

THE JOURNAL OF AGRICULTURE OF THE UNIVERSITY OF PUERTO RICO

Issued by the Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico, Mayagüez Campus, for the publication of articles and research notes by staff members or others, dealing with scientific agriculture in Puerto Rico and elsewhere in the Caribbean Basin and Latin America.

VOL. 91

JANUARY AND APRIL 2007

No. 1-2

Estrategias químicas de manejo de malezas en la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) con riego por goteo¹

Nelson Semidey², Edwin Acevedo³, Luisa E. Flores⁴ y Ariel Aponte⁵

J. Agric. Univ. P.R. 91(1-2):1-10 (2007)

RESUMEN

Dos experimentos simultáneos se realizaron en Juana Díaz e Isabela, Puerto Rico, para evaluar cinco estrategias químicas y el cultivo mecánico en el control de malezas en habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Arroyo Loro establecida bajo riego por goteo. Las estrategias fueron 1) trifluralin (0.75 kg/ha) presiembra incorporado (PSI), seguido de (sd) bentazon (0.75 kg/ha) y sethoxydim (0.37 kg/ha) postemergente (POST); 2) bentazon (0.75 kg/ha) POST sd sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 3) metolachlor (2.80 kg/ha) preemergente (PRE) sd bentazon (0.75 kg/ha) y sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 4) imazethapyr (0.06 kg/ha) PRE sd bentazon (0.75 kg/ha) y sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 5) trifluralin (0.75 kg/ha) PSI; y 6) cultivo mecánico. El cultivo mecánico se efectuó en todas las parcelas cuatro semanas después de la siembra (SDS). El riego por goteo se aplicó tres veces por semana hasta dos semanas antes de la cosecha de habichuelas secas. El metolachlor PRE sd bentazon POST causó 40% de fitotoxicidad a la habichuela en Juana Díaz, siendo el efecto significativo ($P \leq 0.05$) a las 3 SDS, y disminuyendo a 6% a las 6 SDS. Bentazon POST, imazethapyr PRE sd bentazon POST y metolachlor PRE sd bentazon POST causaron 20% de fitotoxicidad a las 3 SDS en Isabela, disminuyendo a menos de 8% a las 6 SDS. En Juana Díaz, trifluralin PSI solo o sd bentazon POST y metolachlor PRE sd bentazon POST redujeron la densidad de malezas de hoja ancha a las 3 SDS en

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 5 de octubre de 2006.

²Investigador (Retirado), Departamento de Protección de Cultivos, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez, HC-01 Box 11656, Lajas, PR 00667.

³Investigador Asociado (Retirado), Departamento de Agronomía y Suelos.

⁴Asociado de Investigaciones, Subestación de Lajas.

⁵Ayudante de Investigaciones Científicas, Subestación de Juana Díaz.

71, 95 y 55%, respectivamente, comparado con las parcelas no tratadas. A las 6 SDS, trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST y metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST redujeron la densidad de gramíneas en 85% y 94%, respectivamente. Trifluralin PSI, imazethapyr PRE y metolachlor PRE, todos en combinación con bentazon y sethoxydim POST, al igual que trifluralin PSI solo, a las 3 SDS en Isabela, redujeron la densidad de malezas de hoja ancha en 80%, 53%, 61% y 76%, respectivamente. La estrategia de trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST aumentó (68%) el rendimiento de habichuelas verdes en Isabela comparado con el del cultivo mecánico. Trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST también mejoró el rendimiento de habichuelas secas en Juana Díaz, con 55% de aumento. Todas las estrategias químicas, excepto bentazon sd sethoxydim POST, aumentaron el rendimiento de habichuelas secas en Isabela, comparados con el cultivo mecánico. Los resultados obtenidos confirman la efectividad de las estrategias químicas basadas en trifluralin PSI, metolachlor o imazethapyr PRE, cualquiera de éstos solo o seguido por bentazon y sethoxydim POST, en el combate de malezas en la habichuela con riego por goteo.

