



**SEMARNAT**

**SAGARPA**

**SALUD**

**SEP**

**SHCP**

**SE**



# COMISIÓN INTERSECRETARIAL DE BIOSEGURIDAD DE LOS ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS



# CIBIOGEM



**CIBIOGEM**

COMISIÓN INTERSECRETARIAL  
DE BIOSEGURIDAD DE LOS ORGANISMOS  
GENÉTICAMENTE MODIFICADOS



# **Biodiversidad y Bioseguridad: la evaluación de riesgo ambiental**

**DÍA DE PUERTAS ABIERTAS: TERCERA EDICIÓN  
SECRETARÍA EJECUTIVA DE LA CIBIOGEM  
11 DE SEPTIEMBRE DE 2012**

Dra. Sol Ortiz García  
Dirección de Información y Fomento a la Investigación



## 1. ¿Qué es la biodiversidad?

- Niveles jerárquicos de diversidad biológica
- Ecosistemas, Especies, Genes
- Biodiversidad en México
- Por qué es importante conservar nuestra biodiversidad

¿CÓMO?

## 2. ¿Qué es la bioseguridad?

- Herramientas de la bioseguridad
- Análisis de Riesgo y sus componentes
- Toma de decisiones y comunicación



CIBIOGEM



# Diversidad biológica

**Es la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas\*.**

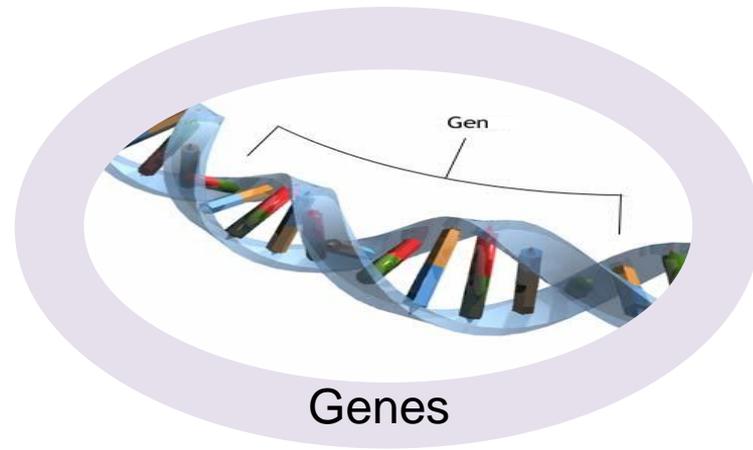


\*Tomado del Convenio Sobre Diversidad Biológica





# Organización jerárquica de la vida





# Organización jerárquica de la vida



Individuos



# Organización jerárquica de la vida



CIBIOGEM



Poblaciones



# Organización jerárquica de la vida



CIBIOGEM





