

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

México

Los organismos genéticamente modificados en el desarrollo de la agricultura : implicaciones y consecuencias

Agustín Lopez Herrera

Los partidarios de la ingeniería genética la aclaman como un instrumento fundamental para hacer frente a la inseguridad alimentaria y la malnutrición en los países en desarrollo y acusan a sus adversarios de “crímenes contra la humanidad” por demorar la aprobación reglamentaria de unas innovaciones que podrían salvar vidas humanas

Quienes se oponen a ella sostienen que la ingeniería genética provocará una catástrofe ambiental, agravará la pobreza y el hambre y dará lugar a que las empresas se adueñen de la agricultura tradicional y del suministro mundial de alimentos



順路
THIS WAY

Vegetales

Cultivos genéticamente modificados actualmente en el mercado

Cultivo	Numero	Eventos
Alfalfa	3	tolerante a glifosato
Argentine Canola (<i>Brassica napus</i>)	15	tolerante a glufosinato tolerante a glifosato esterilidad masculina , restauración de la fertilidad tolerante al herbicide oxynil
Polish canola (<i>Brassica rapa</i>)	2	tolerante a glufosinato tolerante a glifosato
Frijol	1	resistencia al virus del mosaico dorado
Clavel (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	7	Modificacion de la coloracion a violeta/malva and tolerante al herbicida sulfonylurea senescencia retrasada
Achicoria (<i>Cichorium intybus</i>)	1	esterilidad masculina y tolerancia a glufosinato
Algodón	39	Tolerante al herbicida sulfonylurea Resistente a insectos Resistente a Cry1F y Cry1Ac + tolerante a glifosato resistente a insectos y herbicida
Creeping Bentgrass (<i>Agrostis stolonifera</i>)	1	tolerante a glifosato
Lino (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	1	tolerante a sufonylurea
Maiz	65	resistente a insectos y herbicida esterilidad masculina y tolerante a glufosinato Fuente de energía, alta fitase amino acido lisina
Melón	1	produccion baja de etileno
Papaya	3	Resistente al virus del anillado de la papaya (PRSV)
Petunia	1	Color de flor
Álamo (<i>Populus nigra</i>)	1	resistencia a plagas de la hoja

Cultivos genéticamente modificados actualmente en el mercado

Cultivo	Numero	Eventos
Papa	14	resistente al escarabajo Colorado de la papa Incremento en amilopectina resistance to virus Y resistente al virus del enrollamiento de la hoja de la papa resistente al escarabajo Colorado de la papa y al Virus Y
Arroz		reducida reaccion alergénica resistencia a insectos y herbicida
Rosa (<i>Rosa hybrida</i>)	3	color de flor
Soya	14	Alto nivel de ácido oleico Tolerante a herbicida Alto nivel de ácido oleico y tolerancia a herbicida Dos nuevos genes, para tolerancia a dos diferentes clases de herbicidas Tolerante a insectos
Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i>)	2	Resistance to cucumber mosaic cucumovirus (CMV), zucchini yellow mosaic potyvirus (ZYMV), and watermelon mosaic potyvirus (WMV2)
Betabel (<i>Beta vulgaris</i>)	3	Tolerante a herbicida
Pimiento (<i>Capsicum annuum</i>)	1	virus resistance
Tobaco	2	male sterile hybrid, resistant to the herbicide low level of nicotine
Tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	9	Delayed ripening tomatoes Insect-resistant
Trigo	1	tolerant to glyphosate
Árboles frutales Ciruela (<i>Prunus domestica</i>)	1	mejorar la tolerancia a tipos de estrés abióticos, inducir modificaciones del crecimiento y hábitos de las plantas, producir plantas GM sin marcadores y mejorar la calidad del fruto. Resistente al virus de la viruela PPV

Diferentes cultivos próximos a liberarse comercialmente

Cultivo	Número	Característica
Soya	17	Glifosato/ glufosinato Imidazolinone ALS Oleico Insectos Nematodos Omega-3 Dicamba HPPD
Maíz	12	Coleópteros(raíz) Lepidópteros Glifosato Alta lisina Amilasa ALS Fitasa Acido oleico Sequia Proteínas Stacks (dobles, triples, cuádruples) Esterilidad masculina
Colza	9	Glifosato/ glufosinato Esterilidad masculina Oleico
Algodón	16	Lepidópteros Glifosato/glufosinato



Ayurveda hierbas (raíces) como Ashwagandha, Jivanti y Brahmi GM, incremento de contenido medicinal

Nuevos productos biotecnológicos en el mercado para 2010-2015

- SmartStax™ maíz en EE.UU. 8 genes con 3 rasgos diferentes
- *Bt* Brinjal (berenjena) en la India
- El arroz dorado en Filipinas, yuca dorada: Bangladesh, India, Indonesia y Vietnam.
- Arroz (*Bt*) y maíz fitasa en China
- Maíz tolerante a la sequía en EE.UU. y África subsahariana
- Gen de eficiencia en el uso de nitrógeno y trigo genéticamente modificado
- Sorgo resistente a insectos en África