Palabras clave: bentazon, metolachlor, imazethapyr, sethoxydim, trifluralin, malezas, habichuela

ABSTRACT

Chemical weed management strategies in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under drip irrigation

Two simultaneous experiments were conducted at Juana Díaz and Isabela, Puerto Rico, to evaluate five chemical strategies and mechanical cultivation for weed control in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Arroyo Loro established with drip irrigation. The strategies were 1) trifluralin (0.75 kg/ha) preplant incorporated (PPI), followed by (fb) bentazon (0.75 kg/ha) and sethoxydim (0.37 kg/ha) postemergence (POST); 2) bentazon (0.75 kg/ha) POST fb sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 3) metolachlor (2.80 kg/ha) preemergence (PRE) fb bentazon (0.75 kg/ha) and sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 4) imazethapyr (0.06 kg/ha) PRE fb bentazon (0.75 kg/ha) and sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 5) trifluralin (0.75 kg/ha) PPI; and 6) mechanical cultivation. All plots were mechanically cultivated, including those of treatment number six, at four weeks after planting (WAP). Drip irrigation was applied three times per week until two weeks before the harvest of dry beans. Metolachlor PRE fb bentazon POST caused 40% phytotoxicity to bean, significant ($P \leq 0.05$) at 3 WAP; phytotoxicity declined to 6% at 6 WAP in Juana Díaz. At Isabela, bentazon POST, imazethapyr PRE fb bentazon POST and metolachlor PRE fb bentazon POST caused 20% phytotoxicity in bean at 3 WAP, which declined to less than 8% at 6 WAP. Trifluralin PSI alone or fb bentazon POST and metolachlor PRE fb bentazon POST reduced density of broadleaves in Juana Díaz by 71, 95 and 55%, respectively, compared with the density of broadleaves in non-treated plots at 3 WAP. At 6 WAP, trifluralin PSI fb bentazon and sethoxydim POST and metolachlor PRE fb bentazon and sethoxydim POST reduced density of grasses by 85% and 94%, respectively. Trifluralin PSI, imazethapyr PRE, and metolachlor PRE, all combined with bentazon and sethoxydim POST, as well as trifluralin PSI alone, reduced density of broadleaves in Isabela at 3 WAP by 80%, 53%, 61% and 76%, respectively. The strategy of trifluralin PSI fb bentazon and sethoxydim POST improved yield of green-shelled beans in Isabela, with a 68% increase over yield with mechanical cultivation. This strategy also improved yield of dry beans in Juana Díaz, with a 55% increase. All chemical strategies, except bentazon fb sethoxydim POST, increased yield of dry beans in Juana Díaz, compared with that of mechanical cultivation. The results obtained confirm the efficacy of chemical strategies based on trifluralin PPI, metolachlor or

imazethapyr PRE, either alone or followed by bentazon and sethoxydim POST for the control of weeds in beans with drip irrigation.

Key words: bentazon, metolachlor, imazethapyr, sethoxydim, trifluralin, weed control, beans

INTRODUCCIÓN

Las habichuelas representan un componente importante en la dieta de los puertorriqueños, sin embargo, el valor de la producción local se ha limitado a cerca de \$0.7 millones (Departamento de Agricultura, 2005). Una razón para la baja producción es que el cultivo carece localmente de estrategias efectivas para el manejo de malezas. En países de Centro América como Costa Rica, Guatemala, el Salvador y Honduras se reporta el período crítico de competencia de malezas entre 10 y 30 a 40 días después de la emergencia de la habichuela (De la Cruz et al., 1996). La práctica de desyerbo manual resulta muy costosa; por ejemplo, en Nicaragua se estimó una inversión entre 30 y 40% de la fuerza laboral necesaria para este cultivo (Tienhoven et al., 1982).

