

CONACYT



CIATEJ

# Plaguicidas y Ecosistemas

Dr. Octavio Gaspar Ramírez  
[ogramirez@ciatej.mx](mailto:ogramirez@ciatej.mx)



Querétaro, México.  
Octubre 27, 2017

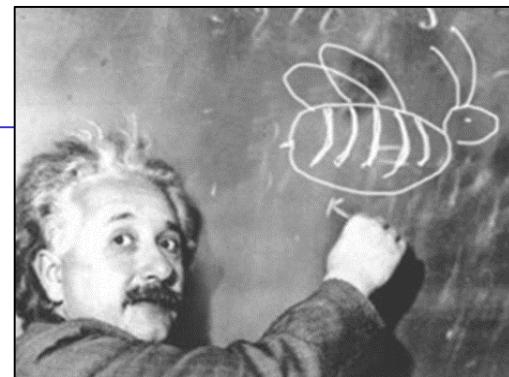


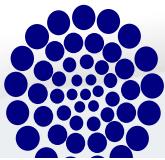
200 mil especies polinizadores

*Apis mellifera* la especie polinizadora mas importante



«Cuando se muera la última abeja, cuatro años después, desaparecerá la especie humana»... **ALBERT EINSTEIN**



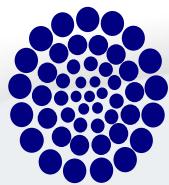


80% de plantas con flor son polinizadas

*Biodiversidad en plantas y alimentos*

35% producción agrícola mundial

*87 de los 115 cultivos más importantes para la alimentación mundial requieren de polinización*



CONACYT

## LA APICULTURA EN MEXICO



CIATEJ

### SAGARPA

- 2 millones de colmenas
- 60 mil ton de miel al año con valor de 2 200 mdp
- México cuarto lugar como exportador de miel con valor de exportación de 112 mdd



CONACYT



CIATEJ

### COLMENAS UTILIZADAS EN POLINIZACIÓN DURANTE 2008

	Principales cultivos	Número de colmenas
Sinaloa	Pepino, melón, sandía, calabaza y cártamo	35,000
Sonora	Hortalizas, cucurbitáceas	24,018
Chihuahua	Pepino, melón, manzana	20,000
Michoacán	Aguacate, fresa, melón	20,000
Colima	Mango, melón, sandía	8,000
Tamaulipas	Hortalizas, cítricos	8,000
San Luis Potosí	Cítricos, melón, sandía y hortalizas	6,200
Baja California	Fresa	2,150
Durango	Manzana	2,000
Coahuila	Manzana	1,800
Guanajuato	Pepinillo, calabacita	1,600
La Laguna	Melón y sandía	1,530
Nuevo León	Cítricos	1,500
Nayarit	Aguacate, melón, sandía, mango	1,200
Otros		2,588
	Total	135,586

Fuente: INFOASERCA, 2010

# México, al borde de crisis por despoblamiento de abejas

El uso exceso de plaguicidas en campos agrícolas pone en riesgo a los polinizadores en Chihuahua, Jalisco, Tamaulipas, pérdida de 53% de las colmenas.

## MUERTE Y DISMINUCIÓN DE ABEJAS EN MÉXICO ES GENERALIZADA



### Crece la alerta por desaparición de abejas en varios estados

- De enero a mayo las exportaciones de miel cayeron 52 por ciento frente al mismo lapso de 2015

Apicultores de varias entidades de la República Mexicana, como Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas, Yucatán, Campeche, Morelos, Oaxaca, Querétaro y Tlaxcala, lanzaron una alerta nacional en torno a la muerte y disminución de abejas, fenómeno que es generalizado en todo el país y que ha producido pérdidas significativas en la producción de miel y sus derivados, pero que también

### ‘Focos rojos’ por la muerte de miles de abejas

La Jornada

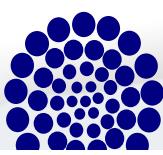
La voz de alarma de los apicultores sobre la desaparición y muerte de las abejas en el país se expande

10 fotografías

# Alarma en Jalisco muerte de abejas

Adriana Díaz

Guadalajara, México (31 marzo 2016).- El pasado lunes pintaba para ser un día común en las colmenas que por 25 años ha trabajado Gustavo Alcázar, ubicadas en la Sierra del Tigre, al sur del Estado.

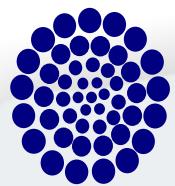


## Pérdida de colmenas en México entre 2015 y 2016:

- Comarca Lagunera: 3mil 100 (49%)
- Chihuahua: 2mil 500 (55.5%)
- Querétaro: 25mil 700 (88.4%)
- Zacatecas: 20 mil (37.4%)
- San Luis Potosí: 24 mil (63%)
- Jalisco: 50 mil (30%)

Apicultores de Yucatán, Campeche, Michoacán, Durango, reportan apiarios afectados – No hay mas información –

*Se estima la muerte de entre 5 mil y 7 mil  
millones de abejas*



CONACYT

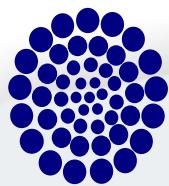


CIATEJ

## Síndrome del Colapso de las Colmenas



- 1) Abandono del panal por abejas obreras y colapso de la colmena. No se observan cadáveres.
  
