

EFICACIA DE HERBICIDAS EN LA ELIMINACIÓN DEL RASTROJO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) PARA LA SIEMBRA POSTERIOR DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN¹

Franklin Herrera²

RESUMEN

Eficacia de herbicidas en la eliminación del rastrojo del arroz para la siembra posterior de frijol en labranza de conservación. En Pavón de Los Chiles, Alajuela-Costa Rica, de diciembre de 1998 a febrero de 1999, se evaluó la eficacia de los herbicidas glifosato, sulfosato, glufosinato de amonio y paraquat para eliminar el rastrojo de arroz y acondicionar el campo para la siembra de frijol en mínima labranza. Se encontró que el rastrojo de arroz fue eliminado con los herbicidas glifosato, sulfosato y paraquat, quedando el campo en condiciones adecuadas para la siembra del frijol a los 10 días después de aplicar el paraquat y a los 15 después de aplicar el glifosato o el sulfosato. El glufosinato de amonio permitió el rebrote de algunas plantas de arroz. La dosis de 0,75 kg/ha de glifosato o de sulfosato resultaron las más eficientes desde el punto de vista de control, costos y con menor impacto ambiental. La presencia de paja tirada por la cosechadora sobre los rastrojos de arroz no afectó la eficacia de los herbicidas.

Palabras clave: herbicidas, control químico, malezas, cero-labranza, *Oryza sativa*, *Phaseolus vulgaris*, Costa Rica.

ABSTRACT

Efficacy of herbicides to eliminate the rice stubble for posterior bean sowing with minimal tillage. An assay was conducted in Pavon of Los Chiles, Alajuela, Costa Rica, from December of 1998 to February of 1999, to evaluate the efficacy of the herbicides glifosate, sulfosate, amonium glufosinate and paraquat to eliminate the rice stubble and condition the field for the sowing of beans with minimal tillage. The results show that the rice stubble was eliminated with glifosate, sulfosate and paraquat, leaving the field in adequate conditions for sowing beans 10 days later in the case of paraquat and 15 days later for glifosate and of sulfosate. The amonium glufosinate allowed the sprouting of some rice plants. The glifosate and sulfosate, at the rate of 0.75 kg/ha, were the most efficient herbicides from the standpoint of costs, control and environmental impact. The presence of straw, thrown on the stubbles by the harvester, did not affect the efficacy of the herbicides.

Keywords: herbicides, chemical control, weeds, zero tillage, *Oryza sativa*, *Phaseolus vulgaris*, Costa Rica.



INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción que incluyen la labranza de conservación son cada día más aceptados dada su mayor protección de los suelos, menores costos energéticos y su contribución a la sostenibili-

dad de estos sistemas de producción (Blevins y Frye 1993; Monsanto 1994; Thurston 1994; Herrera y Meléndez 1997; Herrera 1999).

La siembra de arroz con labranza convencional y la siembra posterior de frijol sobre el rastrojo del

¹ Parte del proyecto de investigación VI-736-98-311, Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

² Programa de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit, Apdo. 183-4050, Alajuela, Costa Rica.

arroz es una rotación que empiezan a usar algunos productores de granos básicos de la Zona Norte de Costa Rica, preocupados por conservar mejor los suelos y reducir los costos de producción. En esta zona tropical donde la estación lluviosa dura entre seis y ocho meses, la siembra del arroz se hace al inicio de la estación lluviosa y se cosecha aproximadamente cuatro meses después. La siembra del frijol se hace al final de la estación lluviosa, de manera que haya buena disponibilidad de agua durante la etapa de crecimiento, pero cuidando que la cosecha coincida con la estación seca. De esta manera el rastrotejo del arroz continúa recibiendo agua de lluvia por lo que las plantas cosechadas rebrotan y se mantienen verdes, lo que obliga al uso de herbicidas para facilitar la siembra de frijol y disminuir el posible efecto por competencia. El herbicida más utilizado es el glifosato, sin embargo la dosis a usar varía mucho entre productores (algunos usan dosis excesivamente altas). Otro aspecto de interés es que las cosechadoras de arroz dejan franjas de espesor variable de paja de arroz sobre las plantas cosechadas, lo que puede afectar la eficacia de los herbicidas empleados. Debido a ello es de interés determinar la dosis óptima de glifosato para un adecuado control del rastrotejo del arroz y otras malezas, así como evaluar la eficacia de otros herbicidas disponibles en el mercado que podrían ser utilizados en este sistema de producción.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de herbicidas para eliminar el rastrotejo del arroz y otras malezas, y favorecer la siembra posterior de frijol en sistemas de mínima labranza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó en la localidad de Pavón, cantón de los Chiles, provincia de Alajuela, en un lote con rastrotejo de arroz de 35 cm de altura, con 20 días de cosechado.

