

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA SOYA (*Glycine max* (L.) Merr cv. 'SIATSA-194') BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO¹/*

Fernando Boza **
Enrique Villalobos ***

ABSTRACT

Agronomic performance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr. cv. 'SIATSA-194') under different management systems. The agronomic performance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr cv. 'SIATSA-194') was evaluated under two tillage practices: minimum and conventional; two row spacings: 35 and 53 cm; and seven weed control treatments: three preemergent herbicide mixtures (metribuzin 0.35 kg ai/ha mixed with pendimetalin 0.75 kg ai/ha, alachlor 1.00 kg ai/ha and metalachlor 1.00 kg ai/ha); two postemergent mixtures (fluazifop-butyl 0.25 kg ai/ha mixed with acifluorfen 0.25 kg ai/ha and bentazon 0.75 kg ai/ha); a handweeding treatment and a non treated control. A split-plot arrangement of treatments in a CRBD with four replications was used. The tillage systems were the main plots, and the factorial arrangement of the row spacing by the weed control treatments were represented in the sub-plots. Both tillage treatments had a similar effect on the apparent soil density. Consequently, no differential response to this factor or to its interaction with the row spacings or the weed control treatments was detected on the suppression of weeds or the agronomic response of soybeans. The minimum tillage treatment reduced the total cost of production by 10%. The narrow row spacing did not affect plant height, lodging, seed production or the incidence of weeds two months after planting, but it favored the reducing in the fresh weight of weeds at harvest. The postemergent herbicide mixtures had a slightly lower effect on weed control than the preemergent herbicides, and caused a temporarily phytotoxic effect that decreased soybean plant height, but did not affect seed yield.

INTRODUCCION

La preparación del suelo que se realiza para cultivar la soya en Costa Rica consiste generalmente de una arada o una rastrea pesada, seguida de

tres a cinco rastreas livianas y finalmente de una nivelación (Madrigal y Mo Hsu, 1984). Sin embargo, algunos investigadores (Wax, 1973) consideran que en muchos casos la preparación del suelo para el cultivo de soya podría reducirse sin afectar con ello el ingreso neto de los agricultores, pues de producirse alguna reducción en la producción, ésta sería compensada por el ahorro de tiempo y dinero y por la reducción en los riesgos de la erosión. Otros autores (Molina, 1977; Russell, 1977; Shiro y Medina, 1981) han demostrado que un número excesivo de rastreas conlleva a una alta pulverización superficial del suelo que aumenta la susceptibilidad a la erosión, reduce la infiltración del agua, y aumenta la compactación y la pérdida de humedad, todo lo cual afecta negativamente el desarrollo radicular de las plantas.

1/ Recibido para publicación el 22 de enero de 1987.

* Este trabajo fue financiado parcialmente por el CONICIT, FR 196-08 en convenio con la UCR.

** Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Dirección actual: Banco Nacional de Costa Rica, Ciudad Cortés, Puntarenas.

*** CIGRAS, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Crabtree y Rupp (1980) y Sanford *et al.* (1983) no encontraron diferencia en la producción, aunque sí una reducción en los costos, entre parcelas de soya con "cero labranza" y otras que estuvieron bajo el sistema convencional de labranza. Por otra parte, Siemmens y Oschwald (1976) citan algunos ejemplos en donde no se encontraron diferencias en la producción de la soya entre parcelas que estuvieran bajo un sistema de labranza mínima y otras que fueron expuestas a una mecanización más sofisticada, bajo condiciones físicas del suelo favorables. Sin embargo, en condiciones de suelo con textura pesada y mal drenaje, las parcelas que fueron únicamente rastreadas mostraron una producción menor y dificultaron más el combate de malezas que las parcelas que fueron aradas y afinadas. Siemmens y Oschwald (1976) encontraron en un estudio en la región Central de los Estados Unidos que la reducción en los costos de mecanización fue contrarrestada por el incremento en los costos que causó el uso adicional de agroquímicos. Estos autores consideran que la adopción de prácticas de labranza conservacionistas dependerá más de otros factores que de los costos de producción.

