

**(1994-
2024)**

30 años de la
Consagración Constitucional
de la Autonomía y Autarquía
Universitaria en Argentina.



CURSO DE POSGRADO

1-Título del curso: **COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE HERBICIDAS EN SUELOS**

2-Unidades de créditos académicos que otorga: 2 UCAS

3-Número de inscriptos admisible o cupo: 30 alumnos

4-Docente responsable: Ing. Agr. (Ms Sc) Alejandra Lutz

5-Docente del curso

Dra. Jorgelina Ceferina Montoya. EEA Anguil, INTA

6-Dirigido a: Ingenieros Agrónomos o título afín con experiencia profesional en manejo y control de plagas.

7-Fundamentación:

La intensificación de la producción agrícola ha conducido al incremento en la utilización de plaguicidas y en particular de herbicidas en sistemas bajo siembra directa. Por tal motivo, existe un interés creciente en conocer el comportamiento ambiental de estas sustancias a fin de reducir o evitar posibles impactos en los agroecosistemas.

8-Objetivos

Objetivo General:

Estudiar las características de interés de los herbicidas y su comportamiento actual y potencial en el suelo bajo el efecto de las prácticas agrícolas.

Objetivos Particulares:

- a) Estudiar las características y propiedades de los herbicidas relacionadas al medio ambiente y los factores ambientales condicionantes de su comportamiento en el suelo.
- b) Estudiar el impacto ambiental de los herbicidas sobre el agua subterránea y superficial.
- c) Conocer el funcionamiento y manejo de índices y modelos de predicción del comportamiento ambiental de los herbicidas en el suelo.

9-Programa del curso:

1) Presentación y enfoque del curso. Conceptos generales. Definiciones. Riesgo. Impacto ambiental. Plaguicidas. Importancia en la agricultura moderna. Clases y

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias
Kreder 2805
(3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
Tel.: (03496) 426400
Email: facagra@fca.unl.edu.ar

**(1994-
2024)**

30 años de la
Consagración Constitucional
de la Autonomía y Autarquía
Universitaria en Argentina.



Familias químicas. Modos de acción. Principales usos. Mercado de plaguicidas. Síntesis de plaguicidas.

2) Distribución de los herbicidas en los compartimentos ambientales. Propiedades moleculares: solubilidad en agua, presión de vapor, coeficientes de partición, etc.

3) Factores que afectan el comportamiento ambiental de los herbicidas en el suelo. Efecto de los sistemas de labranza sobre el comportamiento de los herbicidas. Transformación de los herbicidas en el suelo. Procesos abióticos y bióticos.

4) Persistencia de los herbicidas en el suelo, definición, factores que la afectan. Clasificación según persistencia. Residualidad de herbicidas en rotaciones de cultivos.

5) Contaminación de acuíferos: vulnerabilidad. Conceptos básicos de hidrogeología, procesos y parámetros. Comportamiento hidrogeológico de las formaciones geológicas. Evaluación de vulnerabilidad. Límites de presencia de plaguicidas en el agua potable. Procedimientos de OMS, EPA. Comparaciones. Perspectiva del impacto.

6) Plaguicidas en el agua subterránea: ocurrencia, clases de plaguicidas, monitoreos. Índices simples y complejos de contaminación del agua subterránea.

7) Transporte vertical de herbicidas en el suelo. Retardación. Transporte horizontal de herbicidas en el suelo. Ecurrimiento superficial.

8) Modelos de simulación del comportamiento de plaguicidas en el suelo. Importancia. Desarrollo, usos, clases. Procesos abarcados por los modelos. Investigación y evaluación de modelos. Manejo de modelos. Estudio de casos con herbicidas

10-Actividades prácticas propuestas:

1) Cálculo e interpretación de índices simples y complejos de contaminación del agua subterránea.

11-Cronograma de dictado y duración del curso

Día	Mañana	Tarde
24/04	temas 1 y 2 (teórico)	tema 3 (teórico)
25/04	tema 4 (teórico)	temas 5 y 6 (teórico-práctico)
26/04	tema 7 (teórico)	tema 8 (teórico-práctico)

12-Número de horas teóricas: 20 horas

13-Número de horas prácticas y seminarios: 10 horas

14-Sistema de Evaluación: Examen final integrador online.

