



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# MÓDULO DE CAPACITACIÓN EN BIOSEGURIDAD

Tacna, 08 – 10 de Mayo del 2013

## BIOTECNOLOGÍA MODERNA

Blgo. David E. Castro Garro

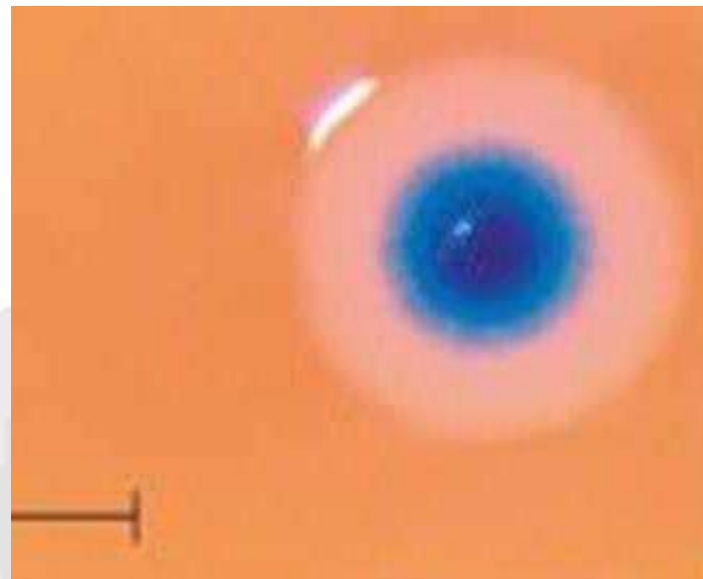
[dcastro@minam.gob.pe](mailto:dcastro@minam.gob.pe)



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# ¿Qué es la Biotecnología?





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# ¿Qué es la Biotecnología?

*“Uso de seres vivos o sus partes para la obtención de bienes o servicios”*

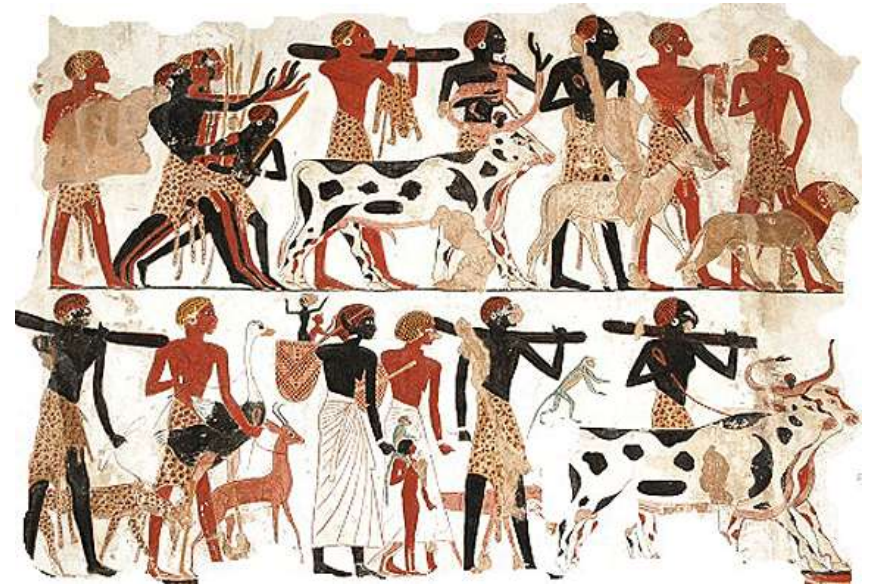




PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología tradicional





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

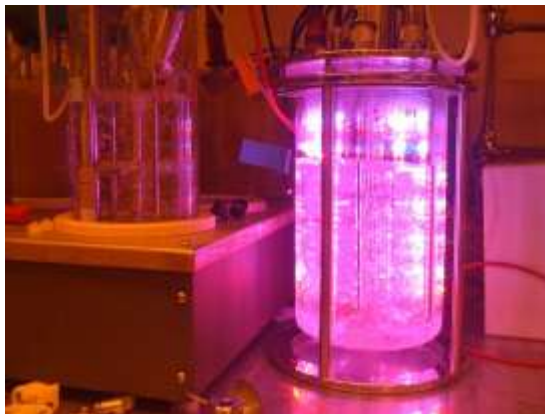
# Biotecnología tradicional

*Biotecnologías desarrolladas de manera empírica por los pueblos ancestrales y actualmente por comunidades nativas y locales.*