# Organización jerárquica de la vida



CIBIOGEM



Comunidades



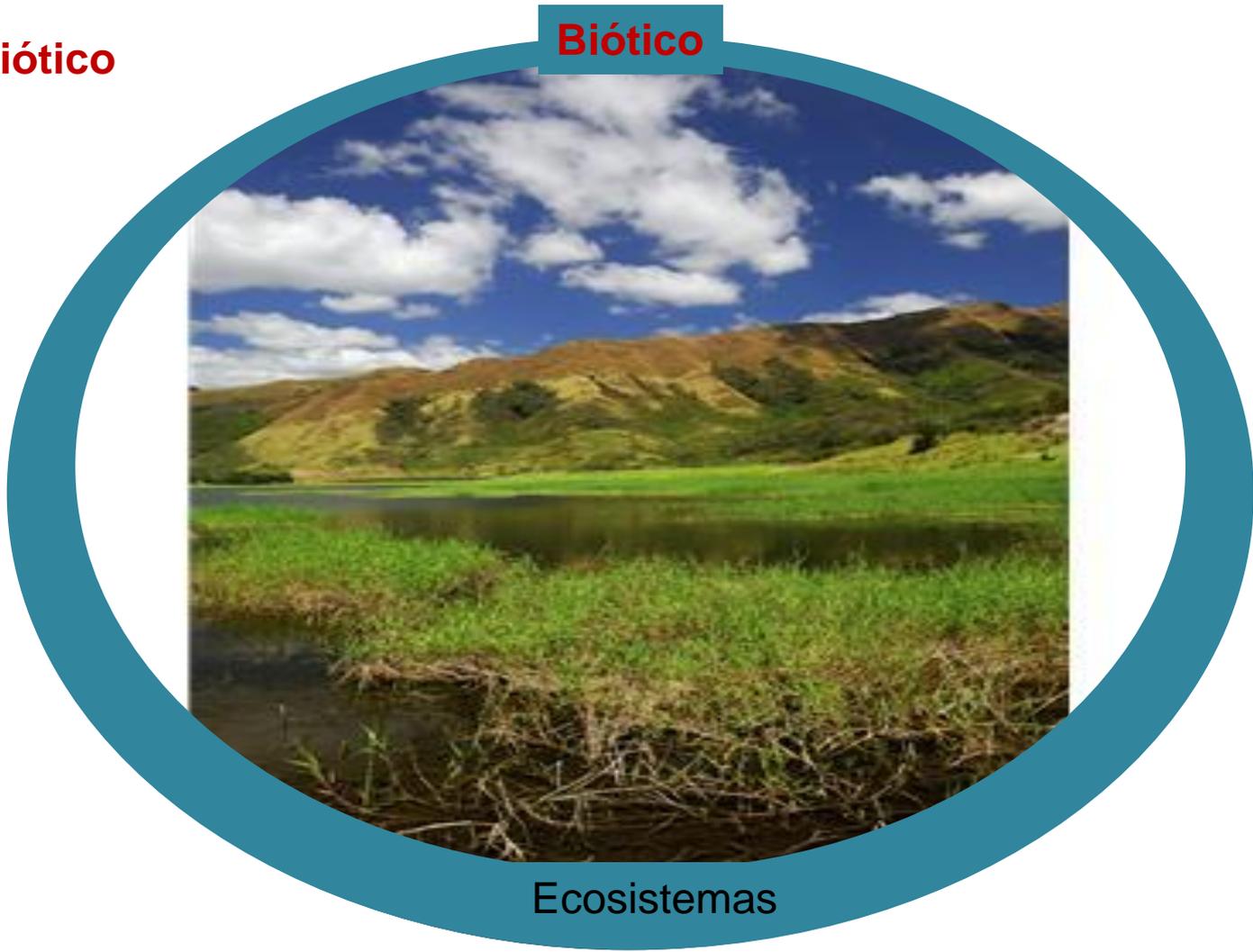
# Organización jerárquica de la vida

**A-biótico**

**Biótico**



**CIBIOGEM**



Ecosistemas



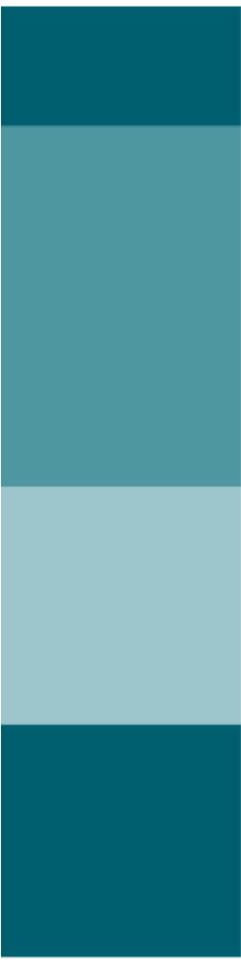
# Organización jerárquica de la vida

**Biótico**

**A-biótico**



**CIBIOGEM**





# DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

- **Selva Alta Perennifolia o Bosque Tropical Perennifolio**
- **Selva Mediana o Bosque Tropical Subcaducifolio**
- **El Bosque Mesófilo de Montaña o Bosque de Niebla**
- **Selva Baja o Bosque Tropical Caducifolio**
- **La Pradera de Alta Montaña**
- **El Bosque de Coníferas**
- **El Bosque Espinoso**
- **El Bosque de Encino**
- **El Matorral Xerófilo**
- **Los Humedales**
- **El Pastizal**
- **La Sabana**



Gloria L. Portales



Mario Castañeda



# DIVERSIDAD DE ESPECIES

Es la variedad de especies que podemos encontrar en determinado espacio y tiempo.



CIBIOGEM

Número estimado de especies descritas y posible total global\*.

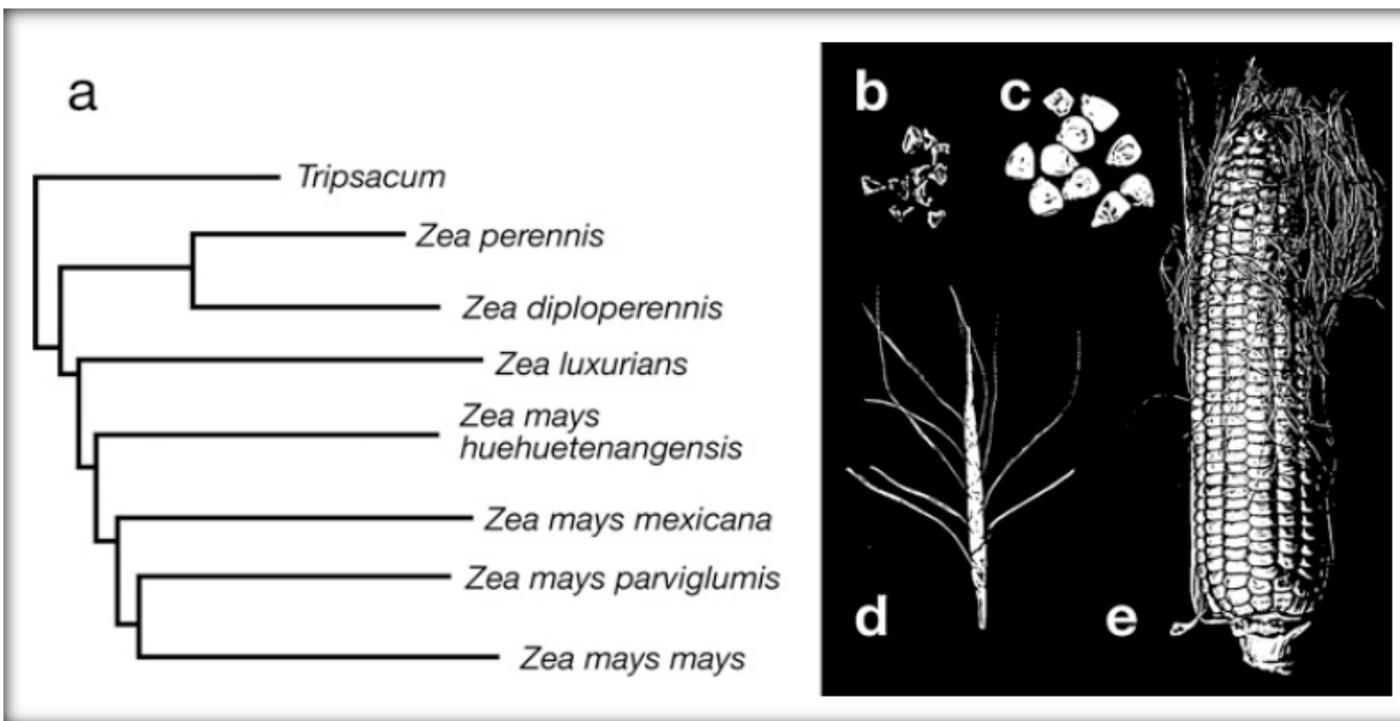
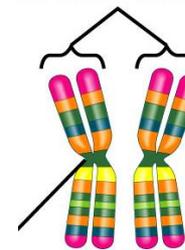
Reino	Especies descritas	Especies estimadas
Bacteria	4,000	1,000,000
Protistas	80,000	600,000
Animales	1,320,000	10,600,000
Fungi	70,000	1,500,000
Plantas	270,000	300,000
<b>Total</b>	<b>1,744,000</b>	<b>14,000,000</b>



