

The National Academies of
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

Las Academias Nacionales de
Ciencias - Ingeniería - Medicina

A stylized illustration of a plant with a DNA double helix structure. The plant has green leaves and a red root. The DNA helix is composed of red and green spheres connected by lines, and it follows the shape of the plant's stem and leaves.

Cultivos Modificados por Ingeniería Genética: Pasado y Futuro

(Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects)

Kevin Pixley

k.pixley@cgiar.org

CIBIOGEM, Agosto 11, 2016

CONSEJO DE AGRICULTURA Y RECURSOS NATURALES

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Motivaciones Para el Estudio

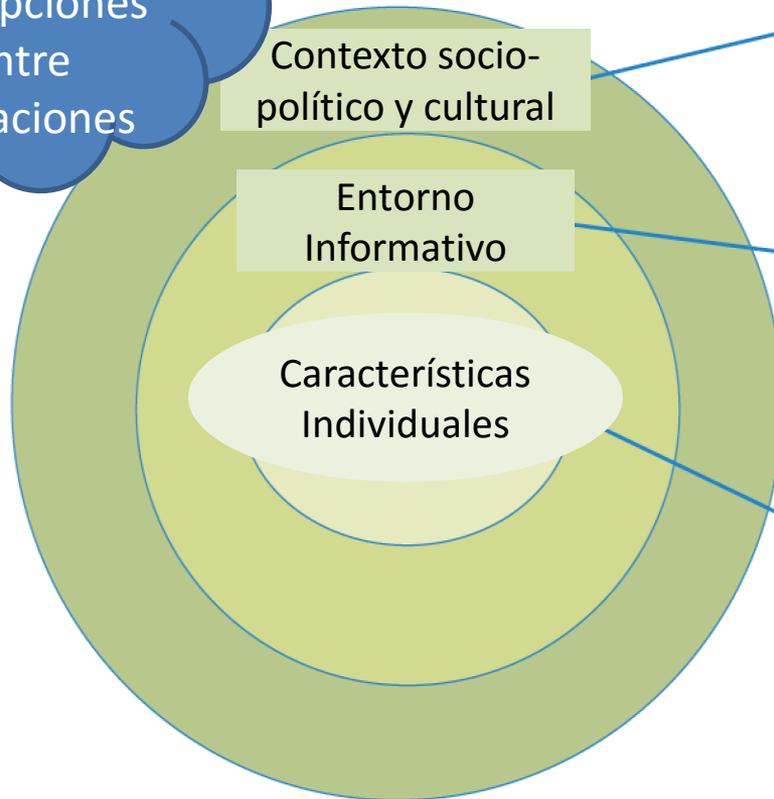
- Aseveraciones e investigaciones que señalan tanto beneficios como riesgos de los cultivos y alimentos MIG han creado un entorno confuso para el público y los legisladores
- La necesidad de un estudio que examine detalladamente la evidencia detrás de estas declaraciones.
- Dado que las tecnologías de ingeniería genética están evolucionando rápidamente, había necesidad de un estudio evaluando lo que está por venir y hacia donde puede llevarnos esto en el futuro.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



Los filtros contextuales que influyen la percepción de las innovaciones científicas de cada individuo

Hacen difícil el comparar percepciones entre poblaciones

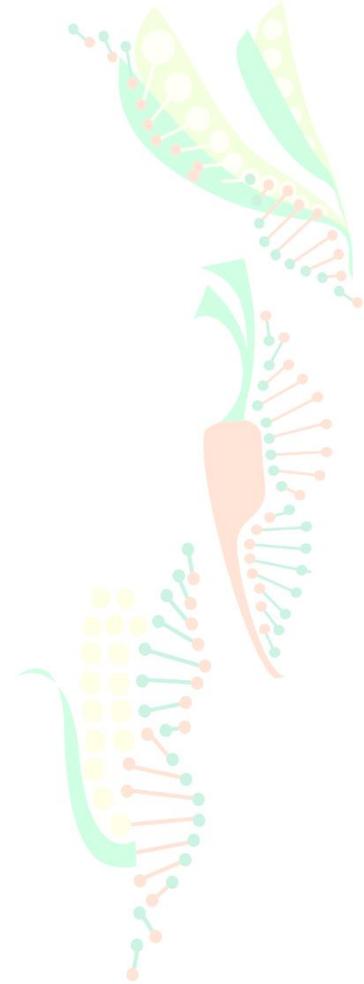


- Religión
- Instituciones
- Socio-economía

- Cobertura por medios de comunicación
- Mercadeo
- Televisión y cine
- Mensajes educativos

- Actitudes hacia la ciencia
- Consideraciones morales
- Actitud ante riesgos y beneficios
- Conocimiento del tema
- Amistades y comunicación interpersonal
- Confianza en proveedores de información
- Respeto a las autoridades científicas

Mas de 20 años de experiencias con los cultivos modificados por ingeniería genética (MIG)



1980s

- Desde los 1980s, herramientas de ingeniería genética (IG) han sido utilizadas para expresar múltiples caracteres en plantas

