

## Efectividad biológica de los herbicidas imazethapyr y clorimuron etyl contra arvenses en el cultivo de la soya (*Glycine max*)

Ermenegildo Paredes Rodríguez<sup>1</sup> y Giovanni Barroso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5.<sup>a</sup> B y 5.<sup>a</sup> F, Playa, La Habana, C. P. 11600, [eparedes@inisav.cu](mailto:eparedes@inisav.cu)

<sup>2</sup> Estación Provincial de investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera Central Km 156, Jovellanos, Matanzas, Cuba

### RESUMEN

Se evaluó en fases de experimento y extensión la efectividad biológica sobre las malezas de imazethapyr 10 % CE (0,08-0,15 kg/ha i.a.) y clorimuron 25 % GD (0,010-0,0125 kg/ha i.a.), y el efecto de la residualidad por el método de plantas indicadoras, en el cultivo de la soya. Ambos ensayos se ejecutaron con aplicaciones de los tratamientos en posemergencia sobre malezas dicotiledóneas en los primeros estadios de 2-4 hojas y sobre suelo ferralítico rojo, en siembra directa en la época lluviosa. Los dos herbicidas fueron selectivos al cultivo de la soya y efectivos contra malezas de hojas anchas y algunas poaceas anuales en sus primeros estadios, sin afectar el rendimiento y con similar comportamiento que el estándar de producción fomesafen 0,125 kg/ha i.a. Los análisis de residuos realizados con plantas indicadoras una semana antes de la cosecha detectaron niveles medios a altos, lo que indica la posibilidad de definir los cultivos a alternar en función de los niveles de los herbicidas persistentes en suelo.

Palabras claves: herbicidas, malezas, soya

### ABSTRACT

Biological effectiveness on weeds of imazethapyr 10 % CE (0.08-0.15 kg/ha a.i.) and chlorimuron 25 % GD (0.0075-0.0125 kg/ha a.i.) were evaluated in experiment and extension phases on direct sowing of soybean, and residual effect by indicative plants method. In both experiments treatments applications were executed in post-emergent on broadleaves weeds of 2-4 leaves stage on Red Ferralitic soil, during rainy season. Both herbicides were selective to soybean and effective against broadleaves weeds and some annual grasses in their first stage, without affecting yield and with similar behavior that production standard fomesafen 0.125 kg/ha a.i. Residual analyses carried out with indicative plants one week before cropping detected affection levels from middle to high, which indicates the possibility to define posible cultivations to alternate in function of residuals levels persistent in soil.

Key words: herbicides, weeds, soy been

### INTRODUCCIÓN

La soya es una planta susceptible a la competencia de las malezas hasta los primeros 40-45 días de la siembra por lo que puede afectar sus rendimientos hasta el 68 % si no se cultiva antes del cierre del cultivo [Labrada *et al.*, 1987]. Para el manejo de las perennes *Cyperus rotundus* L. y *Sorghum halepense* L. Pers, y otras especies entre las que se incluyen dicotiledóneas anuales, se han introducidos varios herbicidas y sus mezclas o combinaciones que ejercen buena efectividad, tanto en premergencia como en posemergencia temprana en los

primeros estadios fenológicos de las malezas y el cultivo. Tales tratamientos reducen los enmalezamientos de especies anuales hasta el cierre de la plantación.

La aplicación de fomesafen a 0,125 kg/ha i.a. está recomendada para el control de especies dicotiledóneas en los primeros estadios de 2-4 hojas en soya, maní y frijol [Labrada *et al.*, 1987; Paredes *et al.*, 1997]; sin embargo, no todas las malezas germinan en la primera fase del cultivo debido a la latencia de las semillas y a

la profundidad en que se encuentren en el suelo, de ahí que cuando existen altas poblaciones, estas invaden el cultivo en su fase final e interfieren en la calidad y la mecanización de la cosecha; por tal motivo es necesario en ocasiones hacer una segunda aplicación de herbicidas antes de la recolección del grano para reducir los altos enmalezamientos que perturbarían esta labor.

