



**CINVESTAV – IRAPUATO**

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA**

**DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO PARA LA  
SOCIEDAD**

**Programa de Doctorado Transdisciplinario  
Ciclo de Seminarios 2014-2015 Año VI**

**¿Es necesaria la Biotecnología para alcanzar y  
asegurar la suficiencia alimentaria en México?**

*Ariel Álvarez Morales*



***CINVESTAV – IRAPUATO***

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

**Para el año 2050 la población de la tierra se estima entre los 8.1 y 10.6 mil millones de habitantes y 122 millones en México**

Las áreas tradicionalmente dedicadas a la producción de alimentos deberán:

- Proveer alimentos
- Proveer biocombustibles
- Proveer fibras y otros productos industriales
- Proveer materias primas



## *CINVESTAV – IRAPUATO*

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

Esto deberá ocurrir en un contexto en el que:

- No se debe extender la frontera agrícola
- Se debe mantener la biodiversidad
- Se deben adaptar los sistemas agrícolas al cambio climático
- Se deben reducir las emisiones de gases de invernadero
- Se debe combatir la pobreza y la desigualdad social
- Se deben combatir las principales enfermedades y el hambre



## CINVESTAV – IRAPUATO

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

¿Podrá México tener suficiencia y/o seguridad alimentaria en el año 2050?

¿Qué debemos entender por suficiencia y/o seguridad alimentaria?

Según la FAO:

*Es una situación que existe cuando toda la gente, en todo momento, tiene acceso físico, social y económico a alimentos seguros y nutritivos que satisfacen sus requerimientos dietéticos y preferencia alimentarias para una vida activa y saludable.*

La Autosuficiencia alimentaria debe:

- ✓ Ahorrar divisas para la compra de otros productos que no pueden ser manufacturados localmente.
- ✓ Proteger a los países de los vaivenes del comercio internacional y de las fluctuaciones incontrolables de los precios de los productos agrícolas.
- ✓ Asegurar el abastecimiento de alimentos para satisfacer las necesidades de las poblaciones locales.



## ¿Qué es la desnutrición?

Según la FAO:

***Es un estado, que dura al menos un año, de incapacidad para adquirir suficiente alimento, definido como un nivel de ingesta de alimento insuficiente para cubrir los requerimientos calóricos necesarios. El “Hambre” es un estado crónico de la desnutrición.***

Los alimentos “BASICOS” en el mundo y que proporcionan, principalmente energía son:

**Maíz, trigo, arroz, papa, casava, soya, camote, sorgo, ñame y banano**

Además:

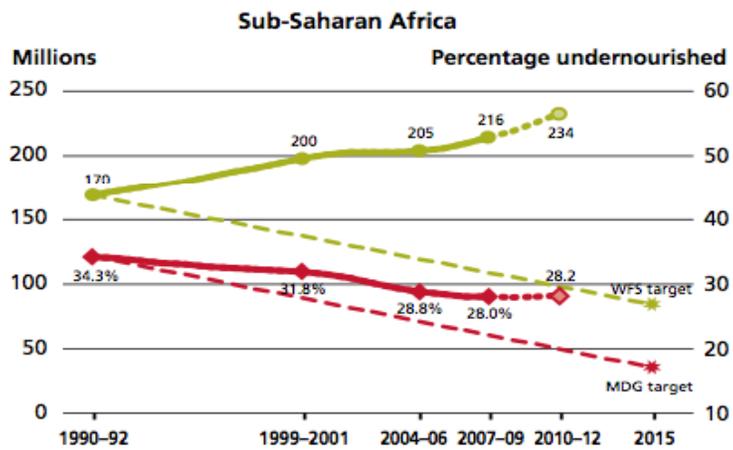
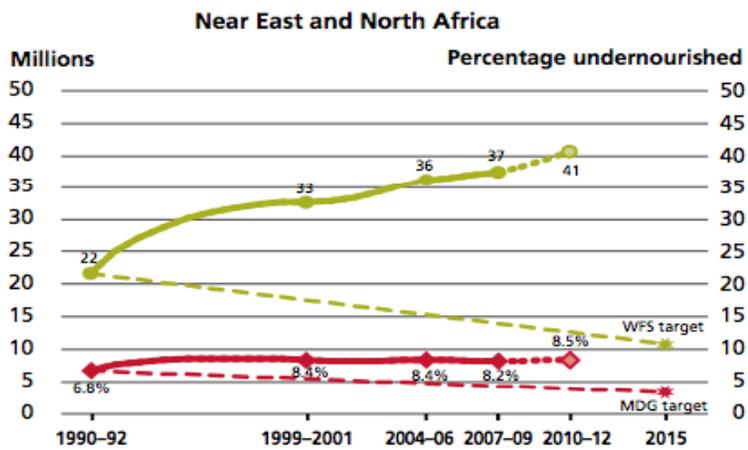
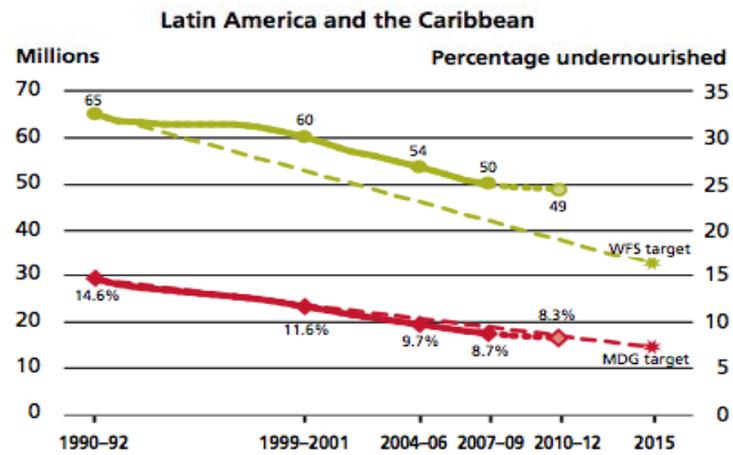
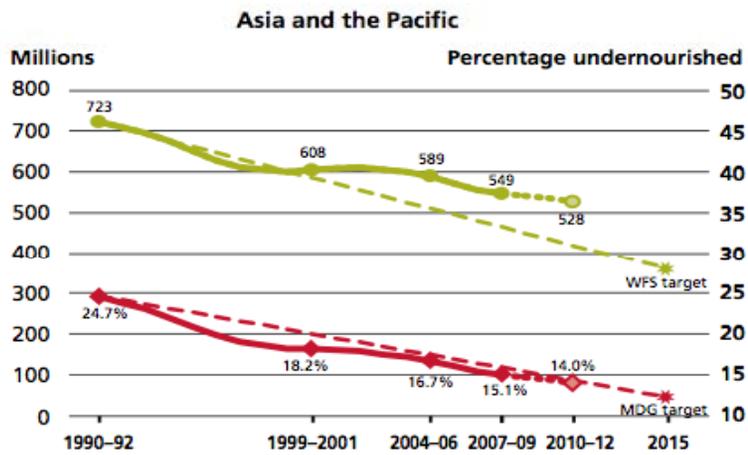
La carencia de recursos económicos es uno de los factores más importantes que impiden a las poblaciones urbanas y rurales, el obtener la diversidad de alimentos necesarios para una dieta balanceada. Aun cuando las familias rurales pobres llegan a producir diferentes alimentos en sus parcelas, generalmente los venden para tener algún ingreso y no los consumen. Por lo tanto, la seguridad alimentaria se incrementa sólo cuando el nivel económico de las familias aumenta a un nivel que les permite adquirir los otros alimentos necesarios para complementar su dieta.



