

USO DE ADYUVANTES EN APLICACIONES DE GLIFOSATO EN CONTROL DE MALVA

■ ANA MARÍA PRADO B.
ING. AGRÓNOMO
GERENTE TÉCNICO ASP CHILE

■ M. VERÓNICA DÍAZ M.
MG.SC. ING. AGRÓNOMO
FAC. CS. AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

INTRODUCCIÓN

Por todos es conocido que existen condiciones que limitan la efectividad de los herbicidas, y que algunas de estas limitaciones pueden ser manejadas con el correcto uso de adyuvantes. Para lograr los beneficios esperados, lo primero, es identificar cuáles son estas limitaciones y en base a ellas, elegir el adyuvante más apropiado. Para hacer una adecuada elección, es necesario identificar y diferenciar las distintas alternativas que existen en el mercado.

En una edición anterior (Aconex N° 79) fueron revisadas en detalle las propiedades de los distintos adyuvantes (Figura 1): los surfactantes, que reducen la tensión superficial de la gota y, con esto, permiten aumentar el cubrimiento; los adherentes, que mejoran la retención y la residualidad

de los plaguicidas en condiciones de lluvia (Aconex N° 88); los acidificantes, que al regular el pH disminuyen pérdidas por degradación alcalina o disociación; y los penetrantes, que tienen por objetivo aumentar la absorción de los productos sistémicos.

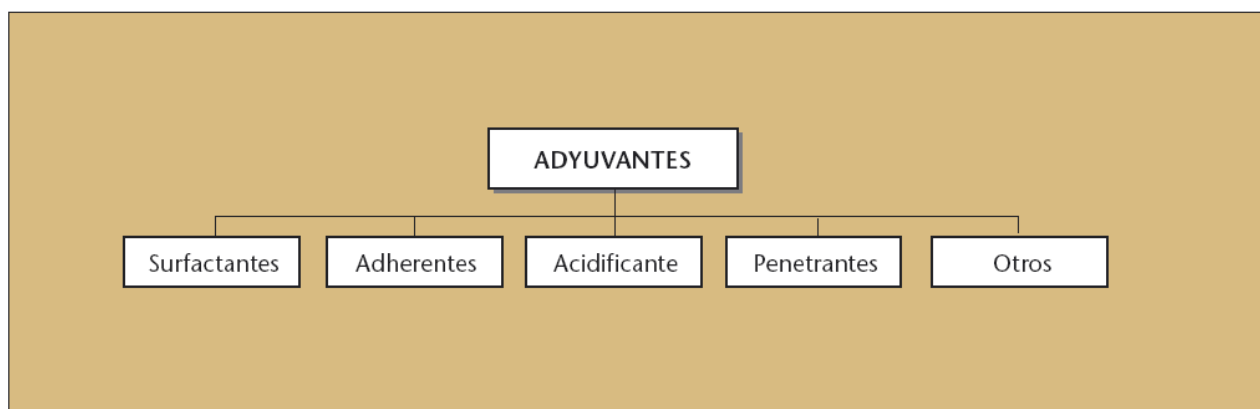
Los adyuvantes, al ser usados con herbicidas aplicados al follaje, pueden actuar en uno o más niveles: dentro de la formulación (ej., emulsificantes), en la mezcla del tanque de aplicación (ej. acidificantes), en la superficie de la hoja (surfactantes) y en la cutícula misma (penetrantes). Incluso, Holloway et al., (1994) sostiene que algunos adyuvantes son capaces de actuar dentro de la planta.

Los herbicidas, al igual que el resto de los plaguicidas, normalmente incluyen surfactantes en su formulación. Sin em-

bargo, su función está relacionada con la formulación misma, por ejemplo, evitar la separación de componentes (dar estabilidad), permitir una rápida dispersión en agua y evitar "grumos" (dispersabilidad), o permitir que ingredientes activos (i.a.) se "mezclen" con el agua (emulsificar). No se debe esperar que estos adyuvantes de formulación funcionen como adyuvantes de aplicación, ya que son de naturaleza distinta, y además, su concentración no les permite "trabajar" con los diferentes volúmenes de agua con que se aplican los herbicidas.