Las investigaciones realizadas en zonas templadas también proveen información útil para la fase del manejo de malezas localmente. Estudios en Arkansas, Estados Unidos, demostraron que la interferencia de pendejuelo [*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop] y bledo (*Amaranthus hybridus* L.) redujeron el rendimiento de habichuelas tiernas en siembras de primavera, no así en siembras de otoño (Lugo y Talbert, 1994). En Canadá, se estableció el período crítico para el control de malezas en habichuela entre la etapa de segunda hoja trifoliada y las primeras etapas de la floración (Woolley et al., 1993). Burnside et al. (1998a), establecieron el período crítico entre tres y seis semanas después de la siembra de habichuela.

Entre las estrategias de manejo de malezas que se han informado para prevenir pérdidas en el rendimiento de la habichuela está la combinación de cultivo mecánico con herbicidas (Amador-Ramírez et al., 2001; Burnside et al., 1998b; Colquhoun et al., 1999). En un estudio de campo se reportó que tanto el cultivo manual como mecánico pueden mejorar el control de malezas luego de aplicaciones de trifluralin presiembra y metolachlor preemergente, en comparación con herbicidas solamente (Bellinder et al., 1998). Sin embargo, en otro estudio se encontró que cuatro cultivos con azada rotativa ("rotary hoe") pueden afectar el rendimiento de la habichuela dependiendo del estado de crecimiento, aunque tres cultivos lo aumentaron, en comparación con ninguna labranza (Leblanc and Cloutier, 2001). La integración de prácticas de cultivo, como la reducción de la distancia entre hileras y el aumento en densidad de siembra, combinadas con el uso de herbicidas mejoraron el control de malezas y el rendimiento de habichuelas secas en Taber, Canadá (Blackshaw et al., 2000).

En Puerto Rico se reportaron como similarmente efectivas las aplicaciones presiembra incorporado (PSI) de trifluralin y pendimethalin y las aplicaciones preemergentes (PRE) de imazethapyr y metolachlor contra las malezas de hoja ancha para habichuelas verdes (Semidey et al., 1998). Estrategias químicas a base de trifluralin PSI, imazethapyr PRE y metolachlor PRE, todas en combinación con bentazon y sethoxydim postemergente (POST) en Isabela y Juana Díaz, redujeron la densidad de malezas de hoja ancha en habichuela con riego de aspersión (Semidey et al., 2000). Bentazon es efectivo contra las malezas de hoja ancha anuales en etapas tempranas y sethoxydim controla las gramináceas (Anónimo, 2002; De la Cruz et al., 1996). La eficacia de estos herbicidas en la habichuela con un sistema de riego por goteo no ha sido reportada al presente. El objetivo de este estudio fue evaluar el control de malezas usando cinco estrategias químicas y cultivo mecánico en habichuela establecida con sistema de riego por goteo en dos localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron dos experimentos simultáneos en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico en Isabela y en Juana Díaz el 13 de marzo de 1999. Los suelos son clasificados como Coto (Oxisol arcilloso) en Isabela y San Antón (Mollisol lómico) en Juana Díaz. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos (estrategias) y cuatro repeticiones. Las parcelas comprendían un área de 22.3 m², cada una con seis hileras de habichuela de 6.1 m de largo separadas a 60 cm y 5 cm entre plantas en la hilera. En ambas localidades se sembró el cultivar Arroyo Loro. Las prácticas de abonamiento y control de plagas se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del Conjunto Tecnológico para la Producción de Habichuelas (Beaver et al., 1992).

Las estrategias evaluadas fueron 1) trifluralin (0.75 kg/ha) PSI, sd bentazon (0.75 kg/ha) POST y sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 2) bentazon (0.75 kg/ha) POST sd sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 3) metolachlor (2.80 kg/ha) PRE sd bentazon (0.75 kg/ha) POST y sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 4) imazethapyr (0.06 kg/ha) PRE sd bentazon (0.75 kg/ha) POST y sethoxydim (0.37 kg/ha) POST; 5) trifluralin (0.75 kg/ha) PSI; y 6) cultivo mecánico solamente. El bentazon y el sethoxydim se aplicaron sobre las malezas y la habichuela al final de la segunda y tercera semana después de la siembra (SDS), respectivamente. Todas las parcelas experimentales se cultivaron mecánicamente a las 4 SDS.

