incorporación de sus residuos vegetales (*Tabla 3*).

El peso verde por planta fue otro parámetro que también estuvo influenciado por los dos factores y la interacción de ambos (*Tabla 4*). En la *Tabla 6* puede apreciarse que *E. heterophylla* y *P. oleracea* estimularon este parámetro en la siembra inmediata a la incorporación en 28 y 36% respectivamente; sin embargo, esta acción se invirtió en la medida en que avanzaba el proceso de descomposición y se hacían las siembras de maíz pertinentes. Por su parte, *C. diffusa*, *K. maxima* y *A. aspera* inhibieron este parámetro desde el primer momento y mantuvieron esa acción en el tiempo evaluado.

En las siembras a los cinco y diez días de la incorporación las sustancias liberadas por los residuos de todas las malezas ejercieron acción inhibitoria sobre la ga-

nancia en peso de las plántulas de maíz. Se ha manifestado que el material vegetal en descomposición de un gran número de malezas producen sustancias aleloquímicas con diferentes formas de actuar sobre el desarrollo de varios cultivos, entre las que destaca *S. halepense*, *C. rotundus*, *P. hystrophorus*, *E. colonum* y *C. diffusa* [Putnam, 1985]. Algunas de estas especies han mostrado gran poder de inhibición del peso en los tres momentos de siembra. Tal es el caso de *C. difusa*, la que,

junto a otras commelináceas se emplea como cobertura noble en los cafetales para controlar malezas dañinas al cultivo [Bradshaw y Lanini, 1995], y también *E. colonum*, considerada entre las causantes de mucho daño por alelopatía a muchos cultivos [Kim *et al.*, 1999]. Es de notar que *A. aspera* y *K. maxima*, sin ser malezas problemáticas o de difícil control en áreas cultivables, mostraron gran poder alelopático de inhibición (Tabla 4).

Tabla 2. Efecto del material vegetal de malezas en mezcla con suelo a 3% sobre la emergencia de plantas de maíz (%)

Maleza	Siembra inmediata	Siembra a los cinco días	Siembra a los diez días
<i>Bidens pilosa</i>	81,3 abcd	81,3 abcde	93,8 abc
<i>Parthenium hystrophorus</i>	75,0 bcde	93,8 abc	100,0 a
<i>Euphorbia heterophylla</i>	81,3 abcd	81,3 abcde	81,3 abcde
<i>Amaranthus dubius</i>	93,8 abc	75,0 cde	81,3 abcde
<i>Commelina diffusa</i>	87,5 abcd	81,3 abcde	93,8 abc
<i>Portulaca oleracea</i>	93,8 abc	68,8 cde	87,5 abcd
<i>Kallstroemia maxima</i>	93,8 abc	81,3 abcde	93,8 abc
<i>Achyranthes aspera</i>	93,8 abc	93,8 abc	100,0 a
<i>Eleusine indica</i>	60,8 de	93,8 abc	93,8 abc
<i>Echinochloa colonum</i>	93,8 abc	87,5 abcd	93,8 abc
<i>Sorghum halepense</i>	87,5 abcd	62,5 de	87,5 abcd
<i>Cyperus rotundus</i>	100,0 a	56,3 e	87,5 abcd
Testigo	93,8 abc	93,8 abc	100,0 a
Sx	0,26		
Cv (%)	19,8		

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$.

Tabla 3. Efecto del material vegetal de malezas en mezcla con suelo a 3% sobre la altura de plantas de maíz (mm)

Maleza	Siembra inmediata	Siembra a los cinco días	Siembra a los diez días
<i>Bidens pilosa</i>	63 jklmno	58 mnopqr	61 lmnopq
<i>Parthenium hystrophorus</i>	80 bc	47 s	86 b
<i>Euphorbia heterophylla</i>	77 cde	75 cdefgh	63 jklmno
<i>Amaranthus dubius</i>	89 ab	66 ijklmn	68 hijklm
<i>Commelina diffusa</i>	52 pqrs	50 rs	51 qrs
<i>Portulaca oleracea</i>	97 a	87 b	58 mnopqr
<i>Kallstroemia maxima</i>	60 lmnopq	46 s	56 nopqrs
<i>Achyranthes aspera</i>	68 hiklm	68 hijklm	70 fghijk
<i>Eleusine indica</i>	65 ijklmn	62 klmnop	64 jklmno
<i>Echinochloa colonum</i>	86 b	34 t	65 ijklmn
<i>Sorghum halepense</i>	67 ijklmn	49 rs	65 ijklmn
<i>Cyperus rotundus</i>	65 Ijklmn	54 opqrs	71 efghij
Testigo	72 defghi	69 ghijkl	79 cde
Sx	0,06		
Cv (%)	4,7		

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$.

Tabla 4. Efecto del material vegetal de malezas en mezcla con suelo a 3 % sobre el peso verde / planta (g)

Maleza	Siembra inmediata	Siembra a los cinco días	Siembra a los diez días
<i>Bidens pilosa</i>	1,27 cde	1,15 efghi	0,87 kl
<i>Parthenium hysterophorus</i>	1,23 cde	0,81 lm	1,12 efghi
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,65 a	1,26 cde	1,22 cdef
<i>Amaranthus dubius</i>	1,34 bcd	0,60 no	1,16 efgh
<i>Commelina difusa</i>	1,06 fgghi	0,43 p	0,69 mn
<i>Portulaca oleracea</i>	1,76 a	1,24 cde	1,22 cdef
<i>Kallstroemia maxima</i>	1,12 efghi	0,60 no	0,62 no
<i>Achyranthes aspera</i>	1,16 efgh	1,12 efghi	1,00 hijk
<i>Eleusine indica</i>	1,22 cdef	1,04 ghij	1,05 ghij
<i>Echinochloa colonum</i>	1,19 defg	0,23 q	1,02 hijk
<i>Sorghum halepense</i>	1,12 efghi	0,51 op	0,99 ijk
<i>Cyperus rotundus</i>	1,28 cde	0,91 jkl	1,04 ghij
Testigo	1,29 cde	1,38 bc	1,47 b
Sx	0,05		
Cv (%)	9,5		

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$.