Los herbicidas del grupo de las imidazolinonas, imazaquin (0,07-0,20 kg./ha i.a.) e imazethapyr (0,70-0,10 kg/ha i.a.) aplicado en pre y posemergencia eliminan un amplio número de malezas de hoja ancha y algunas gramíneas [Cruz *et al.*, 1996]. A partir de la aparición de estas sustancias aumentó el uso de los herbicidas posemergentes en soya. Las imidazolinonas, aunque químicamente difieren de las sulfonilureas, comparten el mismo sitio de acción y muchas propiedades, como es el comportamiento en el suelo y muy baja toxicidad en los mamíferos. Estos herbicidas se absorben foliarmente y a través de las raíces. Imazethapyr se usa ampliamente en soya y otras leguminosas, como cacahuete, guisantes, frijol común y alfalfa.

Las rotaciones y alternancias de cultivos de maíz y frijol pueden ser afectadas por residuos de imazetapyr y clorimuron [Gunsolus y Curran, 2002] y además causar problemas de fitotoxicidad similares a los asociados a las sulfonilureas, si no se tiene en cuenta el manejo de los herbicidas [Anzalone *et al.*, 2011]. Existen numerosos trabajos que demuestran la actividad de estos herbicidas contra las especies de hoja ancha. Ellos proporcionan una opción más para el control de malezas [Faccini y Nisensohn, 2001]. En la actualidad se encuentran registrados un alto número de compuestos para el manejo de malezas en la Oficina del Registro Central de Plaguicidas [CNSV, 2010]; pero aún se necesita de otros compuestos solos o combinados que garanticen una efectividad hasta la cosecha, pues las semillas de malezas y sus restos pueden ser altos contaminantes de los granos, lo que hace que se pierda calidad de la producción final.

Por otra parte, Hager y Dawn (2007) plantean que los compuestos de imidasolinas (imazapir e imazethapyr) pueden perdurar hasta más de un año cuando el pH del suelo es alto. Por lo general casi todos los suelos de los grupos de los ferralíticos rojos que predominan en la extensión de las llanuras Habana-Matanzas están conformados por rocas calcáreas en el subsuelo, y además tienen un pH mayor que 6,5 y bajo contenido de materia orgánica, lo que reduce la actividad biológica en la descomposición de estos herbicidas, de ahí que se haga

necesario conocer la residualidad a finales de la cosecha de la soya, para poder sugerir el cultivo alternativo a sembrar.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la selectividad y la efectividad biológica para el control de especies dicotiledóneas sobre el cultivo de la soya y estimar la residualidad que dejan en el suelo los herbicidas imazethapyr y clorimuron al finalizar la cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación inicial del experimento se realizó en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (Inisav) en Alquízar, provincia de Artemisa, Cuba, con la variedad de soya BRSGO Luziânia proveniente de Brasil. En la fase experimental se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y cuatro surcos por parcela de 3,6 m de ancho por 5 m de largo, sembradas a 0,9 m entre hileras y 0,07 m entre plantas.

Para la fertilización se utilizó la fórmula completa 7-13-16 a razón de 1,0 t/ha y 500 kg/ha de humus de lombriz aplicado en el fondo del surco. Para reducir las malezas gramíneas predominantes que no fueron afectadas por los herbicidas, se realizó una escarda manual y una labor de cultivo a toda el área experimental, ambas se realizaron con posterioridad a los veinticinco días de la siembra.

La fase de extensión se llevó a cabo en áreas de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (Epica) de Jovellanos en la provincia de Matanzas, mediante la siembra directa con mínima labranza. Para ello fue necesario aplicar glifosate a 1,44 kg/ha i.a. para eliminar los enmalezamientos existentes y luego un pase de grada pesada, una vez terminada la efectividad del herbicida para reducir e incorporar los residuos de malezas que podían afectar la calidad de labor de siembra. En esta fase extensiva se utilizó la variedad Conquista, de origen brasileña, sembrada a una distancia de 0,07 m entre plantas y 0,45 m. entre hileras. Posterior a la siembra se aplicó metolachlor 0,98 kg/ha i.a. en premergencia para el control de las gramíneas anuales. En ambos lugares donde se desarrollaron los experimentos predominaba el tipo suelo clasificado como ferralítico rojo.

Los tratamientos a evaluar en la fase experimental y en la extensiva se realizaron en posemergencia en estadios de 2-4 hojas de las especies dicotiledóneas objeto

del experimento. Para la aplicación se utilizó la mochila plástica manual con boquilla politip azul 1,2 mm de diámetro a un volumen de 300 L/ha para la fase experimental, y una máquina asperjadora integral en la fase de extensión con boquilla de abanico plano y solución de 250 L/ha.