1990s

- Cultivos MIG en producción comercial desde mediados de los 1990s

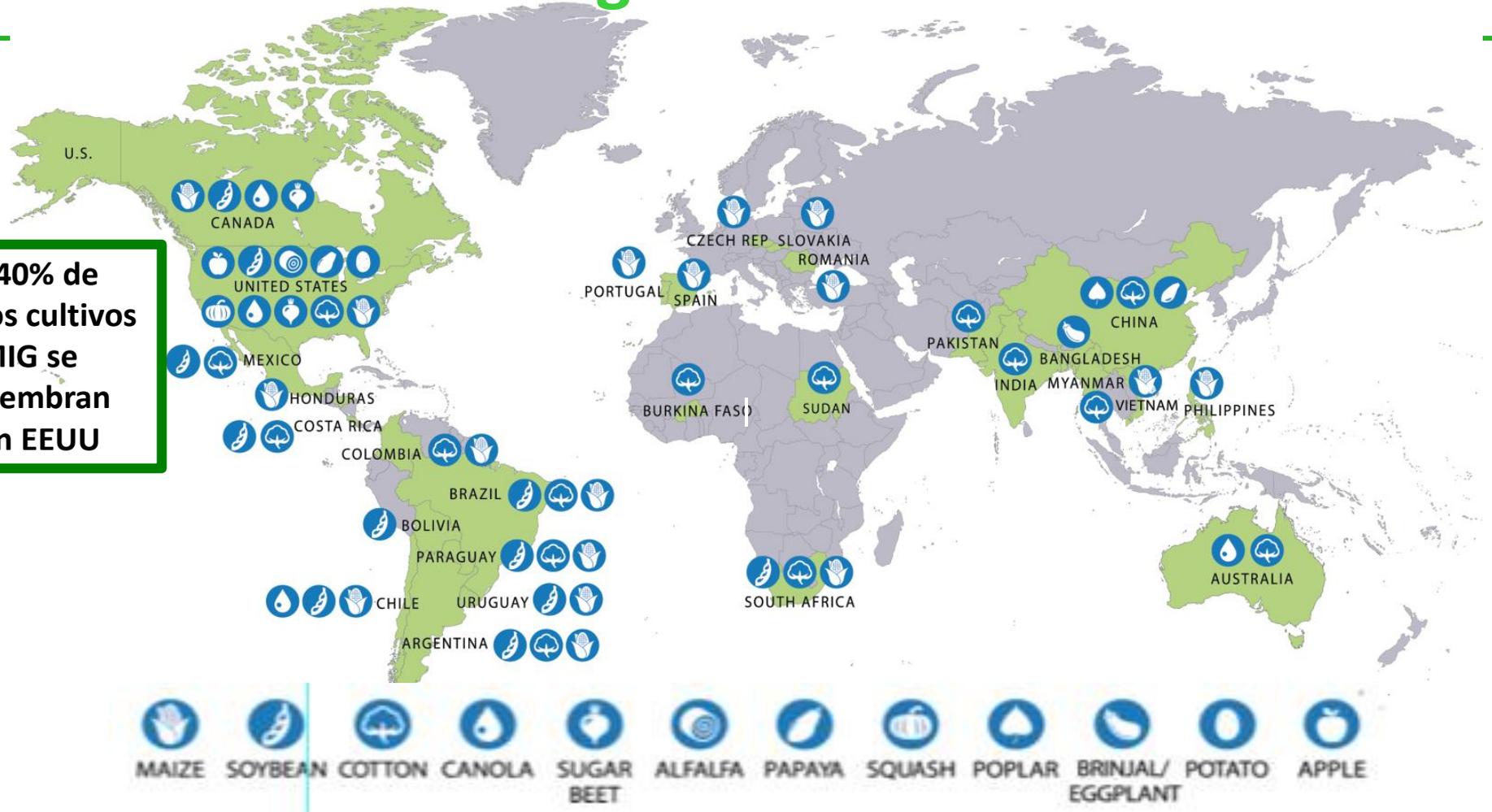
A la
fecha

- Por varias razones, únicamente unos pocos caracteres MIG se usan extensamente, y estos principalmente en maíz, soya y algodón.
 - Resistencia a herbicida (RH) en maíz, soya y algodón
 - Resistencia a insectos (RI) en maíz y algodón
 - Maiz y algodón con resistencia a insectos y resistencia a herbicida

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Cultivos MIG actualmente se siembran en 12% del terreno globalmente cultivado

~40% de los cultivos MIG se siembran en EEUU



BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

La Misión del Comité

- ¿Que sabemos sobre los efectos agronómicos, ambientales, sociales, sobre la salud, y económicos de los cultivos MIG con los cuales tenemos experiencia a la fecha?
- ¿Que prospectos existen para la ingeniería genética dentro de la agricultura?
- ¿Que oportunidades y retos presentaran las tecnologías de ingeniería genética emergentes, incluyendo consideraciones para su reglamentación?

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



El comité del Estudio Sobre los Cultivos Modificados por Ingeniería Genética

FRED GOULD (CHAIR), ENTOMOLOGIA

North Carolina State University

RICHARD M. AMASINO, BIOQUIMICA

University of Wisconsin–Madison

DOMINIQUE BROSSARD, SOCIOLOGIA Y DIVULGACION CIENTIFICA

University of Wisconsin–Madison

C. ROBIN BUELL, GENOMICA

Michigan State University

RICHARD A. DIXON, BIOLOGIA MOLECULAR Y METABOLOMICA

University of North Texas

JOSÉ B. FALCK-ZEPEDA, AGRO-ECONOMIA

International Food Policy Research Institute (IFPRI)

MICHAEL A. GALLO, MEDICINA Y TOXICOLOGIA

Rutgers Robert Wood Johnson Medical School (retired)

KEN GILLER, AGRONOMIA Y AGROECOLOGIA

Wageningen University

LELAND GLENNA, SOCIOLOGIA RURAL Y AGRO-ECONOMIA

Pennsylvania State University

TIMOTHY S. GRIFFIN, NUTRICION

Tufts University

BRUCE R. HAMAKER, CIENCIA DE ALIMENTOS

Purdue University

PETER M. KAREIVA, ECOLOGIA Y SUSTENTABILIDAD

University of California–Los Angeles

DANIEL MAGRAW, DERECHO Y PROTECCION AMBIENTAL

Johns Hopkins University School of Advanced International Studies

CAROL MALLORY-SMITH, CIENCIA DE MALEZAS

Oregon State University

KEVIN PIXLEY, FITOMEJORAMIENTO Y RECURSOS GENETICOS

International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)

ELIZABETH P. RANSOM, SOCIOLOGIA Y ANTROPOLOGIA

University of Richmond

MICHAEL RODEMEYER, DERECHO Y POLITICA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

University of Virginia (formerly)

DAVID M. STELLY, FITOMEJORAMIENTO Y CITOLOGIA

Texas A&M University

C. NEAL STEWART, BIOLOGIA, BIOTECNOLOGIA Y ETICA EN CIENCIA

University of Tennessee

ROBERT J. WHITAKER, BIOLOGIA E INOCUIDAD DE ALIMENTOS

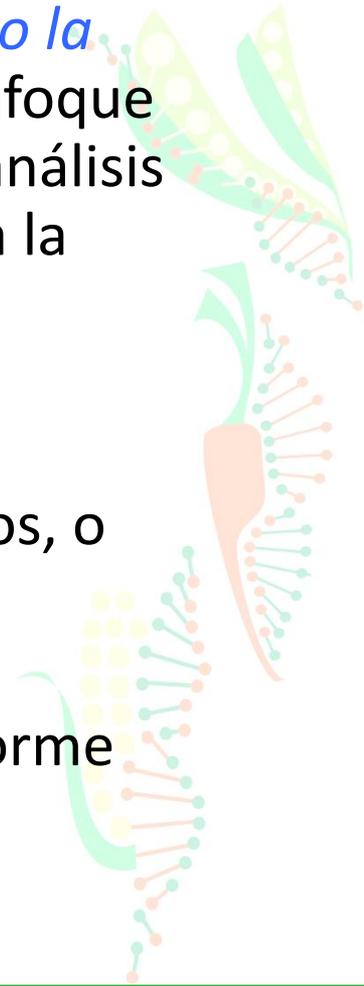
Produce Marketing Association

El estudio fue financiado por el Fondo Burroughs Wellcome, la Fundación Gordon y Betty Moore, el Fondo New Venture, el Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA) y la Academia Nacional de Ciencias (EEUU).

El proceso usado por el comité

- *Informe del NRC en 1996---Analizando riesgos: Apoyando la toma de decisiones en una sociedad democrática.* Un enfoque netamente técnico en los riesgos podría resultar en un análisis que responde a preguntas que ignoran áreas claves para la toma de decisiones.
- *El proceso usado en estudios de la Academia:* “se hacen esfuerzos para informarse con opiniones e informes de individuos quienes han estado directamente involucrados, o tienen conocimiento especializado sobre el tema bajo consideración”
- *El proceso usado en los estudios de la Academia:* “El informe debe demostrar que el comité ha considerado todos los puntos de vista creíbles sobre los temas del informe.”

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



El proceso usado por el comité

- Revisó la literatura pertinente (1000+ publicaciones de investigación y otros)
- Organizó reuniones solicitando opiniones expertas e información
 - 3 reuniones + 15 webinars = 80 presentaciones
 - Todas las presentaciones están disponibles al público en la página web del estudio
- Consideró mas de 700 comentarios enviados por el público

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



El proceso usado por el comité:

Reuniones informativas

- Investigación sociológica respecto a los cultivos MIG
- Temas de propiedad intelectual
- Modificación genética de aspectos de calidad
- Consideraciones socioeconómicas en países desarrollados y en países en vías de desarrollo
- Seguridad de alimentos derivados de cultivos MIG
- El sistema regulador en EEUU
- Observaciones por extensionistas agrícolas en EEUU
- Interferencia del ARN (RNAi)
- Microbiota (biomedio intestinal)
- Perspectivas de organismos donantes trabajando en desarrollo agrícola internacional
- Arboles MIG
- Comercio internacional
- Fitomejoramiento convencional
- Ingeniería genética para lograr resistencia a enfermedades de plantas

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



Report Release Event Date Announced!

The Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects report will be released on Tuesday, May 17 at 11:00 am Eastern! This event is open to registered attendees in person and remotely via live webcast.