Cuando la soya se siembra en hileras estrechas compite mejor con las malezas. Sin embargo, una baja eficiencia de los herbicidas preemergentes en estas condiciones obliga en muchos casos al combate químico o cultural de las malezas sobrevivientes (Burnside y Moomaw, 1977). Para evitar este riesgo, algunos investigadores recomiendan usar un espaciamiento entre hileras que permita la eliminación mecánica de las malezas que emergen posteriormente en los entresurcos.

En Costa Rica, los estudios sobre sistemas de manejo tendientes a la conservación del suelo y el combate integrado de malezas en soya son escasos. Agüero *et al.* (1986) informan de resultados satisfactorios con el uso de un sistema de labranza reducido en la producción de soya en Guanacaste.

Con la presente investigación se pretendió analizar el efecto de dos métodos de labranza, dos distanciamientos entre surcos y siete métodos de combate de malezas y la interacción de estos tres factores en la producción de semilla y en otras características agronómicas de la soya. Las mezclas de herbicidas se seleccionaron con base en los resultados obtenidos por otros investigadores en Costa Rica (Agüero *et al.*, 1986; Agüero, 1983; Alvarez, 1984).

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en una parcela del distrito Coyolar del Cantón de Orotina, provincia de Alajuela, la cual se ubica a 84 ° 35' longitud oeste y 9° 49' latitud norte y a una altura de 50 msnm.

La siembra se realizó el 17 de noviembre de 1984. A partir de la tercera semana después de la siembra se hicieron aplicaciones de agua por aspersión, a razón de 25 mm por semana, para mantener el suelo con un nivel adecuado de humedad. El suelo de la parcela experimental es de textura franco-limosa (14 % arena, 71 % limo y 15 % arcilla) y fue cultivado con arroz durante la época lluviosa. Para la siembra de arroz (cuatro meses antes) el suelo fue sometido a una rastrea pesada y dos rastreos livianos. En términos generales la fertilidad del suelo es muy buena y la incidencia de malezas muy alta.

Antes de la siembra de soya se aplicaron 238 kg/ha de la fórmula comercial de fertilizante 10-30-10 incorporados con la primera rastrea liviana. La semilla se inoculó con *Rhizobium japonicum* a la dosis recomendada (Madrigal y Mo Hsu, 1984). A los 33 días después de la siembra se hizo una aplicación de 184 kg/ha de nitrato de amonio para corregir una deficiencia de nitrógeno que se hizo evidente debido a una pobre nodulación. Además, se hicieron dos aplicaciones foliares de la fórmula 20-20-20 más elementos menores a razón de 2 kg de producto comercial/ha, en forma simultánea con insecticidas y fungicidas.

Se usó un arreglo de parcelas divididas en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Las parcelas principales representaron los métodos de labranza: el método convencional incluyó una arada a 35 cm de profundidad y cuatro rastreos livianos, y el método de labranza mínima consistió de una rastrea pesada a 25 cm y una rastrea liviana. Las subparcelas representaron la combinación factorial de dos distancias entre surcos 35 y 53 cm con una población constante de 393.700 plantas/ha y siete métodos de combate de malezas. Los tratamientos de combate de malezas fueron los siguientes:

- Mezclas preemergentes (kg de ingrediente activo/ha): 1. Metribuzina 0,35 + pendimetalina 0,75; 2. Metribuzina 0,35 + alaclor 1,00; 3. Metribuzina 0,35 + metalaclor 1,00.

- *Mezclas postemergentes (kg de ingrediente activo /ha):* 4. Fluazifop butil 0,25 + aci-fluorfen 0,25; 5. Fluazifop-butyl 0,25 + bentazon 0,75 .
- *Tratamientos control:* 6. Eliminación manual de malezas durante todo el ciclo del cultivo; 7. En competencia con las malezas permanentemente.

Las mezclas preemergentes y postemergentes se aplicaron a los 2 y 24 días después de la siembra, respectivamente.

Las subparcelas consistieron de 4 y 6 surcos de 4 m de largo, según el tratamiento de distanciamiento entre surcos por evaluar.