- 2) Muerte masiva de abejas dentro del panal o alrededor.



CONACYT

Factores causales  
Zonas afectadas  
Estadísticas  
Cuantificación de impactos



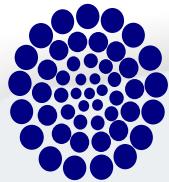
*Factores atribuibles:*

*Virus*  
*Parásitos*  
*Cambio climático*  
*Malas prácticas apícolas*

**PLAGUICIDAS**

PLAGUICIDAS DE NUEVA  
GENERACIÓN:  
**NEONICOTINOIDES**





CONACYT



CIATEJ

Neonicotinoides:

Imidacloprid

Clotianidina

Tiametoxam

Acetamiprid

Dinotefuran

Nitenpiram

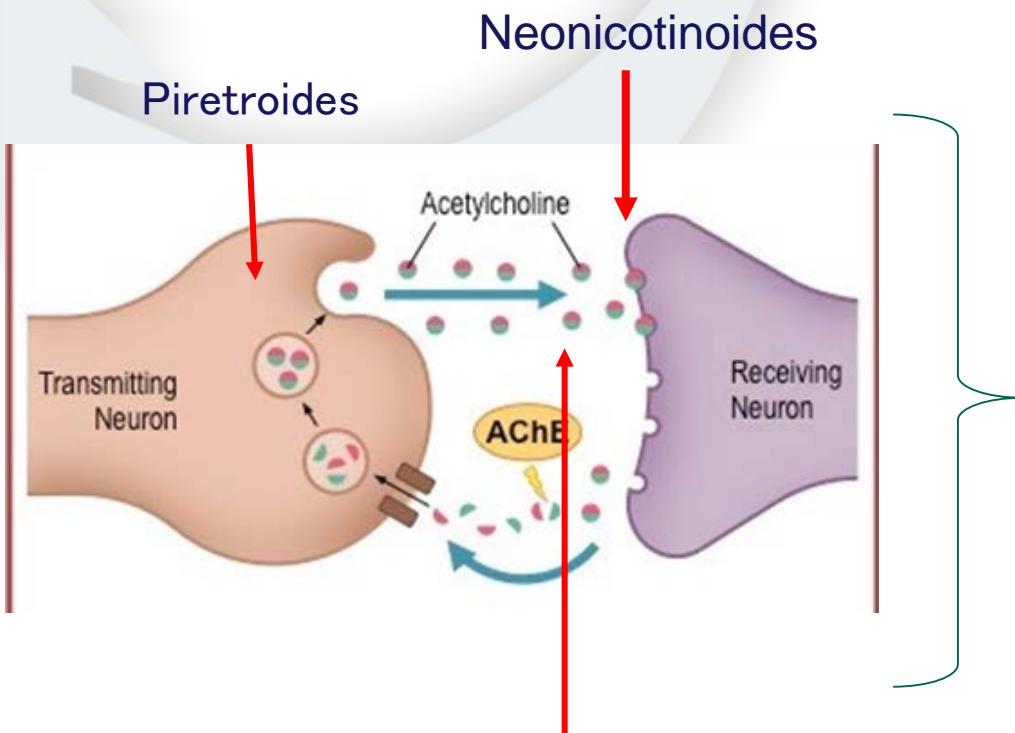
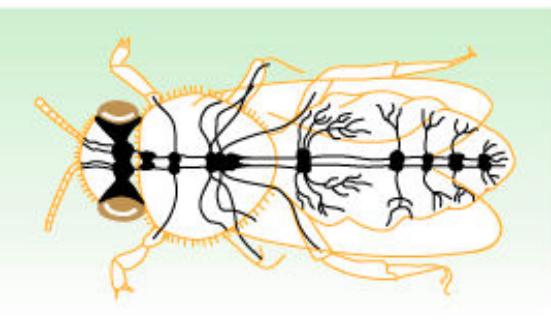
Tiacloprid

## POLÍTICAS INTERNACIONALES

- Europa ha prohibido 3 neonicotinoides: Imidacloprid, tiametoxam y clotianidina
- Otros países como Canadá están en vías de prohibición
- Reino Unido ha establecido políticas de vigilancia



# Mecanismo de acción



Organofosforados y Carbamatos

## Parálisis y muerte (DOSIS LETALES)

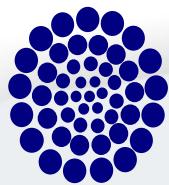
### Imidacloprid

Dosis Letal 50

dosis que hace morir el 50% de la población de abejas

- Corto plazo (exposición de 1 día): 3.7 ng / abeja.
- Largo plazo (exposición hasta 10 días): 0.1 ng / abeja.

