



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Ciencias Agrícolas

Unidad de Aprendizaje

Gestión e Impacto Ambiental



La agricultura como elemento contaminante

José Gonzalo Pozas Cárdenas

Objetivos del programa educativo

Formar integralmente Ingenieros Agrónomos en Floricultura con conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes, valores y compromiso social, dentro de un marco ético y de responsabilidad para:

- Impulsar el desarrollo social y económico del sector florícola.
- Analizar y proponer alternativas de solución a la problemática de la producción, abasto, distribución y comercialización de productos florícolas.
- Fomentar la innovación y desarrollo tecnológico en la producción florícola nacional.
- Rescatar, preservar y aprovechar los recursos fitogenéticos con potencial ornamental.
- Diseñar esquemas de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio de la producción florícola.
- Elaborar e idear programas de extensión y vinculación con el sector florícola para mejorar el nivel socioeconómico y cultural en el medio rural.
- Administrar con eficiencia y eficacia el capital humano y los recursos materiales, naturales, económicos de los sistemas de producción florícolas.
- Realizar investigación en la ciencia y tecnología para el beneficio del productor florícola, mediante técnicas y estrategias acordes a las condiciones de las zonas productoras.
- Organizar, capacitar y actualizar en forma continua a productores y profesionales del área.

Objetivos del núcleo de formación

Proveerá al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

Comprenderá aprendizajes sobre métodos y técnicas especializadas, y capacidades para desarrollar la autonomía profesional y el desempeño aceptable en el campo laboral.

Objetivos del área curricular o disciplinaria

Optimizar el uso de la tecnología agrícola.
Estudiar y analizar la fertilidad del suelo para generar programas de fertilización para un manejo sustentable.

Objetivos de la unidad de aprendizaje

Analizar el impacto ambiental en los diferentes sistemas sustentadores de vida y socio sistemas, tales como agua, suelo, aire, flora y fauna, agricultura e industria.

Valorar y usar el marco legal para minimizar el impacto generado en los recursos naturales y la tecnología para la producción agrícola.

Advertencia

El presente material didáctico apoya la Unidad 2. Impacto ambiental de la actividad agrícola: la agricultura como elemento contaminante.

Antecedentes de la agricultura contaminante

- Actualmente se calcula que el 65% del consumo nacional de plaguicidas se aplica en cultivos de maíz, sorgo, soya, caña de azúcar, arroz, hortalizas y pastos.
- El 35% restante se aplica para el control de vectores de enfermedades del hombre y animales domésticos, así como plagas domésticas y en la industria.



Ingredientes activos registrados en México en 2000

| Tipo de plaguicida | Ingredientes activos registrados |
|---------------------------|----------------------------------|
| Insecticidas y acaricidas | 125 |
| Fungicidas y bactericidas | 97 |
| Herbicidas y defoliantes | 86 |
| Fumigantes | 86 |
| Rodenticidas | 12 |
| Coadyuvantes | 38 |
| Atrayentes | 4 |
| Molusquicidas | 1 |
| Nematicidas | 4 |
| Total | 375 |

Definición de plaguicida

Plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destina a controlar plagas, así como las especies no deseadas que causen daño o que interfieran con la producción agropecuaria y forestal.



Por su peligrosidad son:

| Categoría toxicológica | Color de franja | Leyenda | Ejemplos |
|-------------------------------|------------------------|-----------------|--|
| I Extremadamente tóxico | Rojo | Peligro, veneno | Parathión metílico, monocrotofos, Fenamifos |
| II Altamente tóxico | Amarillo | Peligro, veneno | Metamidofos, Metomilo, Ometoato, Oxidemeton metil |
| III Moderadamente tóxico | Azul | Cuidado | Diazinón, permetrina, clorpirifos, dimetoato |
| IV Ligeramente tóxico | Verde | Precaución | Deltametrina, Clorotalonil, carbendazim, Glifosato |

Clasificación de los plaguicidas

Categorías toxicológicas y DL₅₀ de los plaguicidas en humanos

| Categoría toxicológica | Color de banda | Valor de DL_{50} oral (mg/kg de peso corporal) | Cantidad letal para un humano adulto |
|--------------------------|----------------|--|--------------------------------------|
| I Extremadamente tóxico | Rojo | 5 | Unas cuantas gotas |
| II Altamente tóxico | Amarillo | 50 | Una cucharadita |
| III Moderadamente tóxico | Azul | 500 | 30 gramos o dos cucharadas |
| IV Ligeramente tóxico | Verde | 5000 | 380 gramos |