# Biotecnología convencional



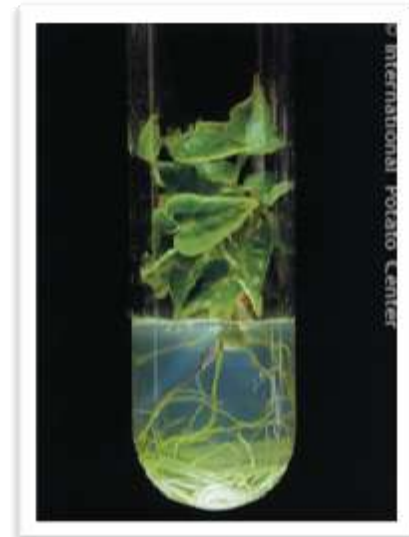
Procesos fermentativos



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología convencional



## Cultivo de tejidos



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología convencional



**Reproducción asistida**





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología convencional

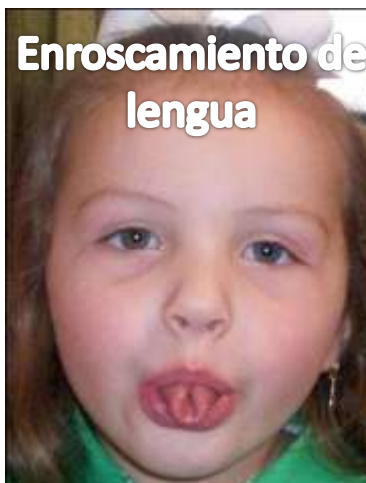
**Hipertricosis**



**Pico de viuda**



**Dedos entrelazados**



**Enroscamiento de  
lengua**



**Hoyuelo en  
barbilla**

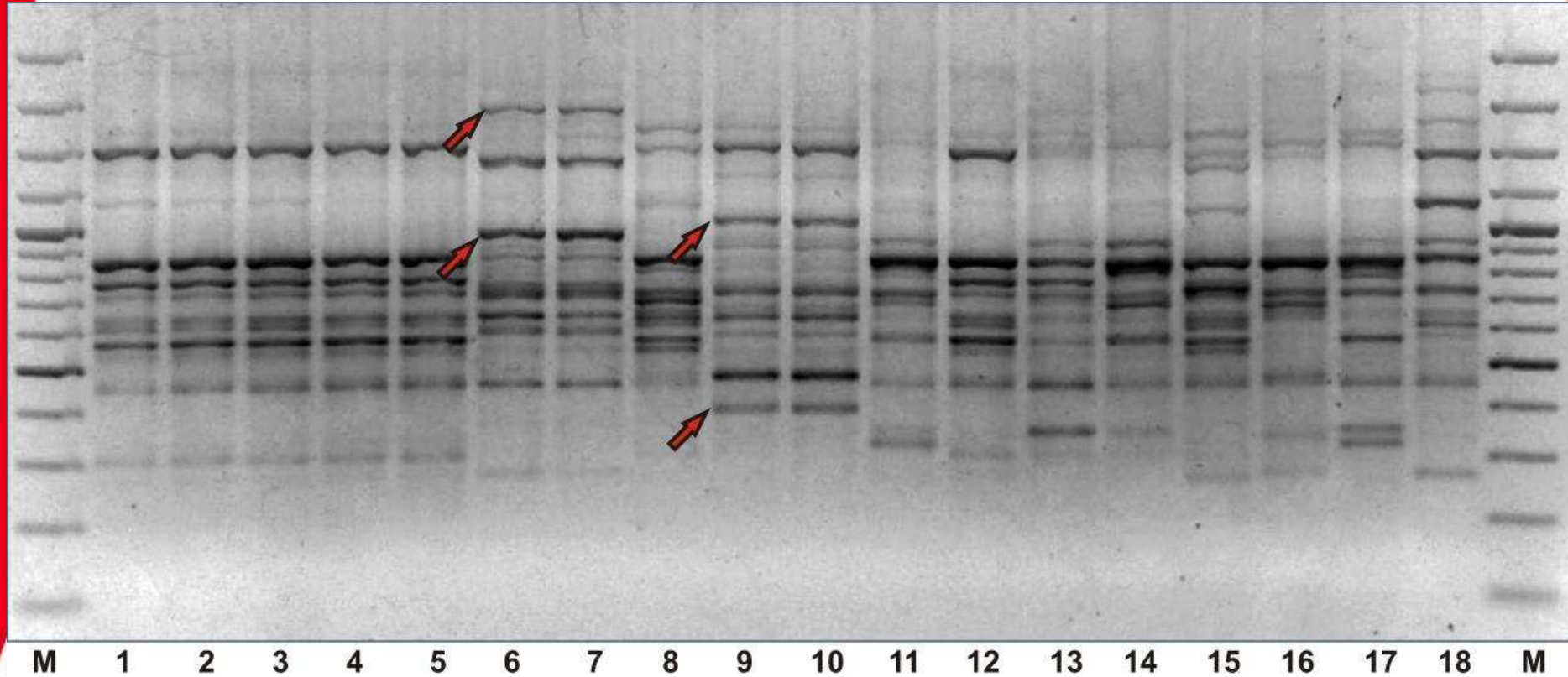
**Marcadores fenotípicos**



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología convencional



**Marcadores Moleculares**



# Biotecnología convencional

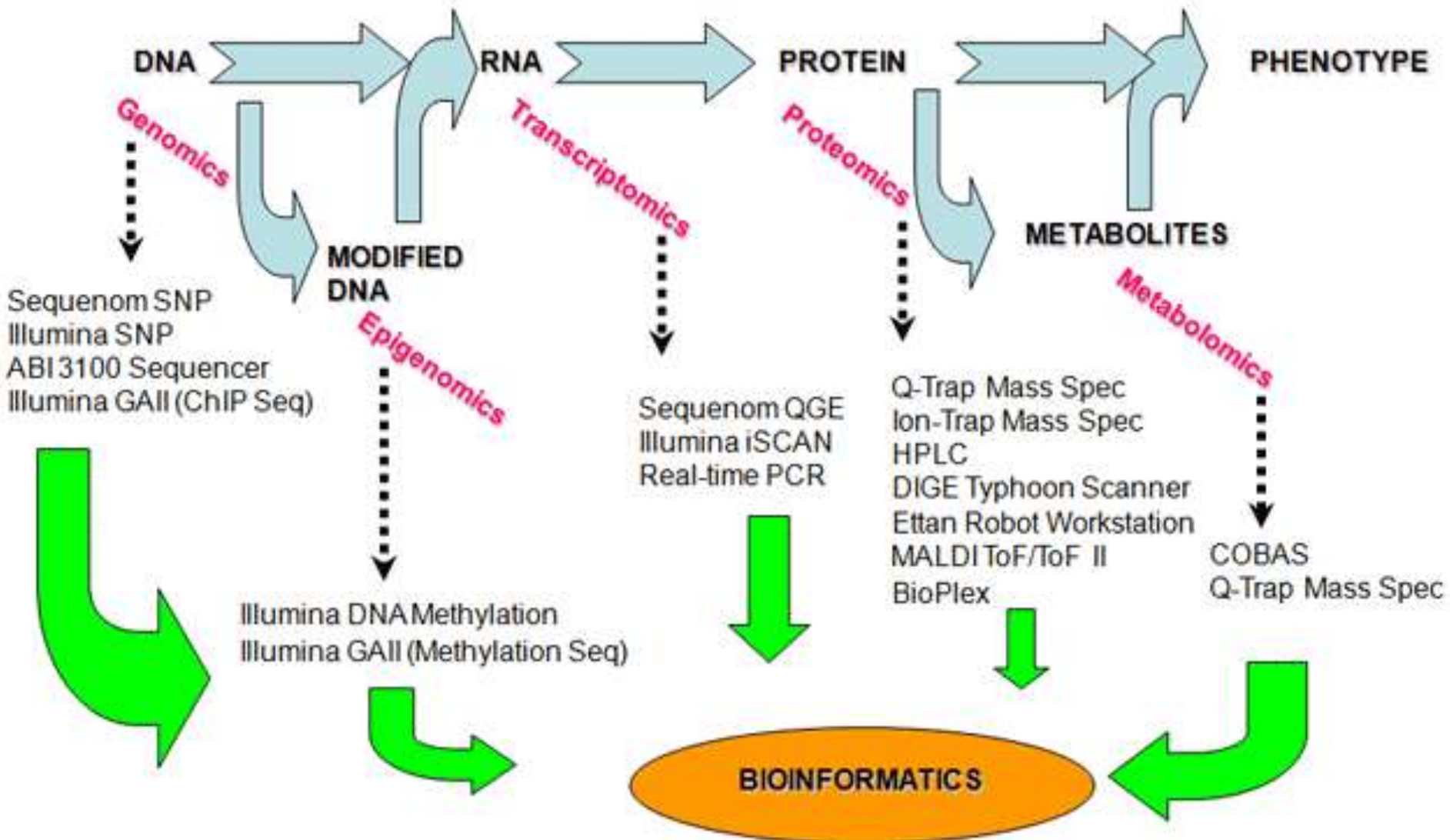
Marcadores Morfológicos	Marcadores Moleculares
Influencia del ambiente	Sin influencia del ambiente y neutrales
Bajo numero	Cantidad ilimitada
Bajo nivel de polimorfismo	Alto polimorfismo
Menos informativos (dominantes o recesivos)	Mas informativos (generalmente codominantes)
Caracteres de madurez	Análisis en fases tempranas
Entrenamiento y subjetividad	Sencillos rápidos y objetivos

## Marcadores Moleculares





# Biotecnología convencional





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología convencional

*Biotecnologías desarrolladas en base al método científico, sin incluir la biotecnología moderna o transgénesis (técnicas de ingeniería genética).*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# PIRAMIDE DEL USO DE LA BIOTECNOLOGIA AGRICOLA

## BIOTECNOLOGIA TRADICIONAL

### NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN

Agricultores organizados

Cultivos de Tejidos: micropropagación, limpieza de patógenos, plantas dihaploides

Instituciones locales y nacionales

Fitoquímica: caracterización bioquímica, identificación de metabolitos Secundario

Instituciones regionales y nacionales

Marcadores Moleculares: caracterización de la diversidad y variabilidad

Instituciones nacionales y de cooperación internacional

Genómica: identificación de genes

Instituciones nacionales en alianza con la cooperación internacional

**OVMs**

V  
A  
L  
O  
R  
A  
C  
I  
O  
N

BENEFICIO JUSTO Y EQUITATIVO

Pastor, 2005.





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# LOS COLORES DE LA BIOTECNOLOGIA

Verde: Agrícola (biocombustibles, biofertilizantes, plantas GM)

Blanca: Industrial

Roja: Salud, Medicina, Diagnóstico

Gris: Fermentación clásica y tecnología de bioprocesos, Ambiente (geomicrobiología, biorremediación)

Azul: Acuicultura, Biotecnología Costera y Marina

Amarilla: Biotecnología de alimentos, Ciencias de la Nutrición

Negra: Bioterrorismo, biocrímenes, guerra biológica

Marrón: Biotecnología de desiertos y zonas áridas

Dorada: Bioinformática, nanobiotecnología

Rosada: Patentes, publicaciones, invenciones



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna



Convention on  
Biological Diversity

**"... toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos"**



- **Técnicas in vitro de ácidos nucleicos.**
- **La fusión de células mas allá de la familia taxonómica.**



- **comprende también la genómica y la bioinformática, la selección con ayuda de marcadores, la micropropagación, el cultivo de tejidos, la clonación, la inseminación artificial, el trasplante de embriones y otras tecnologías**



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna



Conjunto de metodologías y técnicas dirigidas a lograr la modificación del material hereditario de una especie, con el fin de conferirle atributos (por ejemplo características del individuo o capacidad de producir sustancias) que no los tenía hasta ese momento.

