



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

## Resistencia de *Lolium multiflorum* L. a Diclofop-metil en el Sudoeste de Buenos Aires, Argentina

*Trabajo presentado en el XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM).  
Viña del Mar – Chile, 4 -9 Diciembre de 2011.*

*Vigna, Mario; Lopez, Ricardo; Gigón, Ramón*  
[vigna.mario@inta.gob.ar](mailto:vigna.mario@inta.gob.ar)

### Resumen

La presencia de poblaciones de *Lolium multiflorum* (LOLMU) resistente a glifosato en Argentina fue comprobada los últimos años. El empleo de herbicidas para su control selectivo en trigo y cebada comenzó mucho antes y si bien existió el incremento de alternativas con una relativa sustitución, la mayor parte correspondió al mismo modo de acción. Ante la aparente pérdida de efectividad de algunos herbicidas se efectuó el seguimiento de lotes para detectar posibles problemas de resistencia.

A partir de 2007 se efectuaron ensayos en condiciones de campo, en macetas y laboratorio, con los principios activos presentes en el mercado en lotes con diferente historia de uso de herbicidas.

Se observó una respuesta diferente de los herbicidas en lotes comerciales relacionadas con la presión previa de control químico. Esas poblaciones y las plantas originadas a partir de semillas cosechadas en las parcelas con diferentes tratamientos manifestaron claras respuestas diferenciales a los herbicidas. La comparación del GR50 en un ensayo de dosis respuesta para Diclofop-metil, de una población sospechosa y otra sin historia o muy baja presión de herbicidas, mostró una relación resistente/susceptible de 6.6. Estos ensayos confirman la existencia de poblaciones con menor susceptibilidad a herbicidas inhibidores de la enzima ACCasa ejemplificándose en la clara resistencia mostrada por la población RL1 a Diclofop metil. Las poblaciones de LOLMU consideradas en este trabajo manifestaron una sensibilidad normal a glifosato e inhibidores de la ALS en los ensayos realizados.



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

## Introducción

*Lolium multiflorum* (LOLMU) es una especie ampliamente distribuida en cultivos de invierno del SO de Buenos Aires. Su presencia en el año 2008 se registró en el 39.9% de los lotes de trigo del área de influencia de la EEA Bordenave (Gigon, et al. 2009)

El fenómeno de la resistencia de malezas a herbicidas es uno de los principales problemas para el manejo de los cultivos que cobra cada día mayor importancia en los sistemas más agriculturizados sustentados en el empleo de agroquímicos. Ensayos previos para evaluar la efectividad de control de LOLMU en trigo con diferentes herbicidas, mostraron variaciones de respuesta no totalmente explicables por condiciones de aplicación o características del sistema de cultivo (Vigna, et al 2008).

En el SO de Buenos Aires, *Lolium multiflorum* y *L. perenne* han manifestado la presencia de biotipos resistentes a glifosato (Vigna, et al 2007, Yannicari, et al 2009). La presencia de los mismos motivó la observación más detallada de su comportamiento frente a otros herbicidas utilizados en el cultivo de trigo y cebada para su control selectivo. El problema de la maleza comienza en barbechos para trigo donde se utiliza glifosato solo o en mezcla con graminicidas en presencia de poblaciones resistentes. Si fuese bien controlado en esa etapa, la presencia en el cultivo sería baja y restringida a los últimos nacimientos, ya que la emergencia se concentra en los primeros meses del año. Las fallas de control llevan a la presencia en el cultivo de plantas de LOLMU muy desarrolladas, alguna de ellas con afección parcial. Las mismas condicionan la efectividad de los herbicidas que se utilizan en los controles selectivos en postemergencia ya que las dosis resultan subletales. Los antecedentes descriptos sobre la habilidad de estas especies para generar resistencia a diferentes herbicidas queda expuesta en la existencia de 27 biotipos de LOLMU y 3 de *L. perenne* resistentes a herbicidas inhibidores de la enzima acetilCoA (ACCasa) a nivel mundial (Heap, 2011). En Argentina los productos registrados para su control en trigo y cebada pertenecen a dos grupos de herbicidas, los inhibidores de ACCasa y los inhibidores de la enzima aceto lactato sintasa (ALS) de aparición más reciente. Teniendo en cuenta lo anterior, resulta necesario monitorear el comportamiento de esta especie en los sistemas donde sea más probable la aparición del fenómeno.