Según su persistencia

Persistencia. Tiempo que transcurre entre la aplicación y la degradación ambiental del compuesto.

| Categoría | Tiempo | Ejemplos |
|---|---|---|
| Lig. Persistentes Poco persistentes Med. persistentes Alt. Persistentes Permanentes | Menos de 1 mes De 1 a 6 meses De 6 a 12 meses De 1 a 20 años Mas de 20 años | Mancozeb Propiconazol, Dimetoato Atrazina Clordano, DDT, Lindano, Dieldrin Mercuriales inorgánicos Captan? |

Según su persistencia

En Canadá se considera que una sustancia es persistente si su vida media exceda los siguientes tiempos:

| Medio | Vida media |
|-----------|--|
| Aire | Dos días o más, o si se puede transportar a regiones remotas por la atmósfera. |
| Agua | 182 días o más |
| Sedimento | 365 días o más |
| Suelo | 182 días o más |

Efectos adversos de los plaguicidas

El ambiente se puede separar en cuatro compartimientos:

- **Litósfera.** Manto sólido de la tierra o corteza: suelo, rocas, agua y sedimentos marinos.
- **Hidrosfera.** Comprende el agua de la tierra: océanos, lagos, ríos y glaciares.
- **Atmósfera.** Conjunto de gases que rodean al planeta; regula las condiciones superficiales que esenciales para la vida.
- **Biófera.** Conjunto de seres vivos que habitan la tierra (2 millones de especies)

Efectos adversos de los plaguicidas en la agricultura

- Estos componentes, sobre todo la hidrósfera y la atmósfera, tienen una movilidad que contribuye determinadamente a trasladar las sustancias tóxicas como los plaguicidas a sitios remotos de aquel en que se originaron y diseminarlas por todo el planeta.
- **Ambiente biótico:** Litosfera, hidrósfera y atmósfera.
- **Ambiente biótico:** Biósfera.



Efectos adversos en...

Aire

- Es una ruta para el transporte y distribución de los plaguicidas a sitios distantes de aquellos donde se aplicaron.
- Los residuos pueden encontrarse en forma de vapor o asociados con partículas sólidas (polvo).



Efectos adversos en...

Agua

- Muchos plaguicidas o productos de su transformación llegan eventualmente a los ecosistemas acuáticos.
- Pueden degradarse parcial o totalmente, permanecer sin cambios, regresar a la atmósfera por volatilización, o bioconcentrarse en los organismos de dichos ecosistemas.



Efectos adversos en...

Suelo

- **Factores dependientes del suelo:** tipo, humedad, pH, temperatura, capacidad de adsorción.
- **Factores dependientes del plaguicida:** naturaleza química, y estabilidad ante la degradación química, microbiológica y fotoquímica.



Efectos adversos en...

Microorganismos

- Los plaguicidas pueden causar la muerte de todos o parte de los microorganismos que forman el plancton, con lo cual se afecta la base de las cadenas tróficas acuáticas.
- También provocan efectos subletales sobre las bacterias nitrificantes y hongos que degradan la quitina, y con ello la disminución de la fertilidad del suelo.



Efectos adversos en...

Plantas: muchos plaguicidas pueden afectar la germinación de la semilla, el desarrollo vegetativo, la reproducción sexual, la maduración, así como el valor alimenticio y calidad comercial del producto.



Quemaduras en maíz por fertilizantes y herbicidas



Efectos adversos en...

Peces y otros organismos acuáticos

- Pueden causar la muerte de los peces.
- Efectos subletales que afectan indirectamente a las poblaciones: bioconcentración en órganos vitales, inhibición de tasas de crecimiento, alteración de la gametogénesis, inhibición de la madurez sexual masculina, e inhibición enzimática y síntesis proteica.



Efectos adversos en...