La absorción de herbicidas ácido débiles (por ejemplo: glifosato, 2,4-D, paraquat, etc.) es mayor a pH bajos (Holloway et al, 1994), ya que en esa condición las moléculas de herbicidas se encuentran no disociadas. En cambio, a pH alto (sobre 7-8) las moléculas disociadas tienden a

■ FIGURA 1. CLASIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE LOS ADYUVANTES.



asociarse con los cationes presentes en la mezcla de aplicación, dificultándose su absorción. Es por esto, que un acidificante puede mejorar la eficiencia de la mayoría de los herbicidas, siendo los mejores acidificantes aquellos que tienen un efecto tampón o buffer. Con esto, nos aseguramos de que el pH no vulva a subir y que tampoco llegue a valores muy bajos que podrían traer otros problemas de eficiencia.

Por otra parte, los surfactantes, al disminuir la tensión superficial de la gota y permitir que ésta entre en mayor contacto con la cutícula, facilitan el proceso de entrada del i.a. a la planta. Con disminuciones de tensión superficial desde 72 dinas-cm-1 a 30-40 dinas-cm-1, se logra el efecto deseado para aplicaciones de productos sistémicos. Estos valores, se logran con surfactantes comunes en base a alcoholes etoxilados.

La eficiencia de un herbicida aplicado al follaje, depende finalmente de la cantidad de ingrediente activo que alcanza el sitio de acción (Holloway et al., 1994), que puede ser una enzima, un organelo u otra estructura celular. Sin embargo, el paso del i.a. a través de la cutícula es, normalmente, la gran limitante del proceso. La cutícula, que cubre las hojas y los frutos, separa los tejidos de la planta del ambiente exterior y tiene por función actuar como una barrera de protección contra hongos, reducir la pérdida de agua por evapotranspiración y contribuir al control del intercambio gaseoso. Está formada por (1) una matriz cuticular o cutina, (2) ceras intracuticulares y (3) ceras epicuticulares, que se ubican dentro y sobre esta matriz, respectivamente. (Audran et al., 1997). Estas ceras son las que fundamentalmente determinan la permeabilidad característica de las cutículas de cada especie. (Casado y Heredia, 1999).

La penetración cuticular es un proceso físico que se lleva a cabo por simple difusión (Baur et al., 1999). Los factores que influyen en la tasa de difusión de un determinado i.a. son diversos. Podemos citar los relacionados con la planta (grosor, composición y disposición de la cutícula), con los agroquímicos (tamaño de partícula, polaridad y concentración), con la mezcla a aplicar (adyuvantes, pH de la solución, dureza del agua) y con los factores ambientales. Estos últimos, especialmente temperatura ambiental y humedad relativa, pueden ser muy relevantes y suelen no ser considerados. Con

bajas temperaturas la difusión de agroquímicos a través de la cutícula será más lenta, lo que puede determinar efectos erráticos en aplicaciones invernales. Baur et al., (1994), sostienen que la movilidad a través de la cutícula a temperaturas de 5 – 10 °C se vuelve tan lenta que la absorción de plaguicidas es insignificante. En el caso de la humedad relativa, cuando ésta es más baja, la penetración a través de la cutícula se hace más lenta.

TIPOS DE PENETRANTES

Baur et al., (1999) sostienen que las tasas de absorción pueden ser modificadas por medio del uso correcto de adyuvantes. Estos autores distinguen dos tipos de penetrantes: (1) los solventes o penetrantes pasivos - aquellos en base a aceites, que permiten aumentar la penetración al disolver la cutícula cerosa- y (2) los penetrantes activos, aquellos que forman micelas que penetran en la cutícula aumentando la movilidad de los ingredientes activos. El uso de los primeros, los aceites, están básicamente limitados a aplicaciones de herbicidas no selectivos, ya que junto con eliminar o afectar esta "barrera" que representa la cutícula, también se elimina su función protectora, lo cual sería muy perjudicial para mantener la selectividad en los cultivos. En el caso de las malezas, el daño provocado por el aceite puede afectar la translocación de herbicidas sistémicos. Por esto, es aconsejable, especialmente en el caso de herbicidas hidrosolubles, preferir penetrantes inocuos para no "dañar" a la maleza, con el objeto de lograr una óptima translocación del herbicida hasta los puntos de crecimiento y así lograr un mayor efecto sistémico.

Dentro del segundo grupo está el penetrante LI 700, que tiene como uno de sus ingredientes activos a un derivado de la lecitina de soya. Este adyuvante, debido a que no daña la cutícula está recomendado para ser usado no sólo con herbicidas, sino también con otros plaguicidas y nutrientes sobre el cultivo. Además, contiene un surfactante y un acidificante-buffer, lo que le permite actuar en varias etapas de la aplicación de un herbicida.