# CINVESTAV – IRAPUATO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GENÉTICA

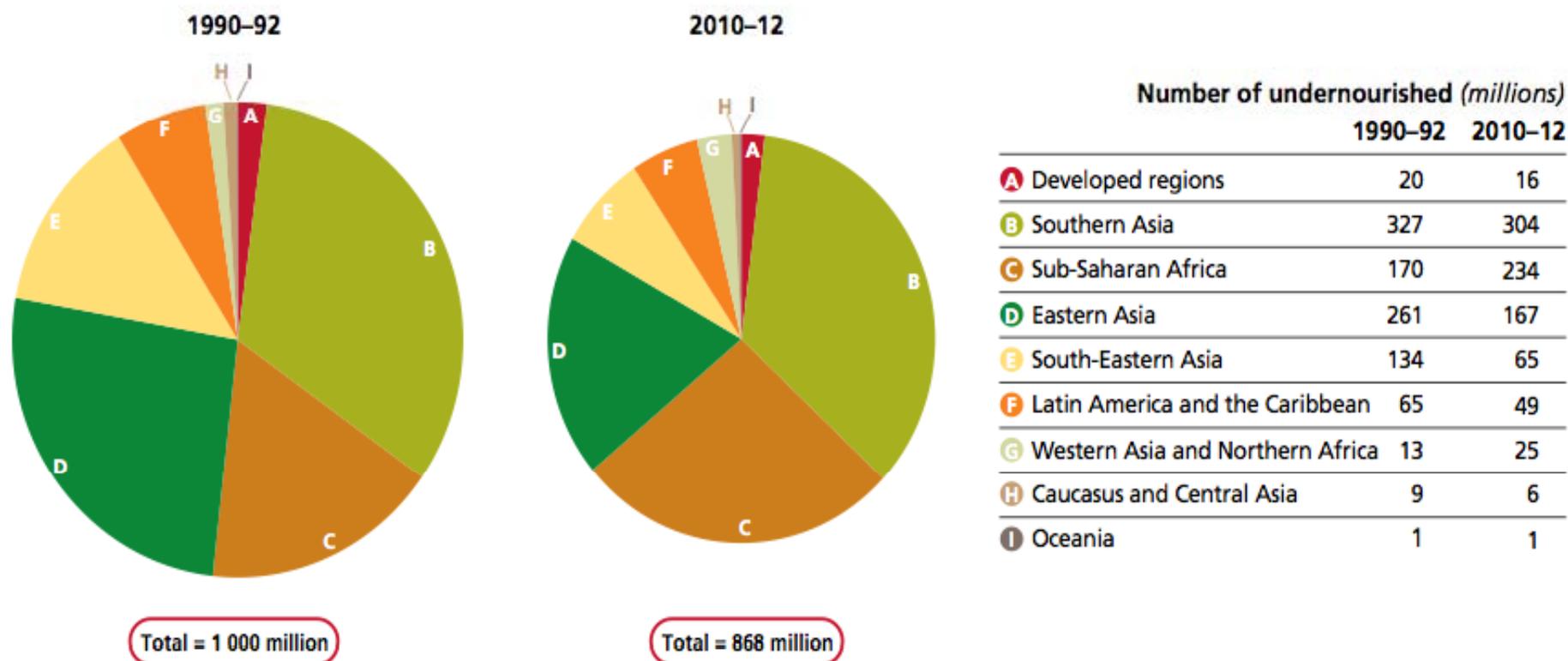
## Hunger trends in the developing regions



● Number (left axis)    ◆ Prevalence (right axis)

Hambre y desnutrición en el mundo

The distribution of hunger in the world is changing  
Number of undernourished by region, 1990–92 and 2010–12



Note: The areas of the pie charts are proportional to the total number of undernourished in each period. All figures are rounded.  
Source: FAO.



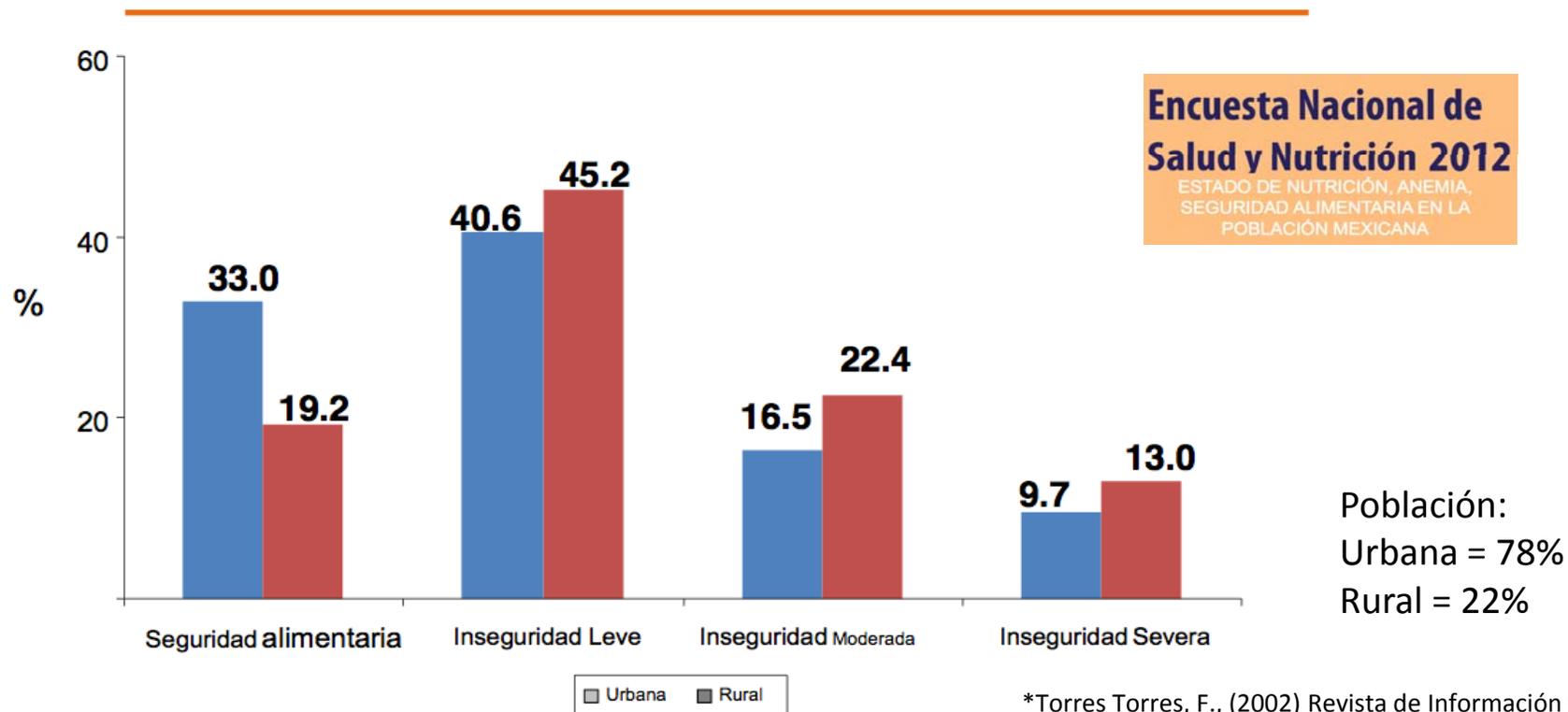
# CINVESTAV – IRAPUATO

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

## La situación en México

En México, la seguridad alimentaria se ha convertido en un asunto de seguridad nacional debido a la política económica de orden global que ha provocado desequilibrios internos, tanto en el ámbito rural como urbano\*.

### Prevalencia nacional de inseguridad alimentaria en hogares, por área urbana o rural





La situación en México

# SEGURIDAD ALIMENTARIA

---

- A nivel nacional, el 17.7% en IA moderada y el 10.5% en IA severa. Es decir, estos hogares percibieron disminución en la cantidad de alimentos consumidos o, un adulto o niño se quedó sin comer en todo un día.