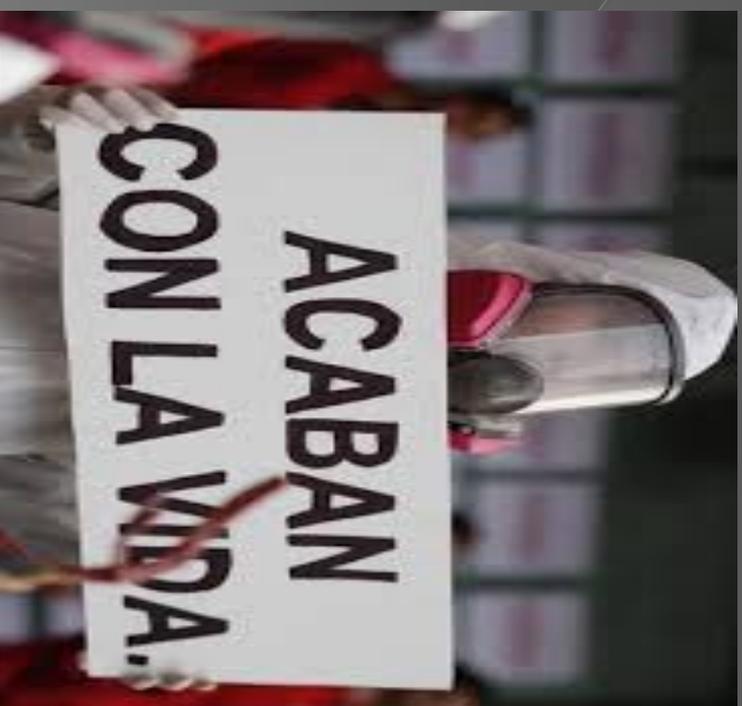
Aves: los plaguicidas de alta toxicidad aguda pueden causar mortandades masivas de aves, lo que altera el equilibrio ecológico de la zona.



Efectos adversos en...

Mamíferos

- Envenenamientos accidentales de animales domésticos y silvestres con plaguicidas.
- Efectos subletales como inhibición del desarrollo sexual, alteraciones metabólicas enzimáticas, alteraciones de inducción y disminución de la actividad física, alteraciones del SNC, acumulación en el tejido graso y leche.



Efectos adversos en...

Mamíferos

- **Bioconcentración.** Afinidad de los plaguicidas por lo tejidos de ciertos organismos que por el agua, por lo que pueden alcanzar concentraciones más altas en éstos que en el agua.
- **Bioacumulación.** Cuando la concentración de una sustancia (plaguicida) aumenta en el organismo expuesto en función del tiempo.
- **Biomagnificación.** Capacidad de algunos plaguicidas para concentrarse sucesivamente en cada eslabón de la cadena trófica.
- Como resultado, la concentración es mayor en los organismos superiores (aves de rapiña y mamíferos).

Efectos adversos en...

Mamíferos

- **Mutagénesis.** Proceso por el que se genera una mutación y se define como un cambio hereditario en el material genético.
- **Teratogénesis.** Alteración anatómica, funcional o bioquímica durante el desarrollo embrionario (concepción-nacimiento).
- **Carcinogénesis.** Es el fenómeno por el que un tejido normal genera crecimiento de tejidos “nuevos” diferentes al tejido original. Pueden ser “benignos” o “malignos”.

Plaguicidas y riesgo de cáncer

- El riesgo de contraer cáncer como consecuencia de la continua ingestión de pequeñas cantidades de residuos de plaguicidas en los alimentos, residuos que el consumidor común no puede detectar, es el aspecto que más está preocupando actualmente a la opinión pública y que mayores controversias provoca.

- El carácter cancerígeno de una sustancia está influido por varios factores como:

- La toxicidad propia del plaguicida.
- La susceptibilidad del organismo y su tamaño.
- La dosis, frecuencia y duración de la exposición.



Plaguicidas y riesgo de cáncer

El estudio de la mutagenicidad y carcinogenicidad de 448 plaguicidas, reveló que:

- 263 tienen datos de mutagenicidad.
- 92 poseen datos de carcinogenicidad.
- 38 son probable o posiblemente cancerígenos.
- 34 poseen datos insuficientes para poder valorar su carcinogenicidad,
- 20 posible y probablemente no son cancerígenos.
- Sólo encontró evidencia de carcinogenicidad en humanos para el arsénico y compuestos derivados.

Plaguicidas y riesgo de cáncer

- La EPA americana considera que los plaguicidas contenidos en alimentos provocan cada año 6,000 casos de cáncer, aunque esta estimación puede ser fuertemente criticada.