El riego por goteo se aplicó tres veces por semana y se suspendió dos semanas antes de la cosecha de habichuelas secas. La densidad de las malezas se determinó lanzando un cuadrante de 0.5 m², dos veces por

unidad experimental, a las 3 y 6 SDS. La fitotoxicidad en la habichuela se evaluó siguiendo una escala visual del daño desde 0 a 100, donde 0% = ningún daño y 100% = muerte de las plantas de habichuela a las 3 y 6 SDS. Las habichuelas se cosecharon manualmente en las cuatro hileras centrales, dos hileras para las vainas verdes (de 60 a 65 días) y dos hileras para vainas secas (de 75 a 80 días). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para la separación de medias al nivel de 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Juana Díaz. El metolachlor PRE sd bentazon POST causó fitotoxicidad significativa en la habichuela, con 40% a las 3 SDS (Cuadro 1). A las 6 SDS, la fitotoxicidad de imazethapyr y metolachlor, ambos sd bentazon POST fue de 6%. La aplicación de trifluralin PSI solo o sd bentazon POST no causó daño a la habichuela a las 6 SDS. En dos estudios previos, usando riego por aspersión, no se reportaron daños en la habichuela por el uso de metolachlor y bentazon (Semidey et al., 2000; Semidey et al., 1998). Aparentemente, la actividad del metolachlor se mantuvo por un período mayor con el riego por goteo que con el riego por aspersión, resultando en una mayor fitotoxicidad en la habichuela. Por otro lado, el riego por aspersión pudo haber lixiviado el herbicida a una profundidad mayor que el riego por goteo, evitando que fuera interceptado por las raíces de la habichuela.

El arrozillo [*Echinochloa colona* (L.) Link], la verdolaga de hoja ancha (*Trianthema portulacastrum* L.) y el bledo [*Amaranthus dubius* (L.) Mart] fueron las malezas predominantes de esta localidad, con 233, 72 y 10 plantas/m², respectivamente. La densidad de estas tres especies en conjunto sumó el 97% del total de malezas en las parcelas no tratadas a las 3 SDS. Comparado con las parcelas no tratadas, las estrategias de trifluralin PSI, imazethapyr PRE y metolachlor PRE, todos sd bentazon POST redujeron la densidad de malezas de hoja ancha a las 3 SDS en 71, 55 y 95%, respectivamente (Cuadro 1). Resultados similares a éstos se reportaron en habichuela establecida con riego por aspersión en Juana Díaz (Semidey et al., 2000). La densidad de malezas de hoja ancha se redujo en forma general con todas las estrategias a las 6 SDS, principalmente por efecto del cultivo mecánico a las cuatro semanas. La densidad de malezas de hoja ancha obtenida con metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST fue 72% menor que la obtenida con bentazon sd sethoxydim POST, imazethapyr PRE sd bentazon y sethoxydim POST y trifluralin PSI a las 6 SDS. La densidad de gramíneas se redujo en 86% con trifluralin PSI sd bentazon y se-

CUADRO 1.—Efecto de cinco estrategias químicas y cultivo mecánico en la fitotoxicidad, densidad de malezas y rendimiento de la habichuela establecida con riego por goteo en Juana Díaz, Puerto Rico, en 1999.