Para evaluar el efecto del adyuvante LI 700 en el control de malezas con un herbicida sistémico, se buscó controlar malva con distintas dosis de glifosato solo y en mezcla con este penetrante.

CONTROL DE MALVA NICAENSIS

Experiencias de campo han demostrado que el control de malva (*Malva nicaensis*) es muy difícil con aplicaciones de herbicidas post emergentes, al igual que ocurre con otras especies de la misma familia (por ejemplo, *Modiola caroliniana*), debido a características propias de la maleza. A esto se suma el hecho de que las aplicaciones se realizan a fines de mayo, cuando los árboles frutales y específicamente las viñas han sido cosechadas. Esto implica realizar aplicaciones con temperaturas ambientales bajas, lo que interfiere con la absorción y translocación del herbicida.

Malva nicaensis, perteneciente a la familia Malvaceae, es una especie anual, aunque ocasionalmente se puede comportar como bienal. Posee un crecimiento erecto de aproximadamente 50 cm a 1 m., con un tallo central erecto y ramas laterales. Las hojas son orbiculares y sus flores son pequeñas, blancas y en racimos de 3 a 4 ubicadas en las axilas de las hojas. Para obtener el control deseado, se requiere detener el crecimiento de las yemas de los tallos, así como el rebrote que se produce desde la zona basal de la planta. Sólo una vez logrado lo anterior, podremos considerar que la malva ha sido controlada.

Con la finalidad de buscar alternativas para mejorar su control y evaluar el efecto del adyuvante LI 700, se realizaron ensayos en huertos comerciales (desde mayo de 2003) con los tratamientos señalados en el Cuadro 1.

El mojamiento utilizado fue de 150 litros-ha-1, aplicado con equipo manual y boquillas de abanico plano 8002. El diseño estadístico utilizado fue completamente al azar, con 5 repeticiones. El estado de aplicación elegido fue malva de 25 cm de altura (Foto 1). Se evaluó materia

CUADRO 1. DOSIS DE GLIFOSATO Y LI 700.

GLIFOSATO (L-HA-1)	LI 700 (CC-HL-1)
0	0
1,5	0
2,5	0
3,5	0
2,5	150
2,5	250
2,5	500



■ FOTO 1. ESTADO DE LA MALEZA, AL MOMENTO DE APLICACIÓN.

seca (45 días post-aplicación) y rebrote. Para evaluar este último parámetro, a los 45 días post-aplicación se sacaron trozos de malezas con yemas y, tras un período bajo condiciones ideales de crecimiento en laboratorio, se determinó su capacidad de brotación, simulando la brotación de la maleza en campo a los 70-80 días post-aplicación.

EFFECTO DE LA DOSIS DE GLIFOSATO

En las Figuras 1 y 2, se presentan los resultados obtenidos en materia seca (45 días luego de la aplicación de glifosato aplicado solo) y rebrote.

Como se puede ver, ninguna de las dosis

evaluadas de glifosato aplicado solo, fue capaz de controlar *Malva nicaensis*. Esto concuerda con lo que se ha visto en campo, ya que esta maleza se ha transformado en un problema real en la mayoría de los huertos y viñas, en que se controlan las malezas exclusivamente con aplicación de herbicidas sistémicos post emergentes. Esto puede deberse a que el glifosato no ingresa efectivamente a través de la cutícula de esta especie, lo cual se ve agravado por las bajas temperaturas al momento de la aplicación.

En la Figura 3, se observan los resultados de la aplicación de los mismos tratamientos, esta vez, con LI-700. Se puede ver que la adición del penetrante incrementa la efectividad de los tratamientos con glifosato.

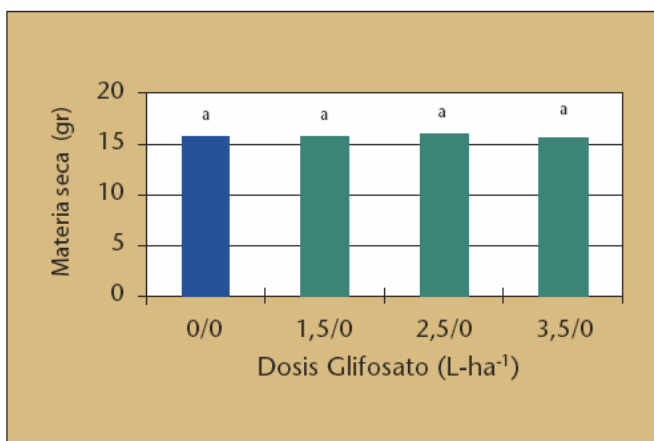
Sin embargo, sólo se recomienda la mezcla con la dosis de 2,5 L-ha⁻¹ de glifosato, dado que al utilizar dosis mayores el efecto del penetrante no incrementa la efectividad del tratamiento, posiblemente, debido a que una mayor dosis de glifosato dentro de la planta, puede provocar un estrés en la maleza y con esto afectar su translocación.