Carácter cancerígeno de los plaguicidas naturales

Ames *et al.* (1990), han desdramatizado el efecto cancerígeno de los plaguicidas sintéticos, señalando que el 99.99% en peso de plaguicidas en la dieta americana son sustancias naturales que producen las plantas para su autodefensa.

De las miles de sustancias plaguicidas que existen en la naturaleza, 52 se han analizado en pruebas de carcinogenicidad en animales; 27 (aproximadamente la mitad) han resultado cancerígenas y están presentes en los alimentos comunes.

Productos vegetales en las que están presentes los 27 plaguicidas naturales considerados cancerígenos (Ames *et al.*, 1990).

| | | | |
|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|
| Anís | Melón cantalupo | Nuez moscada | Setas |
| Manzana | Té | Naranja | Sésamo (semillas) |
| Chabacano | Grosella | Perejil | Romero |
| Plátano | Hinojo | Chirivía | Tomate |
| Albahaca | Berenjena | Durazno | Zanahoria de mesa |
| Brócoli | Endivia | Coco | Pera |
| Col de Bruselas | Pomelo | Chícharo | |
| Col o repollo | Uva | Pimiento | |
| Clavo | Guayaba | Piña | |
| Comino | Melón | Ciruelo | |
| Coliflor | Rábano | Papa | |
| Apio | Bretones | Frambuesa | |
| Cereza | Lenteja | Estragón | |
| Canela | Lechuga | Nabo | |
| Café | Mango | Mostaza | |

Efecto de los plaguicidas sobre la salud

Plaguicidas organoclorados

1. Estimulan el sistema nervioso central.
2. Inducen enzimas hepáticas.
3. Se acumulan en el tejido adiposo de manera proporcional a la absorción.
4. La intoxicación aguda por organoclorados produce estimulación del sistema nervioso central y aumento de su respuesta a los neurotransmisores.
5. Las exposiciones prolongadas a pequeñas cantidades pueden producir discrasias sanguíneas, dermatosis, etc.
6. Estudios en animales han demostrado que algunos organoclorados pueden producir cáncer y su uso se ha suspendido en muchos países por esta razón.