*1 ng equivale a 0.000000001 g*



CONACYT



CIATEJ

## DOSIS SUBLETALES

Los neonicotinoides generan pérdida de la memoria y desorientación

- Inmunosupresión
- Fertilidad



*Aliouane Y et al., 2009*



CONACYT

## CASO COMARCA LAGUNERA



CIATEJ



### Abandono de la colmena

Pérdida del panal: restos de miel y polen abundante

Ubicación de colmenas a 2 km de campos de sorgo

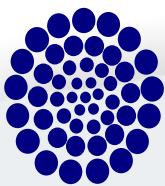
#### MIEL

Dimetoato  
Metamidofos  
Imidacloprid  
Tiametoxam

Residuos tóxicos  
Niveles no cuantificables  
Dosis Subletales

#### CERA

Carbendazim  
Cumafos  
Etion  
Malation  
Pimetrozina  
Cis-Permetrina  
Trans-Permetrina



CONACYT

## CASO CIUDAD GUZMÁN, JALISCO

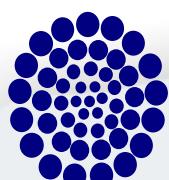


### DOSIS LETALES

Ubicación de colmenas a 600 m de huertos de aguacate  
Cadáveres de abejas dentro del apiario



	Dosis Letal (HSDB)	Dosis estimada
Fipronil	3.86 ng/abeja	15.0 ng/abeja
Imidacloprid	5.0 ng/abeja	6.12 ng/abeja
Dinotefuran	32.0 ng/abeja	58.2 ng/abeja
Cumafos	20.29 µg/abeja	3.48 µg/abeja
Pentacloroanisol		
Fipronil-sulfona		



CONACYT

# Residuos plaguicidas encontrados en muestras de miel y cera del estado de Tamaulipas



CIATEJ

12 residuos

		Clase	(n)	mg/kg			
				% muestras (+)	Low	High	Median
<b>CERA</b>							
	Malathion	Organophosphate	28	100	0.006	1.532	0.018
	Chlorpyrifos	Organophosphate	28	92.8	<LOQ	0.124	0.009
	2-Phenylphenol	Phenol	28	78.6	<LOQ	0.025	0.012
	Thiabendazole	Benzimidazole	28	60.7	<LOQ	0.057	0.013
	Dicofol	Organochlorine	28	60.7	<LOQ	0.008	0.008
	Carbendazim	Benzimidazole	28	36	<LOQ	0.01	0.009
	Dimethoate	Organophosphate	28	17.8	<LOQ	0.009	0.009
	Ethion	Organophosphate	28	7.1	0.017	0.019	0.018
	Bifenthrin	Pyrethroid	28	3.6	0.006	0.006	-
	Chlorfenapyr	Pyrrole	28	3.6	0.009	0.009	-
	Deltamethrin	Pyrethroid	28	3.6	0.015	0.015	-
	Fonofos	Organophosphate	28	3.6	0.007	0.007	-

11 residuos

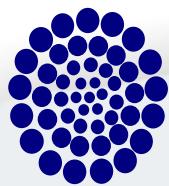
<b>MIEL</b>							
	Thiabendazole	Benzimidazole	28	89.3	<LOQ	0.011	-
	Dimethoate	Organophosphate	28	78.6	<LOQ	0.007	0.006
	Omethoate	Organophosphate	28	60.7	<LOQ	<LOQ	-
	Carbendazim	Benzimidazole	28	42.9	<LOQ	0.007	-
	Malathion	Organophosphate	28	17.8	<LOQ	0.064	0.034
	Thiophanate-methyl	Thiocarbamate	28	7.1	<LOQ	<LOQ	-
	Phosmet	Organophosphate	28	3.6	<LOQ	<LOQ	-
	Imidacloprid	Neonicotinoid	28	3.6	<LOQ	<LOQ	-
	Deltamethrin	Pyrethroid	28	3.6	<LOQ	<LOQ	-
	Aldicarb	Carbamate	28	3.6	<LOQ	<LOQ	-

## Residuos plaguicidas encontrados en muestras de miel y cera de los estados de Guanajuato, Michoacán, y Veracruz.

**13  
residuos**

	<b>Clase</b>	<b>% muestras (+)</b> (n)	<b>mg/kg</b>			
			Low	High	Median	LOQ
<b>CERA</b>						
Chlorpyrifos	Organophosphate	8 (100)	<LOQ	0.032	0.016	0.001
Malathion	Organophosphate	8 (25)	<LOQ	0.008	-	0.001
Bifenthrin	Pyrethroid	8 (25)	<LOQ	0.006	-	0.001
2-Phenylphenol	Phenol	8 (12.5)	0.009	0.009	-	0.001
Ethion	Organophosphate	8 (12.5)	<LOQ	<LOQ	-	0.001
Hexachlorobenzene	Organochlorine	8 (12.5)	<LOQ	<LOQ	-	0.001
Dicofol	Organochlorine	8 (12.5)	0.006	0.006	-	0.001
Fenpyroximate	Pyrazole	8 (12.5)	0.058	0.058	-	0.001
Diflubenzuron	Benzoylurea	8 (12.5)	0.11	0.11	-	0.001
Parathion methyl	Organophosphate	8 (12.5)	0.007	0.007	-	0.001
Propargite	Sulphite	8 (12.5)	0.129	0.129	-	0.001
Tebuconazole	Azole	8 (12.5)	0.006	0.006	-	0.001
Diazinon	Organophosphate	8 (12.5)	<LOQ	<LOQ	-	0.001
<b>MIEL</b>						
Chlorpyrifos	Organophosphate	5 (100)	<LOQ	<LOQ	-	0.002
Imidacloprid	Neonicotinoid	5 (60)	<LOQ	0.006	0.006	0.002
Dimethoate	Organophosphate	5 (40)	<LOQ	0.005	-	0.002
Methamidophos	Organophosphate	5 (40)	<LOQ	<LOQ	-	0.002
Ethion	Organophosphate	5 (20)	<LOQ	<LOQ	-	0.002
Diazinon	Organophosphate	5 (20)	<LOQ	<LOQ	-	0.002
Omethoate	Organophosphate	5 (20)	<LOQ	<LOQ	-	0.002