Register Here

Los ponentes abarcaron
diversos temas

Public Meetings >

Webinars >

Find A Speaker

Socioeconomic Issues in
Developing Countries

RNAi Technology

Intellectual Property Issues

Donor Organizations

GE Quality Traits

Microbiome

GE Trees

Socioeconomic Issues

Safety of GE Foods, an NRC
Report

Social Science Research

Plant Breeding

GE Disease Resistance

US Agricultural Extension

International Trade

US Agricultural Extension

Subscribe for updates

Genetically Engineered Crops: Past Experience and Future Prospects

Welcome to the National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine study examining a range of questions and opinions about the economic, agronomic, health, safety, or other impacts of genetically engineered (GE) crops and food. Claims and research that extol both the benefits and risks of GE crops have created a confusing landscape for the public and for policy makers. This study is intended to provide an independent, objective examination of what has been learned since the introduction of GE crops, based on current evidence. The study is being conducted by

El comité se esmeró en ofrecer oportunidades de comunicación durante el transcurso del estudio

- Página web; lista de distribución; respuestas a preguntas frecuentes
- Solicitó al público nominar miembros para el comité, y como ponentes
- 1800 'seguidores'
- Videos describiendo los objetivos del comité; videos presentando a cada miembro del comité.
- 1200 seguidores en Twitter
- Reuniones públicas y seminarios transmitidos en vivo por internet
- 80 ponentes

NATIONAL-ACADEMIES.ORG

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING
INSTITUTE OF MEDICINE
NATIONAL RESEARCH COUNCIL

A SCIENCE-BASED LOOK AT
GENETICALLY ENGINEERED CROPS

Home Who Are We? About the Study About GE Crops Upcoming Events Event Archive Committee

Recording Available of Workshop on Pest Management Practices

The major goals of the workshop were to examine trade-offs in pest management approaches for weeds, insects, and diseases and compare environmental effects between different cropping systems, including GE and non-GE systems.

Watch Now

Genetically Engineered Crops: Past Experience and Future Prospects

Welcome to the National Research Council study examining a range of questions and opinions about the economic, agronomic, health, safety, or other impacts of genetically engineered (GE) crops and food. Claims and research that extol both the benefits and risks of GE crops have created a confusing landscape for the public and for policy makers. This study is intended to provide an independent, objective examination of what has been learned since the introduction of GE crops.

Subscribe for Updates
Provide Input
Suggest a Presenter

Un Mensaje Clave:

Hoy ya no existe una simple y clara distinción entre las técnicas de fitomejoramiento

- Nuevas tecnologías tanto de ingeniería genética (IG) como del mejoramiento convencional (MC) opacan las diferencias entre estas metodologías
- Sinergias al unir el uso de IG y MC
- Todas las tecnologías de fitomejoramiento tienen el potencial de alterar alimentos en formas que generen consideraciones en cuanto a su seguridad o inocuidad

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Definiciones

- Ingeniería Genética = Introducción de ADN, ARN, o proteínas mediante manipulación humana para efectuar un cambio en el genoma o epigenoma de un organismo.
- (Fito-) Mejoramiento Convencional = Modificación de la constitución genética de un organismo (planta) mediante cruza sexuales o mutagénesis (química o por irradiación) seguido de selección de plantas con características deseadas.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Los Procesos de Ingeniería Genética están Evolucionando

Métodos del Ayer

- Cambio genético introducido mediante la bacteria, *Agrobacterium tumefaciens*
- Cambio genético introducido usando transferencia biolística



Métodos del Presente y Futuro

- Genes añadidos o borrados usando técnicas de edición de genes (ej. CRISPR/Cas9) – no rastreables
- La expresión de genes en la planta o insectos dañinos son silenciados mediante interferencia de ARN (RNAi)
- Construcción e inserción de cromosomas sintéticos



BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

El análisis del Comité con respecto a los cultivos MIG comercializados actualmente

- En base a las experiencias hasta la fecha
 - Principalmente ha ocurrido en variedades de maíz, algodón y soya resistentes a herbicidas y/o resistentes a insectos
 - Datos de producción a escala comercial y de agricultores de escasos recursos
- Se analizaron:
 - Efectos agronómicos y ambientales
 - Efectos sobre la salud humana
 - Efectos sociales y económicos
 - Diferentes modelos de reglamentación



BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Efectos Agronómicos y Ambientales:

Resistencia a Insectos

en Maíz, Algodón y Soya

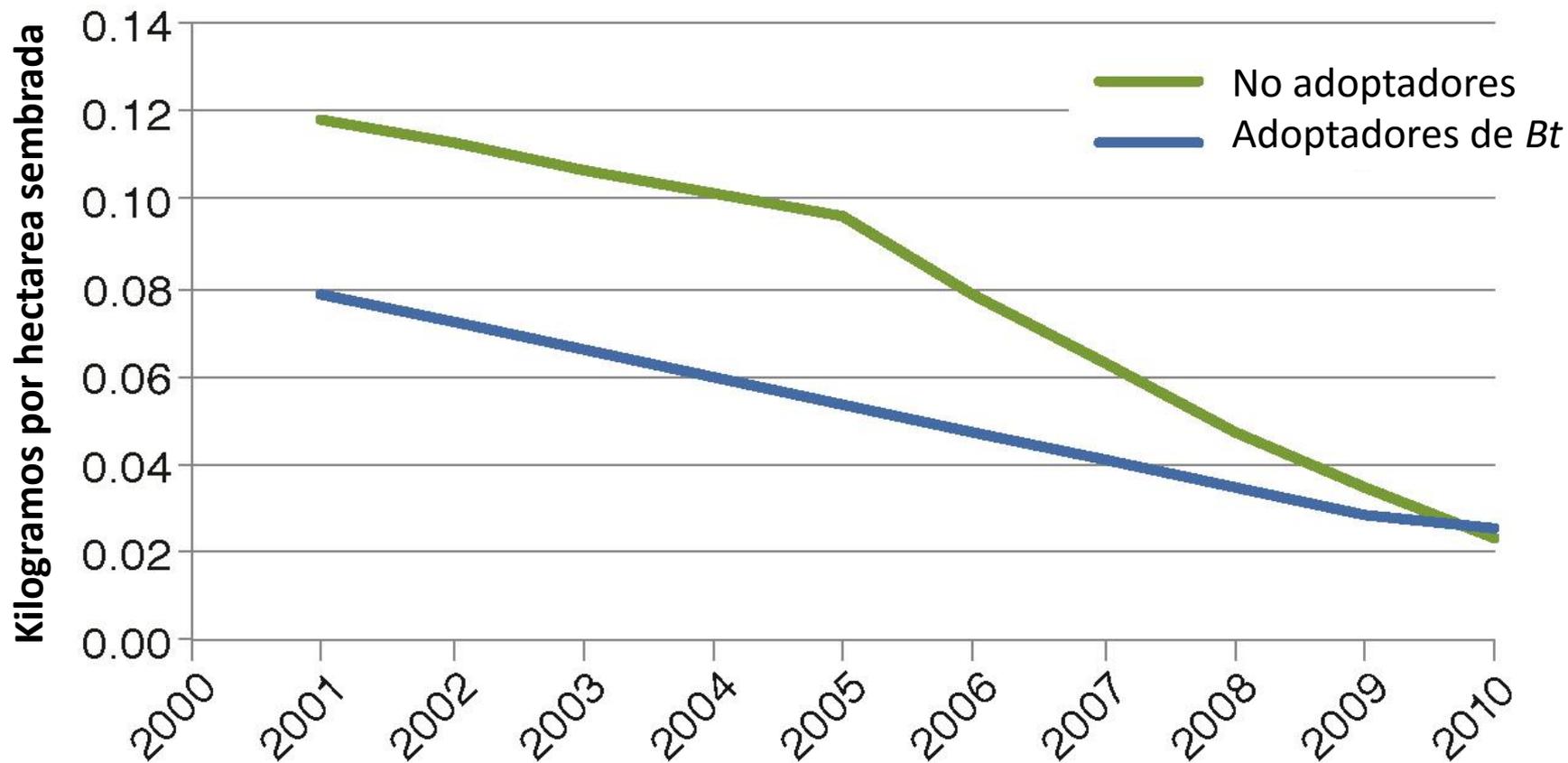
- Redujeron la brecha entre rendimientos obtenidos y los potenciales donde los insectos blanco del evento MIG causaron daños importantes a variedades no-MIG y donde los agroquímicos no controlaron las plagas
- En regiones de EEUU y China donde la adopción de maíz *Bt* o algodón *Bt* ha sido extensa, algunas poblaciones de insectos han sido reducidas regionalmente, beneficiando tanto a agricultores que siembran o no siembran variedades *Bt*.
- La siembra de cultivos *Bt* generalmente ha resultado en mayor biodiversidad de insectos comparado a la siembra de variedades sin *Bt* con uso de insecticidas.
- El uso de insecticidas sintéticos en siembras de maíz y algodón *Bt* ha disminuido, y en algunos casos el uso de variedades *Bt* ha resultado en disminución del uso de insecticidas también en variedades sin *Bt* del mismo y otros cultivos.
- Los insectos blanco de las proteínas *Bt* prácticamente no han desarrollado resistencia en casos donde los cultivos producen altas dosis de la proteína *Bt* y se ha implementado un sistema de refugios para insectos susceptibles.
 - Donde no se implementaron estrategias para el manejo de la resistencia, algunos insectos blanco si han evolucionado resistencia.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

