

TOLERANCIA Y RESISTENCIA A HERBICIDAS

Ing. Agr. Juan Carlos M. Papa (1), Ing. Agr. Juan Carlos Felizia (2) e Ing. Agr. Alberto J. Esteban (3).
2004. Centro Regional Santa Fe

(1) Prot. Vegetal EEA Oliveros del INTA; (2) AER Roldan del INTA,

(3) Pasante Convenio INTA FCA Rosario, Santa Fe.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Pasturas: combate de plagas y malezas](#)

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas el gran auge del cultivo de soja, con sus variados e importantes problemas de malezas, trajo aparejado el desarrollo de una serie de productos químicos con características herbicidas cuya eficacia, actividad biológica y selectividad fue mejorando con el transcurso del tiempo constituyéndose en una herramienta fundamental para manejar el cultivo económicamente. El mal uso (abuso) de estos productos trajo aparejado algunos problemas como el de las malezas resistentes a herbicidas que en nuestro país tiene como principal representante al yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) resistente a los herbicidas del grupo de los inhibidores de la ALS (imidazolinonas, sulfonilureas y triazolpirimidinas). La concientización por parte de los productores y de los técnicos de la existencia de este problema contribuyó a morigerarlo y evitó que llegáramos a extremos, como los registrados en otros países, que cuentan con varias especies de malezas resistentes a herbicidas con un mismo modo de acción.

La introducción en los sistemas agrícolas extensivos de los cultivares de soja tolerantes a glifosato, contribuyó a atenuar este efecto, no obstante el abuso de esta tecnología también podría traer problemas, lo que restaría utilidad a una herramienta que es, indiscutiblemente, de sumo valor.

Pero la mejor manera de reconocer un problema es comprender cuál es su origen: La naturaleza, a través de la presión de selección ejercida por los distintos factores que constituyen el ambiente, escoge a los genotipos más aptos, los cuales son capaces de multiplicarse y transmitir sus características a la descendencia. Cuando el hombre, a través de las prácticas agrícolas, produce algún tipo de disturbio, crea nuevas condiciones que servirán de base para la selección de los genotipos más aptos para prosperar en el nuevo ambiente.

Cuando aplicamos un herbicida lo que hacemos, en realidad, es crear artificialmente condiciones ambientales negativas extremas para la vegetación en general, cuando usamos herbicidas de acción total o bien sólo para las malezas cuando empleamos herbicidas selectivos. Dentro de una comunidad o dentro de la población de una especie existe, en general, una gran diversidad lo que implica que algunos genotipos, eventualmente, puedan sobrevivir frente a la agresión. Si este ambiente persiste y/o se reitera en el tiempo, lo que lograremos será una reducción significativa en la frecuencia de los genotipos susceptibles y un incremento de los tolerantes y/o de los resistentes. Es el momento, entonces de diferenciar estos dos conceptos:

Resistencia: es la capacidad que adquiere la población de una especie de soportar una dosis de herbicida que con anterioridad le afectaba intensamente. Se admite que la resistencia se genera como consecuencia de la eliminación de los biotipos susceptibles de la maleza por acción del herbicida lo que determina el aumento en la frecuencia de los biotipos resistentes preexistentes en la población aunque con muy baja frecuencia.

Tolerancia: es la capacidad que tienen los individuos de una especie de soportar la dosis de uso de un herbicida debido a características que le son propias. Las poblaciones tolerantes a un herbicida nunca antes fueron susceptibles.

En otras palabras, la resistencia se manifiesta cuando por el uso continuo de un mismo herbicida o bien de herbicidas distintos pero que tienen un mismo modo de acción, se selecciona a el/los biotipos resistentes dentro de la población de una especie. La tolerancia se presenta cuando por el uso continuo de un mismo herbicida, a una dosis dada, se selecciona una o más especies naturalmente tolerantes a ese herbicida y a esa dosis, dentro de la comunidad.

RESISTENCIA

A nivel mundial, se han registrado numerosos casos de malezas resistentes a herbicidas de distintos grupos químicos. Según datos del año 1996 esta cifra era de 144 especies (Cristoffoleti, Universidad de San Pablo, Brasil).



En Argentina, el principal exponente dentro del problema de las malezas resistentes es el yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) resistente a herbicidas del grupo de los inhibidores de la ALS. El cuadro 1 resume un trabajo en el cual se determinó la dosis de herbicida necesaria para inhibir el crecimiento del 50% de las plantas (GR 50) de distintos biotipos de yuyo colorado. El cuadro 2 podemos apreciar el % de mortalidad de distintos biotipos de yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) 30 días de la aplicación de los herbicidas postemergentes.