Arboles

Especie	Característica
Pino radiata	rápido crecimiento, biocombustible, bio plásticos
Manzana	virus de la viruela y sistema radicular mas fuerte
Árbol de caucho	resistente a sequía con altos rendimientos
Eucalipto	resistente a frio y pulpa mas dura
Cinco variedades de álamo	reducción de lignina, resistente a sequia, rápido crecimiento y producción de etanol
Ciruela	Phytopthora, viruela de la ciruela, nematodos: Criconemella; Meloidogyne



Animales



Animales genéticamente modificados

Especie	número	Transformación
Ganado	18	Hormonas de crecimiento, rápido crecimiento, desarrollo de técnicas, carne magra, alta proteína, albumina del serun humano, producción de mielina, lactoferrin, anticuerpos contra hepatitis y algunos canceres,
Puercos	13	Fitasa, factor VII, Hemoglobina , Proteína C, fibrinogen; Activador Tisular del Plasminógeno, modelo para enfermedades como SIDA, retinitis pigmentosa, “humanizar” órganos para trasplantes,
Conejos	40	Resistencia a enfermedades, alfa glucosidos, Calcitonin, superoxido dismutasa, factor de insulina, interleucina, plasminógeno, aterosclerosis, metabolismo de lípidos y diabetes
Cabras	11	Bio acero en leche, inhibidor de alfa proteinasa, antitrombin, III, antígeno de hepatitis B, activados plasminógeno, siete diferente anticuerpos monoclonales, producción de vacuna contra la malaria,
Borregos	7	Aumento en producción de lana, tratamiento fibrosis cística, alfa 1 antitripsin, Factor IX y VIII, fibrinógeno
Pollos	5	Tratamiento contra hepatitis, anticuerpos y factores de crecimiento,
Codorniz	1	Técnicas de desarrollo
Monos	1	Técnicas de desarrollo, vacunas contra polio
Roedores		Desarrollo de tumores cancerosos, crecimiento retardado, anomalías del hígado, anemia