# DIVERSIDAD GENÉTICA

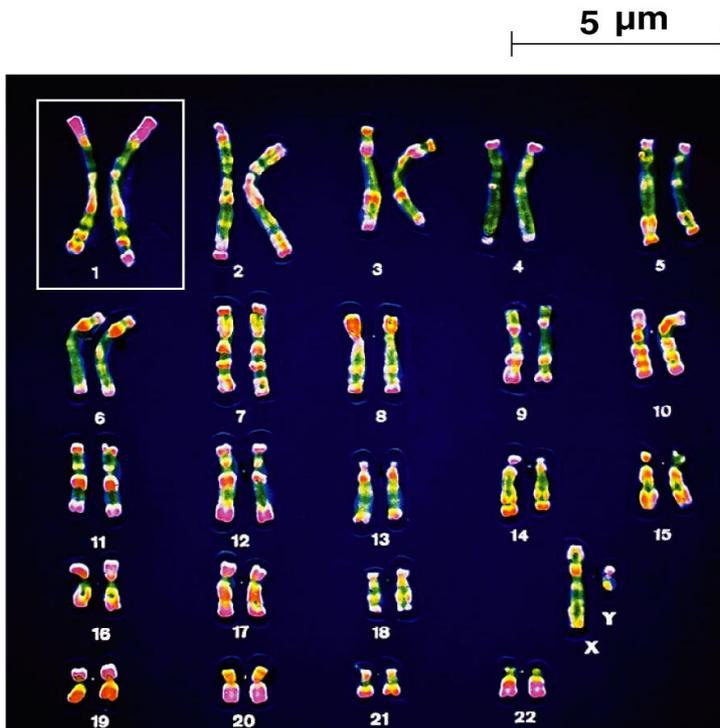
Es la variedad de alelos (diferentes formas de un mismo gen) y genotipos (combinación de alelos) que podemos encontrar en una población, en variedades de una especie o en grupos de especies.

Par de cromosomas homólogos

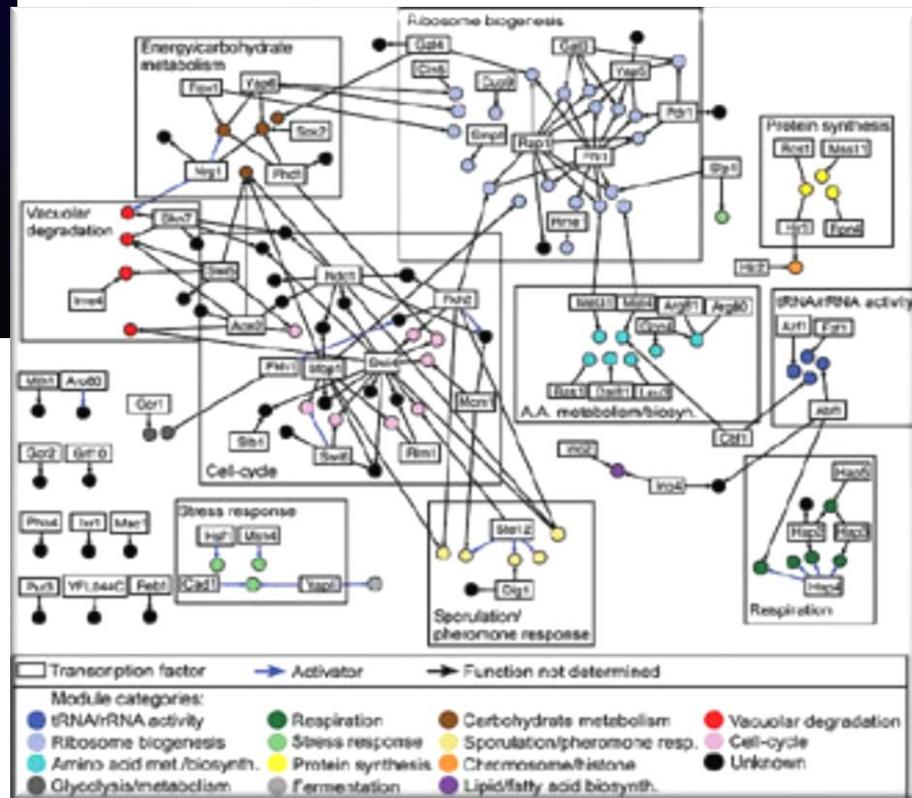




# DIVERSIDAD GENÉTICA



Redes genéticas









# BIODIVERSIDAD en MÉXICO

Debido a su orografía, variedad de climas y ambientes, a que tiene amplias costas, ubicación, y México cuenta con prácticamente todos los tipos de ecosistemas, es el quinto lugar en diversidad de especies y centro de origen de plantas cultivadas por la relación antigua y estrecha entre la diversidad biológica y las comunidades indígenas.



