

1) Título del Curso

**CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS PARA EL CONTROL DE
PLAGAS DE INSECTOS AGRÍCOLAS: “DESDE LOS GENES A LA
SOCIEDAD: PROGRESOS RECIENTES”**

2) Unidades de Créditos Académicos (UCAs) que otorga: 45 horas (3 UCAs)

3) Número de inscriptos admisibles o cupo

Mínimo 10; máximo 50

4) Coordinador Académico: Dra. María Cecilia Curis

5) Docentes internos del curso: Dra. María Cecilia Curis

Docente invitado: Dr. Hugo Cerda

Dra. Claudia Cabral Dr.

Jonas Arnemann

Dr. Santiago García Martínez

6) Destinatarios

Ingenieros Agrónomos, biólogos, ingenieros ambientales y o título afín.

7) Justificación

Los cultivos modificados genéticamente (Bt) son una herramienta valiosa para el Manejo Integrado de Plagas (MIP), pero ésta tecnología debe usarse de manera responsable para evitar la evolución de resistencia.

La evolución de poblaciones de insectos hacia biotipos resistentes es una preocupación porque significa la pérdida de los beneficios de esta tecnología, lo que implica volver a las prácticas tradicionales de control más engorrosas, menos eficientes y de mayor impacto ambiental. El desarrollo de nuevas tecnologías Bt, así como de moléculas insecticidas requiere de varios años y grandes inversiones. No son fáciles de reemplazar en el corto o mediano plazo. Si las tecnologías actuales pierden eficacia, se perderán los beneficios de control efectivo y mayor rendimiento y calidad del cultivo, y por lo tanto los beneficios económicos para el productor.

El uso continuo de cultivos Bt ejerce una gran presión de selección en la

población de insectos blanco y los individuos que posean una característica que les permita sobrevivir a las proteínas Bt se volverán predominantes en la población. Son varios los factores que inciden en el desarrollo de resistencia, entre ellos: el uso repetido de la misma proteína Bt, la permanencia en el lote de rastrojo y malezas donde puedan sobrevivir insectos, la ausencia de hospederos alternativos, el monocultivo, la ausencia de refugio, la falta de implementación de otras herramientas de control de plagas.

Para retrasar en el tiempo esta situación, se diseñan e implementan planes de Manejo de Resistencia de Insectos. Estos programas manejan las poblaciones de insectos para retrasar el aumento de la frecuencia de individuos resistentes, minimizando así fallas en el control. Son necesarios para extender la vida útil de estas biotecnologías insecticidas, que son herramientas importantes del MIP, y que por su bajo impacto ambiental respetan las poblaciones de insectos benéficos y facilitan un manejo racional de insecticidas químicos.

Sin embargo, los problemas de resistencia se pueden manejar a través del uso integrado de un conjunto de herramientas disponibles y económicamente viables. Este enfoque, denominado manejo integrado, se basa en el empleo de diferentes prácticas agronómicas y herbicidas de modos de acción diferentes para prevenir el desarrollo de resistencia y puede aplicarse a todos los tipos de producción.

8) Objetivo

El objetivo de éste curso es brindar los progresos recientes sobre cultivos genéticamente modificados para el control de plagas de insectos agrícolas, brindando mecanismos y estrategias de manejo, de la evolución de la resistencia de los insectos.

9) Programa

Día 1

TEMA1: Unidad I: Generalidades Cultivos genéticamente modificados. Definición. ¿Qué es el Manejo Integrado de Plagas (MIP)? MIP y cultivos genéticamente modificados. Progresos recientes de los cultivos genéticamente modificados para el control de insectos agrícolas plagas. "Genes y endotoxinas Bt Cry, Cyt y Vip. Nuevas estrategias de control de plagas no gen Bt". Algunos desafíos sociales, agrícolas, ecológicos y evolutivos asociados con el control de plagas de insectos en agro ecosistemas de cultivos genéticamente modificados, USA, China, India, Brasil y Argentina.