15-Referencias Bibliográficas

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias
Kreder 2805
(3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
Tel.: (03496) 426400
Email: facagra@fca.unl.edu.ar

(1994-
2024)

30 años de la
Consagración Constitucional
de la Autonomía y Autarquía
Universitaria en Argentina.



- Alexander, M. 1999. Biodegradation and Bioremediation. 2nd ed. San Diego Academic. 453 de Jonge, H; de Jonge, LW; Jacobsen, OH; Yamaguchi, T y Moldrup, P. 2001. Glyphosate sorption in soils of different ph and phosphorus content. Soil Science: 230-238
- Bartram, J., Ballance, R. 1996. Water quality monitoring. E& FN Spon, London. 383p.
- Bedmar, F. y Gianelli, V. 2014. Comportamiento de herbicidas en el suelo. Capítulo XIV, 361-389. En: Fernández, O.A., Leguizamón, E.S., Acciaresi, H. Malezas e Invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y manejo. 1ª ed. Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur, 964 p.
- Beven, K. and Germann, P. 1982. Macropores and water flow in soils. Water Resour. Res. IX. 131 I-1375.
- Bohn, H., Mcneal, B., O'connor, G. 1985. Soil Chemistry, 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Buczko, U., Bens, O. and Hüttl, R.F. 2006. Tillage effects on hydraulic properties and macroporosity in silty and sandy soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 70:1998-2007.
- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. 2009. Guía de productos fitosanitarios 2009. Tomos 1, 2 y 3. Buenos Aires, Argentina, 3087p.
- Cheng, H.H. 1990. Pesticides in the soil Environment : Processes, Impacts, and Modeling. Ed. Cheng, H.H. SSSA, Inc. Madison, USA, 530p.
- Cops 2009. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes orgánicos persistentes. Consultado marzo 2010. www.uv.es/aetoxweb/info/glosates/glosates.bc.
- Corwin, D.L., Loague, K. 1996. Applications of GIS to the modeling of non-point source pollutants in the vadose zone. SSSA Special Publication No. 48, Madison, Wisconsin, USA. 319p.
- de Jonge, H., de Jonge, L.W., Jacobsen, O.H., Yamaguchi, T., Moldrup, P., 2001. Glyphosate sorption in soils of different pH and phosphorus content. Soil Sci. 166, 230-238.
- Dollinger J, C Dagés, M Voltz. 2015. Glyphosate sorption to soils and sediments predicted by pedotransfer functions. Environ Chem Lett. DOI 10.1007/s10311-015-0515-5
- Ferreira Mendes K, R Nogueira de Sousa, MA Godoi Junior, C Porfiri, JC Montoya. Chapter 3. Environmental Behavior of Herbicides in Soil. In Agricultural Soils: Impacts on the Environment (eds. Nogueira de Sousa R; Pessoa TN, Ferreira Mendes K.). 53-112 pp.
- Flury, M. 1996. Experimental evidence of transport of pesticides through field soils-A review. Journal of Environmental Quality, 25: 25-45.
- Focus (2008). "Pesticides in Air: Considerations for Exposure Assessment". Report of the FOCUS. Working Group on Pesticides in Air, EC Document Reference SANCO/10553/2006 Rev 2 June 2008. 327 pp.
- Gianelli, VR; Bedmar, F y Costa JL. 2014. Environ Toxicol Chem. 33: 29-34. doi: 10.1002/etc.2400. Epub 2013 Nov 11. Persistence and sorption of imazapyr in three Argentinean soils.
- Gramatica, P., Di Guardo, A. 2002. Screening of pesticides for environmental partitioning tendency. Chemosphere 47: 947-956.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias
Kreder 2805
(3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
Tel.: (03496) 426400
Email: facagra@fca.unl.edu.ar

(1994-
2024)

30 años de la
Consagración Constitucional
de la Autonomía y Autarquía
Universitaria en Argentina.