**7 residuos**



CONACYT



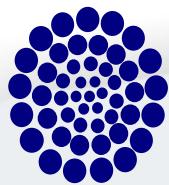
CIATEJ

Cera: acumulación de plaguicidas,  
exposición histórica

Miel: exposición reciente

Miel y cera >>> Fuentes de exposición  
para abejas adultas y larvas

Exposición a mezcla de plaguicidas = efectos sinergísticos



CONACYT



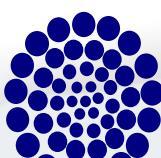
CIATEJ

## Sistemas Analíticos

- CG modelo 7890A,
- Espectrómetro de masas con detector de triple cuadrupolo (QQQ) modelo 7000

- LC modelo 1260 y 1290 Infinity.
- Espectrómetro de masas con detector de cuadrupolo-tiempo de vuelo (QTOF) modelo G6530A

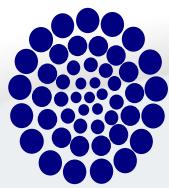




Compuesto	LC (mg/kg)
2,4'-D 2-ethylhexil éster	0.005
2,4'-D isopropil éster	0.005
2,4'-DDT	0.005
2-Fenilfenol	0.005
Acefato	0.005
<b>Acetamiprid</b>	0.005
Acrinatrina	0.005
Aldicarb	0.005
Aldrin	0.005
alfa-HCH	0.005
Atrazina	0.005
Azinfós-metilo	0.005
Azoxistrobina	0.005
Bensulida	0.005
Bifenazato	0.005
Bifentrina	0.005
Boscalid	0.005
Bromopropilato	0.005
Buprofezina	0.005
Carbaril	0.005
Carbendazima	0.005
Carbofurano	0.005
Carbofurano, 3-hidroxi-	0.005
Carfentrazona-etilo	0.005
Ciazofamida	0.005
Cihalotrina, gamma-	0.005
Cihalotrina, lambda-	0.005
Ciprodinil	0.005
Clorantraniliprol	0.005
Clorfenapir	0.01
Clorfenvinfós	0.005
Clorpirimifós-etilo	0.005
Clorpirimifós-metilo	0.005
<b>Clotianidina</b>	0.005
Coumafós	0.005
Deltametrina	0.005
Demeton-S-metilsulfona	0.005
Diazinón	0.005
Diclofentión	0.005

Dicloran	0.01
Diclorvos	0.005
Dicofol	0.005
Dicrotofos	0.005
Dieldrina	0.005
Difenilamina	0.026
Difenconazol	0.01
Diflubenzurón	0.005
Dimetoato	0.005
<b>Dinotefuran</b>	0.005
Diurón	0.005
Endosulfán I	0.005
Endosulfán II	0.005
Espinetoram J	0.007
Espinetoram L	0.002
Espinosina A	0.006
Espinosina D	0.004
Espirodiclofeno	0.005
Espiromesifén	0.005
Espirotetramat	0.005
Espiroxamina	0.005
Etión	0.005
Etofenprox	0.005
Etoprofos	0.005
Fenamidona	0.005
Fenamifos	0.005
Fenbuconazol	0.01
Fenclofros	0.005
Fenhexamida	0.005
Fenitrotión	0.005
Fenoxicarb	0.01
Fenpiroximato	0.01
Fentión	0.005
Fentoato	0.005
Fenvalerato I	0.004
Fenvalerato II	0.001
Fipronil -sulfona	0.005
Fipronil -sulfuro	0.005
Fipronil-desulfinil	0.005
Flonicamid	0.005