Se analizó el grado de infestación de malezas a los 60 días después de la siembra, de acuerdo con la escala de "cobertura-abundancia" de Brawn-Blanquet (Mateucci y Coima, 1982); el peso fresco de las malezas a los 90 días después de la siembra; la altura de la planta y de inserción de las primeras vainas; el número de vainas por planta; el número de semillas por vaina; el peso de 100 semillas y el grado de acame. La comparación de medias para cada variable se hizo mediante la prueba de contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Métodos de labranza

Los dos métodos de labranza, convencional y mínima, tuvieron un efecto similar sobre la densidad aparente del suelo, 0,900 y 0,903 g/cm³, respectivamente. Por consiguiente, este factor no tuvo ningún efecto en la producción de semilla ni en las demás variables en estudio. Tampoco se encontró interacción entre la labranza y la distancia entre surcos o con los tratamientos de combate de malezas sobre las variables estudiadas. Estos resultados y otros obtenidos recientemente (Agüero *et al.*, 1986) sugieren que el uso de sistemas de labranza reducida debería recibir mayor atención en Costa Rica, especialmente en aquellos suelos que por sus condiciones físicas y topográficas están más expuestos a la erosión. Investigaciones realizadas en otros países (Crabtree y Rupp, 1980; Sanford *et al.*, 1983) han llevado a conclusiones similares a las que se deducen de la presente investigación.

Probablemente, suelos de textura pesada, con cantidades considerables de residuos vegetales, poco disturbados o sujetos a condiciones de manejo diferentes a las del suelo en que se llevó a cabo la presente investigación, requieran de una labranza mínima más sofisticada que la que se aplicó en este trabajo. Lo importante es que el agricultor tenga en mente que una labranza excesiva puede ocasionarle perjuicios económicos inmediatos por el alto costo de la mecanización y a largo plazo por el efecto detrimental que esto generalmente causa en la conservación del suelo. Aunque a este segundo aspecto no se le ha dado la importancia que merece en el nivel mundial, algunos investigadores (Siemmens y Oschwald, 1976) han concluido que la conservación del suelo es el aspecto relevante al momento de decidir sobre el uso de un sistema de labranza mínimo, ya que en muchos casos la reducción en los costos de mecanización es contrarrestada por el incremento en el uso de herbicidas, que se genera con este método de labranza. Es importante destacar que ésto no ocurrió en el presente trabajo, pues el método de labranza mínima representó una reducción de un 10 % en el costo de producción sin que ello tuviera algún efecto negativo en la incidencia de malezas o en la producción de semilla. Esta evidencia permite concluir que en algunos casos la adaptación de un sistema de labranza reducida, además de que reduce los riesgos de la erosión puede significar un incentivo económico adicional considerable.

Distancias de siembra

La distancia entre surcos no afectó el desarrollo de las plantas de soya, el volcamiento, la producción de semilla ni el grado de infestación de malezas a los dos meses de la siembra. Sin embargo, las parcelas con una distancia de 35 cm entre surcos redujeron el peso fresco de las malezas al momento de la cosecha ($\alpha = 0,10$). Aunque se ha demostrado experimentalmente que la distribución espacial de las plantas dentro de límites razonables, no afecta la producción de semilla cuando se mantiene constante una población óptima (Mata, 1984) puede causar un efecto indirecto mediante la supresión de las malezas, por la interferencia que éstas causan durante la recolección mecánica (Soto, 1984). Los resultados obtenidos en la presente investigación sugieren que la distancia de 35 cm entre surcos es recomendable para el cultivo de la soya bajo condiciones de riego en la región.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos de combate de malezas en el comportamiento agronómico de la soya y en la eliminación de malezas.