Como observamos en la Figura 3, existen diferencias estadísticas significativas, en relación a la disminución de la materia seca de Malva, al adicionar LI-700 a la mezcla. Sin embargo, es conveniente descartar que este efecto sea sólo visual. Para esto, se evaluó la capacidad de rebrote de la maleza 70-80 días luego de la aplicación de los diferentes tratamientos. Los resultados se muestran en la Figura 4.

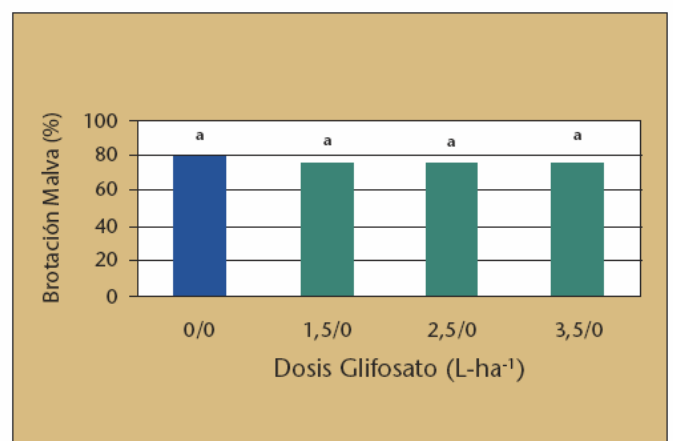
La figura anterior muestra claramente que la adición del penetrante disminuye el porcentaje de rebrote de la malva. Desde el punto de vista de la dosis, se puede concluir que aquella que realmente produce un efectivo control, es la dosis de 500 cc-hL⁻¹, dado que se considera un control adecuado cuando el rebrote es inferior al 20%. Con la adición de 250 cc-hL⁻¹ de LI-700 se obtuvo un rebrote de 25%, lo que aún siendo muy bueno, no sería recomendable.

Estas aplicaciones fueron realizadas sobre malezas en estado de desarrollo ideal, lo que normalmente no ocurre en todas las plantas presentes en un huerto. Es por ello que también se aconseja incrementar la dosis de penetrante a 500 cc-hL⁻¹, de modo de aumentar la efectividad en aquellas malezas que han superado el estado óptimo de control.

■ FIGURA 1. MATERIA SECA DE MALVA, 45 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.



■ FIGURA 2. REBROTE DE MALVA, 70-80 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.



RELACIÓN COSTO BENEFICIO

Al evaluar la incorporación de cualquier producto a un programa de control, es importante analizar los beneficios que aporta en relación a sus costos. Haremos este estudio comparando los resultados obtenidos con aplicaciones de 3,5 L-ha⁻¹ de glifosato y 2,5 L-ha⁻¹ de glifosato + 500 cc-hL⁻¹ de LI 700 (750 cc-ha⁻¹ de LI 700). Como vemos en el Cuadro 2, con un aumento de US\$2 /ha en el costo de la aplicación, logramos un aumento en el control, de 75% de rebrote a 0%, que en la práctica significó pasar de un control nulo - ya que los resultados con 3,5 L-ha⁻¹ de glifosato fueron iguales al testigo absoluto - a un control casi total: 15% de materia seca a los 45 días en relación al testigo y al tratamiento de 3,5 L-ha⁻¹ de glifosato y 0% de rebrote.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Audran, J., Brunet, L. y Comménil, P. The development of the grape berry cuticle in relation to susceptibility to bunch rot disease. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 48, N° 313, pp 1599-1607, August 1997.

Baur, P., Buchholz, A. y Schönherr, J. Modelling Foliar Penetration: Its Role in Optimising Pesticide Delivery. In: *Pesticide Chemistry and Bioscience*. p.134-151. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 1999.

Casado, C y Heredia, A. Structure and dynamics of reconstituted cuticular waxes of grape berry cuticle (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Experimental Botany*, Vol. 50, N° 331, pp 175-182, February 1999.