CIBIOGEM





## Países y número de especies



Plantas	Brasil 55,000	Colombia 45,000	China 30,000	<b>MÉXICO</b> 26,000	Australia 25,000
Anfibios	Brasil 516	Colombia 407	Ecuador 358	<b>MÉXICO</b> 282	Indonesia 270
Reptiles	<b>MÉXICO</b> 707	Australia 597	Indonesia 529	Brasil 462	India 433
Mamíferos	Indonesia 519	<b>MÉXICO</b> 439	Brasil 421	China 410	Zaire 409



# México centro de origen de plantas cultivadas.

En México como parte del centro de origen mesoamericano se domesticaron y diversificaron más de 100 plantas de importancia comercial



Maíz	Frijol	Calabaza
Jícama	Tomatillo	Tomate
Chayote	Guanábana	Amaranto
Zapote	Vainilla	Chile
Algodón	Aguacate	Opuntias
Cacao	Agaves	Chaya
Chía	Chayote	Quelites
Dalia	Tagetes	Camote

Entre muchas otras...



# Principales causas de pérdida de BIODIVERSIDAD

Causas de pérdida de la diversidad biológica y de la extinción de especies son factores asociados a actividades humanas y factores estocásticos.

- Pérdida de hábitat, cambio de uso de suelo, **agricultura**, urbanización.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Sobre explotación i.e. deforestación, sobre-pesca.
- Contaminación.
- Pérdida de diversidad genética, depresión endogámica, in-adaptabilidad
- Factores catastróficos.
- **Cambio climático**





# Razones para conservar la diversidad biológica.



CIBIOGEM

- **Diversidad como recursos biológicos:** alimentos, productos farmacéuticos, fibras para el vestido, productos para la construcción como madera, hule, latex, etc; contribuyen enormemente a la actividad económica y manejados adecuadamente, al desarrollo sustentable.
- **Servicios de los ecosistemas:** producción de oxígeno, control del clima, ciclo de nutrientes, polinizadores, descomponedores, biorremediación, etc.
- **Recreación, placer** de los paisajes, crecer plantas ornamentales tener mascotas, visitar zoológicos y reservas, áreas naturales protegidas, para ecoturismo.
- **Justificación ética:** reconocer que una especie no tiene el derecho de conducir a las demás a su extinción. *La extinción es para siempre.*



## 1. ¿Qué es la biodiversidad?

- Niveles jerárquicos de diversidad biológica
- Ecosistemas, Especies, Genes
- Biodiversidad en México
- Por qué es importante conservar nuestra biodiversidad

¿CÓMO?

## 2. ¿Qué es la bioseguridad?

- Herramientas de la bioseguridad
- Análisis de Riesgo y sus componentes
- Toma de decisiones y comunicación



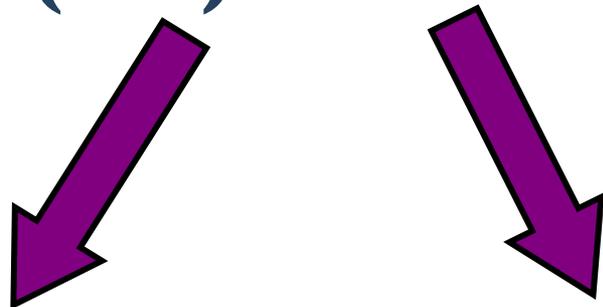
CIBIOGEM



# HERRAMIENTAS DE LA (BIO)SEGURIDAD



CIBIOGEM



## Legales:

Convenios,  
Tratados,  
Leyes,  
Reglamentos,  
Normas,  
Guías  
.....

