



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**TOXICOLOGIA Y MANEJO DE INSECTICIDAS**

SEXTO AÑO  
SEGUNDO SEMESTRE



---

2010

## DATOS GENERALES

Unidad Académica:	<b>Departamento de Parasitología Agrícola</b>
Programa educativo:	<b>Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola</b>
Nivel educativo:	<b>Licenciatura</b>
Disciplina:	<b>Malezas y Plaguicidas</b>
Asignatura:	<b>Toxicología y Manejo de Insecticidas.</b>
Carácter:	<b>Obligatorio</b>
Tipo:	<b>Teórico</b>
Prerrequisitos:	<b>Plaguicidas Agrícolas.</b>
Profesores:	<b>Del Colegio de Postgraduados.</b>
Ciclo Escolar:	<b>2010 - 2011</b>
Año:	<b>7°</b>
Semestre:	<b>Primer semestre 7° año</b>
Año de registro:	
Año de modificación:	<b>2005</b>
Horas teoría/semana:	<b>3</b>
Horas práctica/semana:	
Horas totales del Curso:	<b>48</b>

## **RESUMEN DIDACTICO**

La asignatura se imparte en el primer semestre del séptimo año de la carrera; es una asignatura básica de carácter teórico práctico que pertenece a la disciplina de Malezas y Plaguicidas. Se encuentra relacionada horizontalmente con las asignaturas de Técnicas y Equipos de Aplicación de Plaguicidas, además de mantener una vinculación con las materias de Bioquímica, Introducción a la Parasitología de las disciplinas de agronomía básica y aplicada y con Entomología Agrícola, en el área de disciplinas de ejercicio profesional. En el sentido vertical se relaciona con la asignatura de Plaguicidas Agrícolas

La asignatura de Toxicología y Manejo de Insecticidas es parte de las asignaturas que conforman la formación del profesional de la Agronomía. En el campo de acción del Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola, el estudio de la relación entre las propiedades y características químicas y físicas y la actividad biológica de las sustancias químicas insecticidas son fundamentales para un manejo fitosanitario adecuado de dichas sustancias para evitar el fenómeno de la resistencia. El futuro profesional fitosanitario será capaz de manejar los insumos dentro de esquemas que coadyuven en un manejo fitosanitario eficiente y de mejora de la calidad de la producción agrícola.

La metodología para el desarrollo del curso consiste en el uso de de la conferencia expositiva por parte del profesor, en la elaboración de tareas extraclase por parte de los estudiantes.

El criterio de evaluación esta basado en el reconocimiento de las habilidades adquiridas por parte de los estudiantes durante el curso. Se aplican tres exámenes que abarcaran el total del contenido temático, se consideran tareas y trabajos extractase.

## **PRESENTACION**

Muy pocas áreas del manejo de plagas se han sofisticado y creado tanta controversia como el combate químico. La resistencia a insecticidas y los efectos indeseables de estos agroquímicos en el ser humano y su medio ambiente han sido los factores principales que han influido en la consolidación de la filosofía actual del combate químico de plagas. Hasta la mitad del presente siglo se consideraba que un "insecticida ideal" debería reunir las siguientes características: amplio espectro de acción, alta persistencia ambiental, alta rentabilidad a la industria y bajo costo al agricultor. La industria química invirtió cuantiosas sumas de dinero que inicialmente se cristalizaron en el desarrollo y amplio uso de los insecticidas organoclorados. Poco después, otros insecticidas tales como los organofosforados, carbamatos y piretroides se sintetizaron y se usaron. Las universidades agrícolas del mundo preparaban agrónomos para que su actividad profesional se reflejara en un mayor uso de plaguicidas y por ende en una "mayor producción agrícola".

Sin embargo, los efectos indeseables del uso indiscriminado de plaguicidas se hicieron evidentes: desarrollo de razas de insectos resistentes, resurgimiento de plagas, algunas plagas catalogadas como secundarias alcanzaron el nivel de plagas primarias, mortalidad de animales silvestres y domesticados. Sobre todo se conocieron los efectos devastadores que algunos insecticidas pueden tener sobre el ser humano (intoxicaciones fatales, carcinogénesis, teratogénesis, mutagénesis, entre otros.).

Ahora el objetivo no es obtener los máximos rendimientos a costa de pagar el precio de sufrir las consecuencias de tales efectos nocivos. El medio ambiente y el ser humano son elementos de importancia primordial a tomar en cuenta para liberar un nuevo insecticida al mercado y para removerlo de éste si su comportamiento ecológico no resultara como se esperaba.

Estos hechos afectaron de manera profunda a la industria química y a las universidades agrícolas. A pesar de que varias de las características de lo que es “un insecticida ideal” se conservan, la industria química está canalizando sus recursos económicos y su talento al desarrollo de plaguicidas con elevada compatibilidad con el medio ambiente y amplio margen de seguridad al ser humano. Estos cambios en la filosofía del combate químico de plagas, deben reflejarse en un cambio de la misma magnitud y dirección en la formación de profesionales cuya actividad profesional tenga que ver con el combate de plagas.