## Ingeniería genética

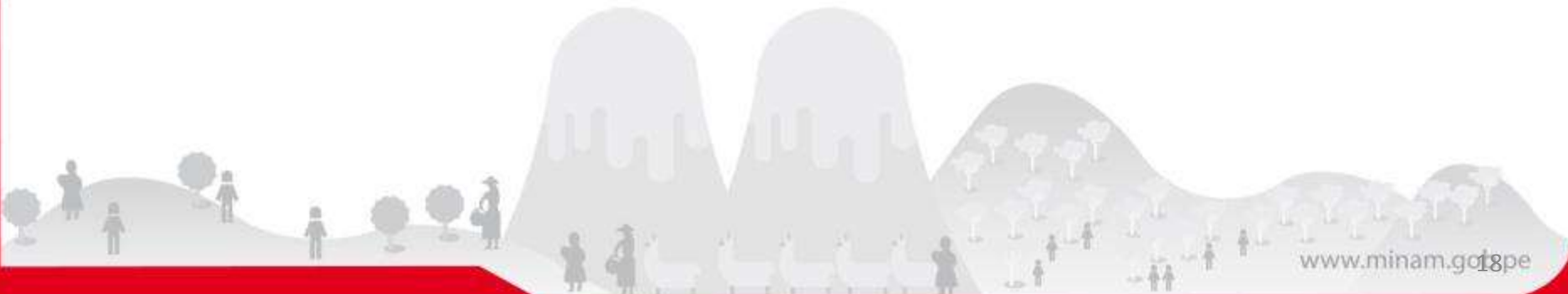




PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

*¿Cómo se hace un  
transgénico?*





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna



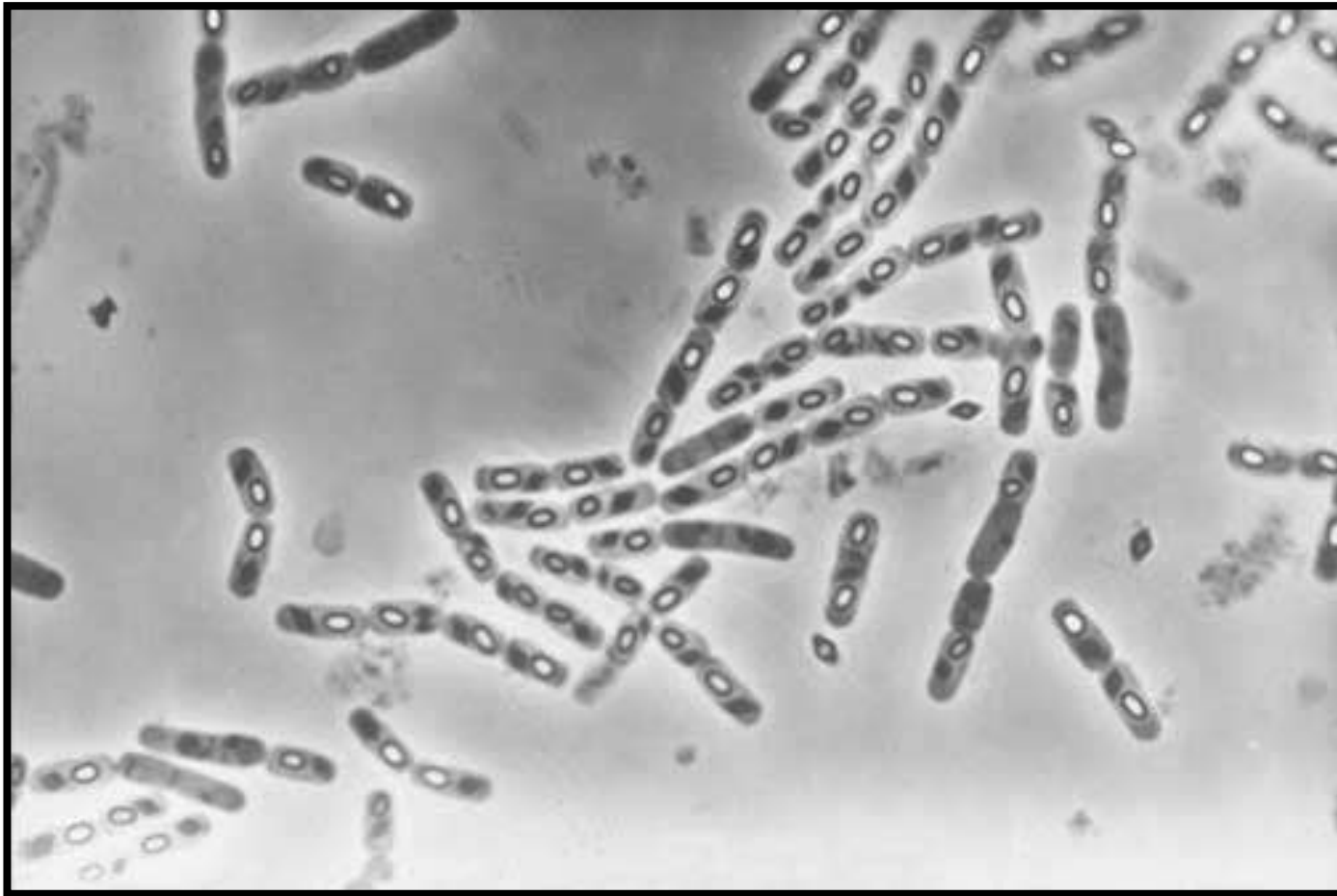
## 1. Identificación del problema



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna



## 2. Identificación del gen de interés

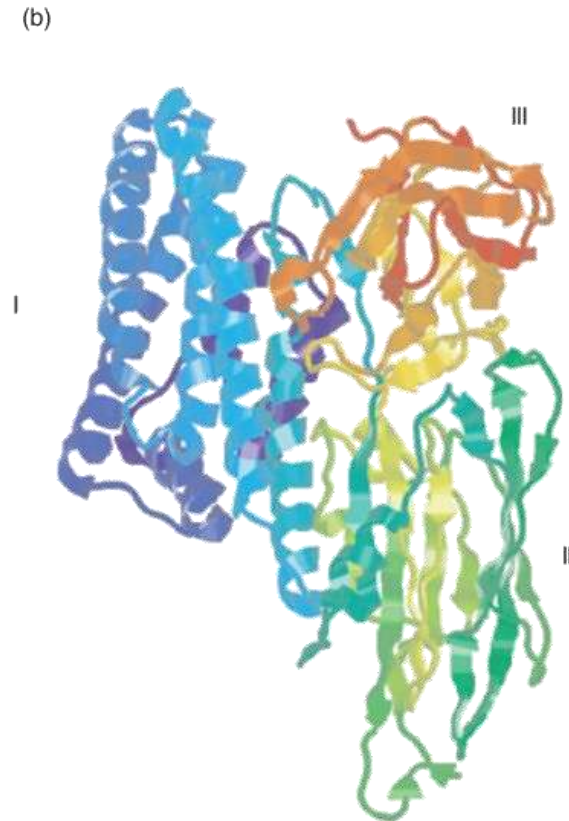
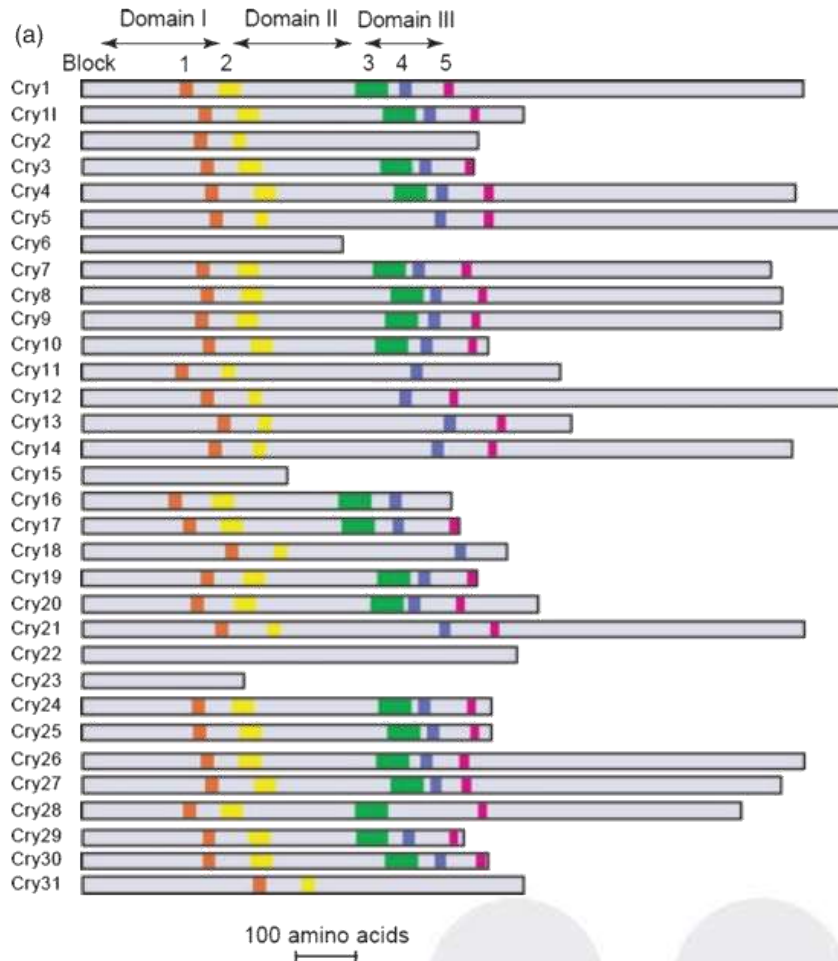




PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



**Figure 2** Structure of three-domain Cry proteins. (a) Primary structure, showing domain organization of representative members of each Cry family. (b) Conserved tertiary structure, showing the positions of the three domains. Source: de Maagd *et al.* (2001).

## 2. Identificación del gen de interés

# Biotecnología moderna

Tipo de gen utilizado en transgénesis	Caracter que confiere a la planta
Toxina de <i>Bacillus thuringensis</i>	Resistencia a Insectos
Proteína de la cubierta viral	Resistencia a Virus
Quitinasas, glucanasas de plantas y de otros organismos	Resistencia a Hongos
Lisozima humana y de cerdo. Otros péptidos bactericidas	Resistencia a Bacterias
Genes cuyos productos afectan la biosíntesis de aminoácidos, o la fotosíntesis	Resistencia a Herbicidas
Genes cuyos productos afectan la biosíntesis del etileno, o la formación de pared celular	Retraso maduración de frutos

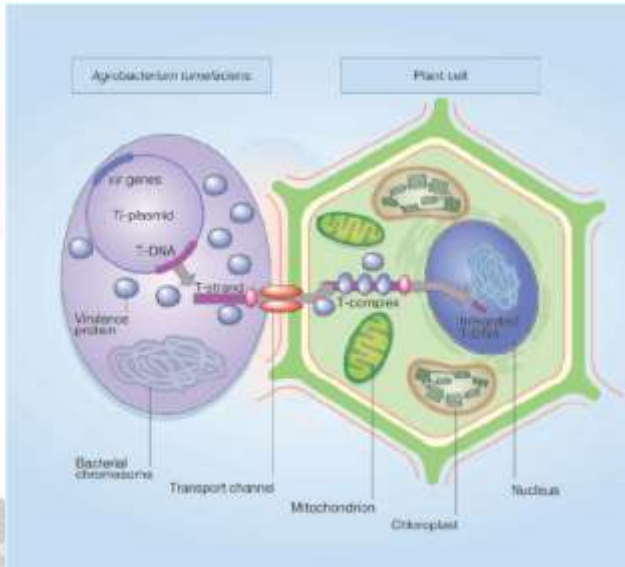
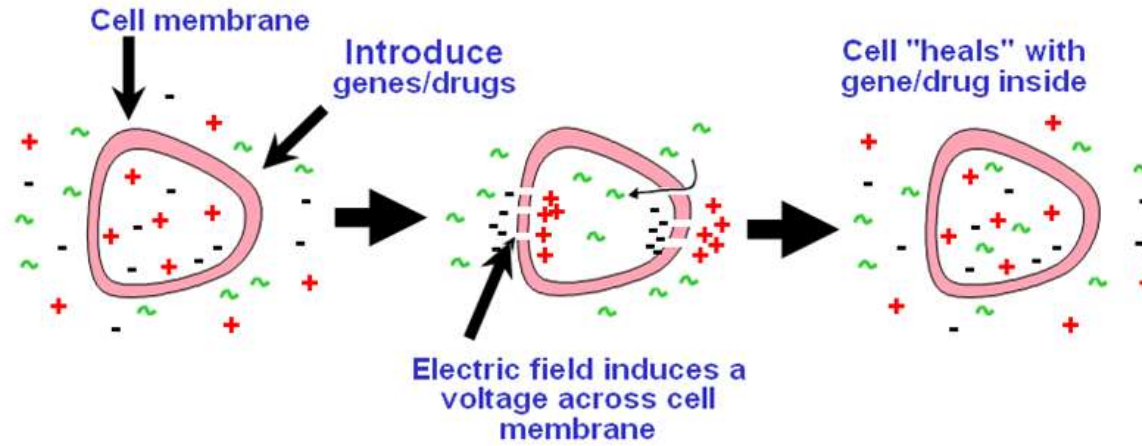
## 2. Identificación del gen de interés