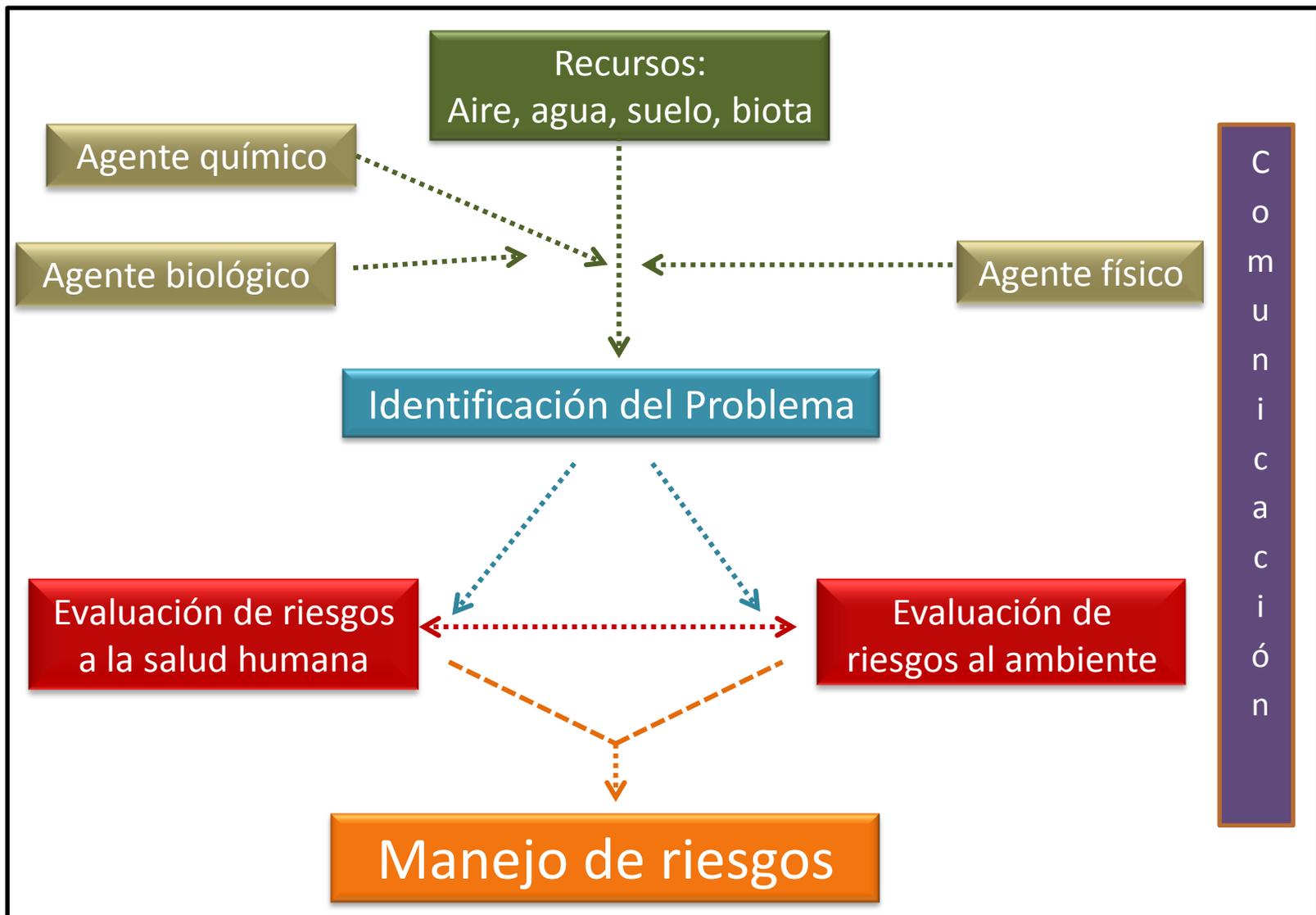
## Metodológicas:

Análisis de riesgo,  
Evaluación de riesgo,  
Manejo de riesgo,  
Análisis costo-beneficio.  
Identificación,  
Medidas de contingencia  
.....

**Precaución**



# Análisis de Riesgo Ambiental





# Análisis de Riesgo Ambiental

---

**El análisis de riesgo ambiental.**— es una técnica aplicada en muchas áreas diferentes con el propósito de prevenir y minimizar **efectos adversos al medio ambiente.**

**¿Qué son los efectos adversos al medio ambiente?**

Cambios que se consideran indeseables porque alteran características estructurales o funcionales de los ecosistemas o sus componentes.

Una evaluación de **adversidad** puede considerar el tipo, la intensidad y la escala de los efectos así como el potencial de recuperación del sistema.





# Análisis de riesgo

---

El análisis de riesgo, por lo general involucra tres etapas:

- ➊ EVALUACIÓN DEL RIESGO
- ➋ MANEJO DEL RIESGO
- ➌ COMUNICACIÓN DEL RIESGO



# Análisis de riesgo

---

El análisis de riesgo involucra tres etapas:

**CONTEXTO, PLANEACIÓN, IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

**① EVALUACIÓN DEL RIESGO**

**② MANEJO DEL RIESGO**

**TOMA DE DECISIONES**

**③ COMUNICACIÓN DEL RIESGO**



**CIBIOGEM**



# El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología



- El **Protocolo de Cartagena** establece en su artículo 7 el Procedimiento de Acuerdo Fundamentado Previo mismo que:

“se aplicará **antes del primer movimiento transfronterizo intencional de un organismo vivo modificado destinado a la introducción intencional en el medio ambiente de la parte de importación**”

1. Notificación (art. 8)

2. Acuse de recibido (art. 9)

3. Procedimientos de adopción (art. 10) y revisión (art. 12) de decisiones

Evaluación (art 15 y anexo III) y Gestión del Riesgo (art. 16)



# Evaluación y Manejo de Riesgo



Artículo

15

## EVALUACIÓN DEL RIESGO

1. Las evaluaciones del riesgo que se realicen en virtud del presente Protocolo se llevarán a cabo con arreglo a **procedimientos científicos sólidos**, de conformidad con el anexo III y teniendo en cuenta las **técnicas reconocidas de evaluación** del riesgo. Esas evaluaciones del riesgo se basarán como mínimo en la información facilitada de conformidad con el artículo 8 y otras pruebas científicas disponibles **para determinar y evaluar los posibles efectos adversos** de los organismos vivos modificados para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana.
2. La Parte de importación velará por que se realicen evaluaciones del riesgo para adoptar decisiones en virtud del artículo 10. La Parte de importación podrá requerir al exportador que realice la evaluación del riesgo.



# ANEXO III EVALUACIÓN DE RIESGO

---



CIBIOGEM

## *Objetivo*

1 . El objetivo de la evaluación del riesgo, en el marco del presente Protocolo, es **determinar y evaluar los posibles efectos adversos** de los organismos vivos modificados en la **conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica** en el probable medio receptor, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana.

## *Uso de la evaluación del riesgo*

2 . Las autoridades competentes **utilizarán la evaluación del riesgo** para, entre otras cosas, **adoptar decisiones fundamentadas** en relación con los organismos vivos modificados.