El objetivo de este trabajo fue identificar la posible presencia de poblaciones de LOLMU resistentes a herbicidas selectivos con mayor historia de uso en el cultivo de trigo en el SO de Buenos Aires



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

## Materiales y métodos

Se efectuaron tres ensayos en lotes cultivados con trigo, dos ensayos en macetas en invernáculo y un ensayo en condiciones de laboratorio.

Los ensayos de campo próximos a Cabildo (Pdo de Bahía Blanca) y Cnel. Dorrego tuvieron la finalidad de establecer un ranking de respuesta a diferentes principios activos en cada lugar. Las poblaciones de LOLMU denominadas PH1 y RL1 tenían historia previa de uso frecuente de graminicidas selectivos para el control de LOLMU y la C1 estaba en un lote de un establecimiento agrícola-ganadero con muy baja o nula presión de herbicidas. Se emplearon dos dosis de cada principio activo y las mezclas comerciales que incluyen metsulfuron y se utilizaron los aditivos que indica el fabricante. El diseño fue en bloques al azar con tres repeticiones y parcelas de 3 por 8 metros. Una vez registrado el porcentaje de control se promediaron los resultados de los tres ensayos, otorgando al mejor tratamiento un valor 100 como referencia para establecer el ranking de control dentro de cada ensayo y así comparar entre lotes. Los herbicidas evaluados se presentan en el cuadro 1.

La aplicación de los ensayos fue el 12/9, 17/9 y 3/10 de 2008 en PH1, C1 y RL1 respectivamente con pulverizador manual a presión constante. El estadio del LOLMU era entre 2 a 4 hojas (45%) y 1 a 4 macollos (47%) en PH1, 2-5 macollos en C1 y entre 3 a 4 hojas (46%) y 1 a 3 macollos (51%) en RL1. El estadio del trigo, 3-4 hojas a 1-2 macollos, 2 a 3 macollos y 4 hojas a 1 macollo respectivamente.

Los dos ensayos en macetas se efectuaron en septiembre de 2009 con poblaciones provenientes de semillas cosechadas en plantas de las parcelas testigo y las tratadas con Diclofop-metil en de las poblaciones PH1 y RL1. Las plantas se obtuvieron de semilla que germinaron en cámara de crecimiento y se transplantaron en macetas de 3 litros con suelo fértil de la zona hasta pleno macollaje. Los tratamientos aplicados fueron: Pinoxaden (Axial, 30 gr p.a), Iodosulfuron (Hussar, 7.5 gr p.a.ha<sup>-1</sup> + Coadyuvante Bayer 0.2%), Diclofop –metil (Iloxan, 504 gr p.a.ha<sup>-1</sup>), clodinafop-propargil (Topik 24 EC, 52.8 gr p.a. .ha<sup>-1</sup>+ Aceite Agric. 0.5%), Piroxulam (Merit, 18 gr p.a.ha<sup>-1</sup> +Aceite DPlus 0.5% + sulfato de Amonio 2%) y glifosato (Roundup Full, 990 gr .e.a.ha<sup>-1</sup>). Se emplearon tres repeticiones en un diseño en bloques al azar. Los resultados expresados en porcentaje de control fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias (LSD≤0.05).

El ensayo de Dosis-respuesta en laboratorio consistió en comparar la respuesta a dosis crecientes de Diclofop-metil (0,1,2,4,8 y 16 ppm) de tres poblaciones de LOLMU: RL1, C1 y una población silvestre proveniente de un sitio alejado donde nunca se aplicaron herbicidas (S).