Before Pulse

During E-field

After Pulse



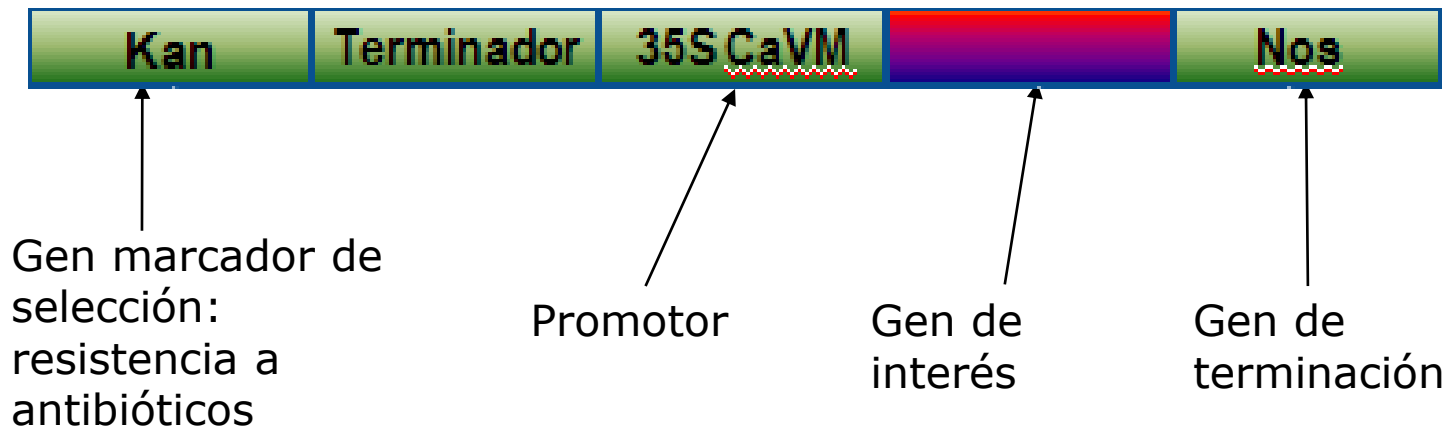




PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna



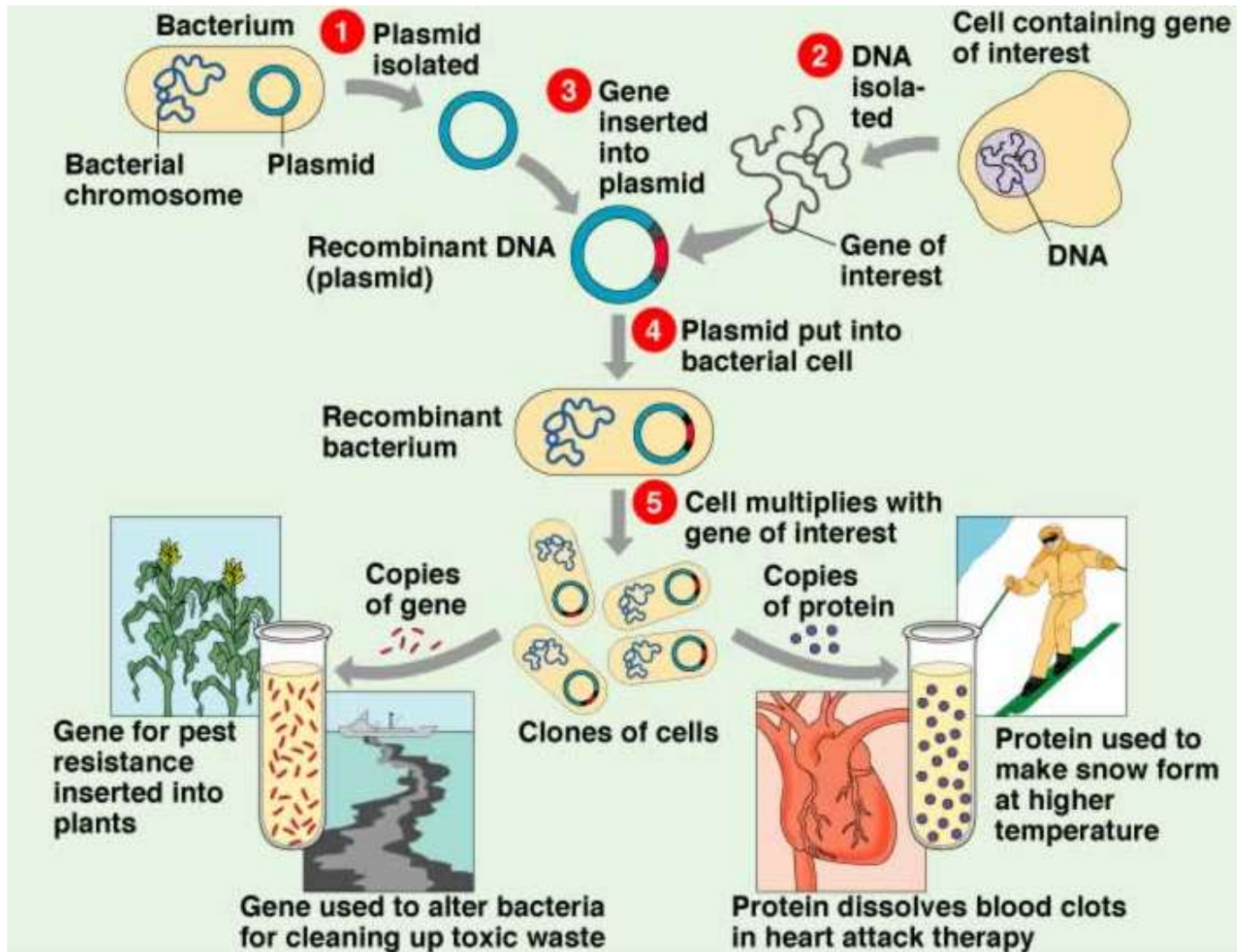
## 3. Construcción del transgén



PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



## 4. Construcción del vector



PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna

(a) Gall caused by *A. tumefaciens*



(b) Using the Ti plasmid



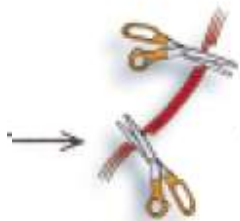
1. Isolate the bacteria from a plant gall.



2. Isolate the Ti plasmid from the bacterium cytoplasm.



3. Cut the plasmid with a restriction enzyme.



4. Use the same enzyme to cut the gene of interest.



5. Allow the gene to attach to the plasmid.



6. Expose plasmids to young plant cells in culture.



Genetically-modified plant contains new gene (and new characteristic)

7. Raise plant cells to maturity.

## 5. Inserción del constructo



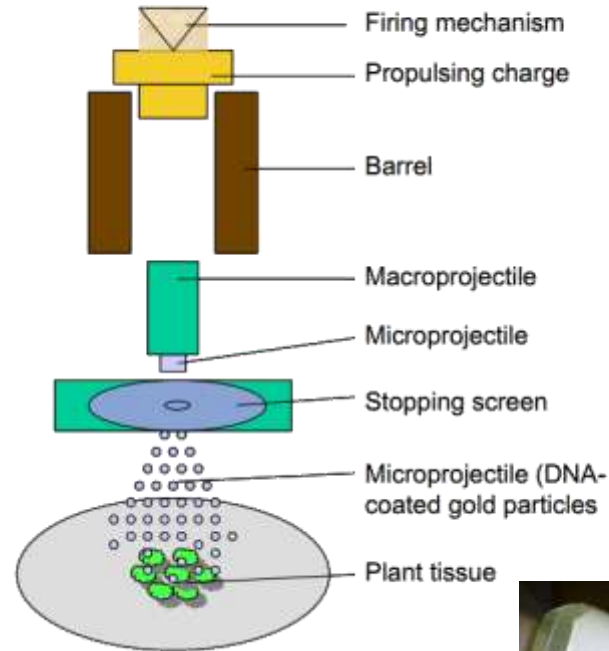


PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna

Figure 3. The Biolistic™ microprojectile gun



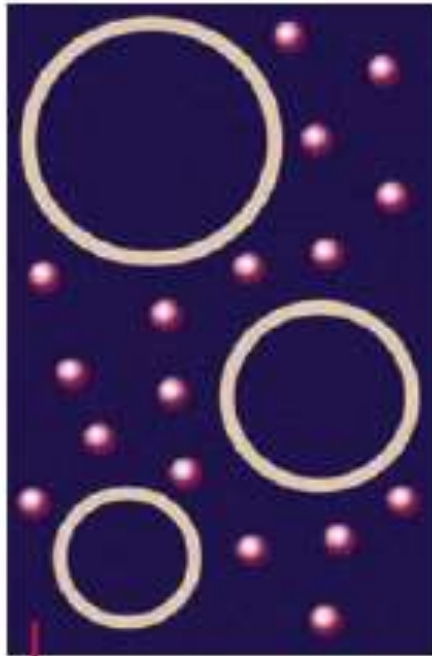
## 5. Inserción del constructo



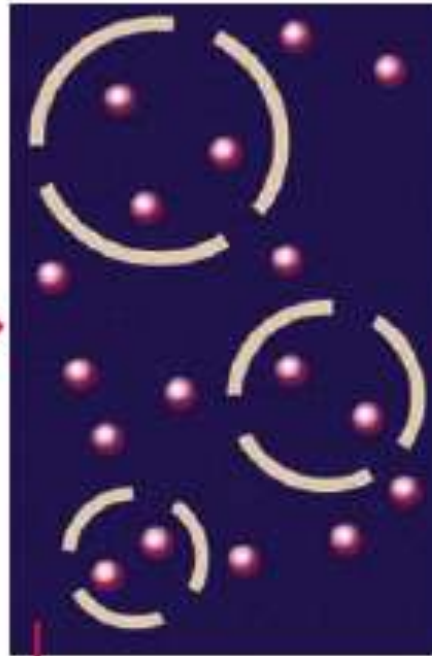
PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

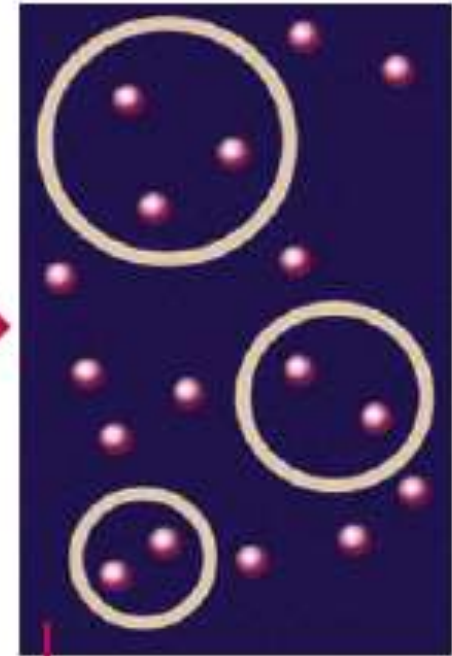
# Biotecnología moderna



Introduce molecules to the cells.



Apply the pulse, pores form in the cells and the molecules enter.



After the pulse, the pores reseal and the molecules remain in the cell.