A los siete y cien días de la aplicación se evaluó el porcentaje de cobertura de malezas, para determinar la efectividad de cada tratamiento por la fórmula  $x = 100 - \frac{A}{B} \times 100$  donde A es el porcentaje de cobertura de la parcela tratada y B el de la parcela testigo sin tratamiento, según el método señalado por Pérez *et al.* (2009). En el experimento la evaluación se realizó en el área evaluable de cada parcela (1,8 m de ancho x 4,0 m de largo) y en la extensión en ocho puntos por las diagonales de cada campo.

Antes de la cosecha se contó la población por metro cuadrado, se midió la altura de 10 plantas por cada tratamiento y se determinaron los rendimientos en el área evaluable en la fase experimental. En la extensión se evaluaron los mismos parámetros en cuatro surcos de 5 m de largo en cuatro puntos al azar de cada tratamiento. Se realizó el pesaje de la cosecha de los granos al 18 % de humedad en tonelada por hectárea en ambos ensayos.

Al finalizar la cosecha se recolectaron muestras de suelo de 0,50-1,0 kg/ha a una profundidad de 0 a 10 cm, en ocho puntos distribuidos al azar por las diagonales del campo donde se aplicaron los herbicidas, con el objetivo de realizar pruebas biológicas de residuos fitotóxicos con plantas indicadoras de tomate y pepino, mediante metodologías establecidas al efecto para la determinación de residuos fitotóxicos por plantas indicadoras según Pérez *et al.* (2009).

Los datos de rendimiento en la fase experimental se procesaron mediante el análisis de varianza y el Test de Newman Keuls al 95 % de probabilidad, en caso de existir diferencia significativa. En ambos ensayos no se utilizó riego, pues se aprovecharon las lluvias de las estaciones primavera-verano. Las atenciones culturales y el manejo de las plagas se realizaron por las normas establecidas para el cultivo por la sanidad vegetal. Los datos de las variantes experimentales y de extensión se expresan en las tablas de los resultados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fase experimental, la efectividad de imazethapyr y clorimuron sobre las malezas dicotiledóneas entre 2-

4 hojas puede considerarse de aceptable, pues a los siete días de la aplicación manifestó entre el 55 y el 62 % de reducción para el primer herbicida y del 62 al 68 % para el segundo, en comparación con el testigo sin tratamiento, sin afectaciones al cultivo. Respecto al total de malezas se incrementó la efectividad con imazethapyr dado el efecto graminicida que también manifiesta este herbicida. En general no se observaron diferencias apreciables entre los tratamientos (*Tabla 1*).

En la segunda evaluación, al finalizar el ciclo del cultivo, se obtuvo más del 75 % de efectividad sobre las dicotiledóneas, sin diferencias entre tratamientos, lo que indica que es posible obtener un positivo control con la dosis media empleada, siempre y cuando se hayan controlado por otros métodos las especies de malezas en que el herbicida no ejerció el efecto esperado. Los herbicidas evaluados tuvieron menor efectividad sobre *C. rotundus* y algunas poaceas perennes como *S. halepense* y *C. dactylon*, y algunas anuales, excepto *E. colonum*, sobre la cual imazethapyr ejerció mejor efecto y ligero para clorimuron (*Tabla 2*).

En los parámetros evaluados se obtuvo que el mejor comportamiento fue para la variante de imazethapyr (0,10 kg/ha i.a.); el número de vainas por planta fue similar entre los tratamientos y superior al testigo sin escardas. En los rendimientos se obtuvieron diferencias significativas respecto al testigo sin tratamiento y a la menor dosis de imazethapyr y clorimuron, pero no entre el resto de las variantes tratadas (*Tabla 3*).