Insectos



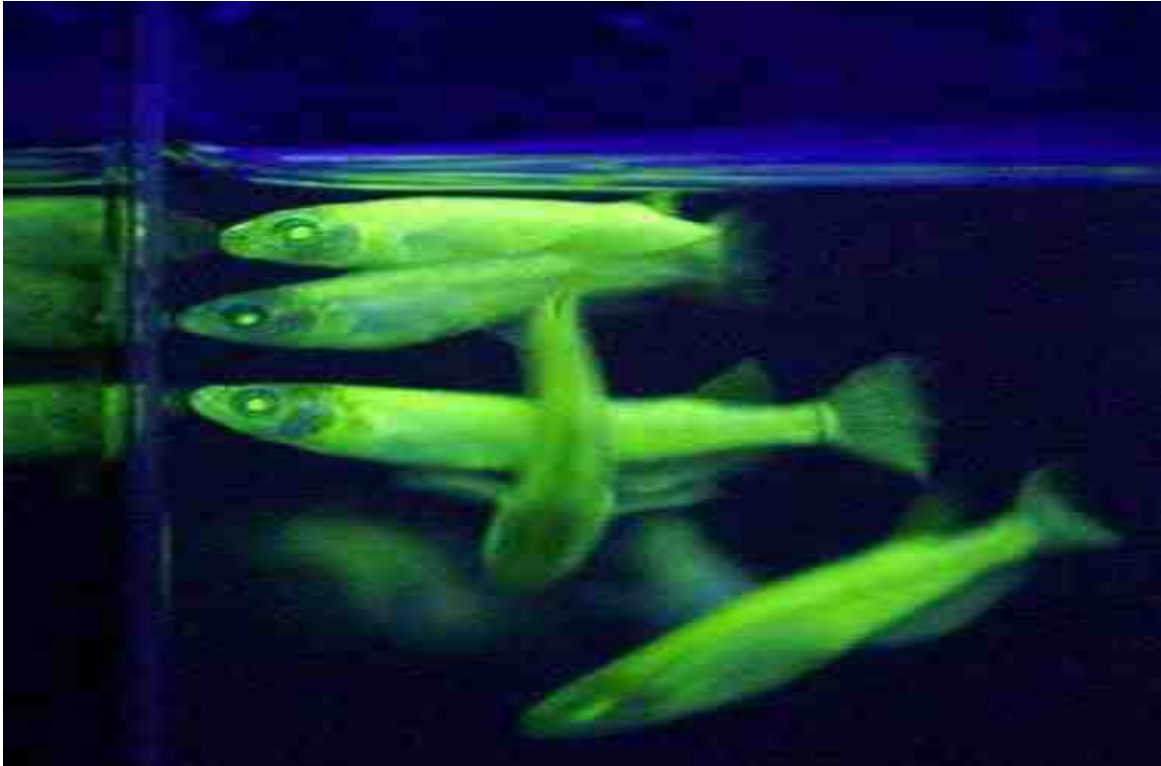
Artrópodos genéticamente modificados

Especie	Característica
Coleoptera, Insectos	
Gorgojo rojizo de los granos	Estudios de desarrollo y osmoregulación, modelo de laboratorio
Cuicidae, Dípteros (mosquitos)	
Mosquito fiebre amarilla	Anti dengue efectos, Supresión de la población, efecto anti plasmodium
Mosquito tigre asiático	
<i>Aedes fluviatilis</i>	efecto anti plasmodium; Inmunogenicidad de un marcador fluorescente
<i>Anopheles albitnamus</i> Mosquito de malaria del nuevo mundo	Inmunogenicidad de un marcador fluorescente
<i>A. arabiensis</i>	Inmunogenicidad de un marcador fluorescente
<i>A. gambia</i> mosquito africano de la malaria	Inmunogenicidad de un marcador fluorescente, esterilidad sexual, efecto anti plasmodium, esterilidad
<i>A. stephensi</i> mosquito indio-pakistani de la malaria	efecto anti plasmodium, Inmunogenicidad de un marcador fluorescente, proteína roja fluorescente
<i>Culex quintefasciatus</i> Southern house mosquito	Inmunogenicidad de un marcador fluorescente
Tephritidae, Díptera (mosca de la fruta)	
<i>Anastrepha ludens</i> mosca mexicana de la fruta	Transposones
<i>Anastrepha suspensa</i> Mosca del Caribe	Transposones
<i>Batrocera dorsalis</i> Mosca oriental de la fruta	Transposones

Tephritidae Díptera (mosca de la fruta)

<i>Batrocera oleae</i> Mosca del fruto de olivo	Transposones
<i>Batrocera tryoni</i> Mosca de la fruta de Queensland	Transposones
<i>Ceratitis capitata</i> mosca mediterránea del a fruta	Ojos blancos,
Otros Díptera	
<i>Cochliomyia hominivorax</i> Gusano tornillo del nuevo mundo	Transposones
<i>Drosophila</i> spp.	Diversas transformaciones
<i>Licilia cuprila</i> Mosca verde botella	Diversas transformaciones
<i>Musca domestica</i> Mosca de casa	Diversas transformaciones
<i>Stomoxys calcitrans</i> Mosca de los establos	Diversas transformaciones
<i>Hymenoptera</i> (avispa, abejas y hormigas)	
<i>Apis mellifera</i> Abejas	Detección de fertilidad
<i>Athalia rosae</i>	Transposones
Lepidóptera (palomillas y mariposas)	
<i>Bicyclus anynana</i> Mosca de sierra	Transposones
<i>Bombix mori</i> mosca de seda	Transposones
<i>Cydia pomonella</i> Gusano de la manzana	esterilidad
<i>Pectinophora gossypiella</i> Gusano rosado del algodón	Transposones
Acaros	
<i>Metaseiulus occidentalis</i> Predador del Oeste	Micro inyección