La evaluación consistió en medir el desarrollo de la plúmula en los diferentes tratamientos respecto al testigo sin herbicidas. Se empleó una técnica de biotest en cajas de Petri similar a la utilizada por Perez y Kogan (2003). Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y con los valores obtenidos se construyeron curvas de respuesta a la dosis aplicada, utilizando el Modelo log-logístico descrito por Seefeld et al. (1995) cuya expresión matemática es:  $y = f(x) = C + [(D - C) / (1 + (x / GR50)^b)]$  donde y es la respuesta (% de control), D y C son el límite superior e inferior de



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

la respuesta,  $b$  es la pendiente de la curva,  $x$  es la dosis del herbicida ( $\text{g e.a. ha}^{-1}$ ) y GR50 es la dosis que provee una reducción del 50% en el desarrollo.

## Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en los ensayos efectuados en los tres lotes comerciales se expresan en el cuadro 2.

Si bien existió una variación en el ranking absoluto de herbicidas entre los tres ensayos que podría ser atribuible a la variabilidad propia de los ensayos de campo, fue muy evidente el cambio de respuesta de Diclofop metil según el sitio considerado. Así, sobre la población C1 con muy baja o nula historia previa de uso, el herbicida fue más activo, contrastando con la respuesta observada en los otros dos ensayos, principalmente en RL1 de mayor historia de uso.

Estos resultados concuerdan con registros previos obtenidos en ensayos similares efectuados en lotes comerciales del SO de Buenos Aires (Vigna, et al, 2008) donde se observó la menor actividad de diclofop sobre LOLMU en lotes más agriculturizados en contraste con aquellos pertenecientes a planteos mixtos (ganaderos-agrícolas).

Los ensayos en macetas efectuados con plantas provenientes de las poblaciones menos sensibles PH1 y RL1 confirmaron la menor sensibilidad de diclofop respecto a otros herbicidas (Cuadro 3), un comportamiento similar se vio para clodinafop.

Esto confirmó lo observado en condiciones de campo el año anterior. Si bien el herbicida Clodinafop a igual dosis de principio activo es menos efectivo sobre LOLMU que sobre Avena fatua, las dosis empleadas correspondieron a las normalmente empleadas para su control. Diclofop-metil fue considerado durante muchos años como el herbicida de mejor control sobre LOLMU en la EEA Bordenave, actuando como testigo comercial en ensayos comparativos de nuevos productos para el cultivo de trigo. Sin embargo los primeros casos en el mundo de resistencia de malezas a herbicidas inhibidores de la ACCasa fueron asociados al uso de diclofop en trigo (Valverde and Heap, 2010)

El resultado del ensayo de dosis respuesta efectuado en laboratorio mostró la respuesta diferencial de diferentes poblaciones de LOLMU a dosis crecientes de Diclofop metil (Figura 1.)

La menor sensibilidad de la población RL1 respecto a las poblaciones C1 y S fue muy evidente. Los respectivos GR50 fueron 1.28, 0.966 y 6,41 ppm de Diclofop-metil para las poblaciones C1, S y RL1 dando un índice de resistencia (IR) de 5.00 para RL1 respecto a C1 y de 6.63 respecto a S. En Chile (Espinoza, et al 2005) encontraron relaciones similares (9.6) en biotipos de LOLMU provenientes de lotes de trigo en el centro sur, si bien recientemente el mismo investigador cita casos de IR superiores a 100 (Espinoza, 2008). En general en nuestra región los IR hallados en determinaciones preliminares para algunas poblaciones no parecerían ser altos pero no habría que descartarlos ya que el género *Lolium* ha manifestado diferentes mecanismos



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

de resistencia y capacidad de hibridación entre especies (Inda Aramendia, 2005) que estarían generando cambios continuos en los individuos de las poblaciones espontáneas.

## Conclusiones

Los resultados de este trabajo confirmarían la presencia de poblaciones de LOLMU resistentes a diclofop- metil en áreas de mayor agriculturización del SO de Buenos Aires.

La presencia de estas poblaciones despierta fundadas sospechas de la existencia de otros casos de herbicidas estrechamente relacionados con diclofop respecto a su mecanismo de acción y detoxificación.