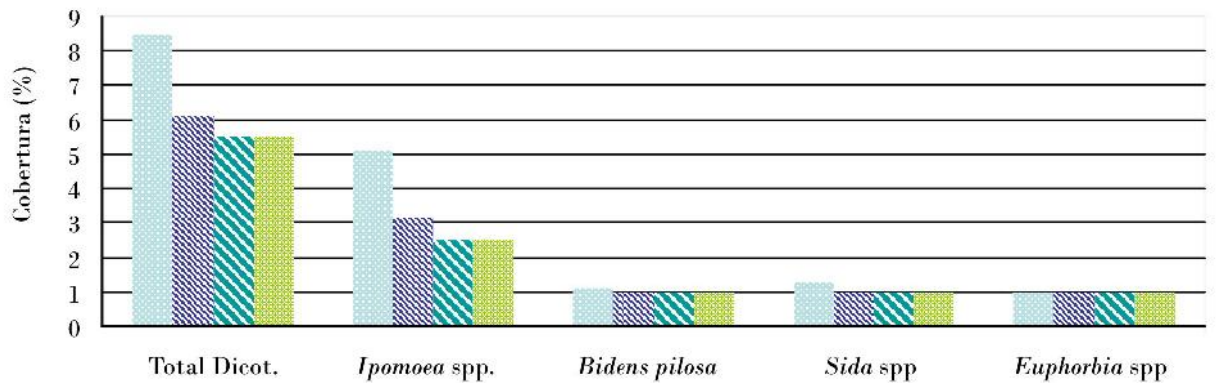
En la extensión, los resultados de la evaluación de malezas a los siete días de la aplicación corroboraron el efecto de imazethapyr y clorimuron sobre las dicotiledóneas y gramíneas en la fase experimental. Ambos tratamientos tuvieron efectos muy similares al estándar, fomesafen 0,125 kg/ha i.a. sobre malezas de hoja ancha (*Fig. 1*).

En relación con las malezas de hojas anchas se pudo constatar que el control ejercido por estos preparados (imazethapyr y clorimuron) fueron satisfactorios, aunque la residualidad efectiva para la brotación de malezas no llega a mantenerse hasta el final del ciclo del cultivo, para que se establezca la competencia por la luz y se reduzca la nueva emergencia de especies como *Ipomoea* spp., *Glycine* sp., entre otras dicotiledóneas. Resultados similares sobre la efectividad de imazethapyr y clorimuron sobre las malezas y selectividad al cultivo de soya fueron obtenidos por Lazo *et al.* (2009) en el estado de Guárico, Venezuela.

**Tabla 1. Porcentaje de cobertura de las malezas y efectividad de los tratamientos a los siete días de la aplicación (Alquizar, 2010)**

Malezas	Imazethapyr (kg/ha i.a.)			Clorimuron (kg/ha i.a.)			Testigo
	0,08	0,10	0,15	0,0075	0,0100	0,0125	
<i>Cyperus rotundus</i>	1	2	2	1	1	1	2
<i>Sorghum halepense</i>	–	1	–	–	1	1	1
<i>Cynodon dactylon</i>	1	1	1	1	1	1	2
<i>Echinochloa colonum</i>	1	1	2	3	1	2	3
<i>Eleusine indica</i>	1	1	1	3	2	1	2
<i>Brachiaria platyphylla</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Commelina elegans</i>	1	1	1	1	0	0	1
Total monocotiledóneas	6	8	8	10	7	7	12
<i>Amaranthus dubius</i>	3	4	2	1	1	1	10
<i>Portulaca oleracea</i>	1	1	1	1	1	1	5
<i>Caperonia palustre</i>	1	1	1	1	1	1	2
<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	1	1	2	1	1	2
<i>Parthenium hysterophorus</i>	1	1	1	1	1	1	2
<i>Kallstroemia maxima</i>	1	1	1	1	1	1	2
<i>Mileria quinqueflora</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cassia tora</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cucumis spp.</i>	1	1	1	1	1	1	2
Total dicotiledoneas	11	12	10	10	9	9	27
% efectividad*	59,26	55,6	62,96	62,9	67,78	67,78	–
Total malezas	17	20	18	20	16	16	39
% efectividad*	71,18	66,1	69,49	28,2	42,85	42,85	–

–: No presencia de la especie. \*: Referido al testigo.



■ Testigo ■ imazethapyr 0,10 kg/ha i.a. ■ clorimuron 0,0075 kg/ha i.a. ■ fomesafen 0,125 kg/ha i.a.