Flubendiamida	0.005
Fludioxonilo	0.005
Flufenoxurón	0.005
Flumetralina	0.005
Fluoxastrobina	0.005
Flusilazol	0.006
Folpet	0.049
Fonofos	0.005
Forato	0.005
Forclofenuron	0.005
Formetanato, clorhidrato de	0.005
Formotión	0.005
Fosalón	0.005
Fosmet	0.005
Ftalimida	0.005
Heptacloro epóxido (isómero B)	0.005
Hexaclorobenceno	0.005
Hexazinona	0.005
Imazalil	0.01
Imazosulfuron	0.005
<b>Imidacloprid</b>	0.005
Kresoxim-metilo	0.005
Malaoxon	0.005
Malatión	0.005
Mepanipirim	0.005
Metalaxilo	0.005
Metamidofós	0.005
Metidatión	0.005
Metiocarb	0.005
Metomilo	0.005
Metoxifenocida	0.005
Mevinfos	0.01
Miclobutani	0.005
Molinato	0.01
Monocrotofós	0.005
Napropamida	0.005
<b>Nitempiram</b>	0.01
Ometoato	0.005
Oxamil	0.005
Oxamil-oxima	0.005
Oxidemeton-metilo	0.004
Oxifluorfén	0.005
Paclorbutrazol	0.005
Paraxon-metilo	0.005
Paratión-etilo	0.01
Paratión-metilo	0.005
Pendimetalina	0.01
Pentacloroanilina	0.005
Pentacloroanisol	0.005
Pentaclorofenol	0.005
Permetrina,cis	0.003
Permetrina,trans	0.004
Pertán	0.005
Pimetrozina	0.005
Piraclostrobina	0.005
Piridabén	0.005
Piridafentión	0.005
Pirimetanil	0.005
Pirimifós-metilo	0.005
Piriproxifén	0.005
Procloraz	0.005
Profenofós	0.005
Propargita	0.01
Propazina	0.005
Propetamfós	0.005
Quinalfós	0.005
Quinoxifén	0.005
Simazina	0.005
Sulfalato	0.005
Tebuconazol	0.005
Tebufenocida	0.005
Tebutiurón	0.005
Tecnaceno	0.005
Terbufos	0.005
Tetraconazol	0.005
Tetradifón	0.005
Tetrahidroftalmida, cis-1,2,3,6-	0.005
Tiabendazol	0.005
<b>Tiacloprid</b>	0.005
Tiametoxam	0.005
Tiofanato	0.005
Tiofanato-metilo	0.005
Triazofos	0.005
Triclorfón	0.005
Trifloxistrobina	0.005
Trifluorometilnicotinamida	0.025

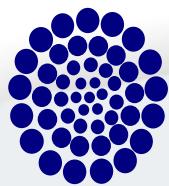


CONACYT



CIATEJ

¿Qué dicen las regulaciones en  
México ?



CONACYT



CIATEJ

## CATALOGO OFICIAL DE PLAGUICIDAS 2012

Enlista 126 plaguicidas desde ligera hasta altamente tóxicos para las abejas y otras especies

Se reconoce solo a cuatro neonicotinoides: imidaclorpid, tiame toxam, clotianidina, dinotefuran.



COFEPRIS



Diario Oficial de la Federación 19/08/1991:

Enlista **21** plaguicidas prohibidos para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en México

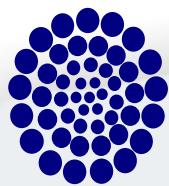
Enlista **10** plaguicidas restringidos – solo podrán ser utilizados por las dependencias del ejecutivo, en campañas sanitarias –.

**26 años después ...**

**NINGUNA ACTUALIZACIÓN**

Catálogo Oficial de Plaguicidas 2012 (COFEPRIS):

- ✓ omite la lista de plaguicidas restringidos
- ✓ omite dos plaguicidas prohibidos: Pestanal y Erbon



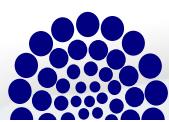
CONACYT



CIATEJ

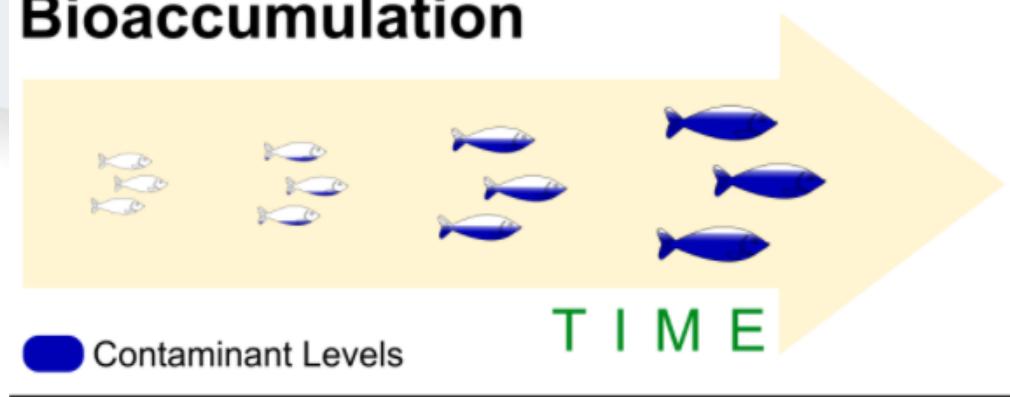
## IMPACTO EN OTROS ECOSISTEMAS





- ✓ Altamente persistentes en el ambiente
  - ✓ Bioacumulables
  - ✓ Biomagnificables
  - ✓ Tóxicos