The National Academies of
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

Uso de insecticidas por agricultores que han y aquellos que no han adoptado maíz *Bt* en EEUU, 2001 a 2010.

Fuente: Fernández-Cornejo et al. (2014).

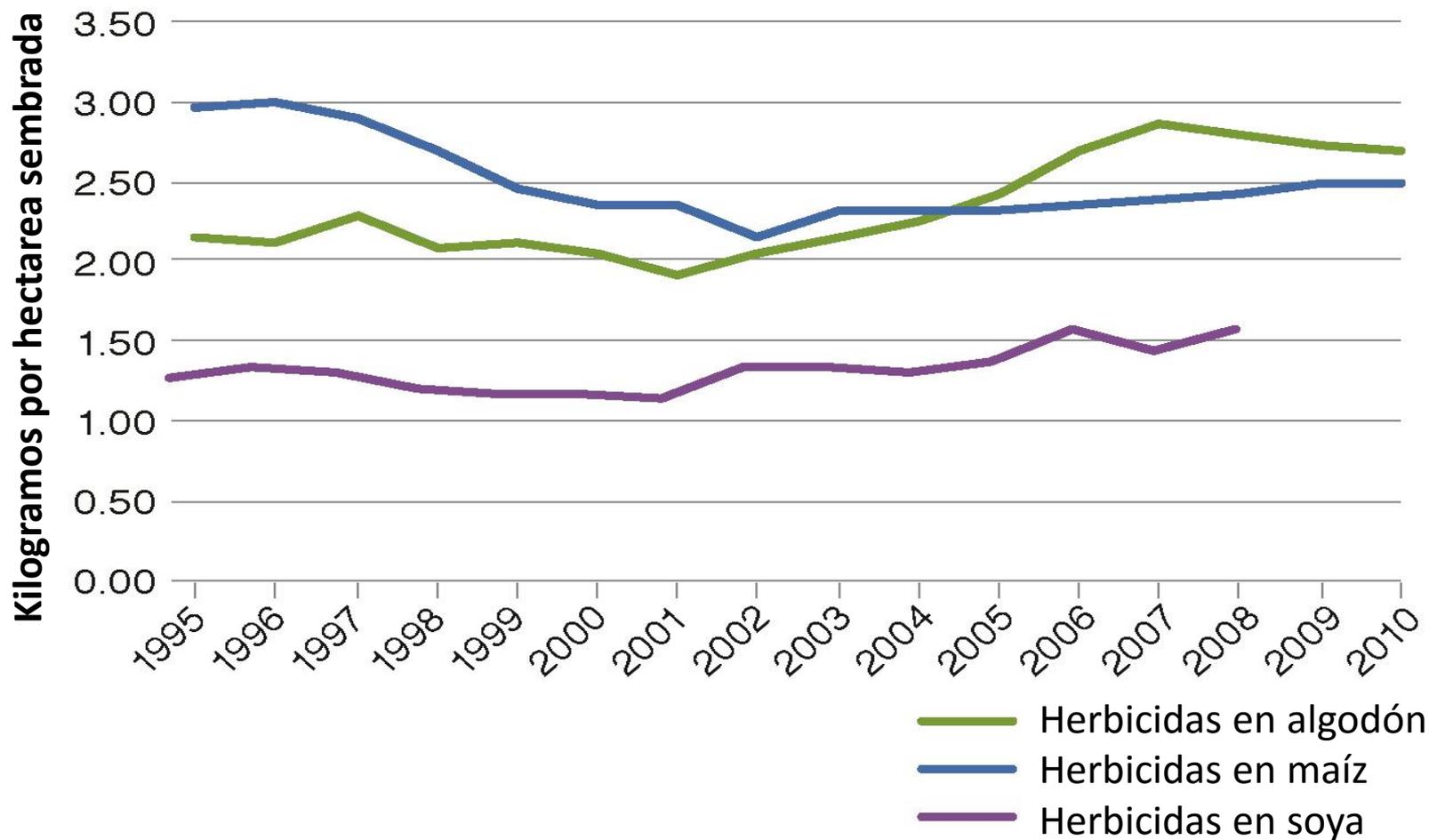


Efectos Agronómicos y Ambientales: Resistencia a Herbicida en Maíz, Algodón, y Soya

- La resistencia a herbicidas contribuye a mejores rendimientos cuando mejora el control de malezas mediante el uso del herbicida específico al cual el cultivo posee resistencia.
- El total de kg de herbicida aplicados anualmente por cultivo se redujo inicialmente, pero esta tendencia generalmente no se ha mantenido.
 - Cabe señalar que el total de kg de herbicida usados por hectárea no es un parámetro útil para indicar cambios en riesgos ambientales o a la salud humana debido al uso de cultivos MIG, porque los diferentes tipos de herbicidas difieren en cuanto a los riesgos que pueden causar.
- En agro-sistemas que usan cultivos MIG resistentes a glifosato puede aumentar la presencia de especies de malezas menos susceptibles al glifosato. Pero, no hay evidencia contundente de que esto haya resultado en daños agronómicos.
- Hay muchos casos documentando la evolución de malezas resistentes a glifosato. Es recomendable usar estrategias apropiadas de manejo de malezas para demorar esta evolución, especialmente en sistemas donde los cultivos aun no han sido expuestos a uso continuo de glifosato.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Uso de herbicida en algodón, maíz y soya en los EEUU, 1995–2010



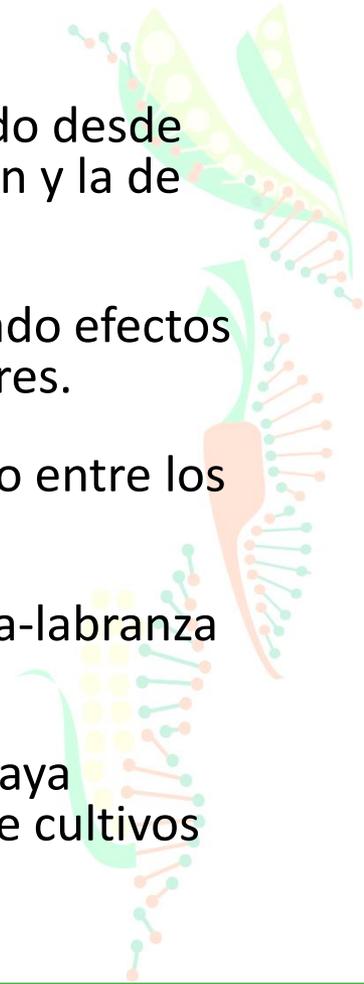
Fuente: Fernández-Cornejo et al. (2014)