Efectividad de los herbicidas sobre dicotiledóneas

**Tabla 2. Porcentaje de cobertura de las malezas y efectividad de los tratamientos a los 100 días de la aplicación (Alquizar, 2010)**

Malezas	Imazethapyr (kg/ha i.a.)			Clorimuron (kg/ha i.a.)			Testigo
	0,08	0,10	0,15	0,0075	0,0100	0,0125	
<i>Cyperus rotundus</i>	1	2	1	1	1	1	2
<i>Sorghum halepense</i>	-	1	-	1	1	1	2
<i>Cynodon dactylon</i>	1	1	1	1	1	1	2
<i>Echinochloa colonum</i>	2	2	2	5	8	10	15
<i>Eleusine indica</i>	1	1	1	1	1	1	2
<i>Brachiaria platyphylla</i>		1	1	1	1	1	2
<i>Commelina elegans</i>	0	1	1	-	1	-	1
Total monocotiledóneas	5	9	7	10	14	15	26
<i>Amaranthus dubius</i>	1	1	1	1	1	1	20
<i>Portulaca oleracea</i>	1	1	-	1	1	1	2
<i>Caperonia palustre</i>	1	1	1	-	-	1	2
<i>Ipomoea tiliacea</i>	1	1	1	1	1	1	4
<i>Parthenium hysterophorus</i>	1	-	1	-	1	1	2
<i>Kallstroemia máxima</i>	1	1	-	1	1	1	2
<i>Mileria quinqueflora</i>	1	1	1	1	1	1	2
<i>Cassia tora</i>	1	1	1	1	1	-	2
<i>Cucumis spp.</i>	1	1	1	1	1	1	1
Total dicotiledóneas	9	8	7	7	8	8	37
% efectividad	75,68	78,4	81,10	81,1	78,40	78,4	-
Total malezas	14	17	14	17	22	23	63
% efectividad	77,78	73,0	77,78	70,0	65,0	63,5	-

**Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre los parámetros de rendimientos en soja**

Variantes	Dosis (kg/ha i.a.)	Plantas/m <sup>2</sup>	Vainas/planta	Rendimiento t/ha
1. imazethapyr	0,08	16,4 c	63,67 ab	1,28 cd
2. imazethapyr	0,10	11,46 b	84,62 b	1,57 d
3. imazethapyr	0,15	12,15 b	81,33 b	1,56 d
4. clorimuron	0,0075	15,98 c	66,8 b	1,46 cd
5. clorimuron	0,0100	10,51 ab	66,2 b	1,05 b
6. clorimuron	0,0125	12,51 b	70,26 b	1,23 bc
7. Testigo con cultivo	-	13,26 b	56,33 ab	1,05 b
8. Testigo sin cultivo	-	9,18 a	41,00 a	0,48 a
C.V. (%)	-	4,2	7,3	8,4
Ex	-	0,09	0,35	0,01

En los parámetros evaluados no se pudo establecer diferencia apreciable entre la población, altura de las plantas y los rendimientos obtenidos con los herbicidas evaluados y el fomesafen. Este resultado confirma los datos

obtenidos en el ensayo experimental, donde solo se obtuvo diferencia significativa con la menor dosis de clorimuron e imazethapyr y con el testigo sin desyerbe (Tabla 4).

**Tabla 4. Efecto de imazethapyr y clorimuron sobre los parámetros de rendimientos de la soya**

Producto	Dosis (kg/ha i.a.)	Población (individuos/m <sup>2</sup> )	Altura (cm)	Rendimiento (t/ha)
Imazethapyr	0,10	26,70	82,53	2,43
Clorimuron	0,0075	29,30	78,76	2,205
Fomesafen (st)	0,125	27,0	83,6	2,207

Los resultados de residuos de herbicidas en suelo obtenidos con plantas indicadoras mostraron reducción de la altura y peso fresco por debajo del índice mínimo de fitotoxicidad de la prueba biológica (16 %) para clorimuron con el pepino, y tanto pepino como tomate para la altura con fomesafen; sin embargo, se obtuvieron afectaciones

del peso fresco altas para todos los tratamientos de herbicidas con la planta de tomate, por lo que no deberá plantarse este cultivo posterior a la soya después de la aplicación de clorimuron e imazethapyr. Con este último fue leve la afectación del peso fresco de pepino, lo que debe tenerse en cuenta (Tabla 5).