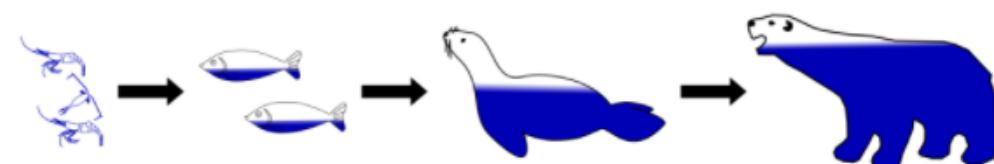
## Bioaccumulation



## DDT

...años

## DDE



## Biomagnification

# Niveles de plaguicidas organoclorados en organismos costeros y marinos de las costas Mexicanas

*Ponce-Vélez, Guadalupe, Botello, V. Alfonso, García-Ruelas, Claudia*

Laboratorio de Contaminación Marina

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

Universidad Nacional Autónoma de México





## Plaguicidas organoclorados:

Hexaclorociclohexanos (HCHs):  $\alpha$  ,  $\beta$  ,  $\gamma$  ,  $\delta$

DDTs: DDT, DDE, DDD

Drines: Aldrín, Dieldrín, Endrín

Heptacloro

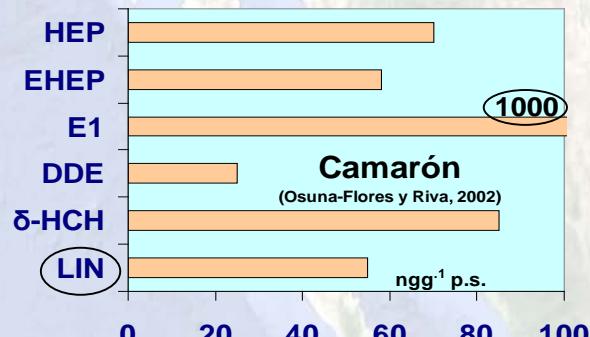
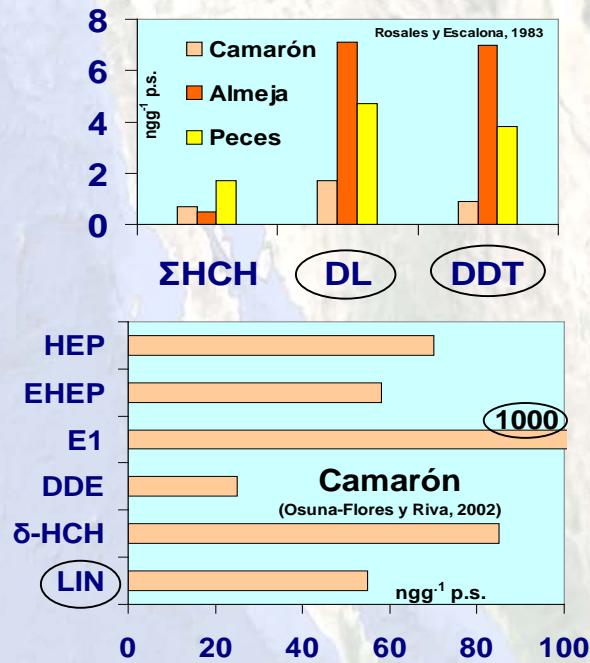
Epóxido de Heptacloro

Endosulfán:  $\alpha$  ,  $\beta$  ,

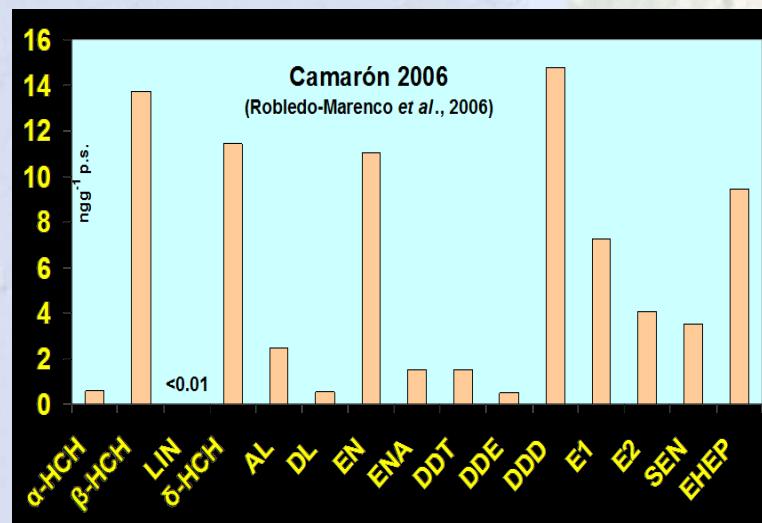
Prohibidos (desde 1991): Drines

Restringidos (desde 1991): DDT, Lindano ( $\gamma$ -HCH)