- Hartzler, B. 2010. Agronomy 317. Principles of Weed Science. Iowa State University. Copyright © 1999, 2000-2009. Iowa State University. All rights reserved. Revised: August 21, 2009. <http://www.agron.iastate.edu/courses/Agron317/default.htm>.
- Helmer, R. and Hespanhol, E. 1997. Water pollution control. E& FN Spon, London. 510p.
- Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic Press, San Diego, CA.
- Hornsby, A.G. 1992. Site-specific pesticide recommendations: the final step in environmental impact prevention. Weed Technology, 6:736-742.
- Hutson, J.L., Wagenet, R.J. 1992 LEACHM. Leaching Estimation and Chemistry Model: A process based model of water and solute movement, transformations, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone. Version 3. Dep. of Agronomy, Cornell University, Ithaca, New York.
- Jones, R.L. 1992. Use of modeling in developing label restrictions for agricultural chemicals. Weed Technology, 6:683-687.
- Kay, B.D. and VandenBygaart, A.J. 2002. Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. Soil Till. Res. 66: 107-118.
- Keith, L. H. 1997. Environmental Endocrine Disruptors. A Handbook of property data. Version 1.0, June, 1997, John Wiley & Sons, Inc.
- Koskinen, WC y Harper, SS. 1990. The retention process: Mechanisms. In: Cheng, H.H. ed. Pesticides in the Soil Environ. Soil Sci. Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. SSSA Book Series nº 2, pp. 51-77.
- Kramer, W y Schirmer, U. 2007. Modern Crop Protection Compounds. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 978-3-527-31496-6.
- Linn, D.M., Carski, T.H., Brusseau, M.L., and Chang, F.H. 1993. Sorption and degradation of pesticides and organic chemicals in soil. SSSA Special Publication No. 32, Madison, Wisconsin, USA. 260p.
- López Geta, JA; Martínez Navarrete, C; Moreno Merino, L; Navarrete Martínez, P. 1992. Las aguas subterráneas y los plaguicidas. Instituto Geológico y Minero de España. 149 pp. aguas.igme.es/igme/publica/libro28/lib28.htm
- Marshall, T.J., Holmes, J.W., Rose, C.W. 1996. Soil physics. Cambridge University Press, New York.
- McBride, M. B. 1994. Environmental Chemistry of Soils. Oxford, UK: Oxford University Press.er2
- Merini, LJ; Cuadrado, V; Flocco, CG y Giulietti, AM. 2007. Dissipation of 2,4-D in soils of the Humid Pampa region, Argentina: A microcosm study. CHEMOSPHERE. 68: 259 – 265.
- Miller, G. Tyler Jr. 2007. Ciencia ambiental / Sustaining the Earth: Desarrollo sostenible, un enfoque integral / An Integrated Approach (Spanish Edition). Engage Learning Editores S.A. de C.V. ISBN 10: 9706867805.
- Monaco T J, Weller SC, Ashton F M. 2002. Formulation and application equipment Weed Science: Principles and Practices, 4th Edition. ISBN: 978-0-471-37051-2. 156-159 pages.
- Montoya, Jorgelina Ceferina; Porfiri, Carolina; Pablo M. Vazquez; Papiernik, Sharon K.; Pamela Azcarate; Roberto, Zinda Edith. 2020. "Chapter 10 DRASTIC and PIRI

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias
Kreder 2805
(3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
Tel.: (03496) 426400
Email: facagra@fca.unl.edu.ar

(1994-
2024)

30 años de la
Consagración Constitucional
de la Autonomía y Autarquía
Universitaria en Argentina.