**Tabla 5. Porcentaje de reducción de la altura y peso fresco de tomate y pepino con relación al testigo**

Plantas indicadora	Clorimuron 0,0075 (kg/ha i.a.)	Imazethapyr 0,10 (kg/ha i.a.)	Fomesafen 0,125 (kg/ha i.a.)
Altura pepino	1,47	29,94	1,18
Altura tomate	0	25,0	0
Peso fresco pepino	6,17	32,04	17,24
Peso fresco tomate	84,88	74,15	55,61

La evaluación de la presencia de residuos de herbicidas en suelo por plantas indicadoras define con claridad la presencia de posibles efectos que pueden afectar a los cultivos a sembrarse en alternancia con la soya, específicamente los pertenecientes a las familias de las solanáceas y cucurbitáceas. Tal situación concuerda con lo planteado por Hager y Dawn (2007) en su trabajo para la determinación de residuos en suelo con distintas plantas indicadoras.

## CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de imazethapyr (0,080 y 0,15 kg/ha i.a.) y clorimuron etyl (0,0075 y 0,0125 kg/ha i.a.) en fase de 2-4 hojas de las malezas dicotiledóneas mantienen una efectividad satisfactoria hasta la cosecha de la soya, siempre y cuando se apliquen medidas de control para las poaceas que son tolerantes a este tratamiento y además de ser selectivo a la soya.

- Los parámetros de rendimientos de soya obtenidos con los herbicidas evaluados no difieren de los obtenidos con el estándar fomesafen (0,125 kg/ha i.a.).
- La aplicación de los herbicidas imazethapyr y clorimuron etyl pueden dejar residuos fitotóxicos en suelo capaces de afectar el desarrollo de las cucurbitáceas y solanáceas sembradas en alternancia, por lo que debe recomendarse la siembra de otros cultivos tolerantes.

## REFERENCIAS

- Anzalone, A.; M. Ruiz; C. Zambrano; A. Ortiz: «Evaluación de *Zea mays* L. y *Phaseolus vulgaris* L. como bioindicadores de herbicidas imidazolinonas en suelo», *Bioagro* 23 (2): 121-128, Venezuela, 2011.
- CNSV: «Lista oficial de plaguicidas autorizados», Registro Central de Plaguicidas, Centro Nacional de Sanidad Vegetal, Minag, La Habana, 2010.
- Cruz, R. de la; K. Ampong-Nyarko; R. Labrada; A. Merayo: *Manejo de malezas en leguminosas y hortalizas: El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas*. Estudio, Producción y

- Protección Vegetal FAO, Roma 1996, <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s0e.htm> (consulta: 12/3/10).
- Faccini, Delma; Luisa Nisensohn: «Control de *amaranthus quitensis* H.B.K. en el cultivo de soja y empleo de dosis reducidas clorimuron-etil e imazethapyr», *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias*. UNR, no. 1, Argentina, 2001, <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev1/3.htm> (consulta: 12/3/12).
- Gunsolus, J. L.; W. S. Curran: «Herbicide Mode of Action and Injury Symptoms». Communication and Educational Technology Services, University of Minnesota Extension Service, EE. UU., 2002.
- Hager, G.; N. Dawn: «Herbicide Persistence and How to Test for Residues in Soils», *Agricultural Pest Management Handbook*, cap. 15, Illinois, EE. UU., 2007.
- Labrada, R.; E. Paredes; R. Morales: «Lucha contra *Sorghum halepense* (L.) Pers. con herbicidas de incorporación al suelo en frijol y soja», *Rev. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas* 10: 29-39, Cuba, 1987.
- Lazo, J. V.; J. A. Martínez; A. Escalona: «Evaluación de la eficacia y selectividad del herbicida imazethapyr en soja (*Glycine max* (L.) Merr. Posible caso de resistencia a *Eleusine indica*», XII Congreso Sociedad Española de Malherbología / XIX Congreso ALAM/ II Congreso Ibérico de Ciencias de la Malezas, Lisboa, Portugal, 10-13 de noviembre de 2009. vol. 2, pp. 493-500.
- Paredes, E.; M. E. Benítez; R. C. García: «Evaluación de herbicidas contra malezas en maní», *Fitosanidad* 1 (1-4): 32-37, Cuba, 1997.
- Pérez, E.; E. Paredes; Lérida Almaguel; L. Vázquez; Marlen Veitía; Marlene González; Yamilka Pérez; R. Hernández; R. García; M. Matorros: «Metodologías de pruebas biológicas para la determinación de organismos nocivos y residuos fitotóxicos en suelo, sustrato y materia orgánica», *Boletín Fitosanitario* 14 (1), Inisav, Cuba, 2009.