## *Principios generales*

3. La evaluación del riesgo deberá realizarse de forma **transparente y científicamente** competente, y al realizarla deberán tenerse en cuenta el asesoramiento de los expertos y las **directrices** elaboradas por las organizaciones internacionales pertinentes.
4. La **falta de conocimientos** científicos o de **consenso** científico no se **interpretarán necesariamente como indicadores de un determinado nivel de riesgo**, de la ausencia de riesgo, o de la existencia de un riesgo aceptable.
5. **Los riesgos relacionados** con los organismos vivos modificados o sus productos, por ejemplo, materiales procesados que tengan su origen en organismos vivos modificados, que contengan combinaciones nuevas detectables de material genético replicable que se hayan obtenido mediante el uso de la biotecnología moderna, deberán **tenerse en cuenta en el contexto de los riesgos planteados por los receptores no modificados o por los organismos parentales en el probable medio receptor.**



CIBIOGEM

## *Principios generales*

6. La evaluación del riesgo deberá realizarse **caso por caso**. La naturaleza y el nivel de detalle de la información requerida puede variar de un caso a otro, dependiendo del organismo vivo modificado de que se trate, su uso previsto y el probable medio receptor.

## *Metodología*

7. El proceso de evaluación del riesgo puede dar origen, por una parte, a la necesidad de obtener más información acerca de aspectos concretos, que podrán determinarse y solicitarse durante el proceso de evaluación, y por otra parte, a que la información sobre otros aspectos pueda carecer de interés en algunos casos.



# Principios del análisis de riesgo

- Se lleva a cabo con el principio de caso por caso:



CIBIOGEM



# ....Y PASO POR PASO.

Utilización en ambiente  
confinado

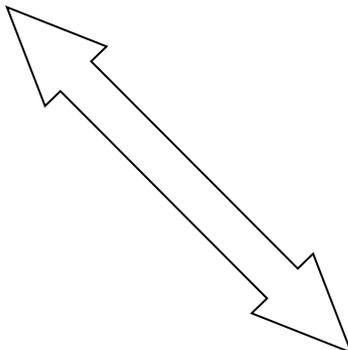
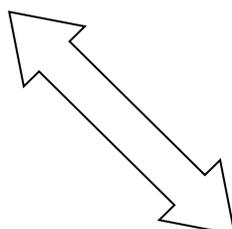
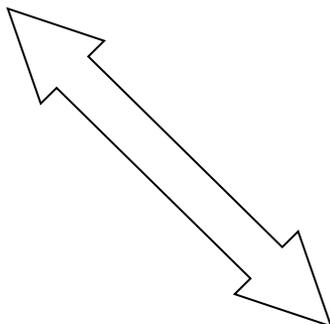
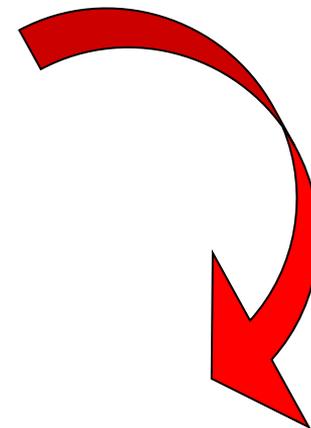
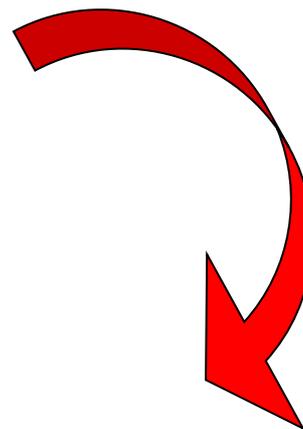


Liberación  
experimental

Liberación  
Programa piloto

Liberación  
comercial

**MONITOREO**





# .....EL OTRO PASO POR PASO

PASO 1. Identificar características que pueden causar efectos adversos.  
Identificación de peligros:  
¿Qué puede salir mal?

**Escenarios plausibles, hipótesis a poner a prueba**

PASO 2. Evaluar la posibilidad de ocurrencia  
¿Que tan probable es que los efectos adversos ocurran?

PASO 3. Evaluación de consecuencias  
¿Qué tan severos son los efectos adversos si ocurren?

PASO 4. Estimar el riesgo  
¿Cuál es el nivel de riesgo?

PASO 5. Recomendación sobre la aceptabilidad de los riesgos evaluados  
Se debe aceptar/ reducir los riesgos?  
Cuáles son las opciones para manejar los riesgos?



## ANEXO III Párrafo 8 (Cont...)



CIBIOGEM

8. Para cumplir sus objetivos, la evaluación del riesgo entraña, según proceda, las siguientes etapas:

e ) Una **recomendación sobre si los riesgos son aceptables o gestionables** o no, incluida, cuando sea necesaria, la determinación de estrategias para gestionar esos riesgos; y



f ) Cuando haya **incertidumbre** acerca del nivel de riesgo, se podrá tratar de **subsana**r esa incertidumbre **solicitando información adicional** sobre las cuestiones concretas motivo de preocupación, o poniendo en **práctica estrategias de gestión** del riesgo apropiadas y/o **vigilando al organismo vivo modificado en el medio receptor**.

¿Incertidumbre?