Cuadro 1 (Cristoffoleti et al (USP))

	Susceptible	Resistente Baldissera	Resistente Tucumán	Resistente Tucumán	Resistencia Media	Relación Resist./Susceptible
Clorimurón etil	9,4	230	102	95	142	15
Imazetapir	17,6	509	75	55	213	12

Cuadro 2. (Ing. Luisa Nisensohn y Lic. Daniel Tuesca, Cat. De Malezas, Facultad de Ccias. Agrarias de Rosario. U.N.R.)

Tratamientos	Biotipos / % de Mortalidad			
	Zavalla	Baldissera	Las Rosas	M. Juárez
Imazetapir 100 g.i.a./ha	100 a	1,25 b	9,5 b	5 b
Imazetapir 200 g.i.a./ha	100 a	4,5 b	10 b	11 b
Clorimurón etil 12,5 g.i.a./ha	100 a	9,25 b	100 a	100 a
Clorimurón etil 25 g.i.a./ha	100 a	12,7 b	100 a	100 a
Benazolin 300 g.i.a./ha	75 a	75,2 a	69,2 a	68 a

Letras distintas dentro de un mismo tratamiento, indican diferencias Significativas según el Test de Duncan (p menor o igual a 0,05)

Durante un seminario académico realizado en Chicago en octubre del pasado año, investigadores de la empresa Monsanto informaron sobre el descubrimiento y el estado de conocimiento de un biotipo de *Eleusine indica* resistente a glifosato. Este problema se manifestó en 1997 en Malasia, en una plantación de palma oleaginosa donde se habían hecho, al menos ocho aplicaciones anuales de glifosato durante los últimos 10 años. Las plantas de *Eleusine indica* resistentes a glifosato presentan una sustitución simple del aminoácido prolina por serina a nivel de la enzima EPSPs (enzima donde actúa el glifosato) lo que impide su unión con este herbicida. También existen un biotipos de *Lolium rigidum* resistentes a glifosato detectados en Australia y en California pero aún, su mecanismo de resistencia, no es bien conocido. (J. D. Doll, The Wisconsin Crop Manager 1999)

TOLERANCIA

La tolerancia a los herbicidas no es un problema nuevo ya que se evidenció en los comienzos del control químico con herbicidas selectivos con el abuso del 2,4 D en cultivos de cereales y está estrechamente relacionado (entre otros factores) con el espectro de acción de un herbicida en particular, a una dosis dada, con la frecuencia de empleo de ese herbicida y su residualidad. Así cuando utilizamos un herbicida, normalmente vemos que algunas especies son bien controladas y otras no tanto o nada; estas últimas podrán prosperar con ventaja frente a

la/las especies más susceptibles y eventualmente, si se continúa empleando el mismo principio activo con elevada frecuencia, podrían llegar a dominar en la comunidad. En los últimos años, se han comenzado a ver algunas especies de malezas con una baja susceptibilidad al glifosato (al menos a las dosis más frecuentes de uso) y que tenderían a predominar en los predios donde se han efectuado tratamientos muy frecuentes con este herbicida; estas especies se constituirían, por lo tanto en sospechosas de ser tolerantes al glifosato y merecerían un estudio más profundo con el objetivo de determinar el grado de tolerancia y las posibles vías alternativas para su control. Dentro de este grupo de especies podemos citar a las siguientes (ver cuadro 3).

Cuadro 3. (Rainiero Héctor y Nora Rodríguez, INTA Manfredi)

Especie	Nombre común	Familia botánica	Biología
<i>Parietaria debilis</i>	Parietaria, Ocucha	Urticácea	Anual Invierno-Primavera
<i>Petunia axillaris</i>	Petunia, Coroyuyo	Solanácea	Perenne Primavera-Verano
<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	Verbenácea	Perenne Primavera-Verano
<i>Verbena bonariensis</i>	Verbena	Verbenácea	Perenne Primavera-Verano
<i>Hybanthus parviflorus</i>	Violetilla	Violácea	Perenne Invierno-Primavera
<i>Iresine diffusa</i>		Amaranthacea	Perenne Primavera-Verano
<i>Commelina erecta</i>	Flor de Sta. Lucía	Commelinácea	Perenne Primavera-Verano
<i>Ipomoea spp.</i>	Bejucos	Convolvulácea	Perenne, algunas anuales Primavera-Verano

ALGUNOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE PARIETARIA DEBILIS Y COMMELINA ERECTA

Con el objetivo de determinar el grado de tolerancia a glifosato u otros herbicidas y obtener un primer conocimiento sobre las posibles alternativas de control, se realizó un ensayo sobre *Parietaria debilis* y otro sobre *Commelina erecta*. La primera especie puede ser problemática para el cultivo de soja durante el barbecho químico, en presiembra o durante la implantación del cultivo; la segunda puede afectar al cultivo de soja en presiembra o durante su ciclo.

ENSAYO SOBRE PARIETARIA DEBILIS

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la localidad de San Jerónimo Sur, provincia de Santa Fe, en un lote con más de diez años de agricultura continua y seis años de siembra directa. Sobre un suelo caracterizado como argiudol vértico perteneciente a la serie Peirano. Los tratamientos realizados pueden apreciarse en el cuadro 4.

Cuadro 4 - Tratamientos correspondientes al ensayo de control de *Parietaria debilis*

Número de Tratamiento	Herbicida Concentración	Dosis (litros o gramos de producto formulado/ha)
1	Glifosato 48 % *	2
2	Glifosato 48% *	4
3	Glifosato 48% *	6
4	Glifosato 48% *	8
5	2,4 D 100 %	0,3
6	2,4 D 100 %	0,5
7	Dicamba 57,71%	0,1
8	Dicamba 57,71%	0,2
9	Fluroxipir 20 % (Starane)	0,5
10	Fluroxipir 20 % (Starane)	1,0
11	Paraquat 27,6 % **	2,0
12	Metsulfurón Metil 60 % **	6
13	Metsulfurón Metil 60 % **	10
14	Testigo sin tratar	-----
*Se empleó una formulación estándar de glifosato líquido soluble a una concentración del 48%		
** Se agregó tensioactivo no iónico a razón de 200 ml/100 l de caldo.		

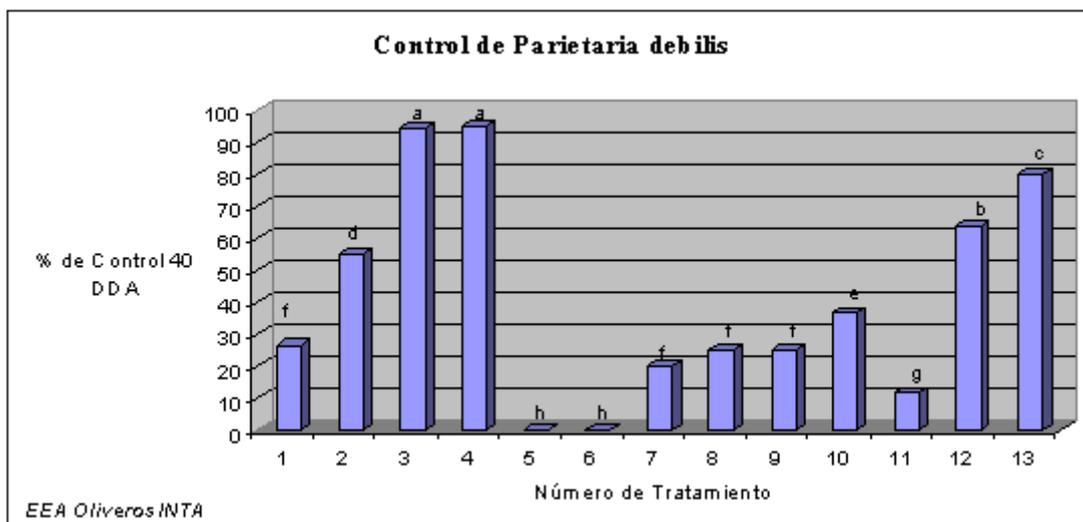
La aplicación se realizó el día 6 de septiembre de 1999 para lo cual se empleó un equipo de mochila con presión constante por fuente de CO₂, dotado de pastillas Teejet 8001, erogando un caudal de 120 l/ha a una presión de 35 p.s.i. El impacto de los tratamientos sobre la maleza se evaluó visualmente a distintos intervalos de tiempo. El diseño estadístico empleado fue de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones y el tamaño de la parcela fue de 2,10 m por 10,0 m. En el momento de la aplicación la *Parietaria* se encontraba en estado de floración con ramificaciones de 10-20 cm de longitud, formando un tapiz más o menos uniforme. Los resultados de control fueron sometidos al análisis de la variancia y las medias comparadas a través del test de Duncan. Además, los valores de control obtenido con los tratamientos correspondientes a glifosato fueron ajustados de acuerdo al análisis de Probit.

RESULTADOS

En el gráfico 2 podemos apreciar los resultados de control obtenidos con los distintos tratamientos realizados, donde las dos dosis más altas de glifosato tuvieron el mayor impacto, seguidos por los tratamientos correspondientes a metsulfurón metil. Las dos dosis más bajas de glifosato y los herbicidas hormonales, tuvieron una performance muy pobre, especialmente el 2,4 D. Lo mismo se observó para el paraquat, lo que puede ser atribuido a que éste es un producto de contacto y, por el tamaño de las plantas en el momento de la aplicación, las hojas de la parte superior bloquearon la llegada del producto a las hojas inferiores.

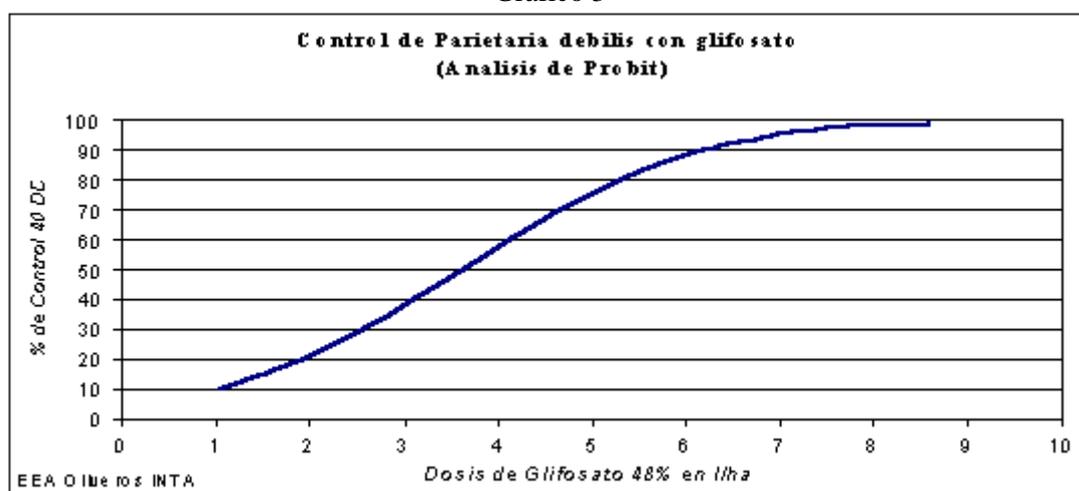
De acuerdo al análisis de Probit (ver gráfico 3) realizado utilizando los datos de control correspondientes a los tratamientos con glifosato, la *Parietaria debilis* necesitaría (en las condiciones en las que se realizó el ensayo) una dosis de 3,63 l/ha de glifosato para lograr un 50 % de control y una dosis de 6,19 l/ha para lograr un 90 % de control, por lo que podríamos considerar a esta maleza como poco susceptible a dosis de glifosato de entre 2 y 3 l/ha las que brindarían controles muy bajos de entre 20 y 35 % respectivamente.

Gráfico 2



Los valores acompañados de igual letra no difieren entre sí según el test de Duncan al 5%

Gráfico 3



ENSAYO SOBRE COMMELINA ERECTA

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la localidad de San Jerónimo Sur, provincia de Santa Fe, en un lote con más de diez años de agricultura continua y seis años de siembra directa. Sobre un suelo caracterizado como argiudol vértico perteneciente a la serie Peirano. Los tratamientos realizados pueden apreciarse en el cuadro 5.

Cuadro 5 - Tratamientos correspondientes al ensayo de control de *Commelina erecta*

Número de Tratamiento	Herbicida Concentración	Dosis (litros o gramos de producto formulado/ha)
1	Glifosato 48 %*	2
2	Glifosato 48%*	4
3	Glifosato 48%*	6
4	Glifosato 48%*	8
5	Imazamox 70% (Sweeper)**	100
6	2,4 D 100 %	0,800
7	Lactofen (Cobra)	0,700
8	Testigo sin tratar	-----

*Se empleó una formulación estándar de glifosato líquido soluble a una concentración del 48%
 ** Se agregó tensioactivo no iónico a razón de 200 ml/100 l de caldo.