Tratamientos	Producción kg/ha	Acame	Vainas/ planta 1/	Semi- llas/ vaina	Altura 1a. vaina (cm)	Altura planta (cm)	Infestación malezas 60 días	% malezas dicotiledó- neas	Peso fresco malezas 90 días
Combate de malezas	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Metribuzina + pendimetalina	2063a	2,9b	4,69a	1,88a	24a	101a	1,44b	3,62a	1,97a
Metribuzina + alaclor	2171a	2,7b	4,48a	1,90a	24a	103a	1,94b	4,25 a	22,32a
Metribuzina + Metalaclor	2316a	2,8b	4,80a	1,91a	23a	100a	1,81b	0,56a	42,90a
Fluazifop-butil + acifluorfen	2411a	1,6a	4,66a	1,86a	24a	83c	2,31c	37,06c	13,49a
Fluazifop-butil + acifluorfen	2365a	1,9a	4,71a	1,86a	24a	89c	2,25c	73,62d	19,83a
Eliminación manual de malezas	2253a	2,4b	4,61a	1,94a	24a	99a	1,00a	0,50a	6,95a
Libre competencia con malezas	874b	2,9b	3,97b	1,74b	31b	92b	4,56d	22,37b	405,51b

** ($\alpha < 0,01$)a, b, c, d Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($\alpha < 0,05$) entre las medias de tratamientos, según la prueba de contrastes ortogonales.1/ Datos transformados por \sqrt{x} .

Otras investigaciones (Vallejos, 1982) realizadas en el país han mostrado un incremento en la producción al disminuir la distancia entre hileras de 53 a 35 cm. Sin embargo debe tenerse en cuenta, que lo contrario podría ocurrir cuando se cultiva la soya durante la época lluviosa, pues el exceso de humedad podría acelerar el desarrollo de las plantas e inducir el volcamiento, tal y como se ha confirmado experimentalmente (Mata y Quirós, 1984).

Combate de malezas

Las malezas predominantes en el lote experimental fueron (*Ixophorus unisetus* (zacate Honduras), *Rottboellia exaltata* (zacate indio), *Physalis angulata* (farolillo chino) y *Portulaca oleracea* (verdolaga), con una incidencia de 88,9; 5,10; 3,40 y 1,38 % respectivamente.

En términos generales, el combate químico de malezas fue satisfactorio, lo cual se demuestra al comparar la producción de semilla de las parcelas que recibieron algún tratamiento químico con la producción de las parcelas que estuvieron en libre competencia con malezas y con la de aquellas que recibieron un combate manual permanente de malezas (Cuadro 1). Las mezclas preemergentes mantuvieron las parcelas prácticamente libres de malezas hasta la cosecha.

Las mezclas postemergentes mostraron una eficacia relativamente menor en el combate de malezas que las mezclas preemergentes, según se observa en el análisis del grado de infestación de malezas a los 60 días de la siembra y además, mostraron un efecto fitotóxico que causó una quema parcial y temporal del follaje y una reducción en la

altura de las plantas de soya (Cuadro 1). Sin embargo, este efecto detrimental no se manifestó en una disminución de la producción de semilla (Cuadro 1).

El presente estudio confirma los resultados de otros trabajos previos sobre la eficacia de los productos postemergentes y preemergentes evaluados (Agüero *et al.*, 1986; Agüero, 1983; Alvarez, 1984).

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento agronómico de la soya (*Glycine max* (L.) Merr cv. 'SIATSA-194') en dos sistemas de labranza: mínima y convencional; dos distancias entre surcos: 35 y 53 cm, ambas con una población de 393.700 plantas/ha; y siete tratamientos de combate químico de malezas: tres mezclas de herbicidas preemergentes (metribuzina 0,35 kg de ia/ha en mezcla con pendimetalina 0,75 kg/ha, con alaclor 1,00 kg de ia/ha y con metolachlor 1,00 kg de ia/ha); dos mezclas preemergentes (fluazifop-butil 0,25 kg de ia/ha en mezcla con acifluorfen 0,25 kg de ia/ha y con bentazon 0,75 de kg ia/ha); un tratamiento de deshierba manual y otro en libre competencia con malezas durante todo el ciclo del cultivo.

El experimento tuvo lugar bajo condiciones de riego controlado durante la época seca, en un suelo franco-limoso que fue cultivado con arroz durante la época lluviosa en Orotina, Alajuela.