La situación en México

## DESNUTRICIÓN

### Menores de 5 años de edad

---

- De acuerdo con la ENSANUT 2012, en todo el país 2.8% de los menores de cinco años presentan bajo peso, 13.6% muestran baja talla y 1.6% desnutrición aguda (emaciación).
- La baja talla en preescolares disminuyó 13.3 puntos porcentuales entre 1988 y 2012, al pasar del 26.9% al 13.6%.
- Las mayores prevalencias de baja talla se encuentran en el sur del país con 19.2%; a su vez, las localidades rurales de esta región presentan una prevalencia del 27.5%, 13.9 puntos porcentuales arriba del promedio nacional (13.6%).



La situación en México

## ANEMIA

### Preescolares, escolares y adolescentes

---

- En los niños **preescolares** la prevalencia de anemia fue del 23.3%. La mayor prevalencia de anemia (38%) se observó en los niños de 12 a 23 meses de edad.
- De 1999 a 2012 la prevalencia de anemia en **escolares** disminuyó de 15.2% a 10.1%.
- Al comparar los datos actuales con los de la ENSANUT 2006, se observa una disminución de la anemia en **adolescentes** del 9.2% al 5.6% en el ámbito nacional.



# CINVESTAV – IRAPUATO

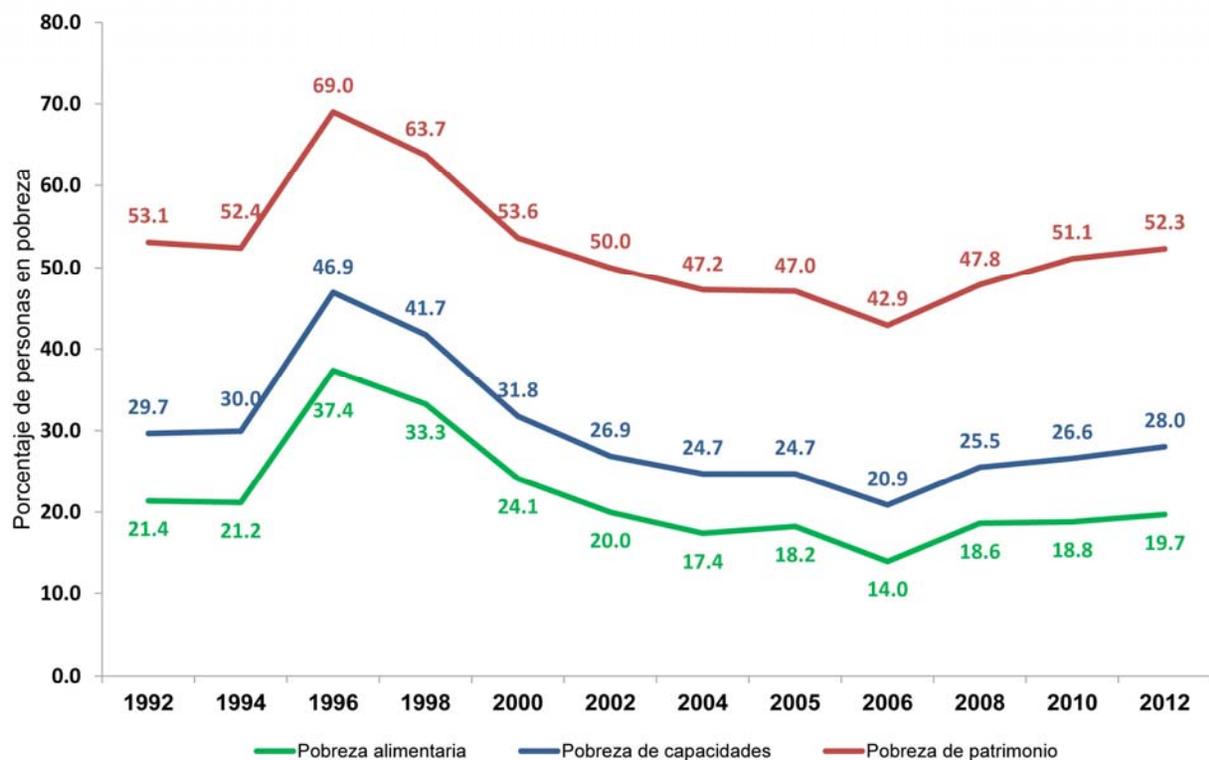
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

La situación en México



Consejo Nacional de Evaluación  
de la Política de Desarrollo Social

Porcentaje de personas en pobreza por la dimensión de ingreso  
1992 - 2012



Nota: las estimaciones de 2006, 2008, 2010 Y 2012 utilizan los factores de expansión ajustados a los resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 2010, estimados por INEGI.  
Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en las ENIGH de 1992 a 2012



## **CINVESTAV – IRAPUATO**

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA**

### Y ¿Qué hay de la Biotecnología?

La Biotecnología Agrícola ha sido un éxito comercial durante los últimos 19 años

Un récord de 181.5 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos fueron sembradas a nivel mundial en 2014

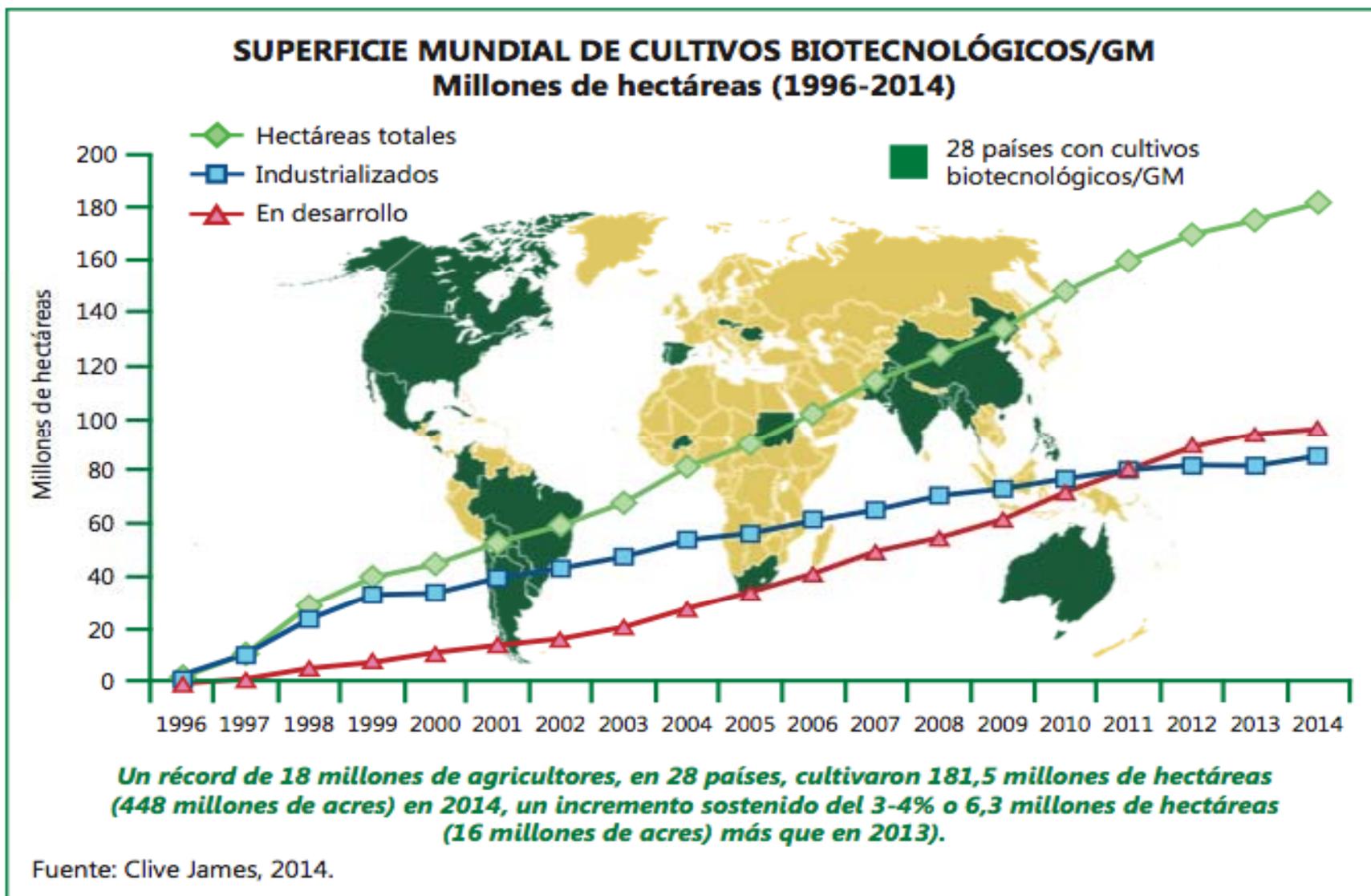
**18 millones de agricultores en 28 países sembraron más de 181 millones de hectáreas en 2014 (90% de los agricultores en países en desarrollo)**

En los 19 años que comprende el período 1996 a 2014, se tiene la siembra en una superficie acumulada de más de 1,800 millones de hectáreas.