Experiencia a la Fecha: Efectos Agronómicos y Ambientales

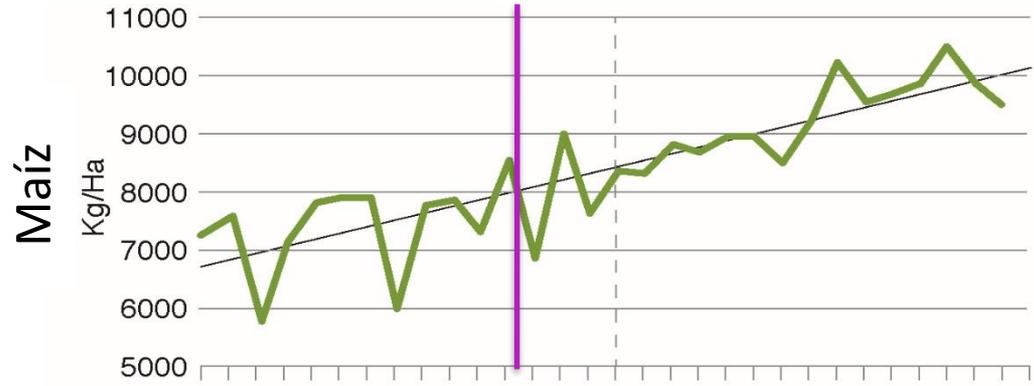
Hallazgos Generales:

- La diversidad en los cultivos sembrados en los EEUU ha disminuido desde 1987, pero no se pudo documentar una relación entre este patrón y la de los cultivos MIG.
- Es claro que ha habido flujo de genes, pero no se han documentado efectos adversos del flujo de genes de cultivos MIG a sus especies silvestres.
- No se encontró evidencia contundente de relaciones causa-efecto entre los cultivos MIG y consecuencias ambientales negativas.
- Tanto el uso de cultivos MIG como los sistemas de cero- o mínima-labranza han aumentado, pero no hay una clara relación causa-efecto.
- No se encontró evidencia, usando datos del USDA, de que la IG haya aumentado la tasa de incremento en rendimientos potenciales de cultivos en EEUU.

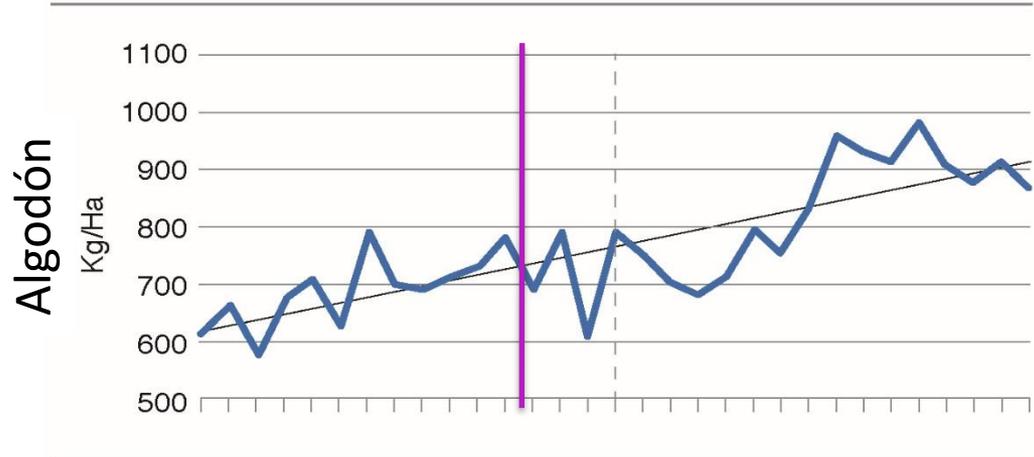
BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



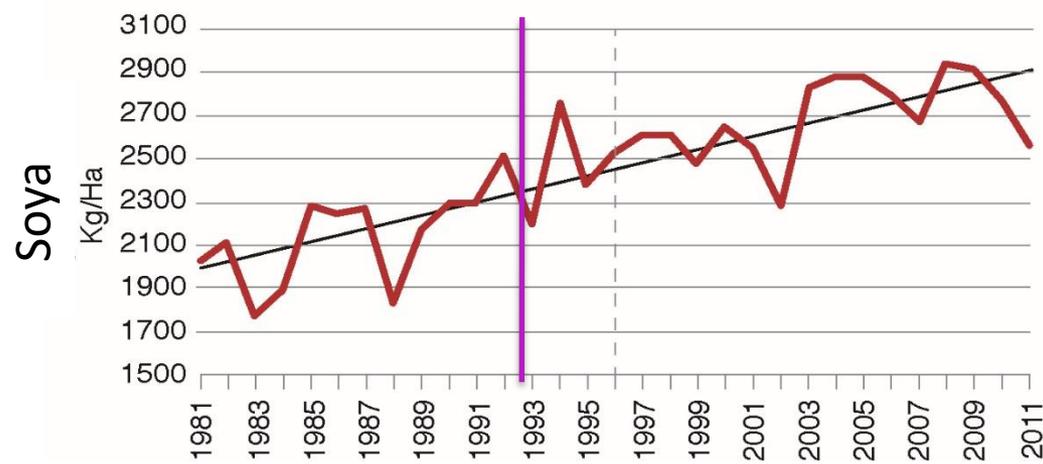
Tendencias en Rendimientos



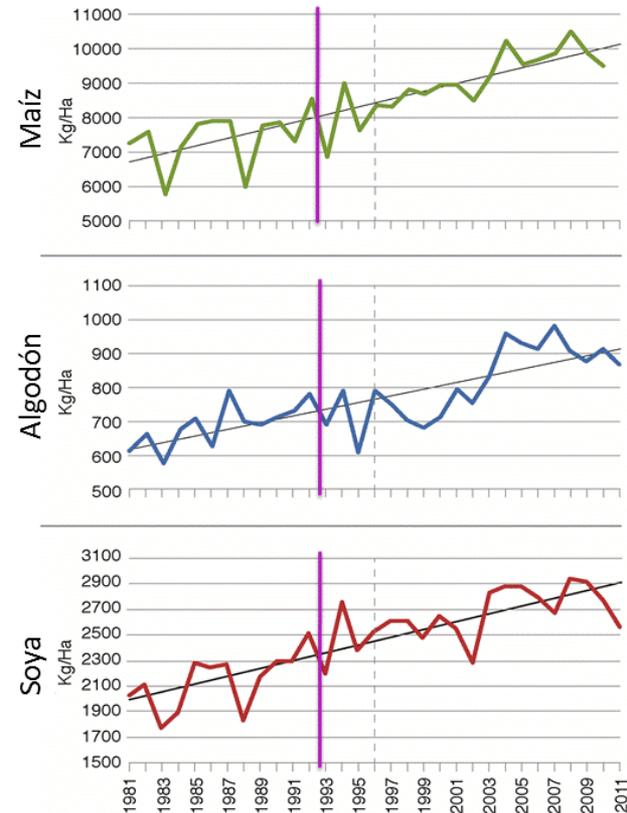
Datos de USDA



Fuente: Duke (2015)



Experiencia a la Fecha: Tendencias en Rendimientos



1. La mayoría de las variedades MIG han sido resistentes a insectos y/o herbicidas
2. Un evento introducido (por retrocruzas) frecuentemente también reduce levemente el rendimiento = “*yield penalty*”
3. Al ser comercializadas las variedades con eventos introducidos, son las mejores variedades de hace algunos años = “*yield lag*”
4. Es imposible separar el efecto de variedades MIG del efecto de los que las adoptan:
 - Agricultores de mayores recursos?
 - En ambientes mejor dotados?
5. Existen publicaciones que sí indican que ha aumentado la tasa de aumento en rendimiento después de la comercialización de variedades MIG
6. Otras sugieren que sin variedades MIG no se hubiese sostenido la tasa de aumento

Experiencia a la Fecha: Efectos Sobre la Salud Humana

El comité re-examino la mayoría de los estudios originales:

- Estudios con animales.
- Datos históricos sobre la salud y eficiencia de conversión de alimento a ganancia en peso animal, antes y después del uso de cultivos MIG en alimento animal.
- Datos comparando contenido nutricional y composición química entre cultivos MIG y sus contrapartes no-MIG.
- Datos epidemiológicos en humanos para problemas específicos de salud en los EEUU y Canadá – donde alimentos MIG han sido consumidos durante muchos años – y poblaciones en el Reino Unido y Europa – donde alimentos derivados de cultivos MIG aun no se consumen extensamente.