El programa del curso de “toxicología y manejo de insecticidas” que se presenta a continuación responde al reto actual de formar profesionales capaces de criticar, aplicar y general tecnología de combate químico de plagas para obtener el mayor beneficio de los insecticidas, a las dosis más bajas posibles, con mayor seguridad y sin generar una dependencia del control de plagas a los insecticidas.

**PROBLEMA:** El manejo de los insecticidas para evitar la resistencia

**OBJETO DE ESTUDIO:** Las propiedades y características principales de los insecticidas de naturaleza química y su relación con los eventos de su actividad biológica, como son el modo, mecanismo y sitio de acción, metabolismo, toxicidad y fenómeno de la resistencia.

**OBJETIVOS:**

- Analizar las características fundamentales, modo y mecanismo de acción de cada uno de los principales grupos de insecticidas para usarlos racionalmente en el combate de insectos plaga.



### 1.3. Insecticidas carbámicos

### 1.4. Insecticidas piretroides

### 1.5. Insecticidas reguladores del crecimiento

- Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de los insecticidas carbámicos y su relación con eventos biológicos como el metabolismo, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.
- Explicar el comportamiento ambiental de las sustancias activas carbámicas.
- Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de los insecticidas piretroides y su relación con eventos biológicos como el metabolismo, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.
- Explicar el comportamiento ambiental de las sustancias activas de tipo piretroide.
- Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de las sustancias que actúan como reguladores del crecimiento de los insectos y su relación con eventos biológicos como el metabolismo, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.
- Explicar el comportamiento ambiental de las sustancias activas como reguladores del crecimiento de los insectos

1.6.Delta endotoxinas de *Bacillus thuringiensis*

1.7.Avermectinas

1.8.Cloronicotinoides

- Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de las endotoxinas contenidas por *Bacillus thuringiensis* y su relación con eventos biológicos como el metabolismo en insectos, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.
- Explicar el comportamiento ambiental de las sustancias endotoxinas de *Bacillus thuringiensis*
- Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de las avermectinas, sustancias activas como insecticidas, y su relación eventos biológicos como el metabolismo, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.
- Explicar el comportamiento ambiental de las avermectinas
- Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de los insecticidas cloronicotinoides y su relación con eventos biológicos como el metabolismo, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.
- Explicar el comportamiento ambiental de las sustancias activas cloromicotinoides

1.9. Insecticidas naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de las sustancias naturales activas como insecticidas y su relación con eventos biológicos como el metabolismo, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.</li> <li>• Explicar el comportamiento ambiental de las sustancias activas insecticidas naturales</li> </ul>
1.10. Insecticidas misceláneos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las propiedades y características físicas, químicas y biológicas de los insecticidas misceláneos y su relación con los eventos biológicos metabolismo, modo, mecanismo y sitio de acción, y mecanismos de resistencia.</li> <li>• Explicar el comportamiento ambiental de los insecticidas misceláneos</li> </ul>

**UNIDAD II.- FUNDAMENTOS DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS**

**HORAS:**            **SESIONES:**

**OBJETO DE ESTUDIO:** El fenómeno de la resistencia de los insectos a los insecticidas

**OBJETIVO:** Discutir los conceptos fundamentales de la resistencia a insecticidas, con énfasis en el conocimiento de los mecanismos de resistencia que les permiten a los insectos vivir y reproducirse en ambientes contaminados por insecticidas, para implementar prácticas de manejo que eviten la aparición y desarrollo de la resistencia

<b>Sistema de Conocimientos</b>	<b>Sistema de Habilidades</b>
2.1. La resistencia y sus consecuencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer el fenómeno de la resistencia de los insectos a los insecticidas y analizar las consecuencias del mismo</li> </ul>
2.2. Mecanismos de resistencia a insecticidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar como ocurre la resistencia a insecticidas</li> </ul>



2.2.1. Resistencia por insensibilidad en el sitio de acción	• Explicar la resistencia por insensibilidad en el sitio de acción
2.2.2. Resistencia metabólica	• Explicar la ocurrencia de la resistencia metabólica
2.2.3. Resistencia por comportamiento	• Explicar la resistencia por comportamiento
2.2.4. Mecanismos de resistencia secundarios	• Analizar la resistencia por mecanismos secundarios
2.3. Génesis y evolución de la resistencia a insecticidas	• Reconocer la evolución de la resistencia de los insectos
2.4. Estabilidad de la resistencia en ausencia de presión de selección	• Observar la estabilidad de la resistencia
2.5. Resistencia cruzada positiva, negativa, y múltiple	• Identificar los tipos de resistencia
2.6. Genética de la resistencia	• Describir la resistencia como producto de la naturaleza genética de los insectos

### UNIDAD III.- MANEJO DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS

**HORAS:**            **SESIONES:**

**OBJETO DE ESTUDIO:** El manejo de la resistencia

**OBJETIVO:** Diferenciar las características, alcances y limitaciones de cada una de las estrategias del manejo de la resistencia a insecticidas para valorarlas y esquematizar y decidir su implementación.