Día 2 y 3

TEMA2: Unidad II Mecanismos y estrategias de manejo, de la evolución de la resistencia de los insectos plagas a los cultivos genéticamente modificados: Teoría de la biología evolutiva de la resistencia a los cultivos Bt. "Genética de poblaciones Bt Ecología evolutiva Bt ". Realidad e historia y de la evolución de la resistencia a los cultivos Bt en poblaciones de insectos de campo y laboratorio, USA, China, India, Brasil y Argentina. Emergencia como plagas principales de insectos que eran plagas secundarias. Mecanismos de resistencia de plagas a cultivos de Bt. Variaciones en la activación de las toxinas. Mutación en genes para receptores de toxinas. Caderina. Transportador de casete de unión a ATP. Fosfatasa alcalina. Aminopeptidasa. Otros receptores. Cambios en el sistema inmunológico. Estrategias para el manejo de la resistencia de plagas a los cultivos Bt . Uso de refugios naturales y artificiales para retrasar desarrollo de resistencia en cultivos Bt. Uso de Bt piramidales. Método de liberación de insectos estériles y uso de enemigos naturales para retrasar desarrollo de resistencia en cultivos Bt. Mezclas de semillas para retrasar desarrollo de resistencia en cultivos Bt. Diseminaciones de plantas de maíz no Bt y Bt piramidal dentro de los campos.

Día 4

TEMA3: UNIDAD III Impacto de los cultivos Bt transgénicos sobre la fauna benéfica y su manejo: Como afectan los cultivos transgénicos la diversidad de artrópodos. El maíz Bt y su impacto sobre la diversidad de artrópodos. Impacto de los cultivos transgénicos en la entomofauna benéfica. Generalidades y antecedentes. Incidencia de los cultivos Bt sobre las plagas del orden Lepidoptera y sus enemigos naturales. Estudio específico del impacto de maíces modificados genéticamente sobre los parasitoides de Lepidopteros. Efecto del maíz Bt sobre los enemigos naturales de plagas no target: Incidencia sobre las poblaciones de áfidos y de sus depredadores en sistemas de cultivo de maíz Bt y no Bt. Impacto de los Bt sobre la Biodiversidad de artrópodos benéficos de suelo. El efecto sobre las familias Carabidae y Araneae, en maíces Bt y convencionales.

Los cultivos transgénicos y las plagas secundarias: Incidencia los maíces Bt en la aparición de plagas resurgentes. Manejo agronómico de los cultivos transgénicos para disminuir el impacto ambiental sobre la entomofauna.

TEMA 4: UNIDAD IV Conclusión y discusión: Manejo agronómico de los cultivos transgénicos para disminuir el impacto ambiental sobre la entomofauna. Conclusión y

discusión.

10) Actividades Prácticas o Seminario: Se realizarán trabajos de lectura y discusión de trabajos científicos y exposición de las conclusiones.