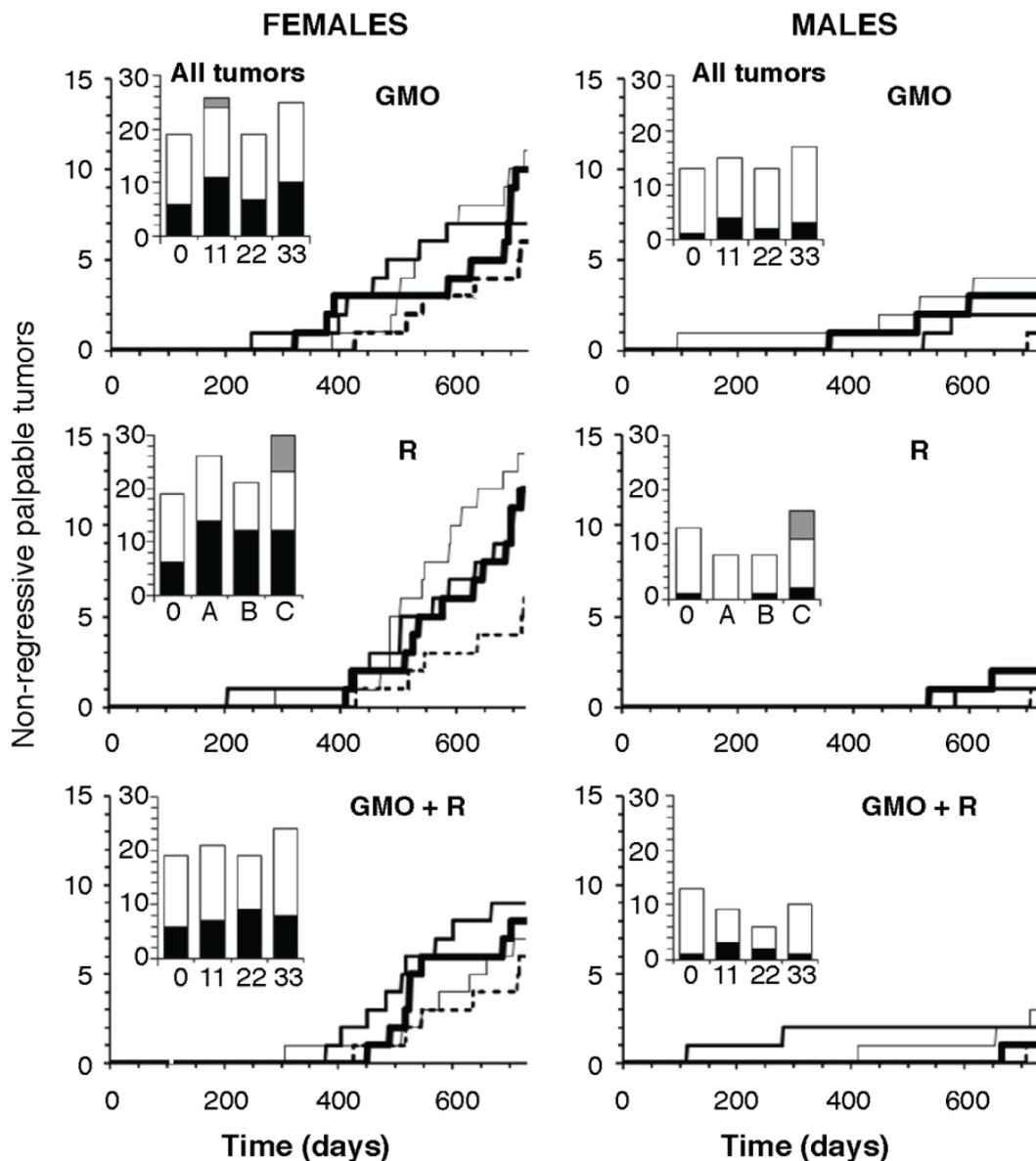
No se Encontró Evidencia Persuasiva de Efectos Adversos Sobre la Salud Atribuibles al Consumo de Alimentos Derivados de Cultivos MIG

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Tumores en ratas alimentadas con maíz MIG con o sin glifosato (Roundup) y aquellas alimentadas con maíz no-MIG y agua con glifosato

Fuente:
Séralini et al.
(2014).

Más de 3
páginas en
el informe



Conteos de tumores;
no de individuos con
tumores

El grupo control es el
mismo en cada gráfica

No hubo correlación
tratamiento:tumores

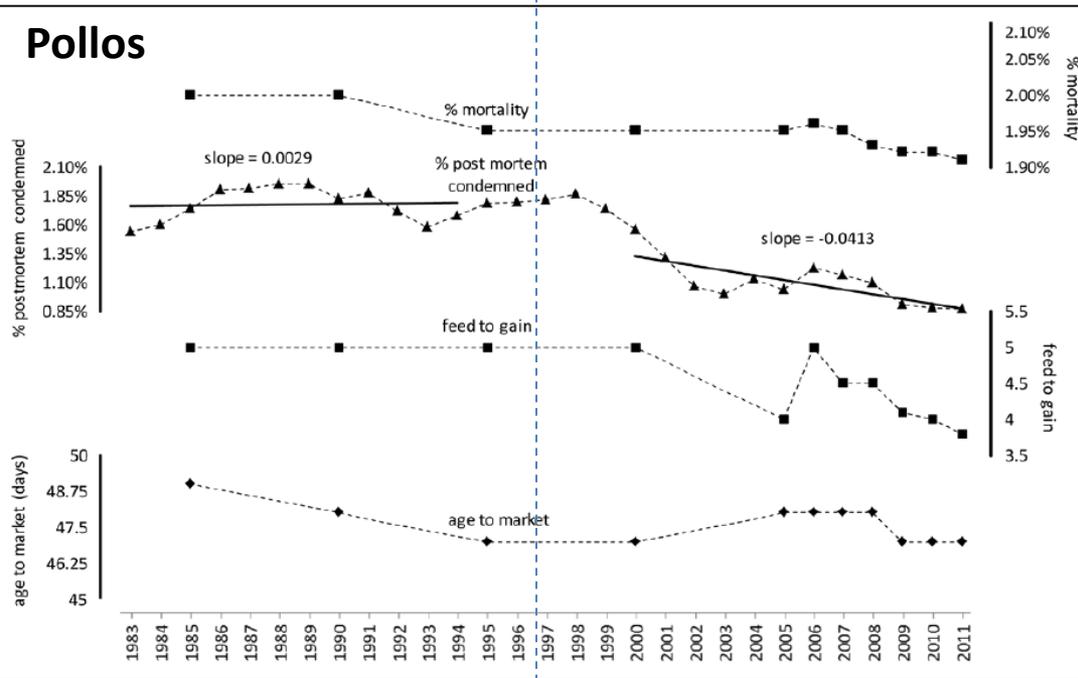
Resultados:
estadísticamente no
significativos

Efectos Sobre la Salud Animal: “Mas de 100,000,000,000 de animales en EEUU”