## 5. Inserción del constructo

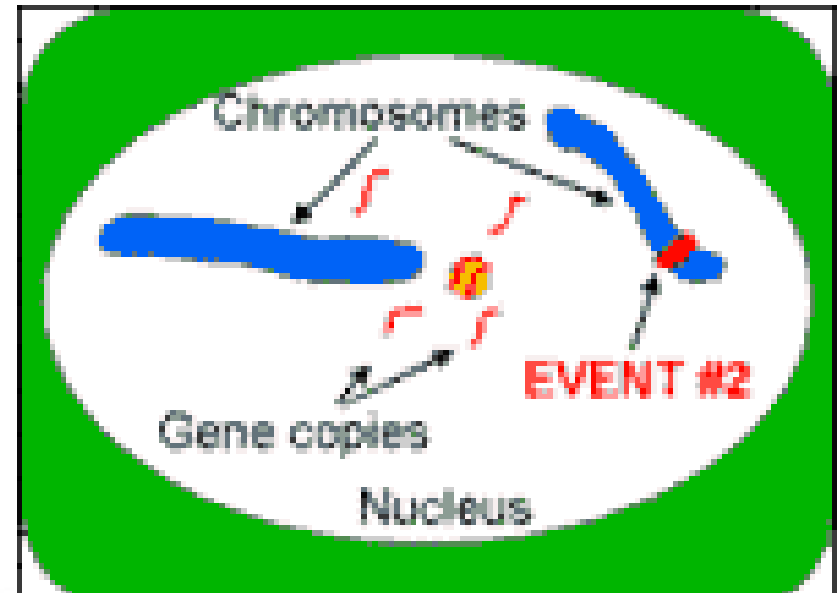
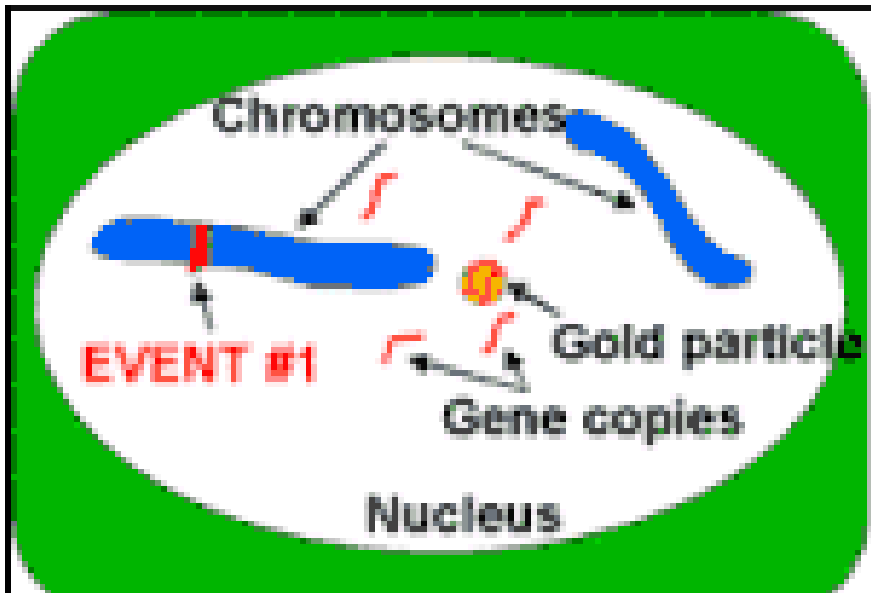


PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna

¿Qué es un evento?



## 5. Inserción del constructo

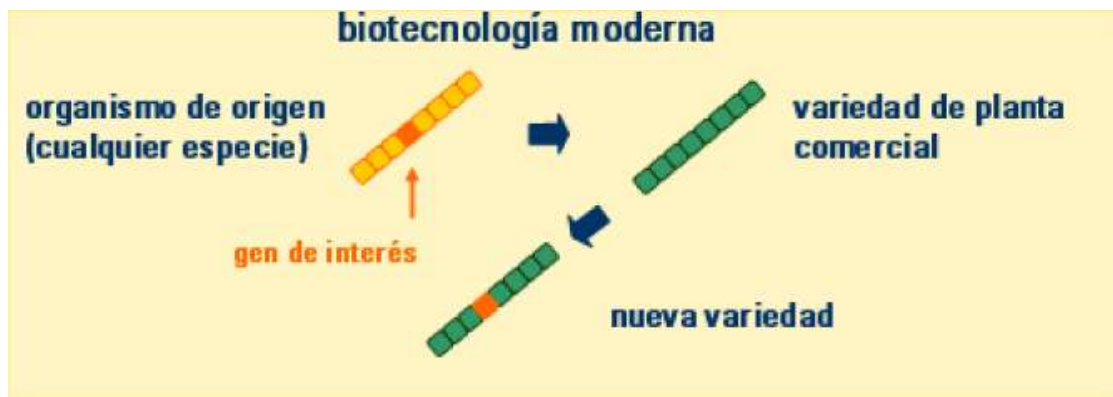




PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



**Mejoramiento Convencional VS Biotecnología Moderna**



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna

## VENTAJAS

- Reducción en el uso de pesticidas.
- Mayor rendimiento y productividad.
- Resistencia a enfermedades y estrés abiótico.

## DESVENTAJAS

- Polinizadores pueden ser afectados.
- Presión selectiva sobre las plagas.
- Flujo génico a especies silvestres y variedades convencionales.

**Pros y contras de los transgénicos**



# Biotecnología moderna

**1ra Generación:** Características introducidas como insumos agrícolas y combate de plagas.

- Plantas *Bt* y plantas RR.

**2da Generación:** Tecnologías que incluyen productos de calidad mejorada para la nutrición y procesos industriales: “ALIMENTOS FUNCIONALES”.

**3ra Generación:** Cultivos o animales utilizados como “biofábricas” para la producción de fármacos (vacunas, enzimas industriales).

**Las generaciones de transgénicos**





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna

Planta / Línea transgénica	Compañía	Descripción
<b>Algodón</b> MON531/757/1076	Monsanto	- Algodón resistente a insectos plaga, expresa el gen <i>cry1Ac</i> de <i>B. thuringiensis</i> svar. <i>kurstaki</i> HD-73.
<b>Maíz</b> Event 176	Syngenta Seeds	- Maíz resistente a insectos plaga, expresa el gen <i>cry1Ab</i> de <i>B. thuringiensis</i> svar. <i>kurstaki</i> . Esta modificación le brinda protección frente al ataque del barrenador europeo del maíz ( <i>Ostrinia nubilalis</i> ).
<b>Maíz</b> BT11 (X4334CBR, X4734CBR)	Syngenta Seeds	- Maíz resistente a insectos plaga y tolerante a herbicida, expresa el gen <i>cry1Ab</i> de <i>B. thuringiensis</i> svar. <i>kurstaki</i> y el gen de la fosfinotricina N-acetiltransferasa de <i>Streptomyces viridochromogenes</i> .
<b>Maíz</b> DBT418	Dekalb Genetics	- Maíz resistente a insectos plaga y tolerante a herbicida, expresa el gen <i>cry1Ac</i> de <i>B. thuringiensis</i> svar. <i>kurstaki</i> y el gen de la fosfinotricina N-acetiltransferasa de <i>S. hygrosopicus</i> .
<b>Maíz</b> MON810	Monsanto	- Maíz resistente a insectos plaga, expresa un gen <i>cry1Ab</i> truncado de <i>B. thuringiensis</i> svar. <i>kurstaki</i> HD-1. Esta modificación le brinda protección frente al ataque del barrenador europeo del maíz ( <i>O. nubilalis</i> ).
<b>Maíz</b> MON-ØØ6Ø3-6 x MON-ØØ81Ø-6	Monsanto	- Maíz resistente a insectos plaga y tolerante a herbicida, derivado del cruzamiento de las líneas parentales NK603 y MON810.
<b>Maíz</b> TC1507	Mycogen	- Maíz resistente a insectos plaga y tolerante a herbicida, expresa el gen <i>cry1F</i> de <i>B. thuringiensis</i> svar. <i>aizawai</i> y el gen de la fosfinotricina N-acetiltransferasa de <i>S. viridochromogenes</i> .

## 1ra Generación de transgénicos

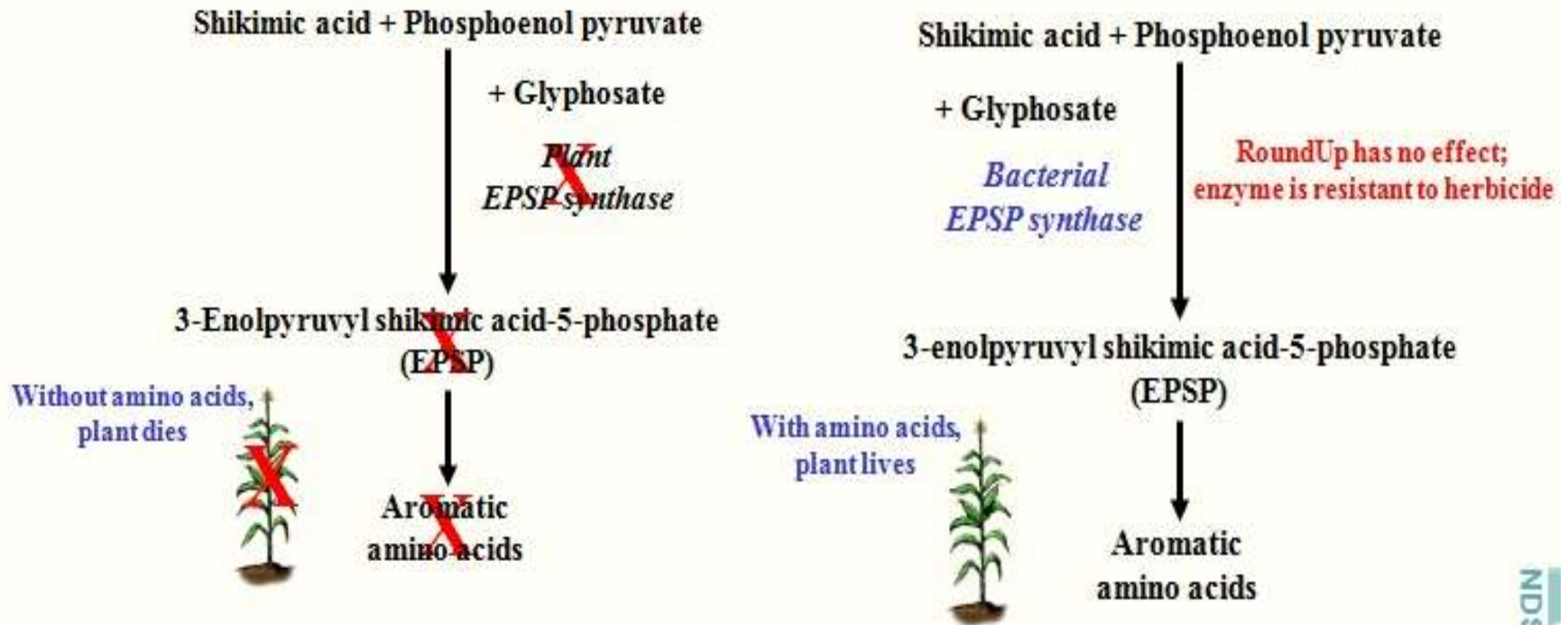


PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna

¿Cómo actúan la plantas tolerantes a herbicidas?