11) Cronograma de dictado y duración del curso

Días	SUBTEMAS	HORAS TEORICAS
DÍA 1 UNIDAD I Introducción	1.1 Generalidades	1
	1.2 ¿Qué es el Manejo Integrado de Plagas (MIP)?.	3
	1.3 Progresos recientes de los cultivos genéticamente modificados para el control de insectos agrícolas plagas.	3
	1.4 Algunos desafíos sociales, agrícolas, ecológicos y evolutivos asociados con el control de plagas de insectos en agro ecosistemas de cultivos genéticamente modificados,	3
DÍA 2 y 3 UNIDAD II Mecanismos y estrategias de manejo, de la evolución de la resistencia de los insectos plagas a los cultivos genéticamente modificados	2.1. Teoría de la biología evolutiva de la resistencia a los cultivos Bt.	4
	2.2. Realidad e historia y de la evolución de la resistencia a los cultivos Bt en poblaciones de insectos de campo y laboratorio.	3
	2.3. Mecanismos de resistencia de plagas a cultivos de Bt	3
	2.4. Estrategias para el manejo de la resistencia de plagas a los cultivos Bt .	3
DÍA 2 y 3 UNIDAD III Impacto de los cultivos Bt transgénicos sobre la fauna benéfica y su manejo	3.1. Como afectan los cultivos transgénicos la diversidad de artrópodos. El maíz Bt y su impacto sobre la diversidad de artrópodos.	2
	3.2. Impacto de los cultivos transgénicos en la entomofauna benéfica. Generalidades y antecedentes.	1
	3.3 Incidencia de los cultivos Bt sobre las plagas del orden Lepidoptera y sus enemigos naturales. Estudio específico del impacto de maíces modificados genéticamente sobre los parasitoides de Lepidopteros.	2
	3.4. Efecto del maíz Bt sobre los enemigos naturales de plagas no target: Incidencia sobre las poblaciones de áfidos y de sus depredadores en sistemas de cultivo de maíz Bt y no Bt.	2
	3.5 Impacto de los Bt sobre la Biodiversidad de artrópodos benéficos de suelo. El efecto sobre las familias Carabidae y Araneae, en maíces Bt y convencionales.	2
	3.6 Los cultivos transgénicos y las plagas secundarias: Incidencia los maíces Bt en la aparición de plagas resurgentes.	2
	3.7. Manejo agronómico de los cultivos transgénicos para disminuir el impacto ambiental sobre la entomofauna.	2
DÍA 4 UNIDAD IV Conclusión y discusión	Conclusión y discusión	4

12) Número de horas teóricas: 40

13) Número de horas prácticas y seminarios: 5

14) Sistema de Evaluación

Evaluación final integradora on-line, contemplando el análisis de la problemática y contenidos del curso.

15) Referencias Bibliográficas

Amaral, F.S.A., Guidolin, A.S., Salmeron, E., (...), Fatoetto, J.C., Omoto, C. 2020. Geographical distribution of Vip3Aa20 resistance allele frequencies in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Brazil. *Pest Management Science*, 76(1), pp. 169-178

Benamú, M. 2010. Composición y estructura de la comunidad de arañas en el sistema de cultivo de soja transgénica. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina pp. 120.

Chaves, D., Martins, S., Maruccib R., De Carvalho, A., Matoso, M. and Magid, J. 2016. Does Bt maize cultivation affect the non-target insect community in the agro ecosystem?. *Revista Brasileira de Entomologia* 60; pp. 82–93.

Chen, W.-B., Lu, G.-Q., Cheng, H.-M., (...), Shen, Z.-C., Wu, K.-M. 2017. Transgenic cotton coexpressing Vip3A and Cry1Ac has a broad insecticidal spectrum against lepidopteran pests. *Journal of Invertebrate Pathology*, 149, pp. 59-65

Chung, S.H., Feng, H., Jander, G. 2021. Engineering pest tolerance through plant-mediated RNA interference. *Current Opinion in Plant Biology*, 60, 102029

Corrêa, A.S., Cordeiro, E.M.G., Omoto, C. 2019. Agricultural insect hybridization and implications for pest management. *Pest Management Science*, 75(11), pp. 2857-2864

Creissen, H.E., Jones, P.J., Tranter, R.B., (...), Thorne, F.S., Kildea, S. 2019. Measuring the unmeasurable? A method to quantify adoption of integrated pest management practices in temperate arable farming systems *Pest Management Science*, 75(12), pp. 3144-3152

Diaz, J.M., Warner, L.A., Oi, F., Gusto, C. 2021. What Do They Know and What Do They DO? A National Evaluation of Landscape Integrated Pest

Management Knowledge and Use in the United States *Journal of Integrated Pest Management*, 11(1) 19

Dicks, L.V., Rose, D.C., Ang, F., (...), Winter, M., Sutherland, W.J. 2019. What agricultural practices are most likely to deliver “sustainable intensification” in the UK?. *Food and Energy Security*. 8(1),e00148

Fu, S., Liu, Z., Chen, J., (...), Asad, M., Yang, G. 2020. Silencing arginine kinase/integrin β 1 subunit by transgenic plant expressing dsRNA inhibits the development and survival of *Plutella xylostella*. *Pest Management Science*, 76(5), pp. 1761-1771

Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Leonhardt, S. D., Aizen, M. A., Blaauw, B. R., Isaacs, R., ... y Morandin, L. (2014). From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(8), 439-447.