Peces



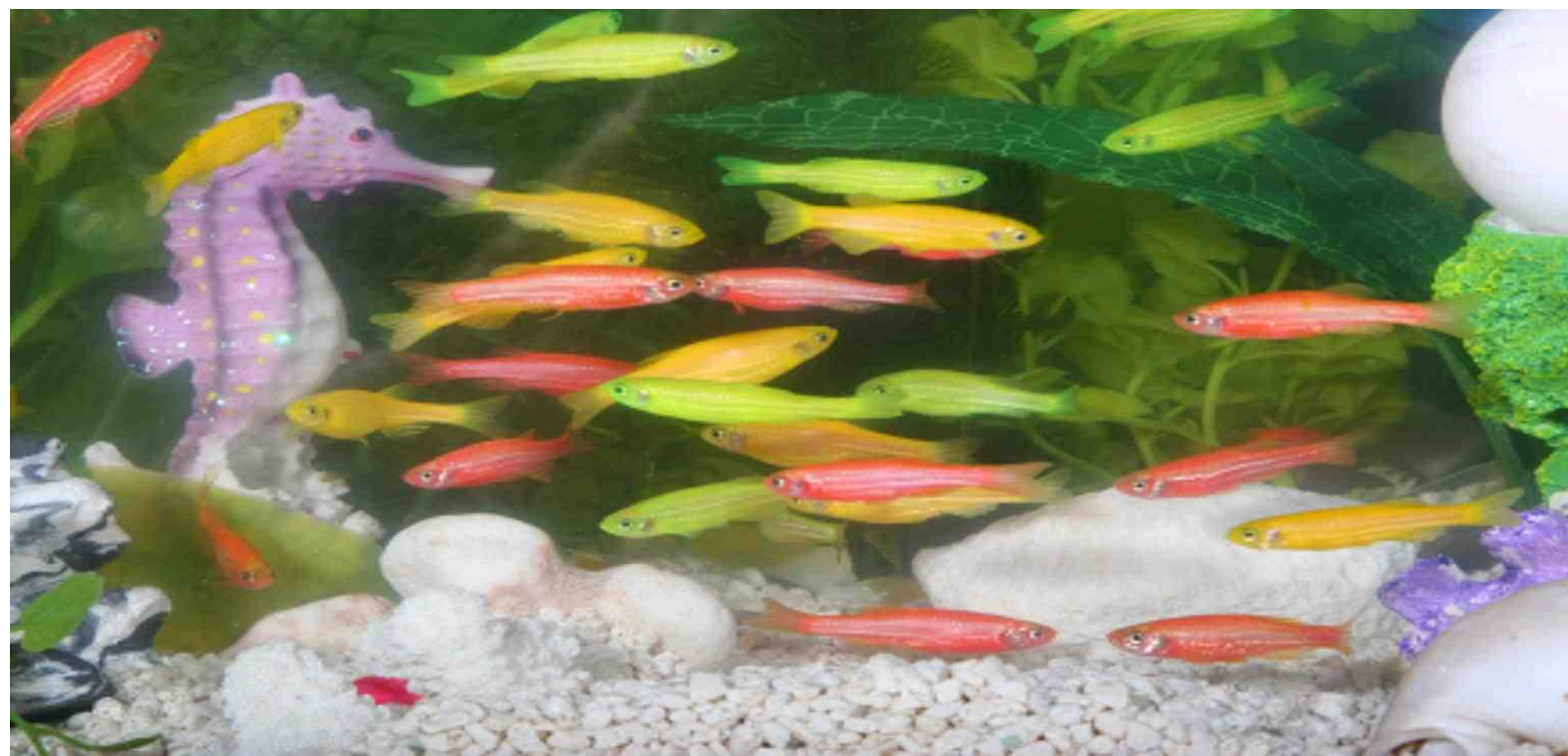
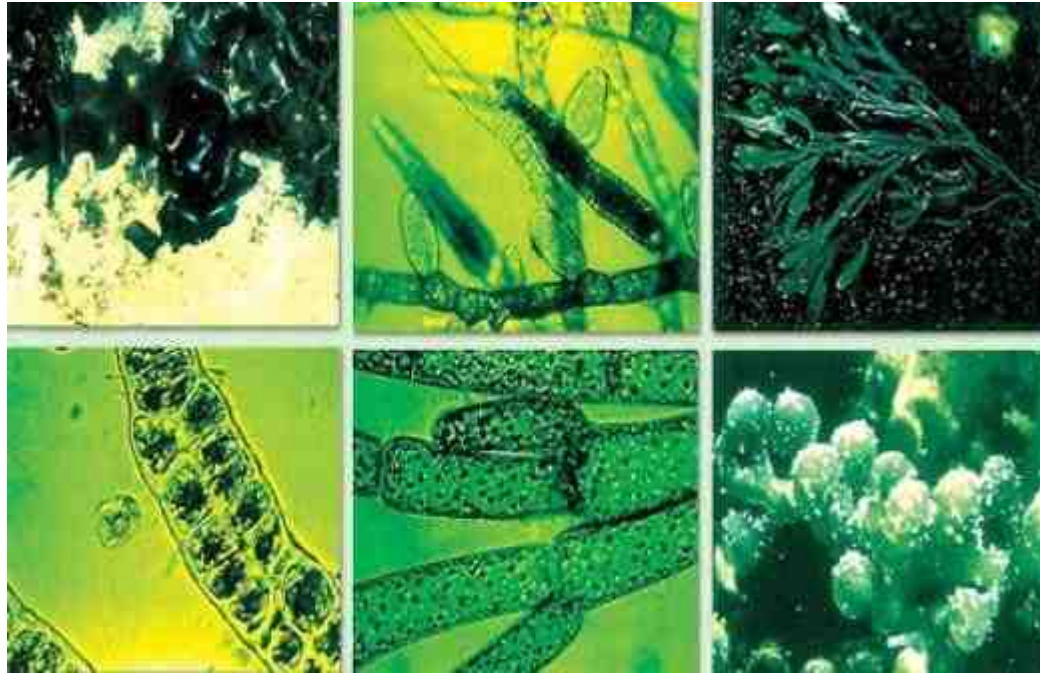


Table 1
Examples of genetically engineered fish and shellfish under development (27, 45)