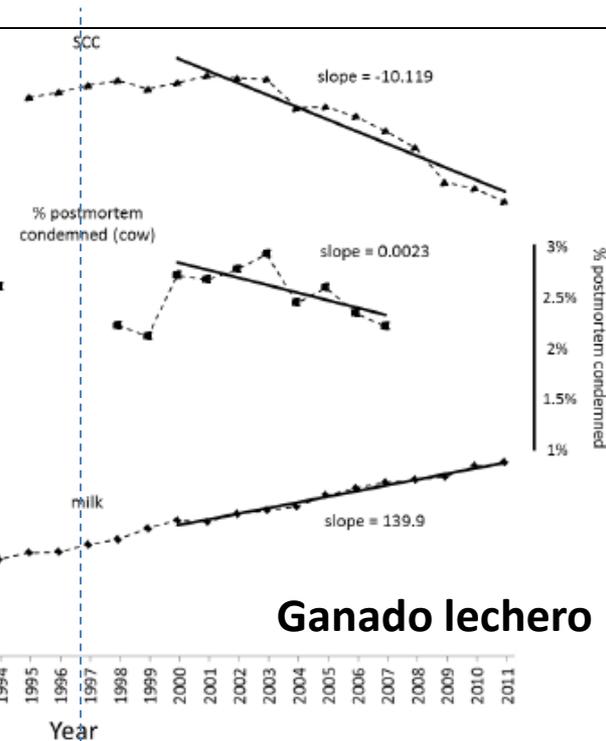
Prevalence and impacts of genetically engineered feedstuffs on livestock populations¹

Van Eenennaam and Young. J. Anim. Sci., 2014

Pollos



No se detectaron efectos negativos sobre la salud o la productividad



- ✓ Pollo, gallina ponedora, pavo, res, vaca lechera, cerdo
- ✓ >95% consume alimentos con ingredientes de cultivos MIG

Efectos Sobre la Salud Humana: Cánceres

EEUU

“con transgénicos”

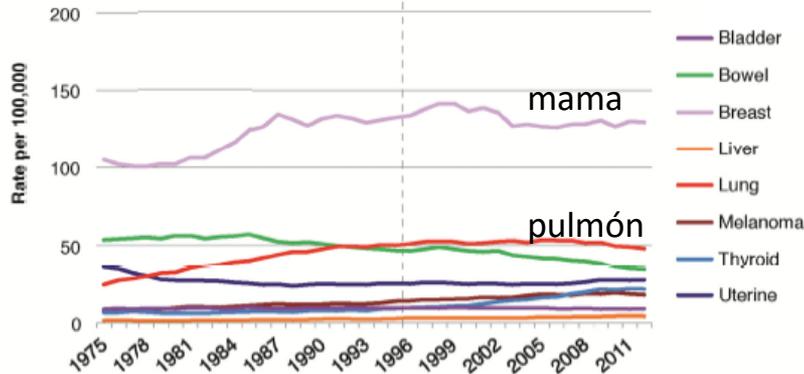


FIGURE 5-4 Trends in cancer incidence in women in the United States, 1975–2011. SOURCE: NCI (2014). NOTE: Age-adjusted to the 2000 U.S. standard population and adjusted for delays in reporting. Dashed line at 1996 indicates year GE soybean and maize were first grown in the United States.

Reino Unido

“sin transgénicos”

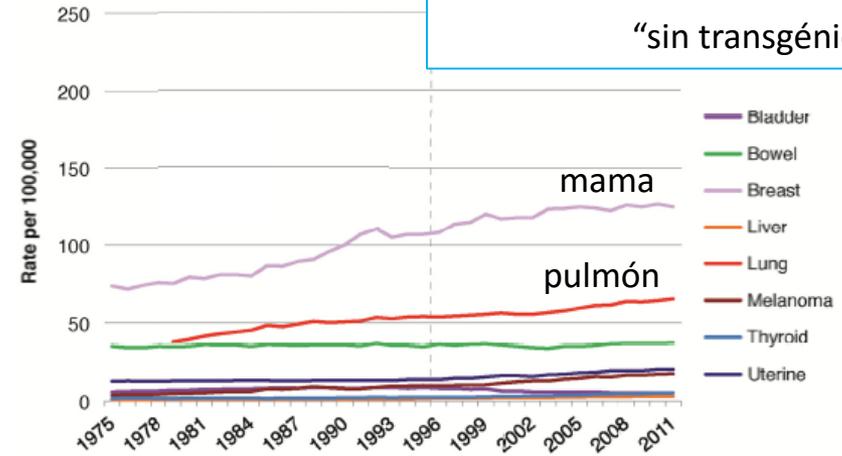


FIGURE 5-6 Cancer incidence in women in the United Kingdom, 1975–2011. DATA SOURCE: Cancer Research UK. Available at <http://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics>. Accessed October 30, 2015. NOTE: Dashed line at 1996 indicates year GE soybean and maize were first grown in the United States.

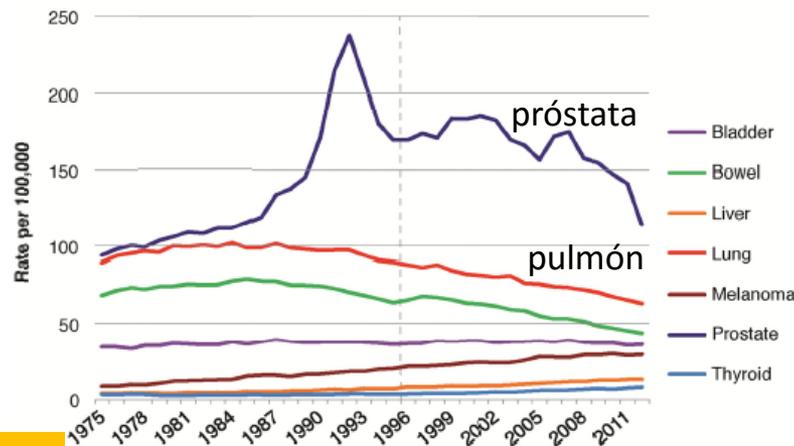


FIGURE 5-5 Trends in cancer incidence in men in the United States, 1975–2011. SOURCE: NCI (2014). NOTE: Age-adjusted to the 2000 U.S. standard population and adjusted for delays in reporting. Dashed line at 1996 indicates year GE soybean and maize were first grown in the United States.

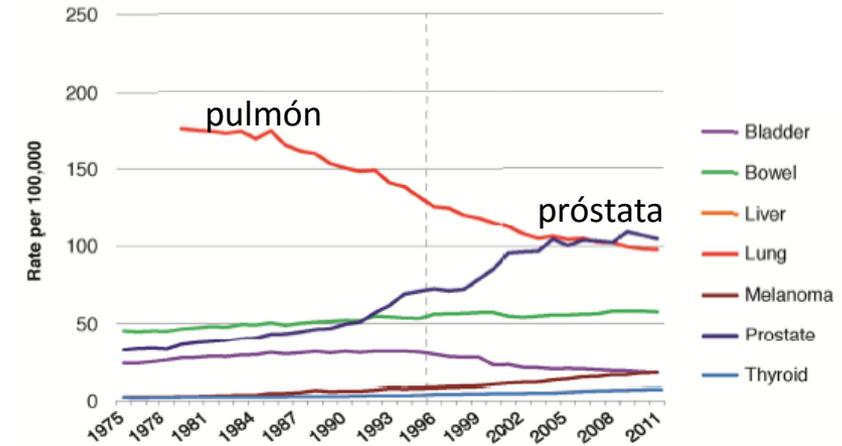


FIGURE 5-7 Cancer incidence in men in the United Kingdom, 1975–2011. DATA SOURCE: Cancer Research UK. Available at <http://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics>. Accessed October 30, 2015. NOTE: Dashed line at 1996 indicates year GE soybean and maize were first grown in the United States.