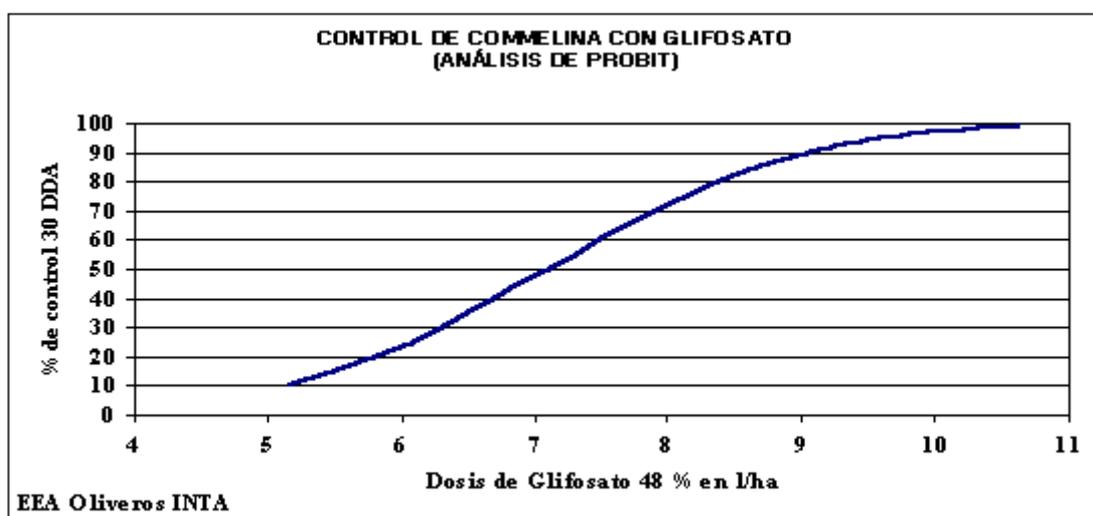
La aplicación se realizó el día 27 de enero de 2000 para lo cual se empleó un equipo de mochila con presión constante por fuente de CO₂, dotado de pastillas Teejet 8001, erogando un caudal de 120 l/ha a una presión de 35 p.s.i. El impacto de los tratamientos sobre la maleza se evaluó visualmente a distintos intervalos de tiempo. El diseño estadístico empleado fue de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. El tamaño de la parcela fue de 2,10 m por 10,0 m. En el momento de la aplicación la *Commelina* se encontraba en estado de floración-fructificación con ramificaciones de 30 cm de longitud en promedio. Los resultados de control fueron sometidos al análisis de la variancia y las medias comparadas a través del test de Duncan. Además, los valores de control obtenido con los tratamientos correspondientes a glifosato fueron ajustados de acuerdo al análisis de Probit.

RESULTADOS

Los mayores impactos correspondieron a el tratamiento con 2,4 D y con Glifosato a la dosis más alta. Las tres dosis más bajas de glifosato prácticamente no tuvieron ningún impacto y los restantes tratamientos tuvieron una performance muy pobre.

De acuerdo al análisis de Probit (ver gráfico 5) realizado utilizando los datos de control correspondientes a los tratamientos con glifosato, la *Commelina* necesitaría (**en las condiciones en las que se realizó el ensayo**) una dosis de 7,1 l/ha de glifosato para lograr un 50 % de control y una dosis de 9,04 l/ha para lograr un 90 % de control, por lo que podríamos considerar a esta maleza como relativamente tolerante a dosis de glifosato de entre 2 y 3 l/ha

Gráfico 5



CONCLUSIONES

Para las condiciones en las que se realizó el ensayo, podemos concluir que:

Parietaria debilis resultó ser relativamente poco susceptible a dosis estándar de glifosato de entre 2 y 3 l/ha y también mostró baja susceptibilidad a herbicidas hormonales como 2,4 D, dicamba o fluroxipir. Dosis de glifosato de 6 l/ha o mayores brindaron controles satisfactorios. También se mostró relativamente sensible al metsulfurón metil.

Commelina erecta resultó ser tolerante a dosis de glifosato de 4 l/ha o menores pero fue moderadamente afectada por la dosis de 8 l/ha. También resultó sensible al 2,4 D a una dosis de 0,8 l/ha.

Los herbicidas, en general son una herramienta muy valiosa y costosa de obtener por lo tanto, su utilidad debe ser preservada a través de un buen uso de los mismos:

Rotar cultivos, rotar herbicidas con distintos modos de acción, combinar en la medida de lo posible métodos químicos con otros métodos de control como los métodos mecánicos o los métodos culturales, etc. es una manera de utilizar racionalmente la herramienta química. Es necesario estar bien asesorado sobre las características y el uso correcto del herbicida a emplear y utilizarlo sólo cuando sea necesario.

Volver a: [Pasturas: combate de plagas y malezas](#)