Species	Target engineered traits	Proposed application
Finfish		
Mud loach	Increased growth rates, improved feed conversion after insertion of construct containing growth hormone gene driven by a strong promoter; construct is a novel recombination of mud loach genes (39, 40)	Aquaculture (human food)
Channel catfish	Enhanced bacterial resistance after insertion of moth peptide antibiotic, cecropin B gene (14)	Aquaculture (human food)
Grass carp	Increased resistance to grass carp haemorrhage virus after insertion of human lactoferrin gene (53)	Aquaculture (human food)
Medaka	Transgenic fish serve as a detector of mutations (presumably caused by pollutants) that could affect aquatic animal or human health. After insertion of mutagenic bacteriophage vector, vector deoxyribonucleic acid (DNA) is removed and inserted into indicator bacteria to measure mutant genes (58, 59, 60, 61)	Industrial and environmental uses
Atlantic salmon	Increased growth rate and food conversion efficiency by inserting Chinook salmon growth hormone gene and antifreeze gene promoter (8, 24)	Aquaculture (human food)
Zebrafish	Fluorescent red or green body colour (21)	Hobby aquarium market
Red sea bream	Increased growth rates after insertion of ocean pout antifreeze protein gene promoter and Chinook salmon growth hormone (62)	Aquaculture (human food)
Rainbow trout	Improved carbohydrate metabolism after insertion of human glucose transporter type I or rat hexokinase type II genes driven by viral or piscine promoters. Potentially allows higher plant material content in fish feeds (48)	Aquaculture (human food); industrial uses
Trout	Increased growth rate and food conversion efficiency via insertion of sockeye salmon growth hormone gene (12)	Model transgenic fish line for public-domain research
Carp and medaka	Production of male-only offspring by insertion of gene construct that prevents the fish's aromatase enzyme from transforming reproductive hormone androgen into oestrogen, to prevent development of female fish (56)	Biological control of aquatic nuisance species, such as common carp
Goldfish	Increased cold tolerance after insertion of ocean pout antifreeze protein gene (57)	Aquaculture (human food)
Tilapia	Increased growth rate and food conversion efficiency after insertion of tilapia growth hormone gene (34)	Aquaculture (human food)
Tilapia	Production of clotting factor after insertion of human gene for clotting factor VIIc for medicinal applications (5)	Pharmaceutical production
Tilapia	Increased growth rate, food conversion efficiency, and utilisation of protein after insertion of Chinook salmon growth hormone (52)	Aquaculture (human food)
Molluscs		
Surf clam and other species	Potential improved disease resistance and growth acceleration by harnessing altered genetic material from a virus to introduce foreign DNA (7)	Aquaculture (human food)
Oysters	Improved disease resistance by inserting retroviral vectors with disease resistance genes (31)	Aquaculture (human food)
Crustaceans		
Crayfish	Various aquaculture production traits by injection of replication-defective pantropic retroviral vector. Success in producing transgenic individuals shown by expression of marker gene (53)	Aquaculture (human food)
Kanuma prawns	Various aquaculture production traits, insertion of marker genes to confirm gene transfer method (50)	Aquaculture (human food)

Vacunas

Rev	Table 1. Vaccines available for swine, horses, and dogs				
	Target pathogen	Target animal	Brand name(s) ^a	Distributor	Characteristic(s)
Clin Microbiol Rev	PCV2	Pigs	Porcilis-PCV2	Intervet	Inactivated baculovirus expressed PCV2 ORF2 protein; adjuvanted
	PCV2	Pigs	Suvaxyn PCV2	Fort Dodge	Inactivated PCV1-2 chimera; adjuvanted
	Pseudorabies virus	Pigs	Suvaxyn Aujeszky	Fort Dodge	gE- and thymidine kinase-deleted marker vaccine
	Classical swine fever virus	Pigs	Porcilis Pesti	Intervet	Baculovirus recombinant E2 protein without emulsion
	Classical swine fever virus	Pigs	Bayovac CSF E2	Bayer Leverkusen	Baculovirus recombinant E2 protein without emulsion
	BHV-1	Cattle	Bovilis IBR Marker	Intervet	Live or inactivated gE-deleted marker vaccine
	Equine influenza virus	Horses	PROTEQ-FLU (European Union), Recombitek (United States)	Merial	Canarypox virus-vectored vaccine
	WNV	Horses	PreveNile	Intervet	Live flavivirus chimera vaccine
	WNV	Horses	West Nile-Innovator DNA	Fort Dodge	DNA vaccine
	WNV	Horses	RECOMBITEKEquine WNV	Merial	Canarypox virus-vectored vaccine
Clin Microbiol Rev	MDV (HTV) and IBDV	Poultry	Vaxxitek HVT+IBD	Merial	Live recombinant chimera virus expressing VP2 gene of IBD on HTV virus
	Newcastle disease virus	Poultry	NA	Dow AgroSciences	HN recombinant produced in plant cell lines (registered but not on market)
	Newcastle disease virus	Poultry	Vectormune FP-ND	Biomune	Fowlpox virus vectored
	Avian influenza virus (H5N1) and NDV	Poultry		Intervet	Chimera virus on NDV backbone; field trials in 2007
	Avian influenza virus	Poultry	Poulvac FluFend I AI H5N3 RG	Fort Dodge	Chimera H5N3 virus, inactivated in oil-based adjuvant
	Avian influenza virus	Poultry	Trovac AI H5	Merial	Fowlpox virus-vectored H5
	Rabies virus	Wildlife, canines	Raboral	Merial	Vaccinia virus recombinant
	Rabies virus	Cats	Purevax Feline Rabies	Merial	Canarypox virus-vectored vaccine
	Rabies virus	Cats	PUREVAX Feline Rabies	Merial	Canarypox virus-vectored vaccine
	Feline leukemia virus	Cats	EURIFEL FeLV	Merial	Canarypox virus-vectored vaccine
Clin Microbiol Rev	Canine parvovirus1	Dogs	RECOMBITEK Canine Parvo	Merial	Modified live virus
	Canine coronavirus	Dogs	RECOMBITEK Corona MLV	Merial	Modified live virus
	Canine distemper virus	Dogs	RECOMBITEK rDistemper	Merial	Canarypox virus-vectored vaccine (HA and F antigens)
	Canine distemper virus	Fur animals	PUREVAXFerret Distemper	Merial	Canarypox virus-vectored vaccine
	IHN virus	Salmon	Apex-IHN	Novartis (Aqua	DNA vaccine
	<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>	Pigs	PleuroStar APP	Novartis Animal Health	Recombinant ApxII, TbpB, CysL, OmlA(1), and OmlA(2) proteins