El rastrotejo de arroz presentó tres condiciones:

Rastrotejo "A": uniforme con 40 % de tejido verde, al cual se le retiró toda la paja que estaba en la parte superior.

Rastrotejo "B": ubicado sobre la línea de paso de la cosechadora, el cual presentó mucho brote nuevo, sin paja en la parte superior y con un 60% de tejido verde.

Rastrotejo "C": en la misma condición del rastrotejo "A", pero se le dejó la paja que tiró la cosechadora sobre la parte superior, en este caso cerca de un 20 % del tejido verde sobrepasaba la capa de paja superior.

Se marcaron parcelas de 6 m de largo por 3 m de ancho, en cada una de las cuales estaban representadas las tres condiciones del rastrotejo antes descritas. Los tratamientos evaluados fueron glifosato en dosis de 0,75; 1,25; 1,75 kg/ha; sulfosato (glifosato trimesium) a 0,75 y 1,25 kg/ha; glufosinato de amonio 0,45 y 0,75 kg/ha y paraquat 0,4 kg/ha. Se incluyó además un testigo sin control de rastrotejos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

La aplicación de los herbicidas se hizo el 8 de diciembre de 1998, con un equipo de aspersión accionado por gas carbónico a una presión de 2,5 kg/cm²; equipado con cuatro boquillas 8002 para un volumen de aplicación de 187 l/ha. Se incluyó un tratamiento adicional de glifosato a 0,75 kg/ha asperjado a 4,2 kg/cm², conservando el volumen de aplicación en 187 l/ha.

Durante la aplicación hubo alta humedad en el suelo, brisa leve, cielo seminublado, temperatura de 28 °C. Sin embargo, una hora después de la aplicación hubo una lluvia leve e intermitente durante 30 minutos. Posteriormente las condiciones fueron de cielo despejado y alta temperatura. Sin embargo en los días posteriores hubo abundantes lluvias.

La vegetación presente en el lote al momento de la aplicación estuvo compuesta en un 95% por arroz variedad Setesa-9; el restante 5 % los ocuparon las siguientes especies: *Richardia scabra*, *Spermacoce spp.*, *Digitaria spp.* y *Marsipyanthes chamaedryx* que alcanzaron el estrato superior y una altura de 5 a 10 cm sobre el arroz. En el estrato inferior se encontraron *Commelina diffusa*, *Physalis angulata*, *Sola-*

num nigrum, *Phyllanthus niruri*, *Chamaecybe hirta*, pimientilla y azulillo (dos especies no identificadas). Estas especies fueron más comunes y abundantes en la condición de rastrojo "B", antes descrita. En el área con paja sobre el rastrojo la cantidad de malezas en el estrato inferior fue mínimo.

Diez días después de la aplicación de los herbicidas se sembró frijol variedad Brunca; sin embargo, debido a las excesivas lluvias, el suelo se mantuvo saturado durante mucho tiempo lo que impidió la germinación del frijol. En todo caso el objetivo del experimento fue medir los efectos de los herbicidas sobre el rastrojo del arroz.

