

**COBERTURA Y RESPUESTA BIOLÓGICA
DEL GLIFOSATO ANTE LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS PASTILLAS DE
PULVERIZACIÓN.**

LEONARDO VENTURELLI¹, OMAR TESOURO², GERARDO MASIÁ³, ADRIANA FUICA.³

¹ Ing. Agr. Técnico área investigación y desarrollo del Instituto de Ingeniería Rural INTA. Casilla de correo 25 (1712) Castelar, Bs. As. Argentina. Tel 54-11-4665-0495/0450 E-mail: lventurelli@cniia.inta.gov.ar.

² Ing. Agr. Jefe de área investigación y desarrollo del Instituto de Ingeniería Rural INTA.

³ Técnico área investigación y desarrollo del Instituto de Ingeniería Rural INTA.

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho al 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PS**

RESUMEN: Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la influencia del porcentaje de cobertura, obtenido mediante la utilización de distintas pastillas, sobre la eficiencia en el control de una maleza por el glifosato. Se emplearon tres modelos de pastillas: abanico plano a 3 bar, antideriva convencional a 3 bar y antideriva asistida por aire a 5 bar. Se utilizó un volumen de aplicación equivalente a 45 L ha⁻¹ y cuatro dosis de glifosato (SL 48%): 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 litros de producto formulado por hectárea, con tres repeticiones por tratamiento. Se cuantificó la cobertura sobre hojas y papel hidrosensible y la mortandad de plantas (*Bromus unioloides* HBK). Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza con un diseño factorial. La efectividad de las pastillas pulverizadoras evaluadas varió en función de la dosis de glifosato utilizada. Empleando la boquilla asistida por aire, que posee el espectro de distribución con mayor tamaño de gota, se obtuvo la máxima mortalidad de plantas con la menor concentración del plaguicida. Sin embargo, con las dosis elevadas, las respuestas fueron similares en todos los casos. Puede establecerse una estrecha relación entre dosis, cobertura y tamaño de gota. Solamente a bajas dosis aumenta la mortandad de plantas cuando se incrementa el tamaño de las gotas.

PALABRAS CLAVES: GLIFOSATO, TAMAÑO DE GOTA, COBERTURA.

**COVERAGE AND BIOLOGICAL RESPONSE OF THE GLYPHOSATE IN THE PRESENCE
OF DIFFERENT SPRAY NOZZLES.**

ABSTRACT: The aim of this work was to study the influence of coverage percentage, obtained by using different spray nozzles, in glyphosate efficiency on weed control. Three nozzles models were used: flat fan to 3 bar, low drift conventional to 3 bar and low drift air induction to 5 bar. It was applied a carried volume equivalent to 45 L ha⁻¹ and four glyphosate doses (SL 48%): 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 liters of product formulated by hectare, with three replications by treatment. It was measured the coverage on leaves and water sensitive papers and also dead plants (*Bromus unioloides* HBK). The results were analyzed statistically by means of analysis of variance with a factorial design. The effectiveness of the evaluated spray nozzles varied according to the used dose of glyphosate. The larger number of dead plants was obtained with the smaller plaguicide concentration using the air induction nozzles that has a distribution spectrum with greater size of drop. Nevertheless, with the higher doses, the results were similar in all the cases. It can be established a close relation between dose, coverage and droplet size. The plants mortality only increases when low dose and bigger droplets size are used.

KEYWORDS: GLYPHOSATE, DROPLET SIZE, COVERAGE.

INTRODUCCIÓN: El glifosato es el herbicida de mayor difusión en el país. En los últimos años la utilización de este herbicida se incrementó notablemente debido especialmente a la gran difusión de los sistemas de producción bajo siembra directa, a la utilización de cultivos transgénicos (resistentes a su principio activo) y al bajo precio del producto. Durante el año 2004, se aplicaron en nuestro país 140 millones de litros de glifosato (CASAFE). En este sentido, es muy importante destacar que pequeños aportes sobre la mejora en la técnica de aplicación de este producto tendrán una gran repercusión sobre el sistema productivo y el ambiente. Numerosos estudios demuestran que la fitotoxicidad del glifosato es afectada por el tamaño de gota. Sin embargo, la bibliografía disponible resulta en este sentido, ambigua y contradictoria. Diversos autores, encontraron una mayor respuesta cuando las pulverizaciones se realizaron con tamaños de gotas pequeños (Prasad y Cadogan, 1992; Tu *et al.*, 1986). Pero por otro lado, se encontraron mejores resultados cuando las aplicaciones fueron realizadas con gotas de mayor tamaño (Liu *et al.*, 1996; Ambach y Ashford, 1982). También existen algunos antecedentes que demuestran que el tamaño de la gota no afecta la eficacia del glifosato (Kudsk, 1988; Gebhardt *et al.*, 1986). El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del porcentaje de cobertura, y el tamaño de gota, obtenido mediante la utilización de distintas pastillas de pulverización, sobre la eficiencia en el control de una maleza, *Bromus unioloides*, por el glifosato.