Los principales productos: Maíz, Soya, Algodón (TH, Bt y ambos)

Productos nuevos: Maíz tolerante a sequía, papa con menos cantidad de acrilamida, berenjena-Bt, alfalfa con menor cantidad de lignina

Y ¿Qué hay de la Biotecnología?





# CINVESTAV – IRAPUATO

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

País	Has/Millones	Cultivos biotecnológicos
1 <b>Estados Unidos</b>	73,1	Maíz, soya, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza
2 Brasil	42,2	Soya, maíz, algodón
3 Argentina	24,3	Soya, maíz, algodón
4 India	11,6	Algodón
5 <b>Canadá</b>	11,6	Canola, maíz, soya, remolacha azucarera
6 China	3,9	Algodón, papaya, álamo, tomate, pimiento
7 Paraguay	3,9	Soya, maíz, algodón
8 Pakistán	2,9	Algodón
9 Sudáfrica	2,7	Maíz, soya, algodón
10 Uruguay	1,6	Soya, maíz
11 Bolivia	1,0	Soya
12 Filipinas	0,8	Maíz
13 <b>Australia</b>	0,5	Algodón, canola
14 Burkina Faso	0,5	Algodón
15 Myanmar	0,3	Algodón
16 México	0,2	Algodón, soya
17 <b>España</b>	0,1	Maíz
18 Colombia	0,1	Algodón, maíz
19 Sudán	0,1	Algodón
20 Honduras	<0,1	Maíz
21 Chile	<0,1	Maíz, soya, canola
22 Portugal	<0,1	Maíz
23 Cuba	<0,1	Maíz
24 República Checa	<0,1	Maíz
25 Rumania	<0,1	Maíz
26 Eslovaquia	<0,1	Maíz
27 Costa Rica	<0,1	Algodón, soya
28 Bangladesh	<0,1	Berenjena
<b>Total 181,5</b>		



## *CINVESTAV – IRAPUATO*

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

A pesar del indudable éxito de la biotecnología agrícola, nos debemos preguntar:

¿Realmente ha contribuido de manera importante a la seguridad alimentaria?

¿Ha contribuido a la disminución de la pobreza?

**NO**

**La inseguridad alimentaria, el hambre y la pobreza aún siguen presentes de manera importante.**

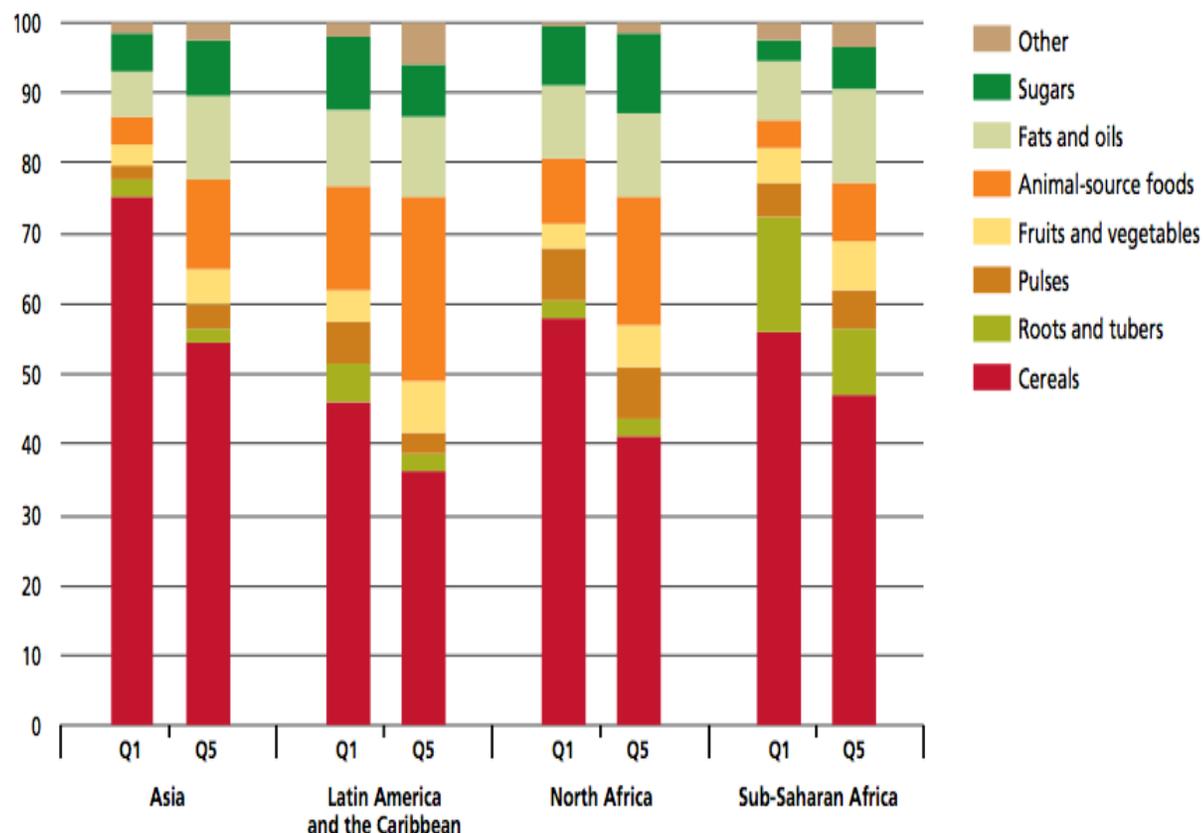


# CINVESTAV – IRAPUATO

## DEPARTAMENTO DE INGENIERIA GENÉTICA

As incomes rise, dietary diversity increases

Share of food groups in total dietary energy supplies (percentage)



Note: Data refer to households of lowest and highest income quintiles in 47 developing countries. Source: FAO, analysis of household surveys.

En aquellos lugares en donde el déficit calórico es muy alto, la dieta de mucha gente es deficiente en todo, incluyendo los alimentos básicos ricos en almidón (maíz, papa, arroz, trigo y casava principalmente) que proporcionan sobre todo energía.

En donde el déficit es más moderado, la gente generalmente obtiene suficiente alimento básico. De lo que continuamente carecen es de otros alimentos necesarios para una dieta adecuada: leguminosas, carne, pescado, aceites, lácteos, verduras y fruta, que proveen proteína, grasas y micronutrientes tanto como energía. Un balance adecuado es crucial para la seguridad alimentaria.