1ra Generación de transgénicos



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna

## El arroz dorado



2da Generación de transgénicos





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna

Cabras productoras de lisozima humana para el tratamiento de infecciones gastrointestinales.



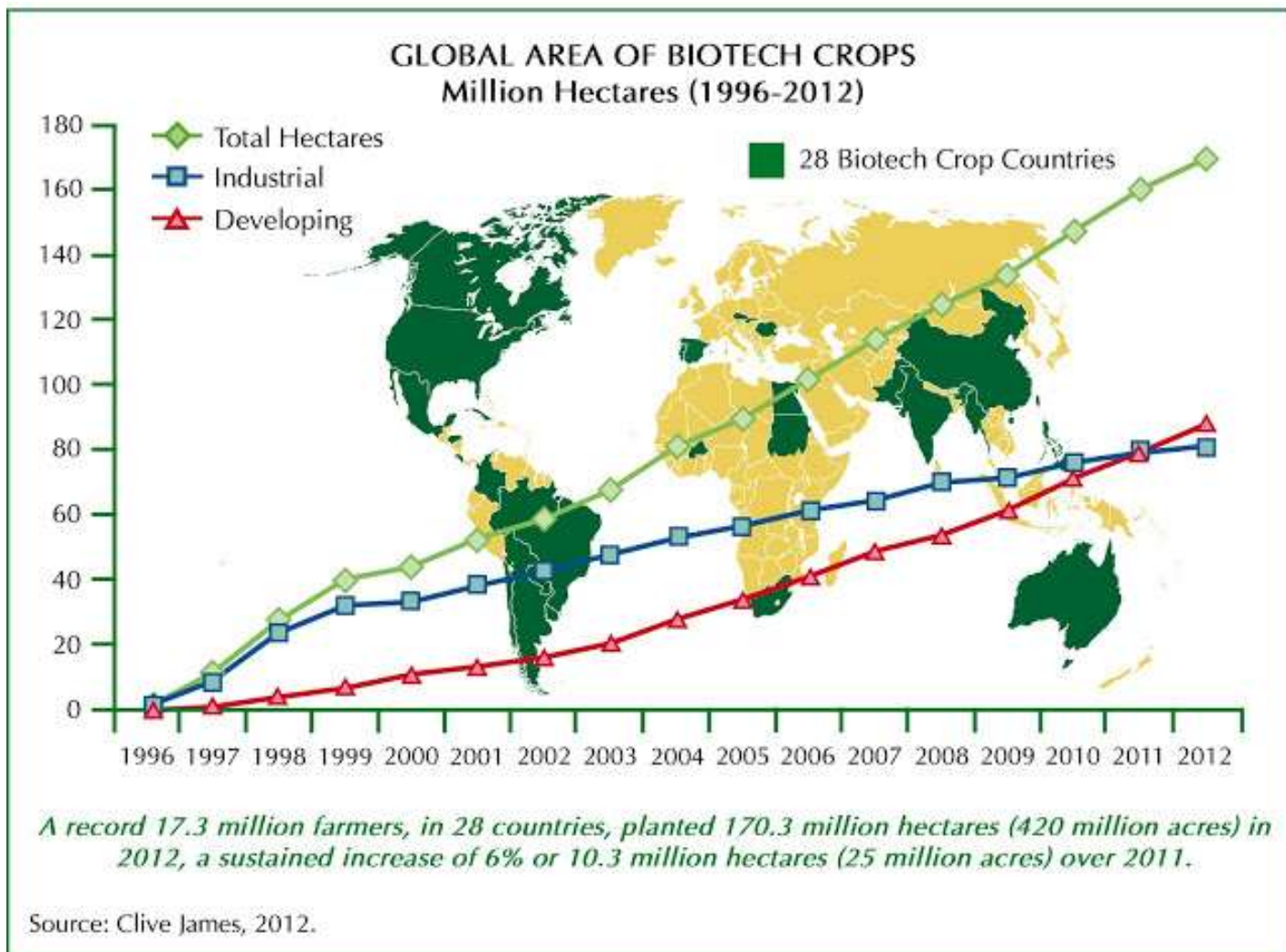
3ra Generación de transgénicos



PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



Estado de cultivos transgénicos en el mundo



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna



ChemistryViews.org/ © Wiley-VCH

Estado de cultivos transgénicos en el  
mundo





PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



\*18 biotech mega-countries growing 50,000 Has, or more, of biotech crops

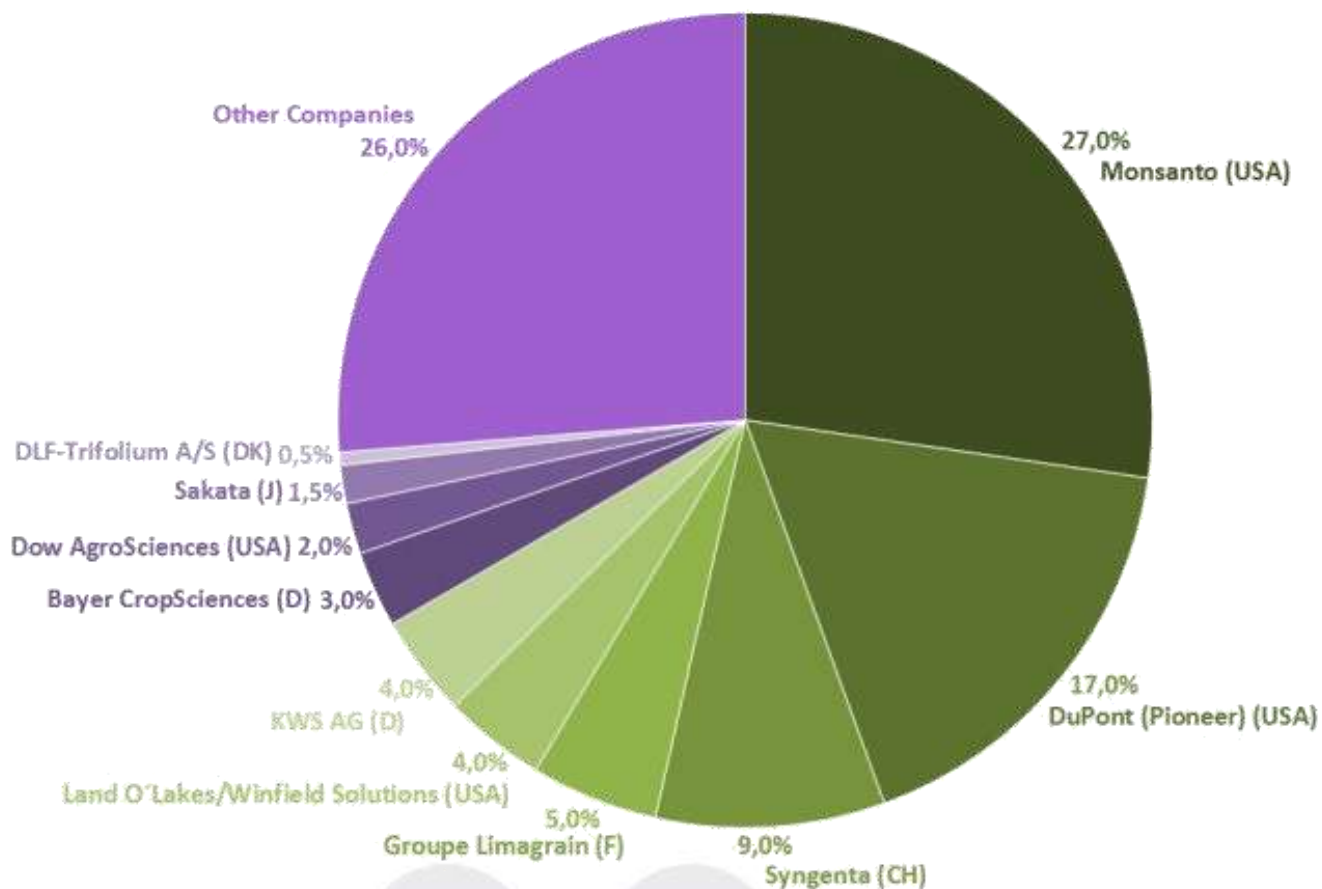
## Estado de cultivos transgénicos en el mundo