MATERIALES Y MÉTODOS: El ensayo se realizó sobre un cultivo de cebadilla criolla (*Bromus unioloides* var. Martín Fierro) sembrado en macetas de 9 litros de capacidad. Luego de la emergencia fue realizado un raleo hasta alcanzar una población de 20 plántulas por maceta. Las pulverizaciones fueron llevadas a cabo en el túnel de viento del Instituto de Ingeniería Rural (CNIA INTA) compuesto por un carro de pulverización con velocidad y presión regulables. Se utilizaron tres modelos de pastillas de pulverización: abanico plano rango extendido (marca Lechler modelo LU 120-01) a 3 bar, antideriva convencional (marca Lechler modelo AD 120-015) a 3 bar y antideriva con inyección de aire (marca Lechler modelo ID 120-01) a 5 bar. Las aplicaciones fueron realizadas con cuatro concentraciones de glifosato (sal isopropilamina del N-fosfonometil glicina) formulado como concentrado soluble al 48% correspondientes a 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 L ha⁻¹ y el volumen de campo utilizado fue de 45 L ha⁻¹. La altura de pulverización fue de 0.6 m en todos los casos. Con la combinación de los tres tipos de pastillas y las cuatro dosis de glifosato quedaron conformados doce tratamientos y cada uno fue repetido tres veces. La pulverización de las plantas se realizó simultáneamente sobre tarjetas de papel hidrosensible y sobre hojas de cebadilla (en este caso el caldo de pulverización fue teñido a un tono azul). Se cuantificó la mortandad de plantas a los 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 35 y 40 días. Una vez secas, las hojas se colocaron en un microscopio estereoscópico Cole Parmer mod. 48920 utilizando el mínimo aumento (4X) y una fuente externa de luz constituida por dos fibras ópticas, alcanzando un campo visual de 16.7 x 12.5 mm. En cada hoja se sacaron tres fotografías a lo largo de su lámina. Las tarjetas hidrosensibles y las fotografías (a partir de contactos de 60 x 45 mm) se digitalizaron con un escáner Scanjet 3400 C HP con una resolución de 400 dpi. Para determinar el espectro de distribución del tamaño de gota y el porcentaje de cobertura generado por cada pastilla pulverizadora se empleó un programa específico para tal fin, desarrollado en el Instituto de Ingeniería Rural (CNIA INTA). Los resultados se procesaron estadísticamente mediante Análisis de Varianza. Cuando se detectaron diferencias significativas a causa de algún tratamiento, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significación del 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Se detectaron diferencias altamente significativas sobre la mortandad de plantas por efecto de la concentración utilizada ($p \leq 0.0001$), del modelo de pastillas ($p \leq 0.0001$) y del tiempo transcurrido desde la aplicación ($p \leq 0.0001$). La interacción entre la concentración y el modelo de pastilla empleado tuvo significancia estadística ($p \leq 0.0001$). En términos generales, la mortandad media de plantas respondió a las concentraciones de glifosato utilizadas. La de 0.5 L ha⁻¹, es decir la dosis más baja, se diferenció claramente del resto. En esta concentración, la

pastilla antideriva asistida provocó un incremento significativo de la mortalidad (9.1 plantas). La diferencia encontrada entre el abanico plano (3.2 plantas) y la AD convencional (3.0 plantas) no alcanzó significancia estadística. Utilizando la dosis equivalente a 1.0 L ha⁻¹ la pastilla de abanico plano logró la mortalidad media más alta que fue de 12.1 plantas. Entre las pastillas antideriva no fueron significativas las diferencias encontradas y los valores fueron de 10.6 plantas para la antideriva asistida y de 10.3 plantas para la antideriva convencional. En el caso de la concentración de 1.5 L ha⁻¹ las diferencias en la mortalidad media fueron más sutiles. El resultado de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey demostró la formación de dos grupos homogéneos. El primero de ellos estuvo formado por la pastilla AD conv. (11.3 plantas) y la pastilla abanico plano (11.6 plantas). Al segundo grupo lo integraron el abanico plano y la pastilla AD asist., que obtuvo una mortalidad media de 12.7 plantas. Por último, en la dosis más alta, la máxima efectividad fue hallada con la pastilla de abanico plano (13.4 plantas) y la AD asist. (13.2 plantas), en donde la diferencia presentada no alcanzó significancia estadística pero si respecto a la AD conv. que obtuvo una mortalidad media de 12.1 plantas (Figura 1).