## CENTER FOR RESEARCH AND ADVANCED STUDIES – CINVESTAV IRAPUATO, MEXICO

### Los 10 alimentos básicos en el mundo

Lugar	Producto
1	Maíz
2	Trigo
3	Arroz
4	Papa
5	Casava
6	Soya
7	Camote
8	Sorgo
9	Ñame
10	Banano

País	Has/Millones	Cultivos biotecnológicos
1 <b>Estados Unidos</b>	73,1	Maíz, soya, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza
2 Brasil	42,2	Soya, maíz, algodón
3 Argentina	24,3	Soya, maíz, algodón
4 India	11,6	Algodón
5 <b>Canadá</b>	11,6	Canola, maíz, soya, remolacha azucarera
6 China	3,9	Algodón, papaya, álamo, tomate, pimienta
7 Paraguay	3,9	Soya, maíz, algodón
8 Pakistán	2,9	Algodón
9 Sudáfrica	2,7	Maíz, soya, algodón
10 Uruguay	1,6	Soya, maíz
11 Bolivia	1,0	Soya
12 Filipinas	0,8	Maíz
13 <b>Australia</b>	0,5	Algodón, canola
14 Burkina Faso	0,5	Algodón
15 Myanmar	0,3	Algodón
16 México	0,2	Algodón, soya
17 <b>España</b>	0,1	Maíz
18 Colombia	0,1	Algodón, maíz
19 Sudán	0,1	Algodón
20 Honduras	<0,1	Maíz
21 Chile	<0,1	Maíz, soya, canola
22 Portugal	<0,1	Maíz
23 Cuba	<0,1	Maíz
24 República Checa	<0,1	Maíz
25 Rumania	<0,1	Maíz
26 Eslovaquia	<0,1	Maíz
27 Costa Rica	<0,1	Algodón, soya
28 Bangladesh	<0,1	Berenjena
<b>Total 181,5</b>		



***CINVESTAV – IRAPUATO***

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA**

**La seguridad alimentaria es más que solo maíz,  
soya y algodón GM**

Hasta ahora, las compañías internacionales son las que han comercializado las variedades GM, pero estas compañías NO tienen como objetivo generar seguridad alimentaria. Esta responsabilidad recae en los gobiernos.

## ¿Cómo alcanzar y conservar la seguridad alimentaria?

### 1. Producir los alimentos básicos y otros para generar riqueza

Usar la mejor tecnología disponible:

- Adecuada
- Sustentable
- Económica
- Calidad Social

Tenemos los elementos para generar y aplicar nuestras tecnologías

Producción intensiva  
Híbridos, OGMs, variedades mejoradas  
Orgánica, Milpa, Traspatio, etc.





# CINVESTAV – IRAPUATO

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

## ¿Cómo alcanzar y conservar la seguridad alimentaria?

### 2. Generar riqueza para comprar lo que comemos

¿Qué venderemos?

Petróleo

Biodiversidad

Minerales

Productos manufacturados





## *CINVESTAV – IRAPUATO*

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

Si no alcanzamos y conservamos nuestra seguridad alimentaria generaremos dependencia, pobreza, incertidumbre, desequilibrio social, etc.





**CINVESTAV – IRAPUATO**

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA**



**Conferencia Técnica Internacional**

**Biotechnologías para la Agricultura en Países en Desarrollo: Opciones y oportunidades en los cultivos, silvicultura, ganadería, pesca y la agro-industria para afrontar los retos de la inseguridad alimentaria y el cambio climático (ABDC-10).**

**Guadalajara, México, 1 – 4 Marzo 2010**

## **Opciones de Políticas Públicas para la Biotecnología en Países en Desarrollo**

- A. Dirigir las Biotecnologías Agrícolas a la Reducción de la Pobreza
  - 1. Desarrollo y aplicación de Políticas Nacionales adecuadas
  - 2. Establecimiento de una Política Nacional para la Biotecnología y su aplicación
  - 3. Generar Estructuras de Gobierno y Organización
  - 4. Establecimiento de las prioridades en Investigación y Desarrollo