El fenómeno observado podría ser indicativo de situaciones ya descritas para otros países donde esta maleza y el sistema empleado para su manejo han sido similares.

## Bibliografía

Espinoza N.y J. Díaz .(2005) Situación de la resistencia de malezas a herbicidas en cultivos anuales en Chile. En: Seminario - Taller Iberoamericano. Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos,6-8 diciembre 2005 .INIA FAO. CD ISBN 9974-38-215-7.Colonia. Uruguay

Espinoza, N, J. Diaz, R.Galdamez, .Rodriguez, N.Gaete y R.DePrado (2009). Estado de la resistencia a herbicidas en trigo y otros cultivos extensivos en el sur de Chile. En: Seminario internacional diagnostico y manejo de la resistencia a herbicidas .Serie Actas Instituto de Investigaciones Agropecuarias No. 44, p. 37-51.

Gigon, R., Lopez, R.L. y Vigna M.R. ( 2009). Efectos del cultivo antecesor y sistema de labranza sobre las comunidades de malezas en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Argentina. Actas del XII Congreso de la SEMh, XIX Congreso de ALAM y II Congreso IBCM,Vol I: pag 69-72

Heap IM (2011) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: [www.weedscience.com](http://www.weedscience.com).

Inda Aramendia, L.A.(2005) . El genero *Lolium*. Claves dicotómicas. Rev. Real Academia de Ciencias. Zaragoza. 60: 143–155, (2005).

Perez,. A. y Kogan,M. (2003).Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. Weed Research 43:12-19-(2003).

Sefeldt, S.S, Jensen,J.E., Fuerst, P.E. (1995) Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technology. 9 (2):218-227.

Valverde, B.E y I.A. Heap (2010) Situacion actual de la resistencia a herbicidas en el mundo. En: Domínguez Valenzuela, J.A. y Medina Pitalúa, J.L. Eds Resistencia de Plantas a Herbicidas. Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto Parasitología, Mexico 25-47



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

Vigna, M.R. , López R.L. y Gigón R. (2008) - Evaluación de herbicidas sobre el control de *Lolium multiflorum* en diferentes ambientes del SO de Buenos Aires. Actas VII Congreso Nacional de Trigo. UNLPam. Santa Rosa, La Pampa

Vigna, M.R., López, R.L., Gigón, R. y Mendoza, J. (2008). -Estudios de curvas dosis-respuesta de poblaciones de *Lolium multiflorum* a glifosato en el SO de Buenos Aires, Argentina. XXVI Congresso Brasileiro de Plantas Daninhas (SBCPD) y XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Del 4 al 8 de mayo de 2008 Ouro Preto: MG: BRASIL. ISBN: 978-85-98410-04-3. (SBCPD) Compact Disc

Yannicari, M. Istilart, C y Gimenez, D (2009). Evaluación de la resistencia a glifosato de una población de "*Lolium perenne*" del sur de la provincia de Buenos Aires..XII congreso de SEMh..XIX Congreso de ALAM, II congreso Iberoamericano de Ciencias de la Maleza. Lisboa Actas Tomo 2:521-524.