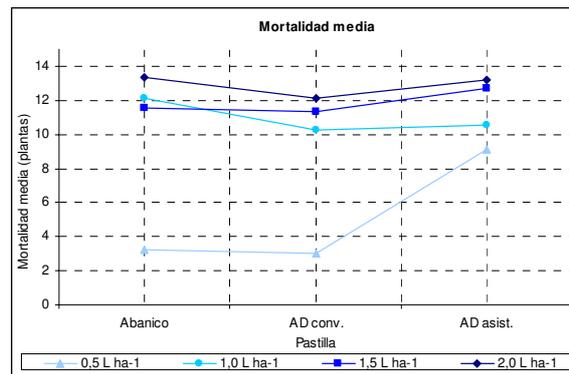


Figura N° 1: Efecto de las dosis y del modelo de pastilla sobre la mortalidad media de plantas en el período de tiempo considerado.

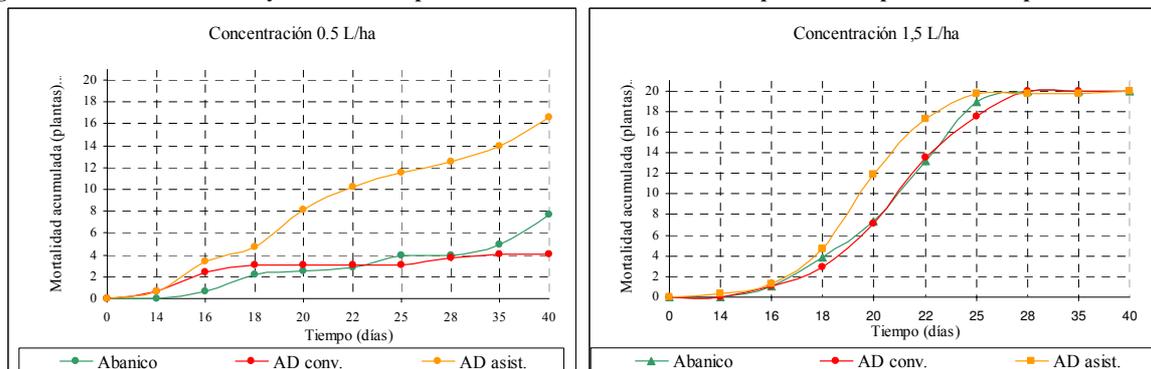


Figura N° 2 y 3: Mortalidad acumada en función del tiempo en cada una de las pastillas utilizadas. Concentración de 0.5 y 1.5 L ha⁻¹ respectivamente.

El 15% de la cantidad total de principio activo depositada por la pastilla de abanico plano, lo hizo utilizando como vehículo impactos inferiores a los 150 µm, entre 150 y 400 µm, se depositó un 66% y con impactos de un tamaño superior a los 400 µm el 19%. Con la pastilla AD convencional, un 2.5% fue depositado con impactos dentro del rango de menor tamaño, un 56% con el medio y un 41.5% con el rango de impactos de mayor tamaño. Por otro lado, la pastilla AD asistada presentó la mayor cantidad de principio activo depositada con impactos superiores a los 400 µm, la proporción fue de un 80.4%. Con el rango medio se depositó un 18% y el valor generado por la fracción de los impactos más pequeños fue despreciable. Realizando el cociente entre la cantidad de principio activo depositada y el área de cada clase diamétrica se obtuvo el gradiente de concentración en cada una de las dosis. Los impactos de mayor tamaño fueron los que generaron un gradiente de mayor magnitud. El efecto de la modificación del tamaño de los impactos sobre la mortalidad, a partir de la utilización de distintos modelos de pastillas, fue dependiente de la concentración de glifosato. En la concentración más baja, las diferencias obtenidas en los valores de mortalidad entre los distintos modelos de pastillas, podrían explicarse a través de la formación de un gradiente de concentración sobre la superficie de la hoja, de distinta magnitud. Esto está fundamentado por lo expuesto por Liu (1996) en

donde describe que los aumentos en el gradiente de concentración son acompañados con incrementos en la cantidad de principio activo absorbido. Con la pastilla AD asistida la cantidad de plaguicida depositada fue de 152 ng, resultando menor que la AD convencional (318 ng) y que el abanico plano (496 ng). Pero debido a las diferencias en las características y en los patrones de distribución del tamaño de las gotas de cada pastilla, el área total cubierta y el aporte por cada clase diamétrica fue diferente. Entonces con la pastilla AD asistida se formó un mayor gradiente de concentración (211 ng mm^{-2}), luego continuó la AD convencional (167 ng mm^{-2}) y por último el abanico plano (135 ng mm^{-2}). Por lo tanto, a pesar de que la pastilla AD asistida tuvo una deposición menor del principio activo, pero como la misma fue lograda con un gradiente superior, entonces el tratamiento resultó más efectivo. Este resultado fue coincidente con lo hallado por Ambach (1992) donde demostraron que, cuando la concentración de la gota es disminuida nueve veces, pero el número de gotas se incrementa también nueve veces para mantener constante la cantidad de principio activo recibida por planta, el efecto fitotóxico disminuye. En las concentraciones de 1.0, 1.5 y 2.0 L ha⁻¹, cabe aclarar que el cambio en la respuesta, expresado a través de la mortandad media, se debió a que la tasa del proceso fue de distinta magnitud ya que el resultado final de prácticamente todos los tratamientos logro el 100% de efectividad (Figura 2 y 3). Las diferencias presentadas entre las mortalidades medias producidas por cada pastilla de pulverización fueron disminuyendo a medida que aumentó la concentración de glifosato utilizada, lo cual podría indicar la presencia de una eficiencia diferente del depósito en función de un gradiente crítico.

La relación entre el depósito del glifosato y la cobertura lograda determinan la existencia de diferentes gradientes. El primero es función del volumen de caldo que alcanza el objetivo y de su concentración mientras que, el espectro de distribución del tamaño de las gotas, determina las características cualitativas del área mojada durante la pulverización. Si se aplican soluciones diluidas, con una elevada densidad de impactos pequeños, los gradientes generados pueden ser insuficientes para alcanzar un control efectivo. Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que es posible lograr gradientes apropiados con caldos de pulverización más concentrados o bien, pulverizando las soluciones diluidas con mayores tamaños de gotas. Puede establecerse entonces una estrecha relación entre dosis, cobertura y tamaño de gota.

CONCLUSIONES: La efectividad de las pastillas pulverizadoras evaluadas en el presente trabajo, varió en función de la dosis de glifosato utilizada. Así, al emplear la boquilla asistida por aire, que posee el espectro de distribución con mayor tamaño de gota, se obtuvo la máxima mortalidad de plantas con la menor concentración del plaguicida. Sin embargo, con las dosis elevadas, las respuestas fueron similares en todos los casos. Solamente a bajas dosis aumenta la mortandad de plantas cuando se incrementa el tamaño de las gotas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- AMBACH, R. M.; ASHFORD, R. 1982. **Effects of variations in drop makeup on the phytotoxicity of glyphosate.** Weed Sci. 30:221-224.
- GEBHARDT, M. R.; WEBBER, C. L. BOUSE, L. F. 1986. **Comparison of a rotary atomizer to a fan nozzle for herbicide application.** Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 28:382-385.
- KUDSK, P. 1988. **The influence of volume rates on the activity of glyphosate and difenzoquat assessed by a parallel-line assay technique.** Pestic. Sci. 24:21-29.
- LIU, S. H.; CAMPBELL, R. A.; STUDENS, J. A.; WAGNER, R. G. 1996. **Absorption and translocation of glyphosate in aspen (*Populus tremuloides* Michx.) as influenced by droplet size, droplet number, and herbicide concentration.** Weed Sci. 44:482-488.
- PRASAD, R.; CADOGAN, B. L. 1992. **Influence of droplet size and density on phytotoxicity of three herbicides.** Weed technology 6:415-423.
- TU, Y. G.; LIN, Z. M.; ZHANG, J. Y. 1986. **The effect of leaf shape on the deposition of spray droplets on rice.** Crop Prot. 5:3-7.
- CASAFE. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. <http://www.casafe.org>