# Evaluación del riesgo



Identificación del peligro

Agente → Efecto

Probabilidad

**Peligro** = posibles efectos negativos de un evento o agente

Evaluación de la exposición

Población → Exposición

Evaluación dosis respuesta

Dosis → Respuesta

Consecuencia

Caracterización del riesgo

**Riesgo: bajo, medio, alto**

**Riesgo** = PELIGRO x PROBABILIDAD DE OCURRENCIA



# Evaluación del riesgo

$$\text{Riesgo} = \text{PELIGRO} \times \text{PROBABILIDAD DE OCURRENCIA}$$

CONSECUENCIAS

**Peligro** = efectos adversos potenciales asociados a la liberación al ambiente de plantas transgénicas

- Potencial de la planta de volverse una plaga: maleza o invasora de nuevos ambientes
- Efectos adversos sobre organismos no blanco o redes tróficas
- Efectos adversos por la dispersión del transgén a otras variedades o especies emparentadas a través de flujo de genes
- Efectos adversos sobre la biodiversidad





# Bioseguridad en México



CIBIOGEM

## Matriz de estimación cualitativa de niveles de riesgo

		CONSECUENCIAS			
		Marginales	Menores	Intermedias	Mayores
POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	Muy posible	Bajo	Moderado	Alto	Alto
	Posible	Insignificante	Bajo	Alto	Alto
	Poco posible	Insignificante	Bajo	Moderado	Alto
	Muy poco posible	Insignificante	Insignificante	Bajo	Moderado



# Principio del caso por caso

Ejemplo:



Maíz  
*Zea mays mays*



- Tolera aplicaciones directas del herbicidas cuyo ingrediente activo es el GLIFOSATO.
- Se le insertó un gen que codifica para una variante de la enzima ENOL-PIRUVIL-SHIKIMATO-FOSFOSINTASA (CP4 EPSPS).



Distritos de riego del Norte de Tamaulipas





# Evaluación del riesgo



- Efectos adversos por la dispersión del transgén a otras variedades o especies emparentadas a través de flujo de genes

		CONSECUENCIAS			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaga: maleza, mayor invasividad</li> <li>• Pérdida de diversidad genética</li> <li>• Efecto a organismos no blanco</li> </ul>			
		Marginales	Menores	Intermedias	Mayores
POSIBILIDAD DE OCURRENCIA FLUJO DE GENES • Flujo de polen • Dispersión de semillas • Propagación vegetativa	Muy posible	Bajo	Moderado	Alto	Alto
	Posible	Insignificante	Bajo	Alto	Alto
	Poco posible	Insignificante	Bajo	Moderado	Alto
	Muy poco posible	Insignificante	Insignificante	Bajo	Moderado



# Evaluación del riesgo

- Efectos adversos por la dispersión del transgén a otras variedades o especies emparentadas a través de flujo de genes



POSIBILIDAD DE OCURRENCIA

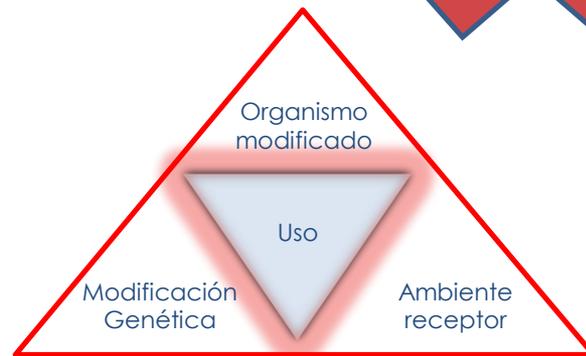
FLUJO DE GENES

- Flujo de polen
- Dispersión de semillas
- Propagación vegetativa

**Escenarios plausibles, hipótesis a poner a prueba**

CONSECUENCIAS

- Plaga: maleza, mayor invasividad
- Pérdida de diversidad genética
- Efecto a organismos no blanco



Hipótesis?

Maíz GM tolerante a herbicida en Tamaulipas



# Evaluación del riesgo



Efectos adversos por la dispersión del transgén a otras variedades o especies emparentadas a través de flujo de genes

CIBIOGEM

POSIBILIDAD  
DE  
OCURRENCIA

FLUJO DE  
GENES

- Flujo de polen
- Dispersión de semillas

**Escenarios  
plausibles,  
hipótesis a poner  
a prueba**



CONSECUENCIAS

- Plaga: maleza, mayor invasividad
- Pérdida de diversidad genética



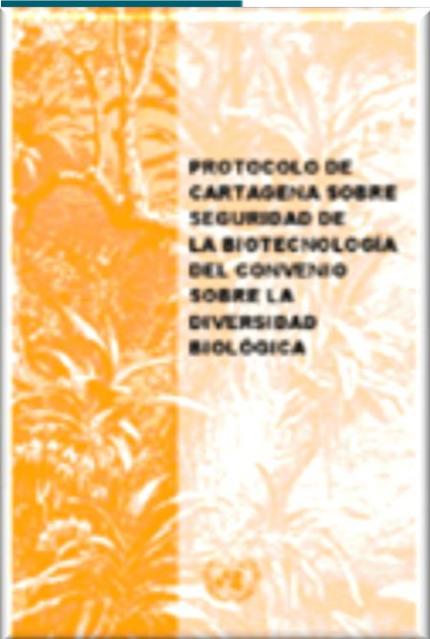
**Hipótesis:** el potencial de maleza o invasora del Maíz GM tolerante a herbicida no es mayor que el de su contraparte convencional



# El manejo del riesgo: medidas de bioseguridad y monitoreo



## Artículo 16 GESTIÓN DEL RIESGO



1. Las Partes, teniendo en cuenta el inciso g) del artículo 8 del Convenio, **establecerán y mantendrán mecanismos, medidas y estrategias adecuadas para regular, gestionar y controlar los riesgos determinados con arreglo a las disposiciones sobre evaluación del riesgo** del presente Protocolo relacionados con la utilización, la manipulación y el movimiento transfronterizo de organismos vivos modificados.
2. **Se impondrán medidas basadas en la evaluación del riesgo** en la medida necesaria para evitar efectos adversos de los organismos vivos modificados en la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, en el territorio de la Parte de importación.