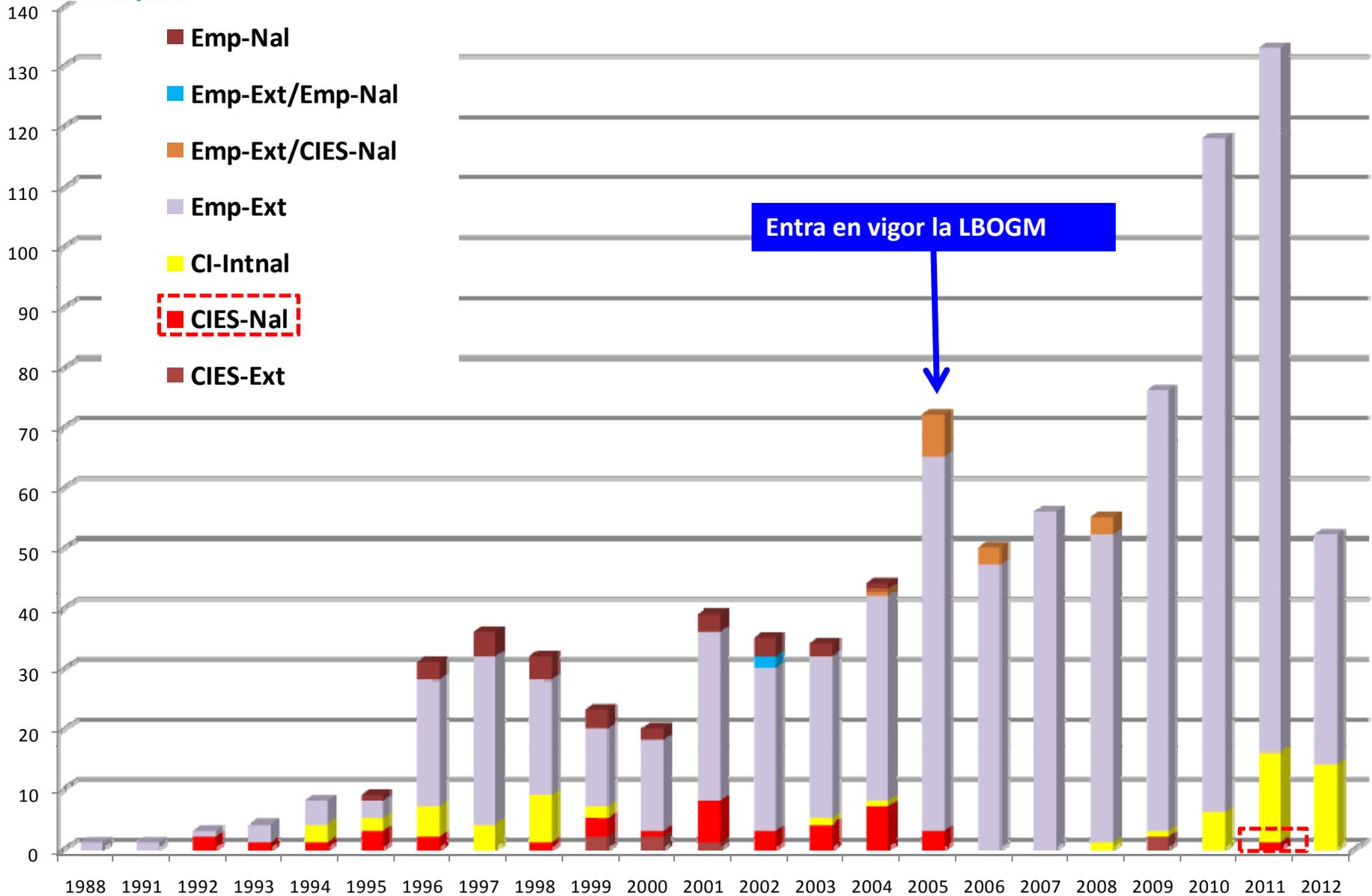




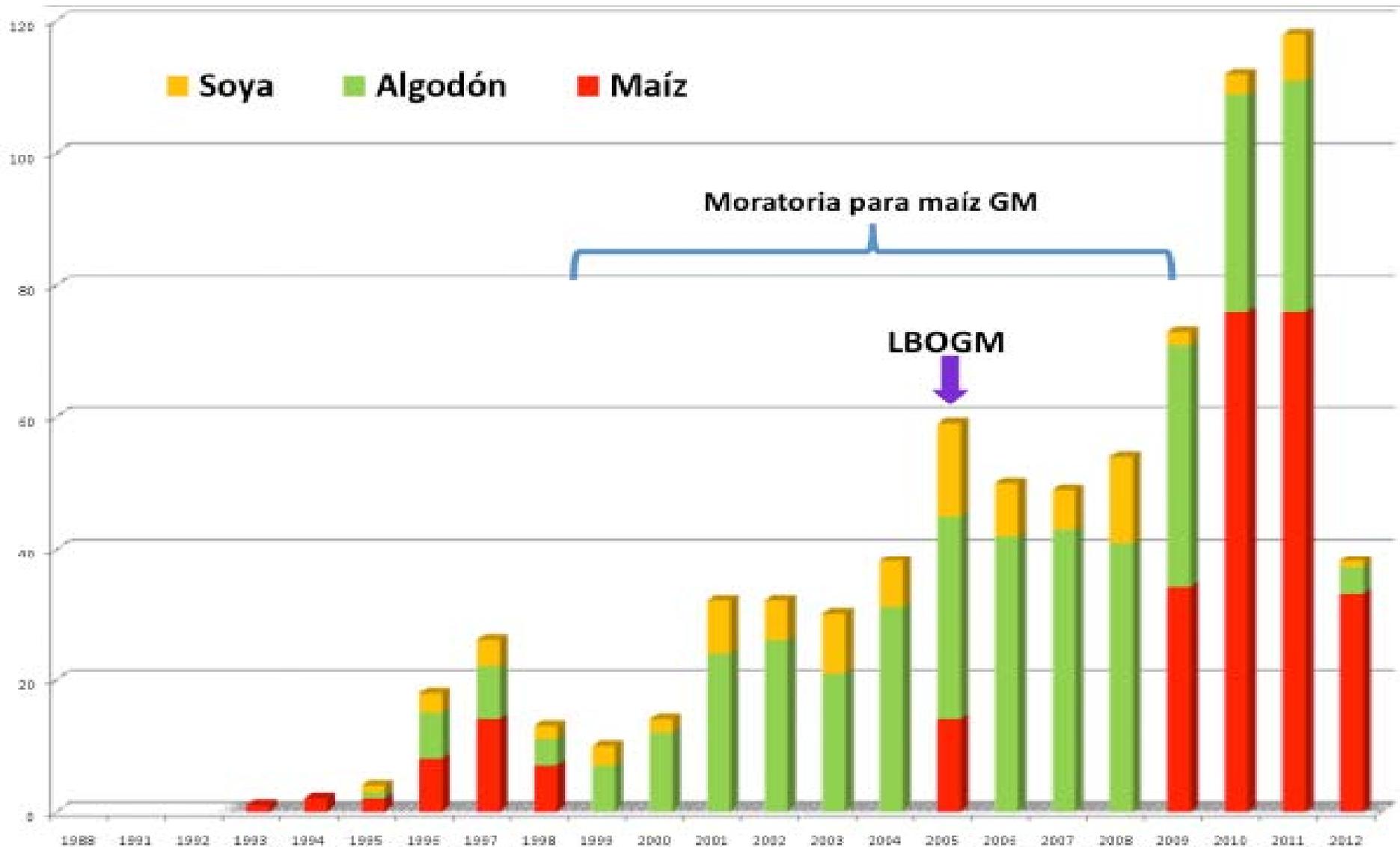
Cinvestav Irapuato

# Antecedentes sobre la Biotecnología en México

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GENÉTICA



# Antecedentes sobre la Biotecnología en México





## INFORMAR PARA FORMAR OPINIÓN

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
GENÉTICA

### EL PAÍS

Transgénicos y hormonas causan calvicie y homosexualidad, según Evo Morales  
"En Europa casi todos son calvos por lo que comen", dice el presidente

MABEL AZCUI | COCHABAMBA [21 ABR 2010 - 16:19 CET](#)



El Heraldo de México

### Abuso de pesticidas genera el mal de las "vacas locas"

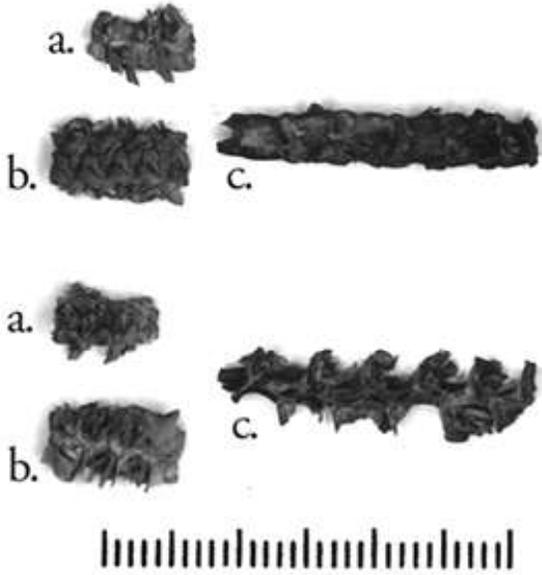
El abuso de los pesticidas y el consumo humano de productos transgénicos constituyen un grave riesgo para la salud de los mexicanos, al grado de que puede generar males como el de las "vacas locas", alergias y resistencia a los antibióticos y, para colmo, no haya un ordenamiento preciso que permita controlar esa situación, advirtió José Bonilla Robles, presidente de la Comisión de Desarrollo Rural.



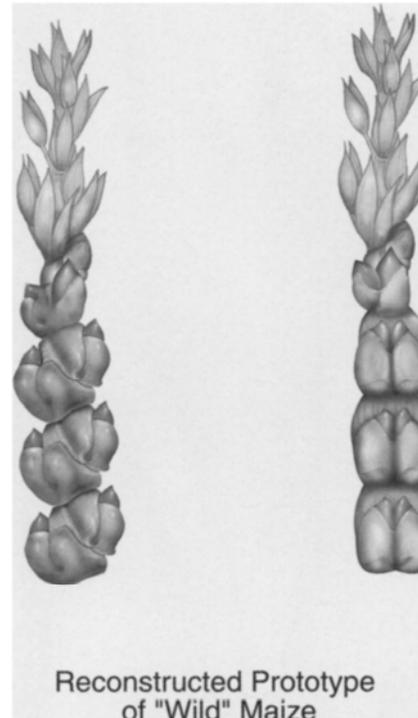
Cinvestav Irapuato

# La evolución de la agricultura

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
GENÉTICA



Mazorcas primitivas



*Una mutación espontánea que ligó inseparablemente al “maíz” con el hombre, iniciando todo un proceso de co-evolución que aún vemos en nuestros días. El hombre se hace responsable del cuidado y reproducción del maíz, y el maíz lo recompensa ofreciéndole la mazorca*



Cinvestav Irapuato

# La evolución de la agricultura

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
GENÉTICA

Existe evidencia de que se utilizaban los tallos.



1G. 2. Maize quids from the Palo Blanco phase at an Marcos Cave, Tehuacán Valley (Mangelsdorf et al.



Olotes de restos arqueológicos del Valle de Tehuacán ilustran la secuencia evolutiva completa de la domesticación del maíz desde hace aproximadamente 5000 A.C. (el pequeño arriba) hasta hace 1500 D.C (el más grande en la base). Photo courtesy of the Robert S. Peabody Museum, Phillips Academy, Andover, MA.