Sistema de Conocimientos	Sistema de Habilidades
3.1. El bioensayo y su utilidad en el manejo de la resistencia a insecticidas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejar un bioensayo.</li> <li>• Valorar la <math>DL_{50}</math> y <math>CL_{50}</math>.</li> <li>• Interpretar las curvas Probit en referencia a la resistencia.</li> </ul>
3.2. Detección e inspección de la resistencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar y determinar la existencia de la resistencia en especies de insectos</li> </ul>
3.3. Estrategias generales para retrasar el desarrollo de la resistencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar estrategias para retrasar el desarrollo de la resistencia</li> </ul>
3.4. Estrategias específicas del manejo de la resistencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar estrategias específicas de manejo de la resistencia</li> </ul>
3.4.1. Manejo de la resistencia por moderación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipular la resistencia a insecticidas usando la moderación</li> </ul>

3.4.2. Manejo de la resistencia por saturación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipular la resistencia por medio de la saturación</li> </ul>
3.4.3. Manejo de la resistencia por ataque múltiple	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipular la resistencia aplicando el ataque múltiple</li> </ul>
3.4.3.1. Secuencia	
3.4.3.2. Rotación	
3.4.3.3. Mezcla	
3.4.3.4. Mosaico	
3.4.3.5. Uso concomitante	
3.5. Las plantas transgénicas y la resistencia a insecticidas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrastar el desarrollo del fenómeno de la resistencia en cultivos transgénicos</li> </ul>
3.6. Procedimientos rápidos para la determinación de la efectividad biológica de insecticidas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejar procedimientos rápidos para determinar la efectividad biológica de insecticidas</li> </ul>
3.7. Programas de manejo de la resistencia a insecticidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer programas de manejo de la resistencia a insecticidas</li> </ul>
3.7.1 Control de la oncocercosis en África Oriental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el programa de control de la oncocercosis en Africa Oriental</li> </ul>
3.7.2. Manejo de la resistencia a endosulfán y piretroides en <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de Australia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el manejo de la resistencia a endosulfán y piretroides en <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de Australia.</li> </ul>

## METODOLOGÍA

Consiste la metodología de la enseñanza, por parte del profesor en la exposición y explicación claras de los temas del curso; y por el alumno, en la reproducción de los temas expuestos mediante el uso de los elementos necesarios con objeto de dar énfasis a la solución de problemas prácticos en el área de toxicología y manejo de insecticidas.

## EVALUACIÓN

CRITERIO	PORCENTAJE
Participación en clase	40%
Examen escrito a libro cerrado	10%
Examen escrito a libro abierto	10%
Examen de grupo con reporte individual	10%
Tareas	30%

Calificación mínima aprobatoria: **6.6**

Escala de calificación: **0.0-10.0**

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Georghiou, G. P. & T. Saito (Eds.). 1983. Pest resistance to pesticides. Plenum Press.
- Hassal, K. A. 1990. The biochemistry & uses of pesticides. Segunda Edición. MacMillan Press LTD, UK.
- Lagunes, T. A. & J. A. Villanueva- Jimenez. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Lagunes, T. A. & M. Vázquez- Navarro. 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Primera Edición. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
- Lagunes, T. A. 1988. Manejo de insecticidas piretroides. Tercera Edición. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Lagunes, T. A., J. C. Rodríguez & D. Mota-Sánchez. 1994. Combate químico de plagas agrícolas en México. Segunda Edición. Colegio de Postgraduados, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y SARH. México.
- Matsumura, F. 1975. Toxicology of pesticides. Plenum Press, New York & London.
- Ware, G.W. 1993. The Pesticide Book. 4<sup>th</sup> Edition. Thomson Publication. Fresno Ca.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Bishop, J. A. & L. M. Cook (Eds.). 1989. Genetic consequences of man made changes. Academic Press, New York.
- Brown, A. W. A. & R. Pal. 1971. Insecticide resistance in arthropods. World Health Organization, Geneva.
- Brown, A. W. A. 1978. Ecology of pesticides. John Wiley & Sons, New York.
- Coats, R. J. 1982. Insecticide mode of action. Academic Press, New York.
- Croft, B. A. & J. Dunley. 1993. Habitat patterns and pesticide resistance, pp 145-164. *En*: Ch. K. Kim & B. A. McPherson (Eds.), Evolution of insect pests. Patterns of variation. John Wiley & Sons, New York.
- Croft, B. A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley & Sons, New York.
- Debach, P. & D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. Segunda Edición. Cambridge University Press, Cambridge.
- Edwards, C. A. 1973. Persistent pesticides in the environment. Segunda Edición. C. R. C. Press.
- Entwistle, P. F., S. J. Cory, M. J. Bailey & S. Higgs (Eds.). 1993. *Bacillus thuringiensis*, an environmental biopesticide: theory and practice. John Wiley & Sons, New York.
- Forrester, N. W., M. Cahill, L. J. Bird & J. K. Layland. 1993. Management of Pyrethroid and endosulfan resistance en *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. Bull. Entomol. Research supplement No. 1.