Estrategia ^{1,2}	Dosis	Densidad de malezas						Rendimiento de habichuela	
		Fitotoxicidad		Hoja ancha		Gramíneas		Verde	Seca
		3 SDS	6 SDS	3 SDS	6 SDS	3 SDS	6 SDS		
	kg ia/ha	----- % -----		----- Plantas/m ² -----				----- kg/ha -----	
Trifluralin PSI sd	0.75								
Bentazon POST sd	0.75	5	0	25	17	33	27	4,160	2,560
Sethoxydim POST	0.37								
Bentazon POST sd	0.75	0	3	66	21	243	186	3,460	2,180
Sethoxydim POST	0.37								
Metolachlor PRE sd	2.80								
Bentazon POST sd	0.75	40	6	4	8	29	11	3,600	1,200
Sethoxydim POST	0.37								
Imazethapyr PRE sd	0.06								
Bentazon POST sd	0.75	3	6	39	21	243	153	3,270	1,620
Sethoxydim POST	0.37								
Trifluralin PSI	0.75	0	0	64	21	99	63	2,700	1,410
Cultivo mecánico	—	0	0	86	16	237	176	2,000	1,150
DMS (0.05)		7	4	43	10	116	142	NS	1,180

¹Todas las parcelas recibieron un pase con cultivadora mecánica entre las hileras de habichuela a las cuatro semanas después de la siembra.

²DMS = diferencia mínima significativa, POST = postemergente, PRE = preemergente, PSI = presiembra incorporado, SDS = semanas después de siembra.

thoxydim POST, 88% con metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST, y 58% con trifluralin PSI, comparadas con la densidad en las parcelas no tratadas a las 3 SDS. A las 6 SDS, la reducción de gramíneas por efecto de trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST se mantuvo en 85% y aumentó a 94% con metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST, comparado con el cultivo mecánico.

No se encontraron diferencias en el rendimiento de habichuela verde entre las cinco estrategias químicas y el cultivo mecánico (Cuadro 1). La única estrategia química que mejoró el rendimiento de la habichuela seca en esta localidad fue el trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST; 55% mayor que el obtenido con el cultivo mecánico. Los rendimientos de habichuela seca con las demás estrategias químicas fueron similares a los obtenidos con el cultivo mecánico solo. La interferencia de las malezas, especialmente las de hoja ancha, contribuyó a los bajos rendimientos de habichuela seca obtenidos con trifluralin PSI o con cultivo mecánico solamente, estrategias que resultaron deficientes. Sin embargo, la merma en rendimiento de habichuela seca con metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST fue causada mayormente por la fitotoxicidad inicial del preemergente en el cultivo.

Isabela. El bentazon POST, imazethapyr PRE sd bentazon POST y metolachlor PRE sd bentazon POST causaron 20% de fitotoxicidad en la habichuela a las 3 SDS; el trifluralin PSI, solo o sd bentazon, no afectó la habichuela (Cuadro 2). A las 6 SDS, la fitotoxicidad causada por los herbicidas en la habichuela había disminuido y no se encontraron diferencias. Las malezas predominantes en esta localidad fueron la yerba johnson [*Sorghum halepense* (L.) Pers], arrocillo y leche vana (*Euphorbia heterophylla* L.), con densidades poblacionales en las parcelas no tratadas de 37, 7 y 5 plantas/m², respectivamente. Comparado con las parcelas no tratadas, trifluralin PSI, imazethapyr PRE y metolachlor PRE, cualquiera de éstos sd bentazon y sethoxydim POST, al igual que trifluralin PSI solo, redujeron la densidad de malezas de hoja ancha a las 3 SDS en 80%, 61%, 53%, y 76%, respectivamente. Resultados similares de eficacia se reportaron en habichuela establecida bajo un sistema de riego de aspersión en esta localidad (Semidey et al., 2000). A las 6 SDS la estrategia más eficiente fue el uso de trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST, con el cual se obtuvo una densidad de malezas de hoja ancha 77% menor que la obtenida con el cultivo mecánico. Sin embargo, en esa etapa, la densidad de malezas de hoja ancha en parcelas con trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST, fue similar a la obtenida con bentazon sd sethoxydim POST y con metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST.

El trifluralin PSI solo o sd bentazon y el metolachlor PRE sd bentazon POST fueron los más eficaces controlando las gramíneas a las 3

CUADRO 2.—Efecto de cinco estrategias químicas y el cultivo mecánico en la fitotoxicidad, densidad de malezas y rendimiento de la habichuela establecida con riego por goteo en Isabela, Puerto Rico, en 1999.