# Análisis de riesgo: MANEJO

Técnicas para evitar, reducir o mitigar efectos adversos al medio ambiente

## MANEJO DEL RIESGO

Medidas de  
manejo



Proporcionales  
al nivel de riesgo

Evitar o eliminar el riesgo: considerar alternativas del uso y sus efectos

Regular o modificar la actividad para reducir magnitud o frecuencia de efectos adversos

Reducir vulnerabilidad de ambientes expuestos, medidas de contención

Implementar procedimientos de mitigación o recuperación: MANTENER bancos de germoplasma



# ¿Preguntas?

[www.cibiogem.gob.mx](http://www.cibiogem.gob.mx)

<http://www.cibiogem.gob.mx/OGMs/Paginas/default.aspx>



# ¿BENEFICIOS?

## Economic impacts and impact dynamics of Bt (*Bacillus thuringiensis*) cotton in India

Jonas Kathage<sup>1</sup> and Martin Qaim<sup>1</sup>

Department of Agricultural Economics and Rural Development, Georg-August-University of Goettingen, D-37073 Goettingen, Germany

Edited by Calestous Juma, Harvard University, Cambridge, MA, and approved May 15, 2012 (received for review March 2, 2012)



**Table 1. Descriptive statistics for 1,655 plots and 533 associated households (averages for 2002–2004 and 2006–2008)**

Plot or household information	2002–2004		2006–2008	
	Conventional	Bt	Conventional	Bt
<b>Plot level information</b>				
Seed cost (1,000 Rs/acre)	0.51 (0.26)	1.60*** (0.43)	0.47 (0.21)	0.91*** (0.32)
Pesticide cost (1,000 Rs/acre)	2.27*** (1.80)	1.43 (1.57)	1.07 (1.21)	1.07 (1.38)
Yield (kg/acre)	520.64 (315.54)	705.40*** (360.41)	588.85 (318.66)	829.03*** (341.08)
Profit (1,000 Rs/acre)	3.60 (5.80)	6.14*** (6.89)	5.31 (6.80)	10.32*** (7.73)
No. of plots	601	298	64	692
<b>Household level information</b>				
Land owned (acres)	13.25 (15.45)	15.07* (18.42)	11.48 (12.28)	11.61 (12.68)
Expenditures (1,000 Rs/y)	85.87 (71.01)	122.76*** (79.00)	87.90 (64.14)	90.43 (88.82)
No. of households	363	222	61	432

\*, \*\*\*, imply that the mean value is significantly higher than that of conventional/Bt in the same time period at the 10% and 1% level, respectively. Mean values are shown with SDs in parentheses. Household expenditures were deflated using the consumer price index. Rs, Indian Rupees. Additional variables are shown in [Table S1](#).



# ¿BENEFICIOS?

Table 1. Geographic distribution of pest problems in Mexico's major cotton areas.

Pest	Bt effective-ness (%)	Alternate plant hosts	Seriousness of problem <sup>a</sup>					
			Laguna	Tamaulipas	North Chihuahua	South Chihuahua	Sonora	Baja California
Pink bollworm	99	none	highest	none	minor	medium	medium	medium
Cotton bollworm	90:70 <sup>b</sup>	maize, tomato	high	high	medium	medium	minor	minor
Tobacco budworm	95	maize, tomato	medium	high	medium	medium	medium	minor
Fall armyworm	20 or less	many	minor	high				
Boll weevil	0	none	eradicated	highest				
White fly	0	many	minor	none				
Conchuela	0	many	high	none				
2000 Bt adoption	—	—	96%	37%				

<sup>a</sup> Highest requires multiple applications annually, potentially heavy crop damage; medium: 1-2 applications required most years, minor crop damage.

<sup>b</sup> Pre-bloom stage effectiveness: Blooming stage effectiveness

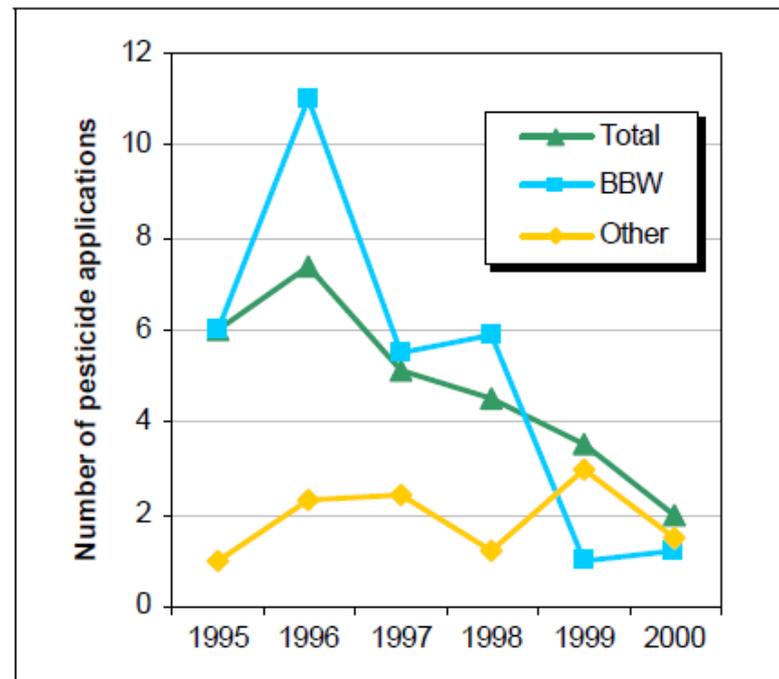


Figure 2. Average number of chemical pesticide applications, Comarca Lagunera, Mexico, 1995–2000. Data from Sánchez-Arellano, 2000.