- Glass, H. E. (Ed.). 1986. Pest resistance to pesticides. Strategies and tactics for management. National Academy Press, Washington, D. C.
- Green, M. B., G. S. Hartley & T. E. West. 1987. Chemicals for crop improvement and pest management. Tercera Edición. Pergamon Press, New York.
- Hogdson, E. & P. E. Levi. 1987. Textbook of modern toxicology. Elsevier Science Publishers.
- Hoy, M. & J. J. McKelvey (Eds.). 1979. Genetics in relation to insect management. A Rockefeller Foundation Conference. March 31 - April 5, 1978, Bellagio, Italy. The Rockefeller Foundation.
- Hubert, J. J. 1980. Bioassay. Kendall/Hunt Publishing Company.
- Jacobson, M. 1971. Naturally occurring pesticides. Crosby Editors. Dekker, New York.
- Kim, L. (Ed.). 1993. Advanced engineered pesticides. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Mullin, Ch. A. & M. J. Witten (Eds.) 1992. Molecular mechanisms of insecticide resistance. Diversity among insect. American Chemical Society, Washington, D. C.
- Oakeshott, J. & M. J. Whitten (Eds.). 1993. Molecular approaches to fundamental and applied entomology. Springer-Verlag.
- Roush, R. & E. Tabashnik (Eds.). 1990. Pesticide resistance in arthropods. Chapman and Hall.
- Wikinson, C. F. (Eds.). 1976. Insecticide biochemistry and physiology. Plenum Press, New York.

### REVISTAS PERIODICAS DE MAYOR USO EN EL CURSO

- |                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Am. J. Public. Health                 | ChemTech                |
| Annu. Rev. Entomol.                   | Comp. Biochem. Physiol. |
| Appl. Entomol. Zool.                  | Crop. Prot.             |
| Appl. Env. Microbiol.                 | Ecol. Entomol.          |
| Appl. Microbiol. Biotech.             | Ent. Exp. Appl.         |
| Agric. Ecosyst. Environ.              | Ent. Soc. Am. Bull.     |
| Biochem. J.                           | Entomophaga             |
| Biochem. Gen.                         | Env. Entomol.           |
| Biometrics                            | Evolution               |
| Bioscience                            | Exp. Appl. Acarol.      |
| Biotech. Lett.                        | Experimentia            |
| Bull. Entomol. Soc. Egypt. Econ. Ser. | Europ. J. Biochem.      |
| Bull. Environ. Contam. Tox.           | Florida Entomologist    |
| Bull. Soc. Vect. Ecol.                | Fund. & Appl. Tox.      |
| Bull. Entomol. Res.                   | Genetics                |
| Bull. Entomol. Soc. Am.               | Heredity                |
| Bull. Soc. Vect. Ecol.                | Inv. Reprod. Dev.       |
| Can. Entomologist                     | J. Agric. Entomol.      |
| Can. J. Gen. Cytol.                   | J. Agric. Food Chem.    |

J. Appl. Bacteriol.  
J. Am. Mosq. Cont.  
J. Econ. Entomol.  
J. Entomol. Sci.  
J. Env. Econ. & Manag.  
Gen. Microbiol.  
Gen & Appl. Microbiol.  
Jap. Appl. Entomol.  
Korean J. Entomol.  
Med. & Vet. Entomol.  
Microbiol. Rev.  
Mosq. News  
Mosq. Cont. Res. Annu. Rep.  
Nature  
Pest. Sci.  
Proc. Annu. Meet. N. J. Mosq. Cont.  
Proc. Britt. Crop Prot. Conf. Pest Dis.  
Pest. Biochem. & Physiol.  
Rev. Med. & Vet. Ent.  
Science  
SouthWest Entomol.  
Syst. Appl. Microbiol.  
The Fla. Ent.  
The Rev. Appl. Ent.  
Trends in Ecol.  
WHO BULL  
World Rev. Pest Cont

Inf. Sci.  
Ins. Physiol.  
Inv. Pathol.  
J. Med. Entomol.  
J. Pest. Sci.  
J. Stor. Prod. Res.  
J. Theor. Biol.