PERÚ

Ministerio del Ambiente

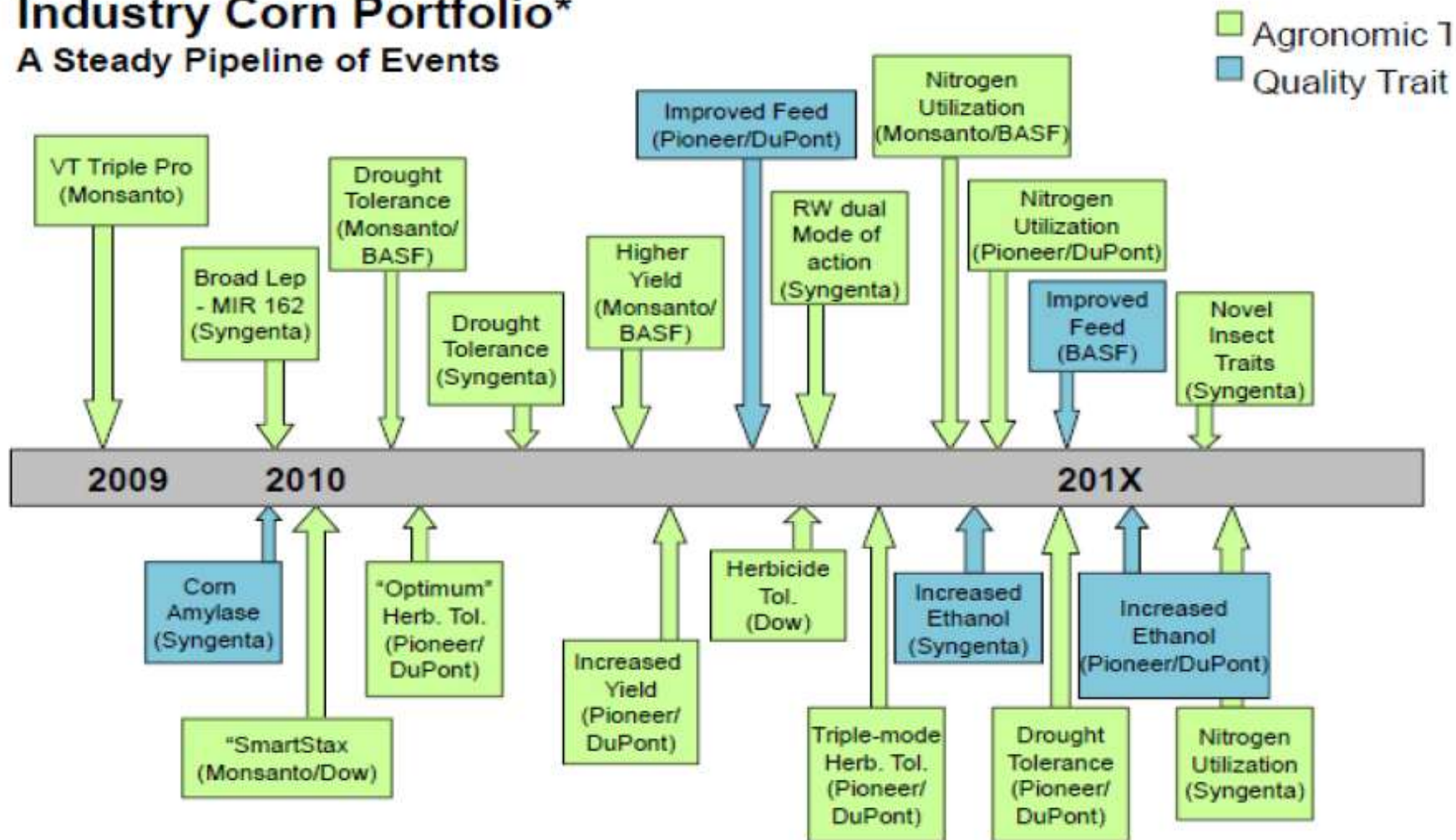
# Biotecnología moderna



ChemistryViews.org/ © Wiley-VCH

Estado de cultivos transgénicos en el mundo

## Industry Corn Portfolio\* A Steady Pipeline of Events



Eventos para los próximos años





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna

Abeto	Eucalipto	Pino
Acelga	Frambuesa	Plátano
Alfalfa	Frutilla	Poroto
Algodón	Kiwi	Poroto de soya
Alamo	Lechuga	Remolacha
Arabidopsis	Lirio	Repollo
Arroz	Maíz	Rosa
Arveja	Maní	Sorgo
Camote	Manzana	Tabaco
Caña de azúcar	Maravilla	Tomate
Cebada	Orquidea	Tulipán
Centeno	Papa	Trigo
Clavel	Papaya	Vides
Crisantemo	Petunia	Zanahoria
Espárrago	Pera	Zapallo

**Plantas que han sido transformadas genéticamente**



PERÚ

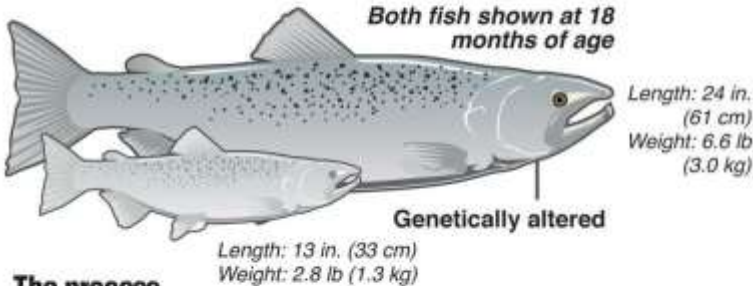
Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna

## Genetically altered fish?

The Food and Drug Administration will decide whether Atlantic salmon genetically engineered to grow faster than their natural relatives can be allowed to be raised and sold as food in the U.S.

**Bred to grow faster** Altered fish can reach adult size in 16-28 months instead of 36 months for normal Atlantic salmon



### The process



- Growth hormone from Chinook salmon (1) joins a "promoter" from an ocean pout (2), an eel-like fish
- Spliced into Atlantic salmon DNA (3); new growth hormone directs the gene to produce hormone all year round instead of only in summer

### Pros

- GE salmon could help meet rising demand for fish
- Could reduce pressure on wild fish stocks
- Altered fish eats 25 percent less feed; could make fish farming more profitable

### Cons

- Science on long-term effects of GE salmon is limited
- Fish could escape from farms, harm wild salmon populations
- Food safety activists and fisherman say GE salmon won't be properly labeled

Source: U.S. Food and Drug Administration, AquaBounty Technologies

Graphic:



## Peces transgénicos

# Biotecnología moderna

Nombre Común	Nombre científico	Atributo deseado
Pez cebra	<i>Danio rerio</i>	D6-desaturasa, fitasa
Pez dorado	<i>Carassius auratus</i>	Tolerancia al frío
Tilapia del Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>	Crecimiento
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	Lactoferinas
Pez gato del canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	Resistencia a enfermedades
Salmón atlántico	<i>Salmo salar</i>	Crecimiento y tolerancia al frío
Trucha arco iris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Crecimiento, metabolismo de carbohidratos