Algas

Organismo	Producto
Microalgas	Aceite, Etanol
<i>Chlamydomonas perigranulata</i>	Hidrogeno
Algas cafes	biocombustible
Diatomeas	biocombustible



Usando 3% de las aguas costeras para producir algas se podría obtener 60bn galones de etanol – mas de 40%- de combustible utilizado por los autos y camiones



Poblado dedicado a la cosecha de algas en Bali, Indonesia

Microorganismos

Biorremediación

Tab. 1. Genetic Engineering for Biodegradation of Contaminants

Microorganism	Modification	Contaminants
<i>Pseudomonas</i> sp. B13	pathway	mono/dichlorobenzoates
<i>P. putida</i>	pathway	4-ethylbenzoate
<i>P. putida</i> KT2442	pathway	toluene/benzoate
<i>Pseudomonas</i> sp. FR1	pathway	chloro-, methylbenzoates
<i>C. testosteroni</i> VP44	substrate specificity	<i>o</i> -, <i>p</i> -monochlorobiphenyls
<i>Pseudomonas</i> sp. LB400	substrate specificity	PCB
<i>E. coli</i> JM109(pSHF1003)	substrate specificity	PCB, benzene, toluene
<i>P. pseudoalcaligenes</i> KF707-D2	substrate specificity	TCE, toluene, benzene
<i>E. coli</i> FM5/pKY287	regulation	TCE, toluene

Plantas	Alamo	Absorben TNT de agua y suelo
	Tabaco	Absorben TNT

Organismo	Producen	Producto
Microorganismos	Vitaminas, aditivos, agentes de procesamiento para la industria alimentaria	Vitamin B2 (colouring, riboflavin), vitamin C (preservative, ascorbic acid, lipase Cheese: Chymosin
		Thickener, xanthan , acidity regulator, citric acid;
		Preservative, natamycin, nisin lysozyme;
		Various amino acids used to improve the quality of animal feed - also used in some foods, e.g. the flavour enhancer glutamate the sweetener aspartame or the flour treating agent cysteine
		Numerous enzymes used in cheeses, bread and baked goods, alcoholic beverages, and juice, as well as in the production of glucose syrup (corn syrup), glucose, and other starch products
	Aditivos	Beta-carotene colouring; used as a yellow dye in butter during the winter - also used in some dairy desserts and yogurt.
		Riboflavin colouring : Vitamin B2; used in cheeses and cream products
		Preservatives: Natamycin, Nisin Lysozyme approved for use in cheeses (lipase and glucose oxidase) that are often produced with the help of genetically modified microorganisms.



Zooplankton





Artemia salina (Crustáceo) Brine shrimp

TRANSGENIC RESEARCH

Volume 20, Number 5, 1099-1111, DOI: 10.1007/s11248-010-9479-1



Development of transgenic zooplankton *Artemia* as a bioreactor to produce exogenous protein.

[Chang SH](#), [Lee BC](#), [Chen YD](#), [Lee YC](#), [Tsai HJ](#).

Nos enfrentamos a nuestras formas de abastecernos de alimentos y producción utilizando nuestro entorno, desde la invención de la agricultura

¿Por qué usar biotecnología moderna?