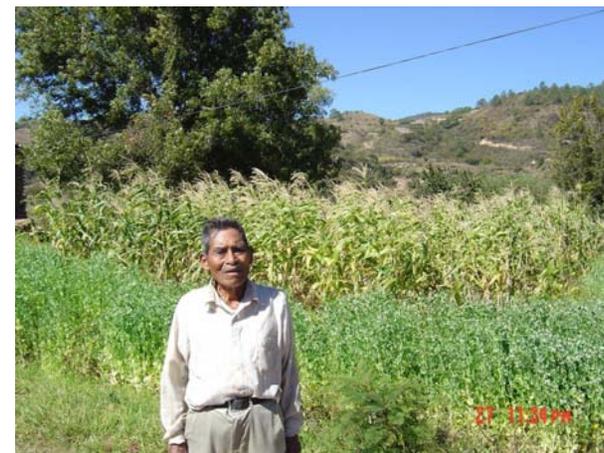
Los Aztecas llegaron al valle de México en aprox. 1200 B.C



Cinvestav Irapuato

# La evolución de la agricultura

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
GENÉTICA



**¡Todos son el producto de la selección humana!**





## La evolución de la agricultura

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
GENÉTICA

Algunos datos de la genética del maíz:

- Entre 40,000 y 50,000 genes
- Cerca del 80% del genoma son elementos transponibles
- Diversidad genética muy amplia (hasta 1.42% entre variedades)
- La sintenia (el orden de los genes en el cromosoma) no siempre se mantiene
- Más de 1,000 genes han sido seleccionados artificialmente

# La evolución de la agricultura

Qué es un maíz transgénico?



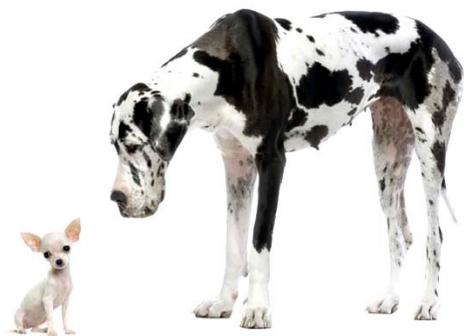
Más uno, dos o tres genes



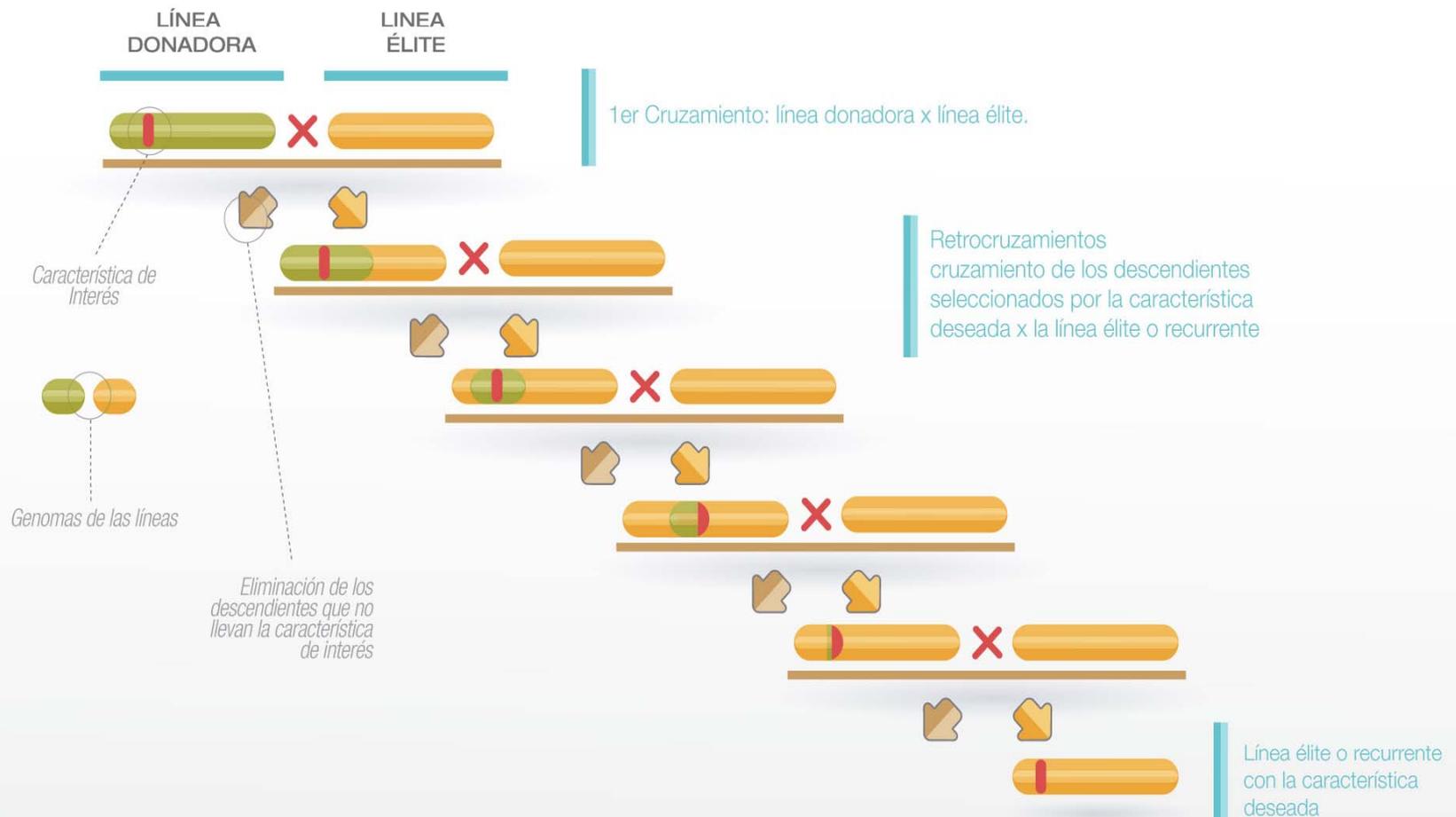
# La evolución de la agricultura

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
GENÉTICA

## *Organismos Genéticamente Modificados*



## • Retrocruzamiento



# La evolución de la agricultura



Maíz convencional



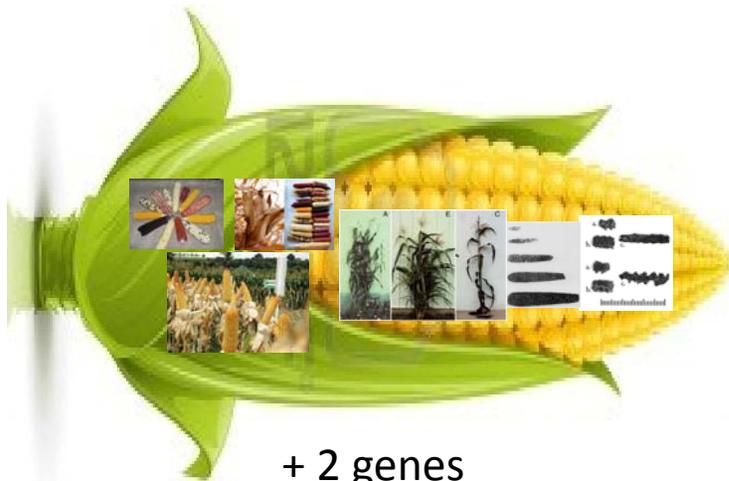
Maíz Bt



# La evolución de la agricultura



De estos no sabríamos nada y habría que preguntar todo para poder evaluarlos apropiadamente: cómo interactúan con otros organismos (insectos, bacterias, mamíferos, etc.); podrán convertirse en plaga, ocuparán otros nichos, desplazarán a las variedades nativas y más



+ 2 genes

De estos, deberíamos de preguntarnos si los genes insertados pueden cambiar el comportamiento que ya conocemos, o la manera en la que el hombre los va a seleccionar, no tratarlos como organismos exóticos.

Los 50,000 genes que hacen al maíz lo que es, y lo que conocemos, siguen presentes.



## *LOS MAÍCES NATIVOS ( CRIOLLOS)*

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
GENÉTICA

¿Porqué los criollos no pierden su identidad?