## Peces transgénicos

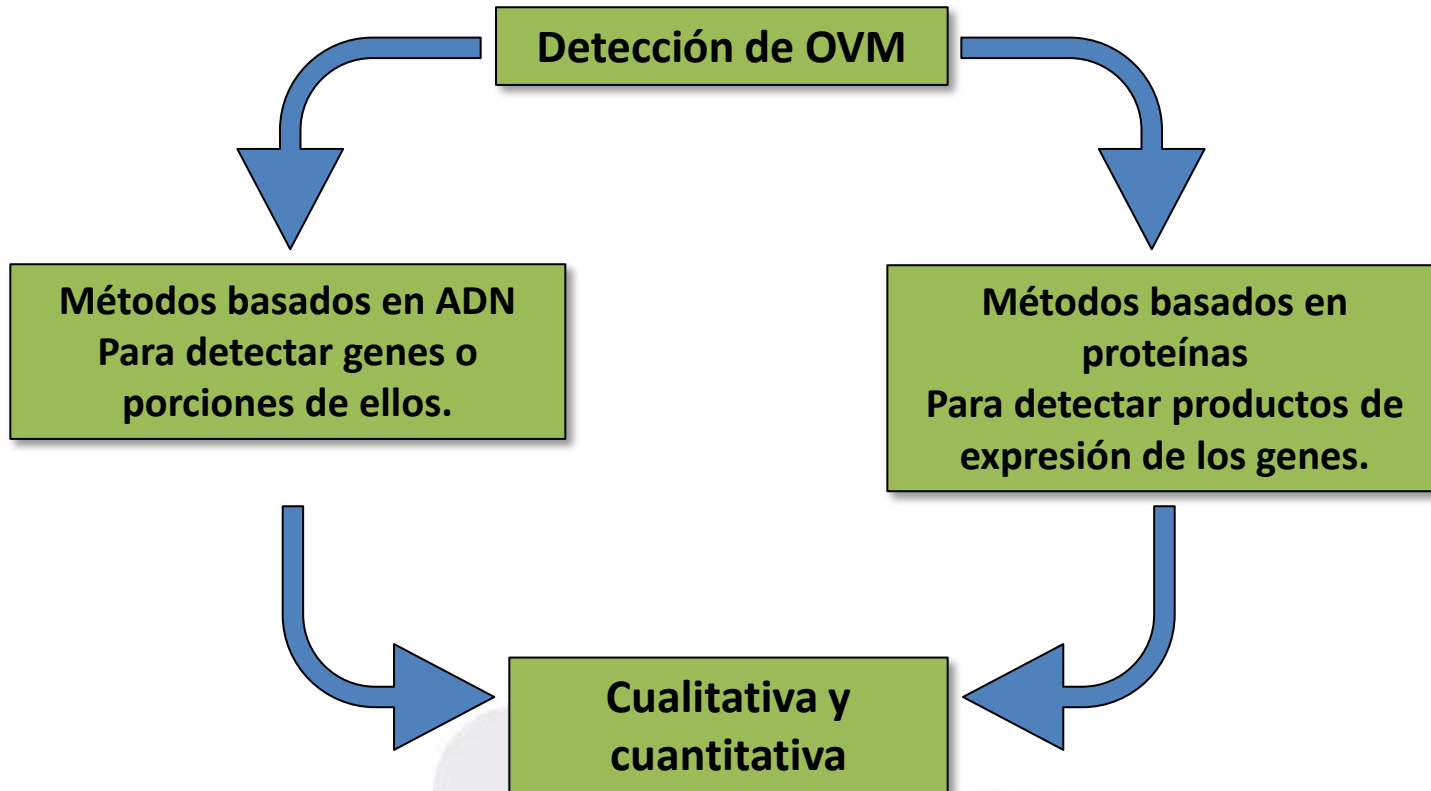




PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# Biotecnología moderna



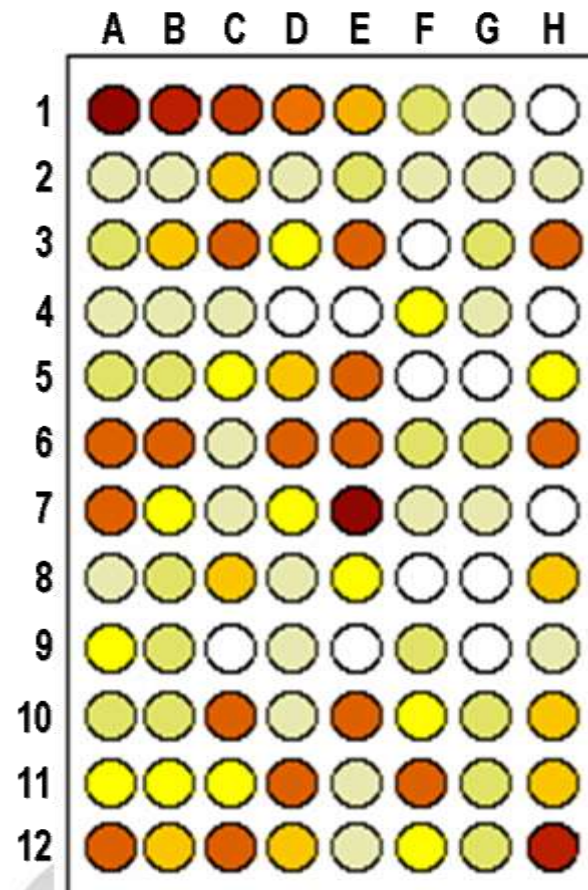
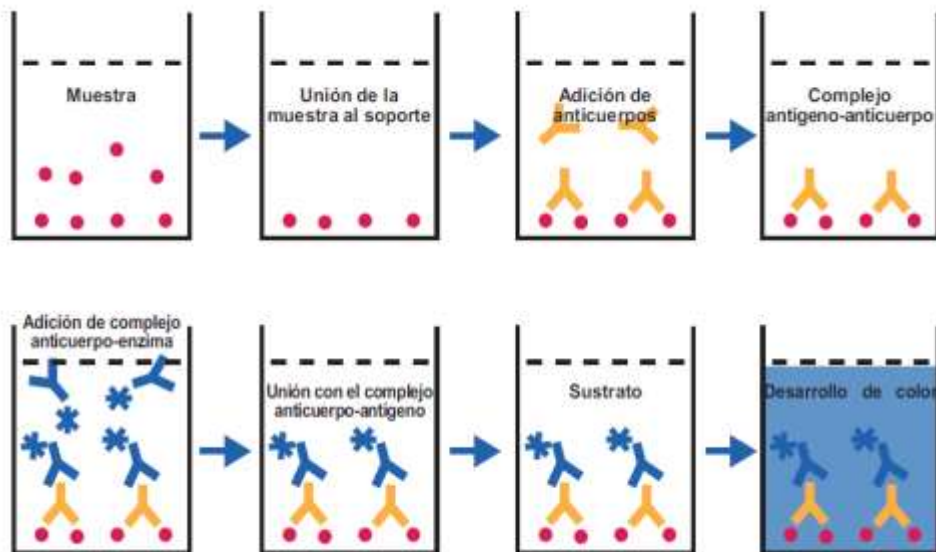
**Detección de OVM**



PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



**ELISA:**

Respuesta

**Detección de OVM**



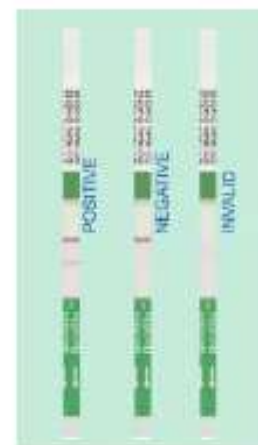
PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



**Lateral flow stick**



**Detección de OVM**

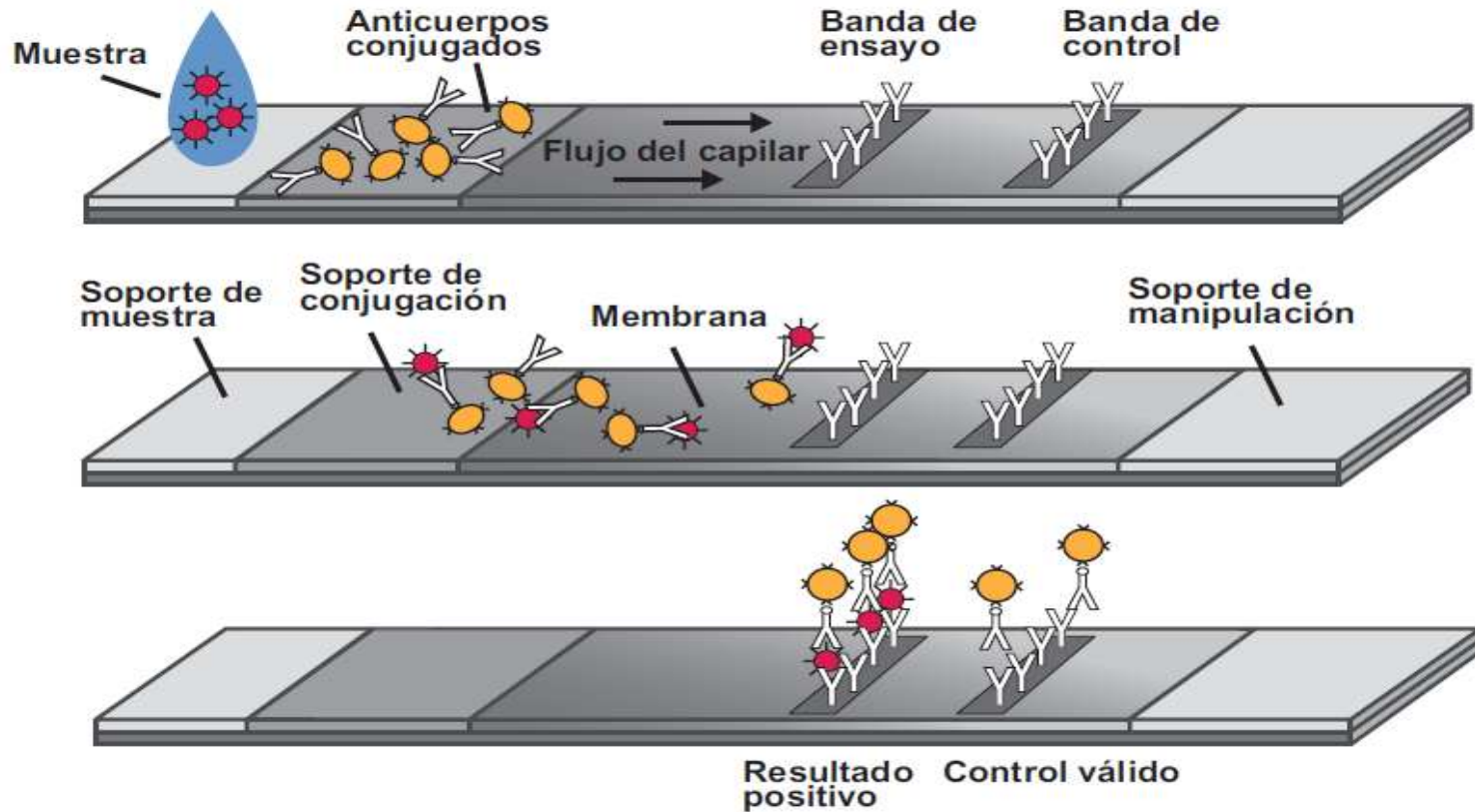




PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna



Detección de OVM



PERÚ

Ministerio del Ambiente

# Biotecnología moderna

Material no GM  
(y control -)

Estándar de referencia  
(y control +)

Material GM

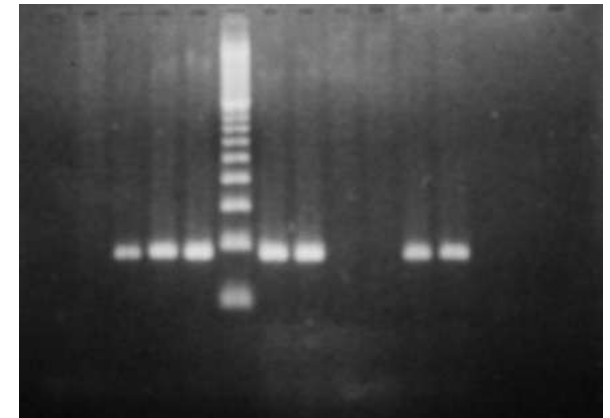
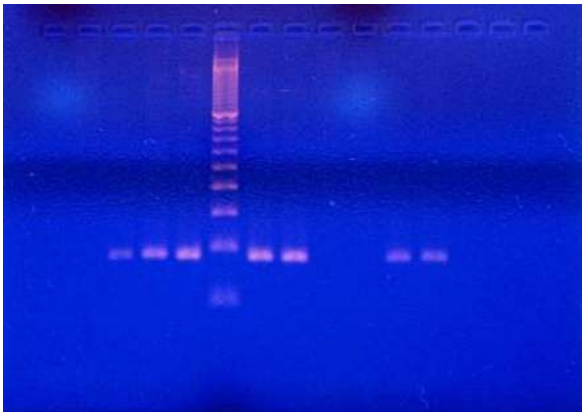
Extracción de ADN

Pureza del ADN

Amplificación del ADN

Electroforésis

Interpretación y documentación

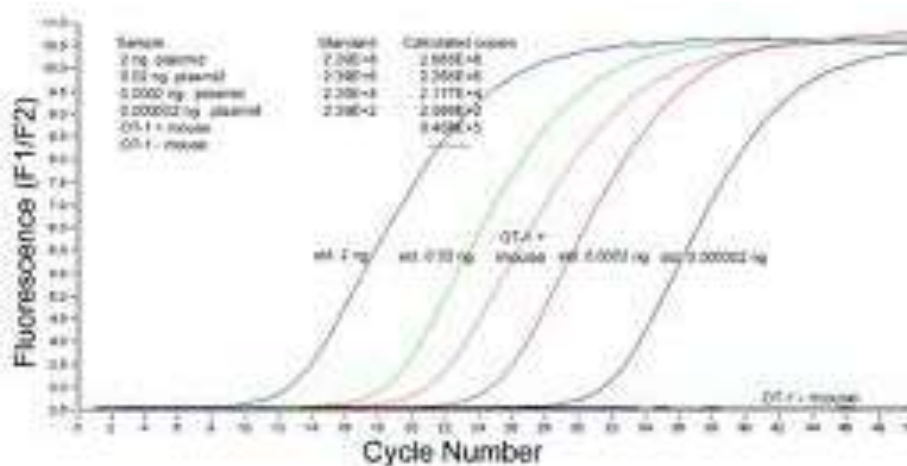


Detección de OVM



# Biotecnología moderna

COBAS® TaqMan®  
Roche



**Detección de OVM**





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# GRACIAS

**David Castro**  
**[dcastro@minam.gob.pe](mailto:dcastro@minam.gob.pe)**