



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
PROSECRETARÍA DE POSGRADO

Avda. 60 y 119 – La Plata – C.P. (1900) – C.C. 31
Tel: + 54 (221) 425-1896- Fax: + 54 (221) 425-2346
<http://www.agro.unlp.edu.ar>

Curso de Posgrado:

FISIOLOGÍA Y RESISTENCIA A HERBICIDAS

Curso Acreditado a Carreras de Grado Académico Especialización, Maestrías y Doctorado (Artículo 3 de la Ordenanza CS N°261/02- UNLP)

Curso Perteneciente a la Carrera de Maestría en Protección Vegetal

Docentes: Dr. Martín Vila Aiub y Dr. Marcos Yannicari

Carga Horaria Total: 45 horas

Fecha de dictado: 5 al 9 de noviembre de 2018

Objetivos

Conocer los mecanismos de acción de los herbicidas y sus efectos sobre procesos de crecimiento, fotosíntesis, respiración y otros
Evaluar las interacciones por mezclas de productos
Conocer los tipos de resistencia de las malezas a los herbicidas
Conocer el movimiento de los herbicidas en el suelo

Contenidos

Bases fisiológicas y moleculares de la acción de los herbicidas. Absorción: radicular y foliar. Factores que la modifican. Translocación: apoplasto y simplasto; factores que la afectan. Mecanismos de acción.

- a. Herbicidas auxínicos: fenoxiacéticos, benzoicos, piridinas
- b. Inhibidores del fotosistema II: triazinas, fenilureas, uracilos, benzotiadiazoles y nitrilos.
- c. Inhibidores de la síntesis de ácidos grasos: ciclohexanodionas y ariloxifenoxipropionatos.
- d. Inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos: glifosato
- e. Inhibidores de la síntesis de aminoácidos ramificados: imidazolinonas y sulfonilureas
- f. Inhibidores del fotosistema I: bupiridilos.
- g. Inhibidores mitóticos: dinitroanilidas y tiocarbamatos.
- h. Inhibidores de la síntesis de carotenoides: piridazinonas
- i. Inhibidores de la síntesis de clorofila: difeniléteres.

Definición de resistencia. Impacto sobre los programas de control de malezas. Determinación experimental de la DL50 y el factor de resistencia. Resistencia simple, resistencia cruzada, resistencia múltiple. Resistencia por modificaciones en la enzima "blanco". Un caso de estudio: mutaciones que confieren resistencia a triazinas. Ejemplos de resistencia por cambios en la enzima "blanco" de las imidazolinonas.

Resistencia por destoxificación. Destoxificación por miembros de la familia del citocromo P450. Reacciones catalizadas por el citocromo P450 sobre diversos herbicidas.

Diagnóstico empleando inhibidores del citocromo P450 (butóxido de piperonilo, malatión, etc). Un caso: resistencia de trigo a prosulfuron. Estimulantes de la actividad de citocromo P450 como "safeners". Resistencia por destoxificación mediada por la conjugación con glutatión. Un caso: resistencia de maíz a alaclor. Estimulantes de la actividad glutatión-S-transferasa como "safeners". Mecanismos misceláneos de resistencia. Resistencia basada en diferencias en el traslado.

Modo de herencia de la resistencia y su relación con los mecanismos moleculares de resistencia. Aspectos agroecológicos de la resistencia a herbicidas en malezas. Evolución de la resistencia. Factores que determinan la velocidad de aparición de biotipos resistentes. Costo adaptativo de la resistencia. ¿Cómo medirlo? Dispersión de los genes de resistencia en una población. Un caso: apilamiento natural de genes de resistencia en canola. Prevención de la aparición de resistencia: rotación de herbicidas, rotación de cultivos, control mecánico, etc. Un caso de estudio: resistencia a glifosato en poblaciones de *Lolium perenne* del SO de la Pcia. de Buenos Aires. Integración de conceptos.