Las reducciones de los parámetros evaluados demuestran la peligrosa acción que pueden provocar los restos vegetales de las malezas sobre los cultivos en los primeros estadios, lo que según Hernández y Labrada (1982) debe reflejarse negativamente, sin duda en el desarrollo ulterior y productividad del cultivo.

CONCLUSIONES

- Los residuos vegetales de malezas en el suelo pueden influir sobre la emergencia y desarrollo de plántulas de maíz.
- *E. indica* redujo la emergencia de plántulas de maíz en 35%, cuando el cultivo se sembró inmediatamente después de incorporar los restos de la maleza, mientras que *P. hysterophorus*, *C. rotundus*, *S. halepense*, *P. oleracea* y *A. dubius* la redujeron entre 37 y 19% al sembrarlo cinco días después.
- Todos los residuos vegetales de las malezas redujeron el crecimiento de plántulas de maíz entre 10 y 35%, y el peso verde entre 17 y 58%, aun diez días después de incorporar sus restos vegetales al suelo. *C. difusa*, *K. máxima* y *B. pilosa* mostraron esta depresión desde la siembra inmediata, en la que *P. oleracea*, *A. dubius* y *E. colonum* estimularon el crecimiento.

REFERENCIAS

- Baziramakenga, R.; R. R. Simard; G. D. Leroux: «Effects of Benzoic and Cinnamic Acids on Growth, Mineral Composition and Chlorophyll Content of Soybean», *J. Chem. Ecol.* 20 (11):2821-2833, 1994.
- Bradshaw, L.; W. T. Lanini: «Use of Perennial Cover Crops to Suppress Weeds in Nicaraguan Coffee Orchards», *Int. Journal of Pest Management* 41(4):185-194, 1995.
- Chung, I. M.; D. A. Millar: «Allelopathic Influence of Nine Forage Grass Extracts on Germination and Seedling Growth of Alfalfa», *Agron. J.* 87(4):767-772, 1995.
- García, R.: «Un estudio preliminar de la capacidad alelopática de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.)». Resúmenes. Plaguicidas Biológicos de Origen Botánico, INIFAT, Cuba, 1998.
- Hernández, J.; R. Labrada: «Aspectos biológicos y tratamientos químicos de lucha contra *C. rotundus* L.». Tesis de Diploma, ISCAH, Cuba, 1982.
- Jasieniuk, M.; A. Brulle-Babel; I. N. Morrison: «The Evolution and Genetics of Herbicide Resistance in Weeds», *Weed Sci.* 44 (1):176-193, 1996.
- Kim, K. U.; D. H. Shin; H. Y. Kim; I. J. Lee; María Olofsdotter: «Study on Rice Allelopathy. I Evaluation of Allelopathic Potential in Rice Germplasm», *Korea J. of Weed Sci.* 19(2):105-1113, 1999.
- Kito, M.; S. Okuno; Y. Hamada: «Study on the Agricultural Utilization of Coffee Residue. Utilization of Coffee Residue for Weed Control», Colloque Scientifique International sur le Café, Kyoto, Japon, Avril 9 -14, 1995.
- Kropff, M. J.; H. Walters: «EWRS and the Challenges for Weed Research at the Start of a New Millennium», *Weed Res.*, 40 (1):7-10, 2000.
- Labrada, R.: «The Role of Improved Weed Management in the Context of IPM and Sustainable Agriculture», Paper presented at EWRS Symposium, Budapest, 10-13 July, 1995.
- : «Manejo de malezas y agricultura sostenible», Servicio de Protección de Plantas. AGPP, FAO, Roma, 1996.

- Le Baron, H. M.: «Herbicidas en el agua subterránea y otras prioridades de la investigación de la Soc. Amer. de la Ciencia de la Maleza (WSSA)», *Series Técnicas de ALAM* (01):3-6, 1990.
- Macías, F. A.; J. Galindo; J. Molinillo; D. Castellano: «Dehydrozalanin C: a Potent Plant Growth Regulator with Potential Use as a Natural Herbicide Template», *Phytochemistry* 54(2):165-171, 2000.
- Mortensen, D. A.; L. Bastiaans; M. Satín: «The Role of Ecology in the Development of Weed Management Systems: an Outlook», *Weed Res.* 40 (1):49-62, 2000.
- Pérez, E.: «Manejo de malezas en la agricultura», *Boletín Agroalimentario*, 1(7):2, 1992.
- Putnam, A. R.: «Allelopathy: a Viable Strategy for Weed Control?», Proc. 1985 British Crop Protection Conference, *Weeds* 2:583-589, 1985
- Sampietro, D. A.: «Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia» (En línea). Fac. de Bioquím., Quím. y Farm. Un. Nac. de Tucumán, Arg. <http://www.mdp.edu.ar/illia/nueva/Alelopatia/Alelopatía%20-%20Historia.htm>. 1999, feb., 2000
- Urzúa, F.: «Alternativas de control químico de malezas en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.)», *Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza*, 1(1):7-13, 2001.
- Zhang, W.; A. L. Watson: «Efficacy of *Echinochloa* Species in Rice (*Oryza sativa*)», *Weed Sci.*, 45(1):21-31, 1997.