Estrategia ¹	Dosis kg ia/ha	Densidad de malezas							
		Fitotoxicidad		Hoja ancha		Gramíneas		Rendimiento de habichuela	
		3 SDS ²	6 SDS	3 SDS	6 SDS	3 SDS	6 SDS	Verde	Seca
		----- % -----		----- Plantas/m ² -----		----- kg/ha -----			
Trifluralin PSI ² sd	0.75								
Bentazon POST ² sd	0.75	13	0	42	10	5	2	6,190	2,200
Sethoxydim POST	0.37								
Bentazon POST sd	0.75	20	8	177	22	18	17	4,470	1,530
Sethoxydim POST	0.37								
Metolachlor PRE ² sd	2.80								
Bentazon POST sd	0.75	20	8	98	19	5	4	5,010	2,000
Sethoxydim POST	0.37								
Imazethapyr PRE sd	0.06								
Bentazon POST sd	0.75	20	3	82	24	20	14	4,660	1,690
Sethoxydim POST	0.37								
Trifluralin PSI	0.75	0	0	49	32	5	3	4,740	1,950
Cultivo mecánico	—	0	0	209	44	22	30	3,680	1,300
DMS ² (0.05)		13	NS	101	14	8	6	1,895	390

¹Todas las parcelas recibieron un pase con cultivadora mecánica, entre las hileras de la habichuela a las cuatro semanas después de la siembra.

²DMS = diferencia mínima significativa, POST = postemergente, PRE = preemergente, PSI = presiembra incorporado, SDS = semanas después de siembra.

SDS; la densidad de gramíneas con cada una de estas estrategias fue 77% menor que en las parcelas no tratadas (Cuadro 2). La densidad de gramíneas con las estrategias de imazethapyr PRE sd bentazon POST y bentazon sd sethoxydim POST fueron similares a las 3 SDS. Las cinco estrategias químicas redujeron la densidad de gramíneas en comparación con el cultivo mecánico a las 6 SDS; la disminución fluctuó entre 43% con bentazon sd sethoxydim POST y 93% con trifluralin PSI sd bentazon sd sethoxydim POST. Trifluralin PSI solo o sd bentazon y sethoxydim POST, al igual que metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST, fueron más efectivos controlando gramíneas que imazethapyr PRE sd bentazon y sethoxydim POST y bentazon sd sethoxydim POST a las 6 SDS. La aplicación de sethoxydim POST luego de las aplicaciones individuales de trifluralin PSI o metolachlor PRE, mejoró la eficacia de ambos herbicidas a las 6 SDS.

En Isabela, la única estrategia química que mejoró el rendimiento de habichuela verde en comparación al cultivo mecánico fue el trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST, con 68% de aumento. En esta localidad no se encontraron diferencias en el rendimiento de habichuela verde entre las estrategias químicas. Sin embargo, todas las estrategias químicas, excepto bentazon sd sethoxydim POST, aumentaron el rendimiento de habichuela seca en comparación con el del cultivo mecánico. El mayor aumento en rendimiento de habichuela seca en Isabela se obtuvo con trifluralin PSI sd bentazon y sethoxydim POST (69%), muy similar al obtenido con metolachlor PRE sd bentazon y sethoxydim POST (54%) y trifluralin PSI (50%).

Los resultados del presente estudio confirman lo informado previamente para la habichuela (Semidey et al., 1998, 2000), donde la efectividad de secuencias de herbicidas preemergentes y postemergentes en combinación con el cultivo mecánico fue efectiva en el control de malezas, especialmente en el control de gramíneas. Los datos indican que la reducción en la densidad de malezas en la habichuela fue por el efecto inicial de los tratamientos aplicados al suelo. La aplicación postemergente de bentazon sd sethoxydim POST, en combinación con cultivo mecánico, mejoró el control de malezas posteriormente. El cultivo mecánico por si solo resultó insuficiente en el control de malezas; sin embargo, contribuyó a mejorar los rendimientos de habichuela cuando se combinó con los herbicidas.