Bibliografía

- Basu C, Halfhill M.D., Mueller T.C, Stewart Jr C.N. 2004. Weed genomics: new tools to understand weed biology. *Trends in Plant Science* 9: 391-398.
- Chaudhry O. 2010. Herbicide-Resistance and Weed-Resistance Management. En *Potential Plant Protection Strategies*. I.K. International Publishing House Pvt. Ltd. New Delhi 110-016. http://www.weedscience.org/paper/Book_Chapter_I.pdf
- De Prado R.A., Franco A. 2004. Cross-resistance and herbicide metabolism in grass weeds in Europe: biochemical and physiological aspects. *Weed Science* 52: 441-447.
- Dinelli G., Bonetti A, Marotti I., Minelli M., Catizone P. 2005. Possible involvement of herbicide sequestration in the resistance to diclofop-methyl in Italian biotypes of *Lolium* spp. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 81: 1-12.
- Edwards R., Dixon D.P., Walbot V. 2000. Plant glutathione S-transferases: enzymes with multiple functions in sickness and in health. *Trends in Plant Science* 5: 193- 198.
- Hall L., Topinka K., Hoffman J., Good L.D.A. 2000. Pollen flow between herbicide-resistant *Brassica napus* is the cause of multiple-resistant *B. napus* volunteers. *Weed Science* 48: 688-694.
- Hatzios K.K., Burgos N. 2004. Metabolism-based herbicide resistance: regulation by safeners. *Weed Science* 52: 454-467.
- Joshua S., Yuan P.J. 2007. Non target site herbicide resistance: a family business. *Trends in Plant Science* 12: 6-13
- Kelley K. 2007. Recent developments in auxin biology and new opportunities for auxinic herbicide research. *Pesticide Biochemistry and Physiology*.
- Malcom D., Devine S., Shukla A. 2000. Altered target sites as a mechanism of herbicide resistance *Crop Protection* 19: 881-889
- Neve P., Powles S.B. 2005. Recurrent selection with reduced herbicide rates results in the rapid evolution of herbicide resistance in *Lolium rigidum*. *Theoretical and Applied Genetics* 110: 1154-1166.
- Neve P, Vila-Aiub M.M., Roux F. 2009. Evolutionary-thinking in agricultural weed management. *New Phytologist* 183: 783-793.
- Powles S.B., Yu Q. 2010 Evolution in action: Plants resistant to herbicides. *Annual Review of Plant Biology* 61: 317-347.
- Rieger M.A., Lamond M., Preston C., Powles S.B., Roush R.T. 2002 Pollen-mediated movement of herbicide resistance between commercial canola fields. *Science* 296: 2386-2388.
- Roux F., Gasquez J., Reboud X. 2004. The dominance of the herbicide resistance cost in several *Arabidopsis thaliana* mutant lines. *Genetics* 166: 449-460.
- Sandermann H. M. 2006. Plant biotechnology ecological case studies on herbicide resistance. *Trends in Plant Science* 11: 324-328
- Valverde D.E., Heap I.M. 2009. El estado actual de la resistencia a herbicidas en el mundo. <http://www.resistenciaherbicidas.cl/seminario/PDF%20textos/Estado%20actual%20de%20la%20resistencia%20a%20herbicidas%20en%20el%20>
- Vila-Aiub M., Neve P., Roux F. 2011. A unified approach to the estimation and interpretation of resistance costs in plants. *Heredity* 1-9 doi:10.1038/hdy.2011.29

- Vila-Aiub M.M., Neve P., Powles S.B. 2005. Resistance cost of a cytochrome P450 herbicide metabolism mechanism but not an ACCase target site mutation in a multiple resistant *Lolium rigidum* population. *New Phytologist* 167: 787-796.
- Vila-Aiub M.M., Neve P., Powles S.B. 2009. Fitness costs associated with evolved resistance alleles in plants. *New Phytologist* 184: 751-767.
- Vila-Aiub M.M., Neve P., Powles S.B. 2009. Evidence for an ecological cost of enhanced herbicide metabolism in *Lolium rigidum*. *Journal of Ecology* 97: 772-780.
- Wakelin A.M., Lorraine-Colwill D.F., Preston C. 2004. Glyphosate resistance in four different populations of *Lolium rigidum* is associated with reduced translocation of glyphosate to meristematic zones. *Weed Research* 44: 453- 459.
- Werck-Reichert D., Hehn A., Didierjean L. 2000-Cytochromes P450 for engineering herbicide tolerance. *Trend in Plant Science* 5: 116-123.
- Yu Q., Cairns A., Powles S. 2007. Glyphosate, paraquat and ACCase multiple herbicide resistance evolved in a *Lolium rigidum* biotype. *Planta* 225: 499-513.
- Yuan J.S., Tranel P.J., Stewart Jr C.N. 2006. Non-target-site herbicide resistance: a family business. *Trends in Plant Science* 12: 6-13.
- Yun M.S, Yogo Y., Miura R., Yamasue Y., Fisher A.J. 2005. Cytochrome P450 monooxygenase activity in herbicide-resistant and -susceptible watergrass (*Echinochloa phyllopogon*). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 83: 107-114