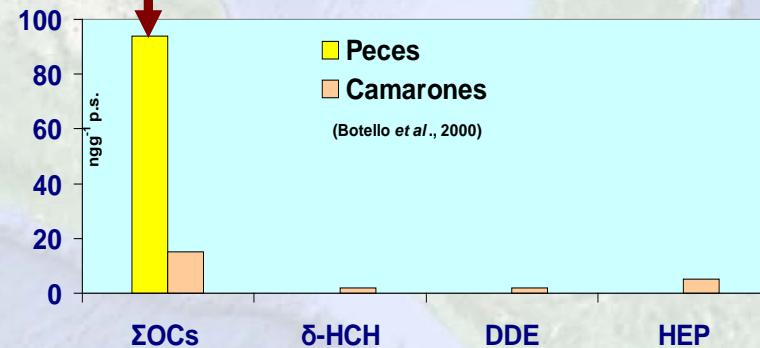
# SINALOA-NAYARIT



2006

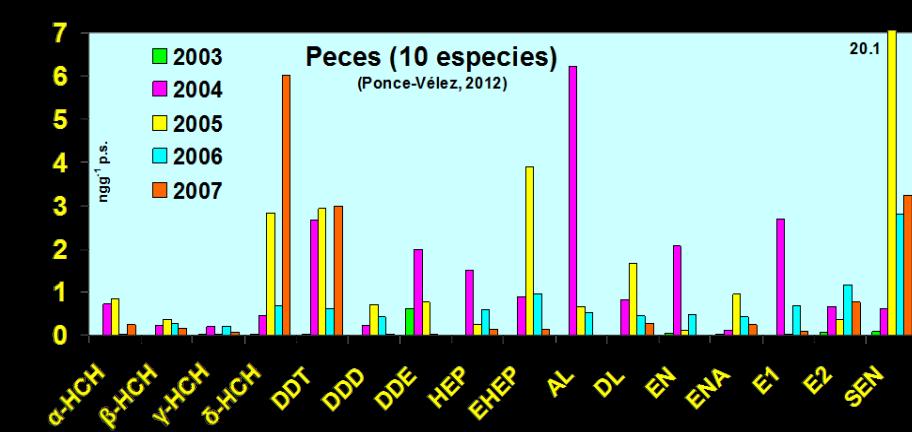
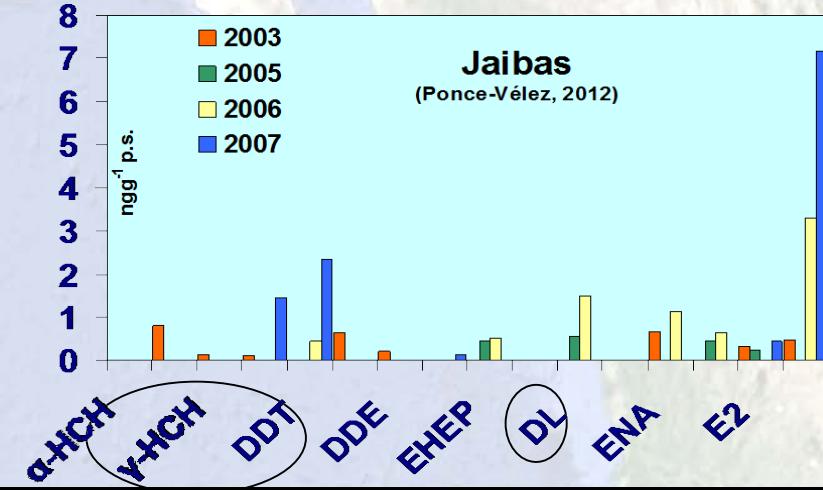
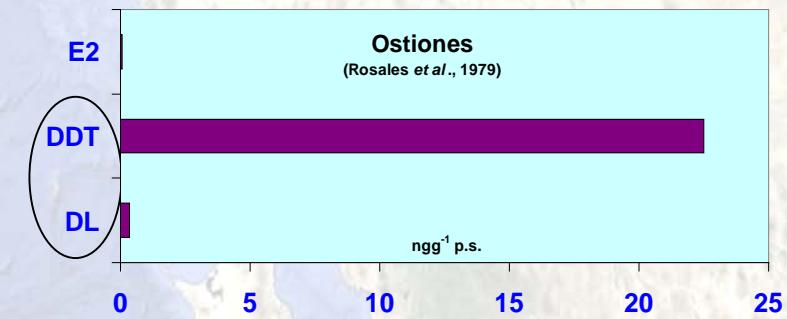