- GIS-Based Indexes: Assessing the Vulnerability and Risk of Groundwater Pollution". En: Guillermo Chantre; José L. González-Andújar(ed.). Decision Support Systems for Weed Management. Estados Unidos: Springer p. 211 -224
- Montoya JC, Porfiri C, Sasal C. MÓDULO 1. Factores y procesos que definen el destino de los fitosanitarios en el ambiente. En CURSO INTERACCIÓN DE LOS FITOSANITARIOS CON EL MEDIO AMBIENTE EN PRODUCCIONES EXTENSIVAS. INTA-PROCADIS-MAGYP. 1-36 pp.
- Moorman, T.B., Keller, K.E. 1996. Crop resistance to herbicides: effects on soil and water quality. Chapter 19: 283-302. In: Herbicide-Resistant Crops, Agricultural, Environmental, Economic, Regulatory, and Technical Aspects. Ed. Duke, S.O. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Morell, L. y Candela, L. 1998. Comportamiento de los plaguicidas en Suelos y Aguas. En: I. Morell and L. Candela eds. Plaguicidas, aspectos ambientales, analíticos y toxicológicos. Editores: Morrel I y Candela L. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, cop. 9-23 pp.
- Nelson, D.W. 1983. Chemical mobility and reactivity in soil systems. SSSA Special Publication No. 11, Madison, Wisconsin, USA. 262p.
- Ongley, E.D. 1996. Control of water pollution from agriculture. FAO irrigation and drainage paper 55, Roma. 101p.
- Pionke, H.B. and R.J. DeAngelis (1980). Method for distributing pesticide loss in field runoff between the solution and adsorbed phase. In CREAMS. A Field Scale Model for Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems. USDA Conservation Research Report. Washington, DC: USDA, SEA, pp.
- Porfiri, C; Montoya, JC; Koskinen, WC; Azcarate, MP. 2015. Adsorption and transport of imazapyr through intact soil columns taken from two soils under two tillage systems. Geoderma 251–252: 1–9
- Que Hee, S.S. and Sutherland, R.G. (1974) Volatilization of Various Esters and Salts of 2,4-D. Weed Science, 22, 313-318. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad nacional del Noreste. Resumen: A-019
- Qurratu, A.; Reehan, A. 2016. A Review of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Derivatives: 2,4-D Dimethylamine Salt and 2,4-D Butyl Ester. International Journal of Applied Engineering Research. 11: 9946-9955
- Raeder AJ, D Lyon, J Harsh, Ian Burke. 2015. How soil pH affects the activity and persistence of herbicides. Soil Acidification Series. WSU EXTENSION.
- Reichenberger, S.; Bach, M.; Skitschak, A.; Frede, H.G. Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground-and surface-water and their effectiveness: a review. Science of the Total Environment, v.384, p.1-35, 2007.
- Richards, R.P., Baker, D.B., Creamer, N.L., Kramer, J.W., Ewing, D.E., Merryfield, B.J., Wallrabenstein, L.K. 1996. Well water quality, well vulnerability, and agricultural contamination in the Midwestern United States. Journal of Environmental Quality, 25:389-402.

(1994-
2024)

30 años de la
Consagración Constitucional
de la Autonomía y Autarquía
Universitaria en Argentina.



- Richter, O., Diekkrüger, B., Nörtersheuser, P. 1996. Environmental fate modelling of pesticides. From the laboratory to the field scale. Editor KRAUS, H.J. VCH, Federal Republic of Germany, 281p.
- Ritter, W.F. 1990. Pesticide contamination of ground water in the United States-A review. *Journal of Environmental Science of Health*, B25:1-29.
- Robin N. Yoder, Michael A. Huskin, Lynn M. Kennard, and John M. Zabik. 2000. Aerobic Metabolism of Diclosulam on U.S. and South American Soils. *J. Agric. Food Chem.* 48: 4335-4340.
- Russell, M.H., Layton, R.J. 1992. Models and modeling in a regulatory setting: considerations, applications, and problems. *Weed Technology*, 6:673-676.
- Sasal C, Porfiri C, Montoya JC. 2022. MÓDULO 3 Prevención, mitigación y remediación de la contaminación ambiental por fitosanitarios. En CURSO INTERACCIÓN DE LOS FITOSANITARIOS CON EL MEDIO AMBIENTE EN PRODUCCIONES EXTENSIVAS. INTA-PROCADIS-MAGYP 1-21 pp.
- Schnoor, J.L. 1996. Environmental modeling. Fate and transport of pollutants in water, air and soil. John Wiley & Sons, N.York. 682p.
- Seelig, B. D. 1994. An assessment system for potential groundwater contamination from agricultural pesticide use in North Dakota-Technical Guideline. Extension Report No. 18: 15p. NDSU Extension Service, Fargo, ND.
- Seelig, B.D. 1995. Best management practices for groundwater protection from agricultural pesticides : Technical paper. ER-25, 39p., NDSU Extension Service, Fargo, ND.
- Shaw, I.C., Chadwick, J. 1999. Principles of environmental toxicology. Taylor & Francis, UK, 216p.
- Shawney, B.L. 1989. Reactions and movement of organic chemicals in soils. SSSA Special Publication No. 22, Madison, Wisconsin, USA. 474p.
- Skipper, H.D., Turco R.F. 1995. Bioremediation. Science and applications. SSSA Special Publication No. 43, Madison, Wisconsin, USA. 322p.
- Smith J.A., Witkowski P.J., Chiou C.T. 1988. Partition of nonionic organic compounds in aquatic systems. *Rev Environ Contam Toxicol* 103: 127-151.
- Sonon, L. 1992. Persistence and transport of atrazine, alachlor and nitrate in soils. PhD thesis, Dep. of Agron., Kansas State University, Manhattan, Kansas, 209p.
- Sparks, D.L. 2003. Environmental soil chemistry. Academic Press, China, 352p.
- Stenersen, J. 2004. Chemical pesticides. Mode of action and toxicology. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 276p.
- Sur R. 2014. Terrestrial Field Degradation Based on Soil, Climatic, and Geographic Factors. Chapter 3. In: Non-First Order Degradation and Time-Dependent Sorption of Organic Chemicals in Soil. Editor(s): Wenlin Chen, Aleksandar Sabljic, Steven A. Cryer, Rai S. Kookana. 1174: 39-56. ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC, 2014. DOI: 10.1021/bk-2014-1174.ch003
- USEPA (U.S. Environment Protection Agency). 1990. National survey of pesticides in drinking water wells, phase I report. USEPA Rep. 570/9-90-015.

Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias
Kreder 2805
(3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
Tel.: (03496) 426400
Email: facagra@fca.unl.edu.ar

(1994-
2024)

30 años de la
Consagración Constitucional
de la Autonomía y Autarquía
Universitaria en Argentina.



- USGS (U.S. Department Of The Interior. U.S. Geological Survey). 1995. Pesticides in groundwater. U.S. Geological Survey Fact Sheet FS-244-95. U.S Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Van Acker, R.C. 2005. Soil residual herbicides: science and management. Canadian Weed Science Society, Canada, 125p.
- Vighi, M., Funari, E. 1995. Pesticide risk in groundwater. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA, 275p.
- Wahl, N.A., Bens, O., Buczko, U., Hangen, E. and Hüttl, R.F. 2004. Effects of conventional and conservation tillage on soil hydraulic properties of a silty-loamy soil. Physics and Chemistry of the earth. 29: 821-829.
- Walker, A. 2001. Pesticide behavior in soils and water. Symposium Proceedings No. 78. BCPC, UK. 450p.
- Walker, A., Allen, R., Bailey, S.W., Blair, A.M., Brown, C.D., Günther, P., Leake, C.R., Nicholls, P.H. 1995. Pesticide movement to water. BCPC, Monograph No 62, 414p. Proceedings of a Symposium held at The University of Warwick, Coventry.
- Walker, C.H. Hopkin, S.P., Sibly, R.M., Peakall, .B. 1998. Principles of ecotoxicology. Taylor & Francis, Great Britain, 321p.
- Wauchope RD, Yeh S, Linders JB, Kloskowski R, Tanaka K, Rubin B, Katayama A, Kördel W, Gerstl Z, Lane M, Unsworth JB. 2002. Review. Pesticide soil sorption parameters: theory, measurement, uses, limitations and reliability. Pest Manag Sci. 58: 419-45.
- Weber, JB. 1994. Properties and behavior of pesticides in soil. In: Honeycutt, R.C. and Schabacker, D.J. eds. Mechanisms of Pesticides Movement into Ground Water. CRC Pess, Inc. 2000 Corporate Blvd., N. W. Boca Raton, Fl, USA, pp. 15-41.
- Weed Science Society Of America (WSSA). 2007. Herbicide Handbook, Ninth Edition 2007, 458p. Editor S.A. Senseman, WSSA, Champaign, Illinois.

Journals y Revistas seriadas

Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología de la SECyT.
(<http://www.biblioteca.secyt.gov.ar/>)

Chemosphere

Environmental Pollution

Environmental Toxicology and Chemistry

Journal of Environmental Quality

Planta Daninha

Soil Science Society of America Journal

Soil & Tillage Research

Weed Research

Weed Science

Weed Technology

Universidad Nacional del Litoral

Facultad de Ciencias Agrarias

Kreder 2805

(3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina

Tel.: (03496) 426400

Email: facagra@fca.unl.edu.ar