La variable de respuesta utilizada fue el porcentaje de control del rastrojo a los 10 y 30 días después de la aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación hecha a los 10 días después de aplicados los herbicidas (dda), momento en que normalmente se hace la siembra del frijol, se en-

contró que los herbicidas de contacto (paraquat y glufosinato de amonio) ejercieron el mayor control del rastrojo, dejando condiciones óptimas para la siembra del frijol. Los herbicidas sistémicos, como era esperable, mostraron menor control, dado que aún permanecía cierta cantidad de tejido verde. En este caso se observó que al aumentar la dosis del glifosato, se mejoró el control (Cuadro 1). Debe recordarse que el glifosato es un herbicida sistémico que interfiere con la síntesis de aminoácidos y proteínas, de manera que los síntomas de toxicidad se manifiestan con mayor intensidad después de 10 a 15 días de su aplicación (Pitty 1995; WSSA 1994).

En la evaluación 10 dda se encontró que la paja de arroz dejada por la cosechadora sobre el rastrojo disminuyó, ligeramente, la eficacia de los herbicidas (Cuadro 1). Sin embargo, a los 30 dda, fase crítica de la competencia del frijol con las malezas, los herbicidas sistémicos glifosato y sulfosato, así como el herbicida de contacto paraquat, controlaron prácticamente, el 100% del rastrojo de arroz y las otras malezas presentes. En el caso del glufosinato de amonio, el porcentaje de control fue más bajo debido al rebrote de algunas plantas de arroz y

Cuadro 1. Porcentaje de control del rastrojo del arroz (*Oryza sativa* L.) y malezas a los 10 y 30 días después de la aplicación de los herbicidas en tres condiciones del rastrojo. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica, 1999.

Herbicidas	Dosis (kg/ha)	10 días después de la aplicación			30 días después de la aplicación		
		Rastrojo A ¹	Rastrojo B ²	Rastrojo C ³	Rastrojo A	Rastrojo B	Rastrojo C
glifosato	0,75	73 e	75 d	70e	97 ab	97 bc	97 ab
glifosato	1,25	83 de	82 cd	70 e	99 ab	99 ab	99 ab
glifosato	1,75	90 abcd	87 bcd	83 cd	99 ab	99 ab	99 ab
sulfosato	0,75	87 cde	82 cd	78 de	100a	100 ab	100 ab
sulfosato	1,25	89 bcde	89 abc	88 bc	100a	100 a	100a
glufosinato	0,45	97 abc	96 ab	94 abc	88 b	85 d	85 e
glufosinato	0,75	100 a	97 a	99a	96 ab	93 e	95 b
paraquat	0,4	97a	98 ab	96 ab	100a	100 a	100a

¹ Rastrojo erecto sin capa de paja en la parte superior

² Rastrojo aplastado por las llantas y la cosechadora, con más brotes nuevos

³ Rastrojo erecto con una capa de paja sobre la parte superior dejada por la cosechadora.

⁴ Promedios con igual letra en una misma columna, presentan diferencias no significativas entre sí según prueba de la diferencia mínima significativa al 5%.

malezas. A ese momento no se encontraron diferencias en efectividad entre los herbicidas debidas a la condición del rastrojo. En el campo normalmente las cosechadoras dejan las tres condiciones de rastrojo de arroz en proporciones similares. Contrario a lo que se esperaba, la presencia de paja, formando una capa sobre el rastrojo de arroz, no disminuyó la eficacia de los herbicidas en el control del rastrojo y malezas, lo cual es muy positivo dado que se pueden hacer aplicaciones homogéneas sin importar la condición del rastrojo. Un aumento en la presión de aplicación no mejoró el control de las malezas; tanto a 2,5 como a 4,2 kg/cm², el control de las malezas del estrato inferior fue similar. Es probable que las lluvias ligeras ocurridas después de la aplicación movilizaran parte del herbicida a las partes bajas de los rastrojos de arroz y malezas, favoreciendo así el control.

El excelente control del rastrojo de arroz y otras malezas logrado con las dosis menores de los herbicidas, es un aspecto favorable dentro de la sostenibilidad del sistema, ya que los costos son menores y se estaría colocando menor cantidad de herbicida en el ambiente. Por otro lado, el glifosato es un herbicida de muy baja toxicidad con un DL₅₀ oral en ratas masculinas de 5400 mg/kg (WSSA 1994). Además, en los últimos años se ha experimentado una disminución importante en el precio, lo cual le confiere ventajas con respecto a los otros herbicidas

evaluados. El sulfosato resultó similar al glifosato en eficacia, pero con un costo superior.

El glufosinato de amonio es otra alternativa interesante con una DL₅₀ menor que glifosato pero mayor que paraquat, sin embargo resultó de menor eficacia y mayor costo que los otros tratamientos (Cuadro 2). El paraquat fue eficaz y rápido para eliminar los rastrojos de] arroz, pero al ser un herbicida de contacto, las malezas perennes pueden rebrotar. Otro inconveniente que se le ha señalado al paraquat es su alta toxicidad, con una DL₅₀ de 150 mg/kg (WSSA 1994), lo que obliga a un uso más cuidadoso. En aspersiones aéreas, situación que se puede presentar en estos sistemas, no se recomienda su uso.

Conclusiones:

El rastrojo de arroz fue eliminado con los herbicidas glifosato, sulfosato y paraquat, quedando el terreno en condiciones adecuadas para la siembra posterior de frijol en mínima labranza. El glufosinato de amonio permitió el rebrote de algunas plantas de arroz. La dosis de 0,75 kg de glifosato y de sulfosato resultaron las más eficientes desde el punto de vista de control, costos y menor impacto ambiental. La presencia de paja tirada por la cosechadora sobre los rastrojos de arroz no afectó la eficacia de los herbicidas.

Cuadro 2. Comparación de costos por tratamiento para el combate de rastrojo de arroz (*Oryza sativa* L.) y otras malezas. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica, 1999.

Herbicidas	Dosis (kg/ha)	Costo ¹ (¢/ha)	DL ₅₀ oral en ratas (mg/kg)
glifosato	0,75	3.360	5.400
glifosato	1,25	5.560	5.400
glifosato	1,75	7.838	5.400
sulfosato	0,75	6.762	1.760
sulfosato	1,25	11.172	1.760
glufosinato de amonio	0,45	12.516	1.620
glufosinato de amonio	0,75	20.860	1.620
paraquat	0,4	3.530	150

¹ No incluye costos de aplicación.

LITERATURA CITADA

- BLEVINS, L.R.; FRYE, W.W. 1993. Conservation tillage: an ecological approach to soil management. *Advances in Agronomy* 51:33-78.
- HERRERA, M. E; MELÉNDEZ, G. 1997. El estudio de la vegetación en áreas dedicadas al frijol tapado. *Agronomía Mesoamericana (C.R.)* 8 (2): 1 -11.
- HERRERA, M. F. 1999. Influencia de rastrojos procedentes de malezas, en la eficacia de herbicidas preemergentes, las malezas y *Rhizobium* en frijol en labranza de conservación. *Agronomía Mesoamericana (C.R.)* 10 (2).
- MONSANTO, 1994. Conservar el suelo: mínimo laboreo y siembra directa en cultivos herbáceos. Madrid, España, Cirsa. 31 p.
- PITTY, A. 1995. Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas. Honduras, Zamorano Academic Press. 63 p.
- THURSTON, M. 1994. Historia de los sistemas de siembra con cobertura muerta o sistemas de tumba y pudre en América Latina. *In: Thurston et al. (eds). Los sistemas de siembra con cobertura.* Turrialba, San José, Costa Rica, CATIE/CIFAD. p. 1-4.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (WSSA). 1994. *Herbicide handbook.* Ahrens, W (editor). 7th Edition. Illinois, USA, Champaign. 352 p.
-