**CUADRO 1.**

|    | <i>Herbicidas</i>   | <i>grs activo.ha<sup>-1</sup></i> | <i>ppio Tratam.</i> | <i>Nombre comercial</i> |
|----|---|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1  | Pinoxaden 5 % +cloquintacet mexil 1,25%                         | 20                                | Pin DB              | Axial                   |
| 2  | Pinoxaden 5 % +cloquintacet mexil 1,25%                         | 40                                | Pin DA              |                         |
| 3  | Iodosulfuron 10% + mefenpyr 30%                                 | 5                                 | Iod DB              | Hussar OD               |
| 4  | Iodosulfuron 10% + mefenpyr 30%                                 | 8                                 | Iod DA              |                         |
| 5  | Clodinafop-propargil 24% + Cloquintocet 2%                      | 40.8                              | Clod DB             | Topik 24EC              |
| 6  | Clodinafop-propargil 24% + Cloquintocet 2%                      | 60                                | clod DA             |                         |
| 7  | Diclofop- metil 28%   | 364                               | Dicl DB             | Iloxan 28EC             |
| 8  | Diclofop- metil 28%   | 532                               | Dicl DA             |                         |
| 9  | Pyroxulam (4.5%) + Cloquintocet-mexil (9%)                      | 12.15                             | Pyro DB             | Merit                   |
| 10 | Pyroxulam (4.5%) + Cloquintocet-mexil (9%)                      | 18.9                              | Pyro DA             |                         |
| 11 | Tralkoxydim 25%   | 100                               | Tral DB             | Splendor 25 SC          |
| 12 | Tralkoxydim 25%   | 150                               | Tral DA             |                         |
| 13 | (Iodosulfuron 10%+mefenpyr 30%)+Metsulfuron 60%                 | 7.5 + 4.02                        | Iod+Mets            |                         |
| 14 | (Pyroxulam (4.5%) +Cloquintocet-mexil (9%)) + Metsulfuron (60%) | 18 + 4.02                         | Pyro+Mets           |                         |



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

Cuadro 2. Ranking relativo de control de LOLMU a los 70,72 y 58 días luego de aplicación en diferentes sitios con diferente historia previa de uso de herbicidas selectivos para el control de LOLMU en trigo. Se consideró el valor 100 para el tratamiento PIN DA por mostrar el mayor promedio de control en los tres ensayos.

| Ranking | C1        | C1    | PH1       | PH1   | RL1       | RL1   |
|---------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| 1       | Diclof DA | 108.8 | Pin DA    | 100.0 | Pyr+Met   | 102.6 |
| 2       | Iod+Mets  | 108.4 | Iod DA    | 92.3  | Pin DA    | 100.0 |
| 3       | Pin DA    | 100.0 | Iod+Mets  | 92.3  | Pyrox DA  | 97.8  |
| 4       | Pyrox DA  | 100.0 | Pyr+Mets  | 92.3  | Iod+Mets  | 97.4  |
| 5       | Pyr+Mets  | 96.7  | Iod DB    | 88.7  | Iod DA    | 94.1  |
| 6       | Diclof DB | 90.7  | Clod DA   | 87.2  | Pyrox DB  | 92.3  |
| 7       | Iod DB    | 88.7  | Clod DB   | 74.4  | Iod DB    | 89.7  |
| 8       | Pyrox DB  | 87.5  | Pyrox DA  | 71.8  | Tralk DB  | 85.3  |
| 9       | Iod DA    | 81.8  | Pyrox DB  | 66.7  | Tralk DA  | 75.5  |
| 10      | Cloe DA   | 70.5  | Tralk DB  | 59.0  | Pin DB    | 71.4  |
| 11      | Pin DB    | 48.4  | Diclof DB | 51.3  | Clod DA   | 54.9  |
| 12      | Cloe DB   | 36.3  | Diclof DA | 46.2  | Diclof DA | 47.6  |
| 13      | Tralk DB  | 0.0   | Tralk DA  | 41.0  | Clod DB   | 40.3  |
| 14      | Tralk DA  | 0.0   | Pin DB    | 38.5  | Diclof DB | 40.3  |

Cuadro 3. Efecto de herbicidas de diferente modo de acción sobre poblaciones de LOLMU obtenidas de semillas cosechadas el año anterior en dos ensayos de campo. Los resultados se expresan como el promedio de porcentaje de control en dos fechas de los diferentes tratamientos sobre las dos submuestras por ensayo (plantas provenientes de semillas cosechadas en el testigo y en parcelas tratadas con diclofop).