Se usó un arreglo de parcelas divididas en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los métodos de labranza representaron la parcela principal y el arreglo factorial de las distancias entre surcos y los métodos de combate de malezas, las subparcelas.

Los dos métodos de labranza: mínima y convencional, tuvieron un efecto similar en la densidad aparente del suelo 0,903 y 0,900 g/cm³, respectivamente. No se encontró ningún efecto de la labranza ni de la interacción de este factor con la distancia entre surcos y los métodos de combate de malezas sobre la incidencia de malezas o el comportamiento agronómico de la soya.

Las hileras estrechas no afectaron la altura de la planta, el volcamiento, la producción de semilla o la incidencia de malezas a los dos meses de la siembra, pero sí redujeron el peso fresco de las malezas al momento de la cosecha.

Las mezclas de herbicidas postemergentes tuvieron un efecto ligeramente menor que las mezclas preemergentes en el combate de malezas, y

causaron un efecto fitotóxico temporal que redujo el tamaño de la planta pero que no influyó en la producción de semilla.

LITERATURA CITADA

- AGUERO, A.; SOTO, A.; AGUERO, R. 1986. Control químico y físico de malezas en soya bajo tres métodos de labranza. Boletín Técnico EEFBM 19:1-9.
- AGUERO, R. 1983. Evaluación de algunas mezclas de herbicidas preemergentes en soya (*Glycine max* (L. Merrill) en Liberia, Guanacaste. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 50 p.
- ALVAREZ, E. 1984. Evaluación de pendimetalina y metribuzina para el combate de malezas en soya en Liberia, Guanacaste. Agronomía y Ciencia 2:144.
- BURNSIDE, C.; MOOMAW, S. 1977. Control de weeds on narrow row soybeans. Agronomy Journal 69: 793-796.
- CRABTREE, J.; RUPP, N. 1980. Double and monocropped wheat and soybean under different tillage and row spacing. Agronomy Journal 72:455-448.
- MADRIGAL, H.; MO HSU, F. 1984. Recomendaciones prácticas para cultivar soya en Costa Rica. San José, Costa Rica. CARE. Boletín Divulgativo no.3.
- MATA, E. 1984. Recomendaciones prácticas para cultivar soya en Costa Rica. In Curso de Producción de Soya. (1., 1984, San José). San José, CARE y Comisión Técnica de Soya. p. 170-196.
- MATA, E.; QUIROS, L.R. 1984. Evaluación del proyecto de producción de soya 1983-1984. San José, CARE. 51 p.
- MATEUCCI, S.; COIMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, Organización de Estados Americanos. 168 p.
- MOLINA, R. 1977. Relación entre la mecanización agrícola y algunas propiedades físicas de los suelos de Itiquis y de la Cuenca Baja del Río Tempisque. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 73 p.
- RUSSELL, R. 1977. Plant root systems; their function and interaction with the soil. London, Mc, Graw-Hill. 198 p.
- SANFORD, O.; MYHRE, L.; MERWINE, C. 1983. Double-cropping systems involving no tillage and conventional tillage. Agronomy Journal 65:978-982.
- SHIRO, M.; MEDINA, C. 1981. A soja no Brasil, Seção de Divulgação do Instituto de Tecnologia de Alimentos. 162 p.

- SIEMMENS, C.; OSCHWALD, W.R. 1976. Tillage practices for soybean production. *In* World Soybean Research. Ed. by L.D. Hill. Danville, Illinois, The interstate Printers and Publishers. p. 63-73.
- SOTO, A. 1984. Control químico de malezas en soya. *In* Curso de Producción de Soya (1., 1984, San José). San José, CARE y Comisión Técnica de Soya. p. 89-110.
- VALLEJOS, E. 1982. Influencia del cultivar y la distancia entre hileras en el período crítico de competencia de malezas en soya (*Glycine max*) (L.) Merrill. Tesis Ing. Agr. Centro Universitario. Regional de Guanacaste, Universidad de Costa Rica. 58 p.
- WAX, M. 1973. Weed control. *In* Soybeans; improvement, production and uses. Ed. by B.E. Caldwell. Wisconsin, American Society of Agronomy. p. 417-457.