Hilbeck, A. 2001 Implications of transgenic, insecticidal plants for insect and plant biodiversity. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 4(1), pp. 43-61

Huang, F. 2021. Resistance of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, to transgenic *Bacillus thuringiensis* Cry1F corn in the Americas: lessons and implications for Bt corn IRM in China. *Insect Science*, 28(3), pp. 574-589

Kang, S., Sun, D., Qin, J., Guo, L., Zhu, L., Bai, Y. & Zhang, Y. (2021). Fused: a promising molecular target for an RNAi-based strategy to manage Bt resistance in *Plutella xylostella* (L.). *Journal of Pest Science*, 1-14.

Kehinde, T. y Samways, M.J. (2014) Insect-flower interactions: network structure in organic versus conventional vineyards. *Animal Conservation* 17(5):401-409

Liu, F., Yang, B., Zhang, A., Ding, D., Wang, G. 2019. Plant-mediated RNAi for controlling *apolygus lucorum*. *Frontiers in Plant Science*, 10,64

Ma, W., Abdulai, A. 2019. IPM adoption, cooperative membership and farm economic performance: Insight from apple farmers in China. *China Agricultural Economic Review*, 11(2), pp. 218-236

Mathew, L.G., Ponnuraj, J., Mallappa, B., (...), Tabashnik, B.E., Fabrick, J.A. 2018. ABC transporter mis-splicing associated with resistance to Bt toxin Cry2Ab in laboratory- and field-selected pink bollworm *Scientific Reports*, 8(1),13531

Mello Garcia, F.R., Wollmann, J., Krüger, A.P., Hoffmann Schlesener, D.C., Teixeira, C.M. 2017. Biological control of *drosophila suzukii* (diptera,

drosophilidae): State of the art and prospects (Book Chapter). *Biological Control: Methods, Applications and Challenges*. pp. 1-27

Mendoza-Almanza, G., Esparza-Ibarra, E.L., Ayala-Luján, J.L., (...), Hernández-Barrales, M., Olmos-Soto, J. 2020. The cytotoxic spectrum of *Bacillus thuringiensis* toxins: From insects to human cancer cells. *Toxins* 12(5),301

Mezzetti, B., Smagghe, G., Arpaia, S., (...), Taning, C.N.T., Sweet, J. 2020. RNAi: What is its position in agriculture? *Journal of Pest Science*. 93(4), pp. 1125-1130

Palma, L., Muñoz, D., Berry, C., (...), Caballero, P., Caballero, P. 2014. *Bacillus thuringiensis* toxins: An overview of their biocidal activity. *Toxins* 6(12), pp. 3296-3325

Romeis, J., Collatz, J., Glandorf, D.C.M., Bonsall, M.B. 2020. The value of existing regulatory frameworks for the environmental risk assessment of agricultural pest control using gene drives. *Environmental Science and Policy*. 108, pp. 19-36

Schmidt, J.M., Acebes-Doria, A., Blaauw, B., (...), Toledo, P.F.S., Grabarczyk, E.E. 2021. Identifying molecular-based trophic interactions as a resource for advanced integrated pest management. *Insects* 12(4),358

Stenberg, J.A., Sundh, I., Becher, P.G., (...), Vetukuri, R.R., Viketoft, M. 2021. When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. *Journal of Pest Science*, 94(3), pp. 665-676

Zhu, K.Y., Palli, S.R. 2020 Mechanisms, applications, and challenges of insect RNA interference. *Annual Review of Entomology*, 65, pp. 293-311