# CHIAPAS





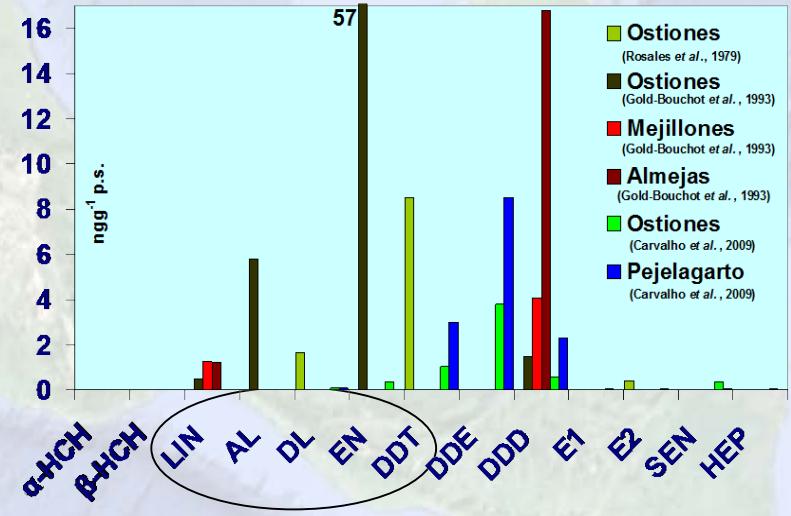
## TABASCO



## VERACRUZ 1979

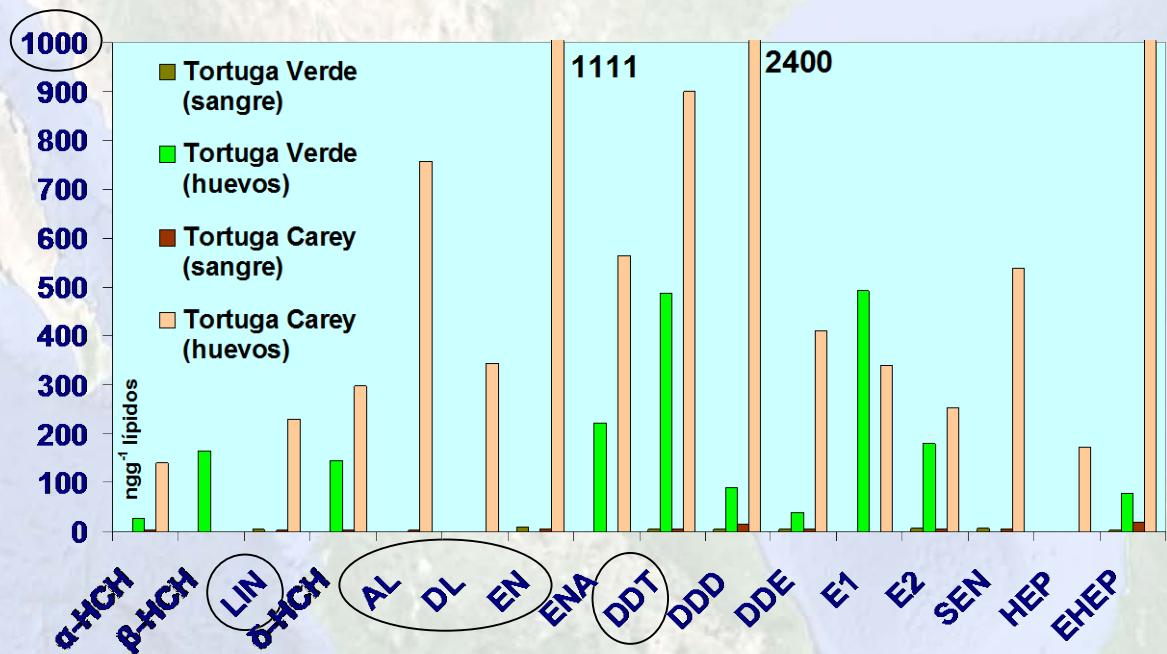


## CAMPECHE





## CAMPECHE





## Principales plaguicidas organoclorados por grupo biológico de mayor importancia pesquera



Aldrín, Endrín, DDT



Lindano, DDD,  
Endosulfán I, Heptacloro



Lindano, Dieldrín, DDT, DDD



Lindano, DDD



DDT, Dieldrín, Endrín aldehído,  
Sulfato de Endosulfán



Lindano, DDTs, Aldrín, E1, Heptacloro



HCHs, Drines, DDTs,  
Endosulfán I, II, Heptacloro,  
Epóxido de Heptacloro



# OCs carcinogénicos potenciales presentes en organismos costeros destinados a consumo humano de las regiones litorales mexicanas

## Clasificación IARC

### Lindano (1)



### *p,p'*-DDT (2B)



### Drines (3)



### Heptacloro (2B)

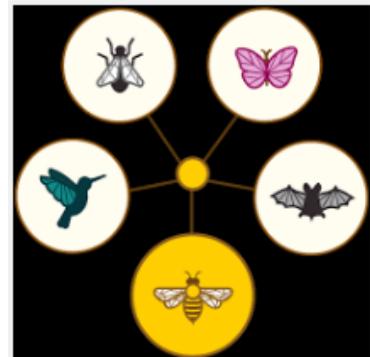


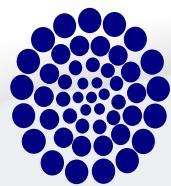
La presencia de plaguicidas en organismos destinados a consumo humano, por un lado indica la gran persistencia ambiental de estos compuestos y por el otro, el uso ilegal y constante de los mismos a pesar de la legislación nacional vigente y de la participación de México en acuerdos internacionales para su eliminación.

Durante muchos años, la presencia de plaguicidas en alimentos ha sido advertencia del riesgos cancerígeno para los consumidores, y aún se siguen encontrando en zonas costeras.

## Impactos

- Económico para la apicultura y otras actividades agrícolas dependientes de la polinización:
  - Producción
  - Inocuidad
- Ecológico. Otras especies polinizadoras en riesgo.
- Animales acuáticos y aves también se ven afectados.





CONACYT



CIATEJ

## Regulaciones deficientes y obsoletas

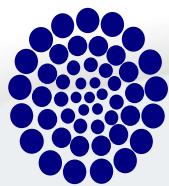
Red de Toxicología  
de Plaguicidas

Organismos No  
Gubernamentales

Apicultores

Sector Legislativo

- ✓ Exhortos a las Secretarías Gubernamentales: SAGARPA, SEMARNAT, COFEPRIS
- ✓ Iniciativa que propone reformar y adicionar distintas disposiciones de la Ley General de Salud, de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y de la Ley Federal de Sanidad Vegetal



CONACYT



CIATEJ

¡Gracias por su atención!