Del Solar, C.E., Prado, A.M., y Soto, P. Adyuvantes, sus propiedades y efectos en las aplicaciones de agroquímicos (Parte I). *Aconex*, N° 79, pag 18-22; 2003.

Holloway, P.J, Rees, R.T. y Stock, D. Interactions Between Adjuvants, Agrochemicals and Target Organisms. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1994.

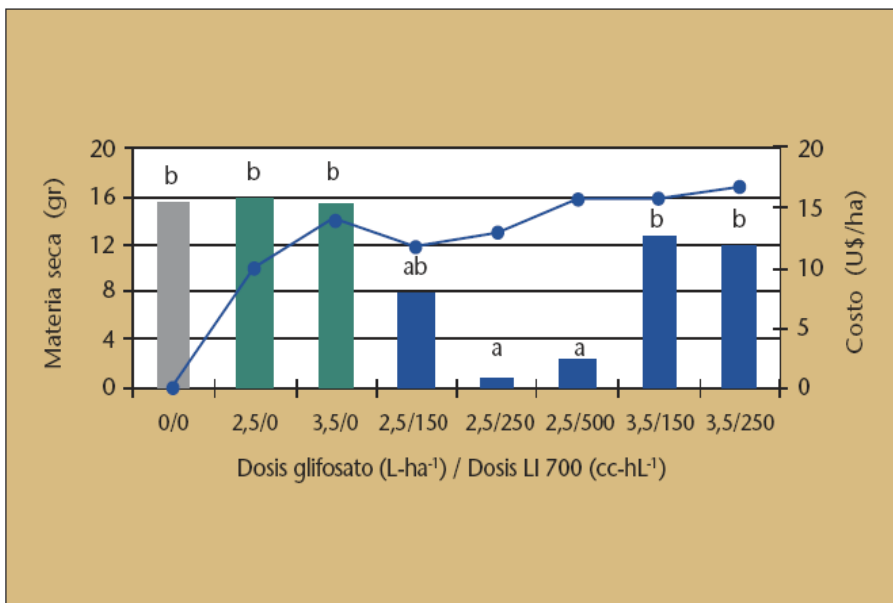
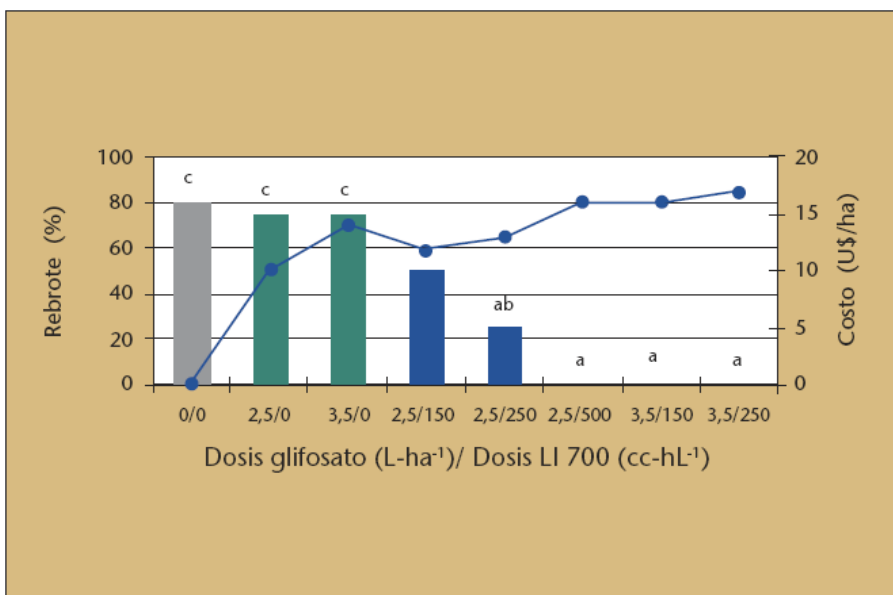


FIGURA 3. MATERIA SECA DE MALVA 45 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN, DE GLIFOSATO MAS LI-700

FIGURA 4. REBROTE DE MALVA 75 DÍAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.



CUADRO 2. COMPARACIÓN DE COSTOS Y RESULTADOS.

TRATAMIENTO	COSTO (US\$/HA)	MATERIA SECA*	REBROTE (%)
GLIFOSATO (3,5 L-HA-1)	14	99	75
GLIFOSATO (2,5 L-HA-1) + LI 700 (500 CC-HL-1)	16	15	0

(*) MATERIA SECA COMO PORCENTAJE DEL TESTIGO ABSOLUTO