Los maíces criollos tienen cualidades culinarias o sociales asociados a ellos.

La gente los reconoce y difícilmente acepta substitutos.



**No lo cambiará por estos otros!**



**Si ella quiere este  
maíz**



**EL PRODUCTOR CULTIVA Y PRODUCE LO QUE LE DEMANDA SU  
COMUNIDAD Y LO QUE REQUIERE PARA MANTENER SUS  
COSTUMBRES!!**



## *CINVESTAV – IRAPUATO*

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA

### **¿Qué tenemos que hacer como país?**

- Considerar a la biotecnología como una herramienta más con un alto potencial para contribuir al desarrollo agrícola del país de manera sustentable.
- Completar el marco jurídico necesario para regular las actividades con OGMs y así prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos a: la salud humana, el medio ambiente y la biodiversidad, la sanidad animal, vegetal y acuícola. Evaluar la aplicación del marco legal.
- Aplicar, a través de la legislación nacional, los lineamientos establecidos en el Protocolo de Cartagena para la Seguridad de la Biotecnología.
- Desarrollar biotecnología propia que resuelva problemas nacionales, apoye a los productores del país y contribuya a dar solución a problemas sociales.
- Fortalecer programas de educación y difusión en bioseguridad y biotecnología



## **CINVESTAV – IRAPUATO**

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA**

### ***La Biotecnología en la Agricultura como Elemento de Desarrollo y autosuficiencia Alimentaria***

- ***China, Brasil y la India son actualmente reconocidos como centros globales de excelencia en biotecnología, que muy pronto estarán a la par con los Estados Unidos y la Unión Europea.***
- ***China recientemente invirtió 500 millones de USD en biotecnología y actualmente se le reconoce como uno de los países líderes en genómica vegetal aplicada.***
- ***Mucho del crecimiento económico de la China moderna está sustentado por grandes ganancias en productividad agrícola, lo que le ha permitido al país alcanzar la autosuficiencia en sus principales cultivos agrícolas.***



## ***La Biotecnología en la Agricultura como Elemento de Desarrollo y autosuficiencia Alimentaria***

- ***Brasil - En 2011, EMBRAPA liberó sus propias variedades de soya GM tolerante a herbicidas, siendo más económicas, que los productos de Monsanto.***
- ***Brasil - En 2011, EMBRAPA recibe la aprobación de su Comité Nacional de Bioseguridad para la liberación comercial del frijol GM (Embrapa 5.1) resistente al VMD.***
- ***El “Malaysian Palm Oil Board” tiene un avanzado programa para desarrollar palma aceitera transgénica con una mejor calidad de aceite y tolerancia a insectos.***
- ***En Bangladesh se han desarrollado variedades GM de berenjena – Bt destinadas a ser usadas en programas de apoyo a los pequeños productores.***



## ***CINVESTAV – IRAPUATO***

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA**

### ***La Biotecnología en la Agricultura como Elemento y autosuficiencia de Desarrollo Alimentaria***

- ✓ **Producción de alimentos de mejor calidad.**
- ✓ **Aumento de la competitividad al incrementar los rendimientos, disminuyendo los costos y aumentando la seguridad de la cosecha.**
- ✓ **Impactos en el precio de los productos aumentando la competitividad y garantizando precios bajos de los productos básicos.**
- ✓ **Evitar el rezago y la dependencia tecnológica.**
- ✓ **Aumento en nuestra capacidad de producir alimentos garantizando nuestra independencia alimentaria**



***CINVESTAV – IRAPUATO***

**DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
GENÉTICA**

***La Biotecnología en la Agricultura como Elemento de Desarrollo y autosuficiencia Alimentaria***

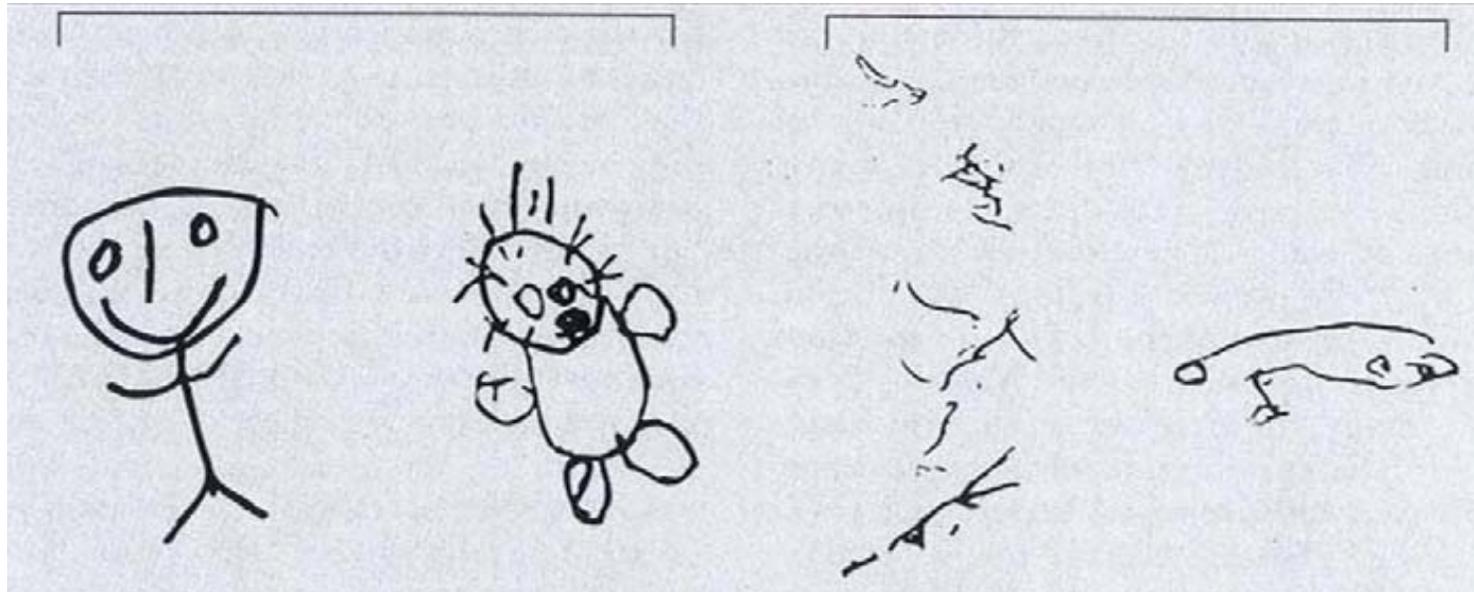
- ✓ **Desarrollo de nuevos productos para el sector social en términos de alimentos y salud.**
- ✓ **Generar una agricultura sustentable disminuyendo el uso de productos químicos en el campo.**
- ✓ **Desarrollo del factor humano, expertos mexicanos del área.**
- ✓ **Promover la creación de empresas mexicanas de biotecnología, participando el sector público y privado.**

## Menos insecticidas = menos daños a la salud

Partes Altas

Valle

Valle  
del  
Yaqui,  
Sonora



Niña 54 meses

Niña 55 meses

Niña 54 meses

Niña 53 meses

*“Pesticide use is high in the lowland agricultural communities, with aerial spraying and mechanical and hand application (26). Farmers reported that two crops a year may be planted, with pesticides applied up to 45 times between planting and harvesting per crop. Compounds include multiple organophosphate and organochlorine mixtures and pyrethroids. Thirty-three different compounds were used for the control of cotton pests alone from 1959 to 1990. This list includes DDT, dieldrin, endosulfan, endrin, heptachlor, and parathion-methyl, to name but a few agents (27)”.*

## **META DE PROTECCIÓN = MEJORAR LA SALUD INFANTIL**

Guillette et al., 1998. An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. Environmental Health Perspectives 10:347-353.

## DEBEMOS INVOLUCRARNOS