|   | Tratamientos         | PH1       |         | RI1    |         |
|---|----------------------|-----------|---------|--------|---------|
|   |                      | 28DDA (*) | 44DDA   | 25DDA  | 44 DDA  |
| 1 | Pinoxaden            | 69.2 cd   | 85.5 c  | 75.8 b | 84.2 Cd |
| 2 | Iodosulfuron-metil   | 50.8 b    | 68.8 bc | 76.7 b | 64.7 Bc |
| 3 | Clodinafop-propargil | 31.7 a    | 30.0 a  | 31.7 a | 16.7 A  |
| 4 | Diclofop-metil       | 50.0 b    | 55.0 b  | 40.8 a | 47.5 B  |
| 5 | Pyroxulam            | 60.8 bc   | 81.2 c  | 75.0 b | 82.8 Cd |
| 6 | Glifosato 1500       | 86.7 d    | 81.8 c  | 99.5 c | 96.7 D  |

(\*) DDA: (Días Después de Aplicación). Cifras seguidas de la misma letra no difieren significativamente según el test de las mínimas diferencias significativas (LSD,  $P \leq 0.05$ ). La comparación se realiza en sentido vertical dentro de cada columna.

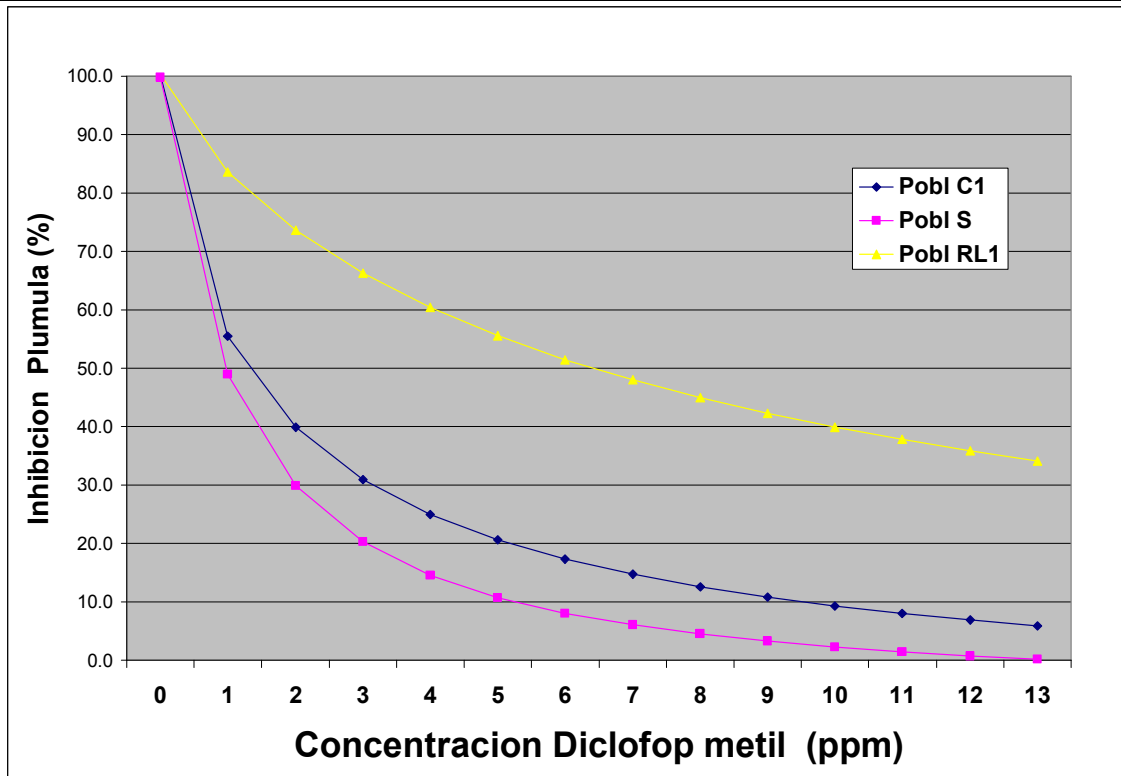


Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Estación Experimental  
Agropecuaria Bordenave

Figura. 1. Respuesta de diferentes poblaciones de LOLMU a concentraciones crecientes de Diclofop metil en caja de Petri empleando el modelo log-logístico de Seefeldt. Resultados expresados como porcentaje de inhibición en el desarrollo de la plúmula respecto al testigo sin herbicida



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación