



Instituto Nacional de Tecnología
Agropecuaria

Desempeño de glifosato luego de cinco días de disolución en el caldo de asperjado. Estudio de caso, enero 2015

Kahl M.¹; Behr E.¹ y Massaro R.²

¹ INTA – AER Crespo, Entre Ríos

² INTA – EEA Oliveros, Santa Fe

Palabras claves: glifosato, calidad de agua, aplicación, malezas.

Introducción

El sistema de producción argentino, basado en la siembra directa, es altamente dependiente de la eficiencia de utilización de los herbicidas para el control de malezas, fundamentalmente el uso de glifosato solo o en mezcla con otros herbicidas.

Los plaguicidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas) se pulverizan mezclados con agua como vehículo, formando el caldo de pulverización. Esta mezcla del agroquímico en agua en el tanque de la pulverizadora es una tarea que se realiza de manera rutinaria y que puede pasar por alto algunos inconvenientes que es necesario conocer y a los cuales no se les presta la debida atención, como por ejemplo la presencia de materia orgánica, limo, sales, el pH del agua y el orden de mezcla en el tanque (Bogliani *et al.*, 1999; Kogan y Alister, 2008).

El agua constituye un medio agresivo para los plaguicidas. Un producto en su envase original se conserva inalterado por 36 meses, mientras que una vez disuelto en agua su efectividad se ve comprometida en horas o días, según las circunstancias (Leiva, 2010 a).

El agua utilizada en las pulverizaciones agrícolas presenta sales en solución. Los cationes más frecuentes son calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}) y sodio (Na^{+}), los que pueden reducir la efectividad de glifosato y 2,4 D sal amina, al formarse compuestos de menor solubilidad (Holm *et al.* 2004, citado por Allieri y Papa, 2008). Durante los últimos años se introdujeron al mercado argentino formulaciones de glifosato constituidas por diferentes sales y con el agregado de diversos coadyuvantes, generando interacciones entre las formulaciones y las aguas de distinta calidad (Allieri y Papa, 2008).

Una vez preparada la mezcla es conveniente aplicarla en las próximas horas, para evitar la alteración del ingrediente activo por efectos de las reacciones químicas (Rodríguez, 2000). Estos efectos se pueden mitigar por la adición de coadyuvantes específicos que permitan modificar algunas de las condiciones del agua, acción que se debe hacer antes de la incorporación de los plaguicidas al agua de pulverización (Leiva, 2010 b).

El cálculo de la pérdida de glifosato activo en agua, según su contenido de cationes de Ca y Mg, se puede realizar en forma previa a la mezcla con la siguiente fórmula (Villaseca, 1988 citado por Arrospide, 2004):

$\frac{\text{Volumen pulverizado (l ha}^{-1}\text{)} \times \text{Dureza CO}_3\text{Ca (ppm)} \times 0,00047}{\text{Dosis de principio activo (kg ha}^{-1}\text{)}} = \% \text{ inactivación}$
--

Las máquinas pulverizadoras actualmente tienen una capacidad de trabajo que varía entre 30 y 40 hectáreas con tanque completo, en función del volumen utilizado. Entre la carga y la pulverización de todo el contenido del tanque pueden acontecer eventos (climáticos, mecánicos) que demoran la utilización de todo el caldo haciendo detener la pulverización, obligando a dejar el caldo preparado hasta reanudar nuevamente la tarea. A veces esto se resuelve en pocas horas y otras veces puede demorar días.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el control de las malezas en un cultivo de soja, utilizando un caldo a base de glifosato que debió permanecer en el tanque de la pulverizadora durante cinco días.

Materiales y Métodos

La experiencia se realizó el 13 de diciembre de 2014 en un campo de producción de soja, en el ejido Crespo (32°04'33" S - 60°14'45" O), de la provincia de Entre Ríos.

Las malezas presentes en el lote, de mayor a menor abundancia, fueron *Echinochloa colona* "gramilla mora o capín", *Sorghum halepense* "sorgo de alepo", *Amaranthus quitensis* "yuyo colorado" en estados avanzados de desarrollo, *Commelina erecta* "flor de Santa Lucia" y *Wedelia glauca* "yuyo sapo o sunchillo".

La máquina pulverizadora se cargó en su depósito con 1.200 litros de agua y se incorporó un producto coadyuvante alquil aril poliglicol éter 15,5 g e.a. (Maxi Drop), recomendado como antievaporante y antideriva, a una dosis de 20 cc en 100 litros de agua y glifosato Ultra Max (sal monoamónica de la N-fosfonometil glicina) formulado al 67,9 g e.a. como gránulos solubles (Round Up Ready) a una dosis de 2,0 kg p.f. ha⁻¹).

La aplicación del lote se realizó el 18 de diciembre, cinco días posteriores a la preparación de la mezcla en el tanque de la pulverizadora. Al momento de la aplicación se adicionaron 8 kg más de glifosato Ultra Max, para reforzar la dosis por posible inactivación del glifosato, pasando de una dosis inicial de 2,0 kg p.f. ha⁻¹ a 2,300 kg p.f. ha⁻¹ de glifosato (13% de incremento).

El tratamiento se realizó con pastillas cono hueco (D5-DC13), con un volumen de aplicación de 30 l ha⁻¹, a una presión de trabajo de 3,5 a 4 bares y una velocidad de trabajo de 18 km h⁻¹.

Las condiciones meteorológicas imperantes durante la aplicación (entre las 9:00 y 11:00 horas) fueron las registradas en la Estación Meteorológica de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos ubicada en el ejido de Crespo (Tabla 1).

Tabla 1. Condiciones meteorológicas durante la pulverización.

Variables meteorológicas	Valores
Temperatura (°C)	30 - 32
Humedad relativa (%)	40 - 65
Velocidad del viento (km h ⁻¹)	4,8 - 5,8
ΔT (según Tabla Psicrométrica) ¹	5,4 - 10,4

(1) Diferencial termómetro seco -termómetro húmedo según humedad relativa de la Tabla Psicrométrica.

Según el índice de la Tabla Psicrométrica, se trabajó en condiciones meteorológicas buenas a críticas (Matthews, 1988).

El resultado del tratamiento se observó a los 5, 15 y 25 días después de la aplicación (DDA) para evaluar la eficacia de control de las malezas.

Se extrajo una muestra del agua utilizada y se envió al laboratorio de la Cámara Arbitral de Cereales de Entre Ríos (CACER) para determinar su calidad química.

Resultados y Discusiones

1. Calidad del agua de aplicación

En la Tabla 2 se describen los resultados de la calidad del agua utilizada.

Existen distintos criterios para clasificar las aguas según su dureza, de acuerdo al contenido de CaCO_3 . Según Andersen (2012) se consideraría un agua moderadamente dura (160 - 600 ppm), mientras que la clasificación de la Asociación Americana de Ingenieros (citado por Rodríguez, 2000) indica que aguas mayores a 180 ppm, son aguas muy duras. Mientras que para la Escala de Merk (Vivot *et al.*, 2010) el valor resultante se clasificaría como agua Semidura (150 - 329 ppm).

Para este uso del agua con glifosato lo que importa es el contenido de cationes Ca expresado como CaCO_3 ; valor que será utilizado en la fórmula precedente y de esa manera calcular el % de pérdida de principio activo. Según Allieri y Papa (2008) el efecto no solo es del tipo de agua, sino también depende de la maleza y del tipo de sal del formulado (sales monoamónica, isopropilamina, potásica, dimetilamina), en este caso se trabajó con la sal monoamónica.

La conductividad eléctrica del agua, expresa la cantidad de sales totales disueltas. Se considera un agua buena para caldo de pulverización si tiene menos de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Rodríguez, 2005; Arrospide, 2004). La conductividad del agua usada en este tratamiento era muy buena (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la calidad del agua.

Calidad de agua	Valores
pH	7,4
Dureza (CaCO_3) (ppm)	267
Bicarbonatos (ppm)	487,4
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1,62

2. Inactivación del glifosato

La inactivación del glifosato se produjo según el volumen de agua utilizado (30 l ha^{-1}) y el contenido de cationes de la misma. Para este caso, la inactivación calculada del glifosato fue de 2,77%. Esto significa que si se hubiera pulverizado con el caldo después de cinco días de su preparación, la dosis de glifosato aplicada habría sido de $1,52 \text{ kg p.a. ha}^{-1}$ y $1,94 \text{ kg de p.f.ha}^{-1}$. El cálculo realizado fue el siguiente:

% inactivación: $30 \text{ l ha}^{-1} \times 267 \text{ ppm} \times (0,00047/1,36 \text{ kg p.a. ha}^{-1}) = 2,77\%$

1. Eficacia del control de malezas

El control de “gramilla mora” (Figuras 1 y 3), “sorgo de alepo” (Figuras 2 y 4) y “yuyo colorado” fue del 100%, mientras que para “flor de Santa Lucía” y “yuyo sapo” el control fue menor, dado por la dificultad de su control con el uso de glifosato solo.



Figura 1. Testigo (izquierda) y aparición de los síntomas herbicidas en *Echinocloa colona* (derecha) a los 5 DDA. © Mirta Kahl. INTA AER Crespo. Diciembre 2014.



Figura 2. Síntomas visuales del herbicida sobre *Sorghum halepense* a los 5 DDA. © Mirta Kahl. INTA AER Crespo. Diciembre 2014.



Figura 3. Control del 100% de *Echinocloa colona* a los 15 DDA. © Mirta Kahl. INTA AER Crespo. Diciembre 2014.



Figura 4. Testigo (izquierda) y 100% de control sobre *Sorghum halepense* (derecha) a los 25 DDA. © Mirta Kahl. INTA AER Crespo. Diciembre 2014.

Conclusiones

La calidad del agua no habría afectado en forma significativa la actividad del glifosato en el caldo de pulverización después de permanecer en el tanque durante cinco días, ya que la eficacia de control fue satisfactoria para todas las especies de malezas presentes.

La pérdida calculada del producto fue mínima y no justificaría una corrección química del agua, con secuestrante de cationes ni un aumento de la dosis de glifosato.

Recomendaciones

Se debería conocer la calidad del agua en las fuentes de provisión donde se realizan las cargas de los pulverizadores con mayor frecuencia.

Hacer la corrección de la calidad química del agua con coadyuvantes específicos. Los coadyuvantes que actúan como secuestrantes de cationes requieren de un tiempo después de ser agregados al tanque de la máquina para generar las reacciones químicas de corrección.

En el caso estudiado se efectuó un aumento innecesario de la dosis de glifosato, lo que significó un gasto mayor en producto y por ende un mayor costo de producción.

Bibliografía

- ALLIERI L.A. y J.C. PAPA 2008. Efecto de la dureza del agua sobre la eficacia de distintas formulaciones de glifosato. INTA - EEA Oliveros. Revista Para Mejorar la Producción 39, Soja. p. 90-91.
- ANDERSEN B. 2012. Water quality effects herbicides effectiveness. Saskatchewan Agriculture. <http://www.prairiewaternews.ca/water/vol7no2/story8.html> [Verificación: marzo 2015].
- ARROSPIDE G. 2004. Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes. p. 1-6. www.calister.com.uy/criterios [Verificación: enero 2015].
- BOGLIANI M., MASIA G. y A. ONORATO 1999. Pulverizaciones Agrícolas Terrestres. La exactitud mejora el rendimiento y asegura la protección del medio ambiente. INTA - Instituto de Ingeniería Rural Castelar. Buenos Aires. p. 1-2.
- KOGAN M. y C. ALISTER 2008. Factores que pueden afectar la efectividad del herbicida glifosato. INIA Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay. Serie de actividades de difusión 554:12-25.
- LEIVA D. 2010 a. Consideraciones generales sobre calidad de agua para pulverización agrícola. INTA Pergamino, Buenos Aires. p. 1-6. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/133-Calidad_Aguas_para_pulverizacion.pdf [Verificación: enero 2015].
- LEIVA D. 2010 b. Concepto de calidad aplicación en pulverización agrícola. INTA Pergamino, Buenos Aires. <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/aplicacion-deplaguicidas-t3238/078-p0.htm> [Verificación: marzo 2015].
- MATTHEWS G. A. 1988. Métodos para la aplicación de pesticidas. Compañía Editorial Continental S.A. Cap. 4: 77-88. <http://www.cadena3.com/contenido/2010/12/22/68016.asp> [Verificación: enero 2015].
- RODRIGUEZ N. 2000. Calidad de agua y agroquímicos. INTA EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Boletín de Divulgación Técnica N° 68. 10 p.
- RODRIGUEZ N. 2005. Estrategias de intervención de tecnología en la aplicación de herbicidas. Química del agua. INTA EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/06/ESTRATEGIAS-DE-INTERVENCION-DE-TECNOLOGIA-EN-LA-APLICACION-DE-HERBICIDAS.pdf> [Verificación: febrero 2015].
- VIVOT E., RUGNA M.C., GIECO A, SÁNCHEZ C., ORMAECHEA M.V. y C. SEQUIN 2010. Calidad del agua subterránea para usos agropecuarios en el departamento Villaguay, Entre Ríos. Facultad de Ciencias Agrarias, UNER. Oro Verde, Entre Ríos. Vol. 2 p.14.