Grandes retos para los países en desarrollo



Las amenazas globales son desafíos y áreas de oportunidad para la ciencia.

**Crisis
Alimentaria**

**Cambio
Climático**

**Crisis
Energética**

**Crisis
Poblacional**

Implicaciones y Consecuencias

¿Por qué usar biotecnología?

¿Qué problemas pueden causar su uso?

Bioseguridad a la defensiva

Retos

Ambientales: efecto sobre insectos no blanco, peces, arboles forestales

Diversidad biológica: reducción/desaparición de especies, papaya en México

Sociales: rechazo a mosquitos, arroz dorado, papa en México, consulta publica, educación biotecnológica nuevas generaciones

Económicos: soya China, miel en México, papaya

Legales: LLP presencia en bajos niveles (presencia de residuos) y presencia adventicia
Problema no aprobación simultanea

siembras ilegales, propiedad intelectual,
patentes vencidas, responsabilidad y compensación, marco jurídico

Presencia Adventicia		Presencia en Bajos Niveles	
Presencia <i>accidental</i>	Investigación y Desarrollo (Pre-autorización)	Presencia <i>incidental</i>	Producción y Comercialización (Post-autorización)
Evitable		Inevitable	
Impredecible		Predecible	
Manejable Buenas Prácticas de Laboratorio		Manejable Buenas Prácticas de Producción	
No cuantificable		Cuantificable	
		Presencia de materiales GM no autorizados en cargamentos de maíz importado	

Retos

Coexistencia: miel/soya, criollos de maíz/agricultura orgánica, biofármacos,

Detección: nuevos eventos, nuevos genes reporteros (v.g. 35S)

Éticos: *telos*, lignina, papaya resistente a virus, modificación a animales

Creación de capacidades: infraestructura, cambio climático (exceso y carencia de agua)

Análisis de riesgo-formulación del problema

Planeación y alianzas Sur-Sur, Norte-Sur

**Brasil y Monsanto sobre la soja
transgénica**

Brasil con la Universidad de Minnesota y Texas A&M

**Kenya con Monsanto sobre boniatos resistentes a los
virus, CIMMYT y Syngenta para crear un maíz Bt**

**Filipinas con laboratorios estatales europeos y
Syngenta para crear arroz dorado**

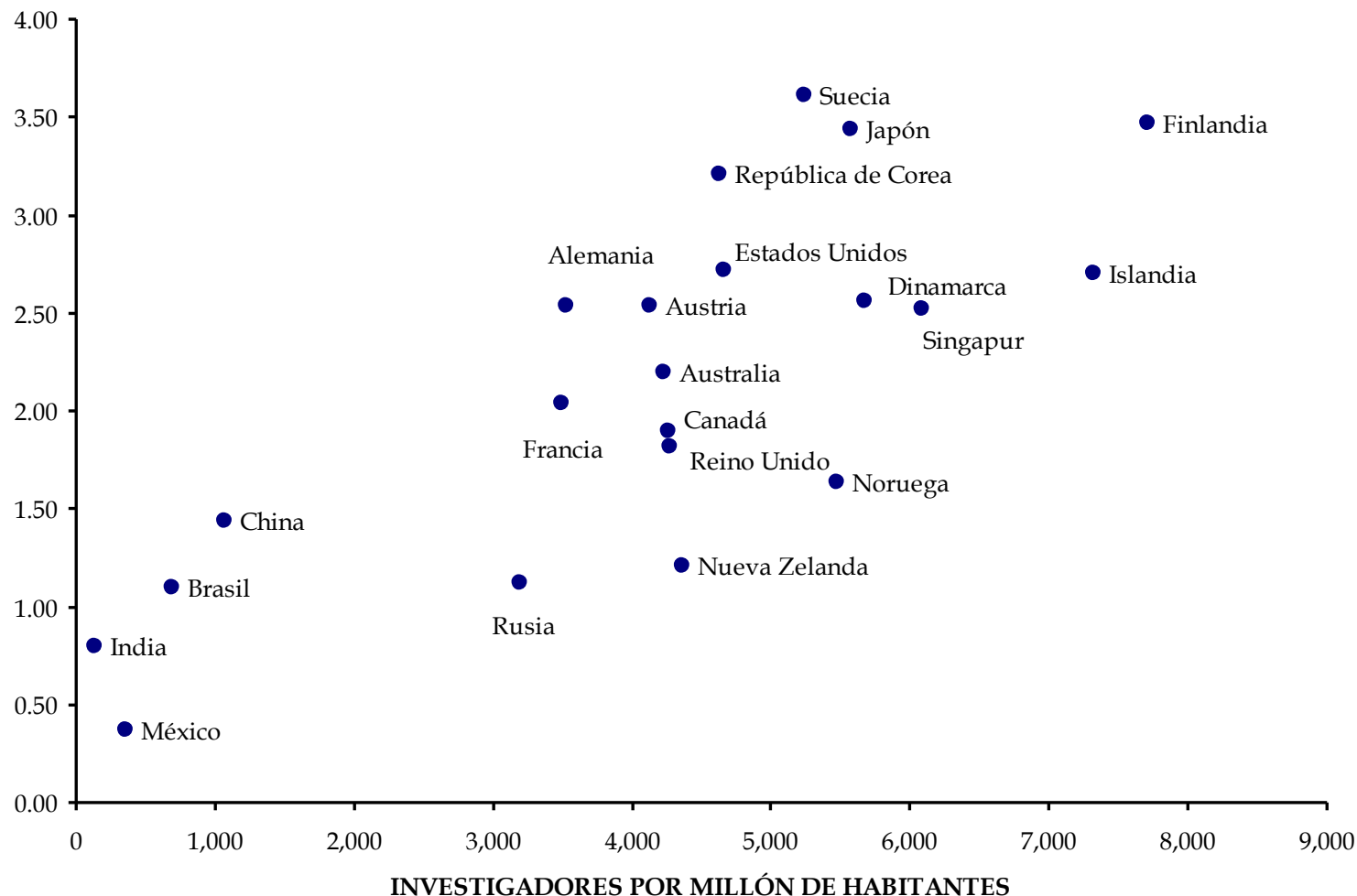
**Sudáfrica y Monsanto, con pequeños agricultores, sin riego,
adopción del algodón Bt y maíz blanco**