La fitotoxicidad moderada del metolachlor en el suelo lómico de Juana Díaz afectó en parte el rendimiento de granos secos, no así las vainas verdes. Por otro lado, la fitotoxicidad de los herbicidas en la habichuela fue mínima en el suelo arcilloso de Isabela, donde todas las estrategias químicas mejoraron el rendimiento de habichuela seca. No obstante, es necesario evaluar el efecto adverso del metolachlor PRE

sobre el rendimiento de granos secos a diferentes niveles de humedad en el suelo San Antón.

LITERATURA CITADA

- Anónimo, 2002. *Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America*. Champaign, IL. 492 pp.
- Amador-Ramírez, M. D., R. G. Wilson y A. R. Martin, 2001. Weed control and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) response to in-row cultivation, rotary hoeing, and herbicides. *Weed Technol.* 15:429-436.
- Beaver, J. S., R. Echávez-Badel, A. M. Armstrong y E. C. Schroder, 1992. Conjunto Tecnológico para la Producción de Habichuela. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez. 34 pp.
- Bellinder, R. R., M. Arsenovic, J. J. Kirkwyland y R. W. Wallace, 1998. Evaluating the EPA's comparative product performance testing guidelines for herbicides in snap bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 12:215-222.
- Blackshaw, R. E., L. J. Molnar, H. Henning-Muendel, G. Saindon y X. Li, 2000. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 14: 327-337.
- Burnside, O. C., M. J. Weins, B. J. Holder, S. Weisberg, E. A. Ristau, M. M. Johnson y J. H. Cameron, 1998a. Critical period for weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Sci.* 46:301-306.
- Burnside, O. C., M. J. Weins, N. H. Krause, S. Weisberg, E. A. Ristau, M. M. Johnson y R. Sheets, 1998b. Mechanical and chemical weed control systems for kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 12:174-178.
- Colquhoun, J. B., R. R. Bellinder y J. J. Kirkwyland, 1999. Efficacy of mechanical cultivation with and without herbicides in broccoli (*Brassica oleracea*), snap bean (*Phaseolus vulgaris*), and sweet corn (*Zea mays*). *Weed Technol.* 13:244-252.
- De la Cruz, R., K. Ampong-Nyarko, R. Labrada y A. Merayo, 1996. Manejo de malezas en leguminosas: frijol, soya y caupi. *En: Capítulo 14, Manejo malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal-120.* pp. 1-10.
- Departamento de Agricultura, 2005. Ingreso Bruto Agrícola-Cifras Revisadas 2003/04 y Preliminar 2004/05. Oficina de Estadísticas Agrícolas, Santurce, Puerto Rico. pp. 1-22.
- Leblanc, M. L. y D. C. Cloutier, 2001. Susceptibility of dry edible bean (*Phaseolus vulgaris*, cranberry bean) to rotary hoe. *Weed Technol.* 15:224-228.
- Lugo, M. de L. y R. E. Talbert, 1994. Combined effect of large crabgrass and smooth pigweed densities on snap bean yield. *J. Agric. Univ. P.R.* 78:63-65.
- Semidey, N., E. Acevedo, L. E. Flores y A. Aponte, 1998. Weed management in dry beans in Puerto Rico. *Proc. Caribbean Food Crop Soc.* 34:206-208.
- Semidey, N., E. Acevedo y L. E. Flores, 2000. Herbicide strategies in green-shelled beans in Puerto Rico. *Proc. Caribbean Food Crop Soc.* 36:120-122.
- Tienhoven van N., J. Icaza y J. Lageman, 1982. Farming system in Jinotega, Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10 pp.
- Woolley, B. L., T. E. Michaels, M. R. Hall y C. J. Swanton, 1993. The critical period of weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Sci.* 41:180-184.