Efecto de los plaguicidas sobre la salud

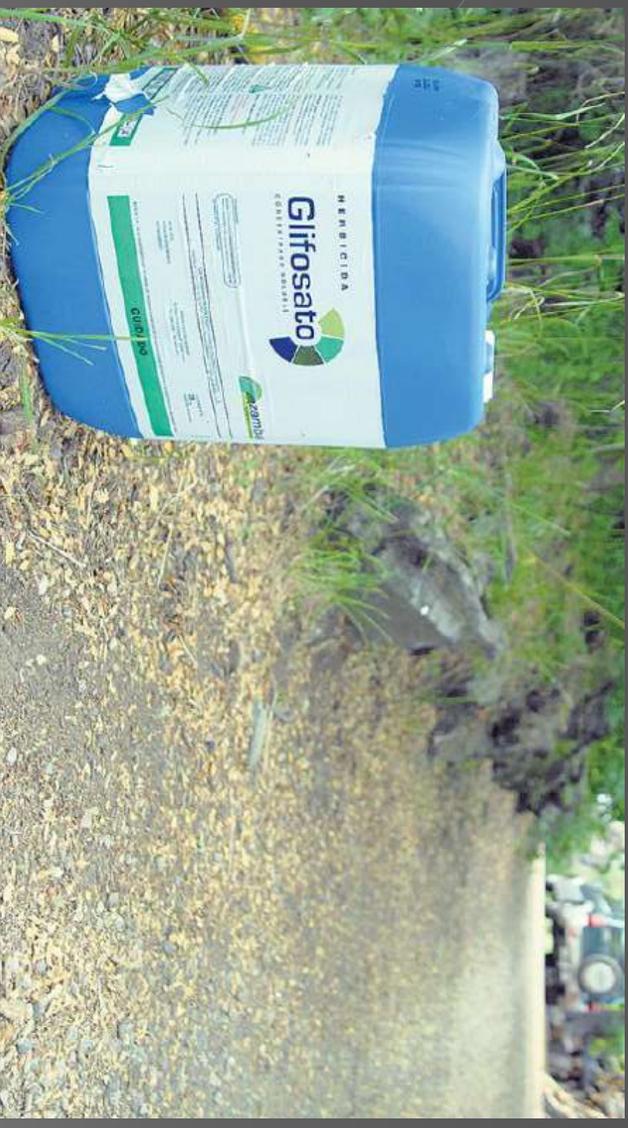
Plaguicidas organofosforados

1. Inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa en los glóbulos rojos y otros sitios del organismo. No se acumulan las dosis, sino los efectos.
2. Los compuestos organofosforados inhiben la enzima colinesterasa, causando potenciación de los efectos de la acetilcolina en las sinapsis colinérgicas.
3. La actividad enzimática se inhibe en glóbulos rojos, plasma, cerebro y otros órganos.
4. El nivel de la actividad enzimática cae a un nivel inferior al anterior de la exposición.

Efecto de los plaguicidas sobre la salud

Plaguicidas organofosforados

5. Los organofosforados no se acumulan en exposiciones repetidas, pero si estas ocurren en un periodo corto, los efectos en la colinesterasa pueden ser acumulativos.
6. Los organofosforados también pueden producir enfermedades de la piel, pero son más importantes los efectos retardados como las neuropatías periféricas.



Efecto de los plaguicidas sobre la salud

Plaguicidas carbamatos

1. Los carbamatos tienen forma de acción similar a la de los organofosforados, es decir inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa.
2. Aunque la acción de los carbamatos es más rápida y fácilmente reversible, las intoxicaciones que causan pueden ser igualmente graves.
3. No hay acumulación en los tejidos.
4. La aparición de los síntomas es repentina y generalmente hay mejoría en unas horas.

Efecto de los plaguicidas sobre la salud

Plaguicidas piretroides

1. Son estimulantes del sistema nervioso central.
2. En dosis muy altas pueden producir daño permanente o por largo tiempo en nervios periféricos.
3. Tienen capacidad de moderada a alta para ser alérgenos.
4. Son de baja toxicidad aguda para el hombre, pero pueden producir reacciones asmáticas en individuos sensibles.



Efecto de los plaguicidas sobre la salud

Plaguicidas piretroides

5. En casos graves puede haber una inflamación aguda de pulmones y también picazón, manchas y ampollas en la piel.
6. La exposición continua a niveles bajos de estos productos puede provocar una simple irritación de la piel y de las vías respiratorias en trabajadores expuestos.
7. En algunos casos pueden provocar alergia intensa.

Plaguicidas en la floricultura



- El Estado de México es el productor más importante de flores de corte.
- Actualmente se cultivan 6,658 ha : 5,864 de riego y 794 de temporal, distribuidas en 25 municipios.
- Los principales cultivos son: gladiolo, crisantemo, rosa y clavel.

Continuación...



Para elevar la producción de cualquier cultivo incluyendo las flores de corte, es necesario:

- Aumentar la superficie de cultivo.
- Incrementar la productividad: cultivares mejorados y nutrición.
- Controlar las plagas, enfermedades y maleza: uso de plaguicidas.

Continuación...

Principales plagas:

- Araña roja
- Mosquita blanca
- Trips
- Minador de la hoja
- Pulgón verde

Principales

enfermedades:

- Pudriciones de la raíz
- Cenicillas
- Royas
- Tizones

Continuación...



Principales insecticidas usados en la floricultura:

- Lannate 90 (17%)
- Agrimec (13%)
- Tamaron (10%)
- Confidor (5%)
- Agrimex, Plenum, Folidol, Spintor (3%)
- Luccaphos, Tracer, Malathion, Trigard, Folimat (2%)
- Otros (33%)

Continuación...



Principales fungicidas usados en la floricultura:

- Saprool (7%)
- Daconil (7%)
- Manzate (6%)
- Rally, Curzate, Captan, Bravo 720 (5%)
- Rubigan, Ridomil bravo, Zineb (4%)
- Strobby, Cupravit oxi (2%)
- Otros (38%)

Fuentes de Información

Conde C., R. F. F. (2004). Impactos del cambio climático en la agricultura de México. In M. J. Bremauntz, *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 227-238). México: Semanart-INE.

Dirección General de Sanidad Vegetal. 1999. *Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola*. DGSV. México, DF. 504pp.

Lagunes, T.A. 1995. *Toxicología y Manejo de Insecticidas*. Colegio de Postgraduados, Montesillos, México. 264pp.

Imágenes tomadas de [google.com](https://www.google.com) 2019.

Gracias