Egipto con Pioneer Hi-Bred crearon un nuevo gen Bt

**Monsanto, la Universidad Autónoma A. Narro (México), la Confederación
Nacional de Productores Agrícolas de Maíz en México .**

Apoyo a la investigación

Investigadores por millón de habitantes y porcentaje del PIB destinado en Investigación y Desarrollo



Reforzar capacitación de recursos humanos en áreas de sociología y leyes

Legislación sobre Acceso a los recursos
fitogenéticos

PROYECCIÓN A 20 AÑOS

Los viajes en tren a alta velocidad no son posibles porque los pasajeros, incapaces de respirar morirían de asfixia. Larder, 1859

La teoría de los gérmenes de Louis Pasteur es una ficción ridícula. Pachet, 1872

El teléfono tiene demasiadas deficiencias como para tomarlo en cuenta como medio de comunicación. Western Union, 1876

Los rayos X demostrarán por sí solos que son una broma pesada. Kelvin, 1883

No se pueden construir máquinas voladoras que pesen más que el aire. Kelvin, 1895

Ya se conocen todas las leyes importantes de la física. Michelson, 1894

La caja de sonido inalámbrica no tiene valor comercial ¿quién pagaría por un mensaje enviado a nadie en particular?. Sarnoff, 1920

No hay mercado mundial para más de cinco computadoras. Watson, 1943

Las computadoras del futuro pesarán, quizá, 1.5 toneladas. Popular Mechanics, 1949

El mercado potencial de las fotocopadoras no llega a 5.000 usuarios, como mucho. IBM, 1959

Todo lo que puede ser inventado, ya ha sido inventado. Duell, 1965

Las computadoras duplican su capacidad cada año. Moore, 1965

No hay una razón por la cual alguien deba tener una computadora en casa. Ken Olson, 1977

640 Kb de memoria deben ser suficientes para cualquiera. Bill Gates, 1981

Eventos de cultivos GM próximos a liberarse en el mundo

Cultivos	Comercialización en 2008	En estudio comercial	En estudio regulatorio	Desarrollo avanzado	Total para 2015
Soya	1	2	4	10	17
Maíz	9	3	5	7	24
Colza	4	0	1	5	10
Algodón	12	1	5	9	27
Arroz	0	1	4	10	15
Papa	0	0	3	5	8
Otros cultivos	7	0	2	14	23
Total	33	7	24	61	124

Numero de actuales eventos que se liberaran en un futuro próximo alrededor del mundo

Evento	Comercialización en 2008	En estudio comercial	En estudio regulatorio	Desarrollo avanzado	Total para 2015
Resistencia a insectos	21	2	11	25	59
Tolerancia a herbicidas	11	5	4	13	33
Calidad de productos	2	1	5	12	20
Resistencia a Virus	5	0	2	3	10
Tolerancia a estrés abiótico	0	0	1	6	7
Otros	0	0	2	11	13

Fuente: Stein and Rodriguez-Cerezo, 2009

Avances científicos resultando en incremento de rendimiento presente y futuro



*"La evolución del hombre se
inicio en una gota de agua
y será terminada, por los
científicos, en un laboratorio"*

Teilhard de Chardin, 1948

¡VIENEN MUCHAS MODIFICACIONES GENETICAS !!!!!

¡GRACIAS!!!!!!

¿ESTAMOS PREPARADOS PARA LOS NUEVOS RETOS?

¿COMO PLANEAMOS ENFRENTARLOS?