Efectos Sobre la Salud Humana: Obesidad en EEUU

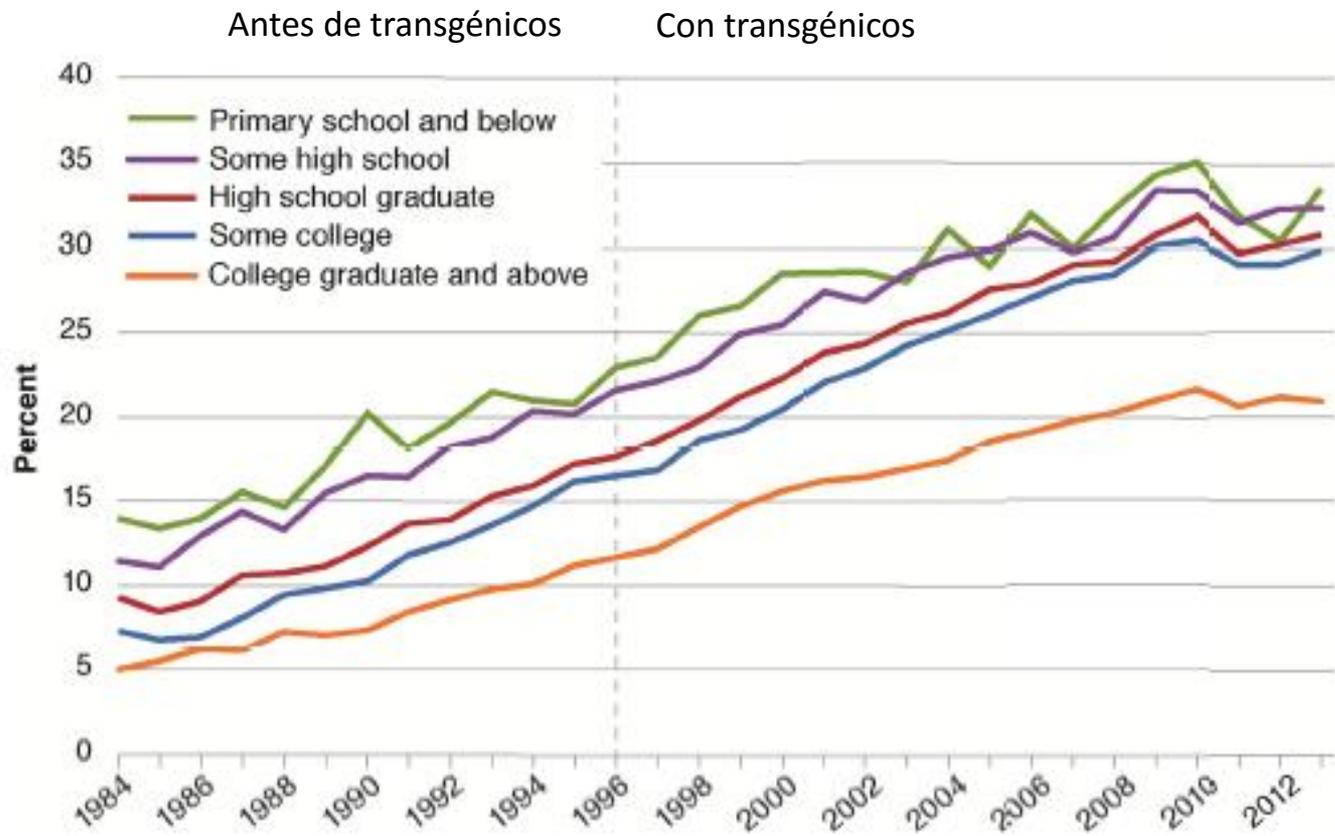


FIGURE 5-10 Annual trend for adjusted prevalence of obesity in U.S. adults by education level, 1984–2013. SOURCE: An (2015). NOTE: Prevalence of obesity was adjusted to account for gender, age group, and race or ethnicity. Dashed line at 1996 indicates year GE soybean and maize were first grown in the United States.

Ejemplos de Oportunidades: Efectos Sobre la Salud Humana

- Arroz biofortificado “golden rice”
- Composición de aceites o proteínas mas favorables para la nutrición y salud
- Mayor contenido de micronutrientes, antioxidantes, compuestos benéficos
- Menor contenido de acrilamida, fumonisinas, compuestos dañinos
- Menor uso de insecticidas y otros químicos (ej. conservantes)

Experiencia a la Fecha: Efectos Sobre la Salud Humana

No se Encontró Evidencia Persuasiva de Efectos Adversos Sobre la Salud Atribuibles al Consumo de Alimentos Derivados de Cultivos MIG

Esta
conclusión
coincide con
varios
informes

BOX 5-1 Sample of Statements About the Safety of Genetically Engineered Crops and Food Derived from Genetically Engineered Crops

"To date, no adverse health effects attributed to genetic engineering have been documented in the human population." National Research Council (2004)

"Indeed, the science is quite clear: crop improvement by the modern molecular techniques of biotechnology is safe." American Association for the Advancement of Science (2012)

"Bioengineered foods have been consumed for close to 20 years, and during that time, no overt consequences on human health have been reported and/or substantiated in the peer-reviewed literature." – Council on Science and Public Health of the American Medical Association House of Delegates (2012)

"[Genetically modified] foods currently available on the international market have passed safety assessments and are not likely to present risks for human health. In addition, no effects on human health have been shown as a result of the consumption of such foods by the general population in the countries where they have been approved." World Health Organization (2014)

"Foods from genetically engineered plants intended to be grown in the United States that have been evaluated by FDA through the consultation process have not gone on the market until the FDA's questions about the safety of such products have been resolved." – U.S. Food and Drug Administration (2015)

"The main conclusion to be drawn from the efforts of more than 130 research projects, covering a period of more than 25 years of research, and involving more than 500 independent research groups, is that biotechnology, and in particular GMOs, are not per se more risky than e.g. conventional plant breeding technologies." European Commission (2010a)

Experiencias: Efectos Sociales y Económicos

CONCLUSION: La evidencia disponible sugiere que generalmente han percibido beneficios económicos positivos los productores de maíz, algodón y soya MIG, aunque los resultados son heterogéneos.

Sin Embargo:

- La utilidad del cultivo MIG depende de la utilidad del carácter MIG y la genética de la variedad para el ambiente específico donde se sembró.
- Aunque los beneficios de los cultivos MIG para los pequeños agricultores han sido favorables en los años de su adopción inicial, los beneficios a largo u amplio plazo dependerán de acceso a mercados locales y globales.
- **Lo cual no es muy diferente a los resultados de otras tecnologías**

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Experiencias:

Efectos Sociales y Económicos

- Para el pequeño agricultor, la tecnología resistencia a insectos es una inversión mas 'riesgosa' que la tecnología resistencia a herbicida
 - Siempre habrá malezas, pero la severidad de plagas es impredecible
- La tecnología de resistencia a herbicidas trae beneficios que a veces pesan mas que la misma resistencia a herbicida en la decisión de siembra:
 - Ahorro en costo de mano de obra o tiempo de supervisión
 - Seguridad e higiene del agricultor y trabajadores
 - Mayor número de opciones, por ejemplo para rotación de cultivos
- El ahorro en mano de obra puede beneficiar o perjudicar
 - Mas tiempo para dedicarle a otras actividades remunerativas para el agricultor y/o su familia
 - Menor ingreso para quien trabajaba en control de malezas y no tiene opciones de empleo

Efectos Sociales y Económicos: Pequeños Agricultores

- A los pequeños agricultores les sirven características de los cultivos que reducen la brecha entre rendimientos obtenidos y potenciales (resistencia insectos o herbicidas)
- Les sirven las características que aumenten el potencial de rendimiento o la calidad nutricional
- Necesitan muchas características y cultivos que generalmente no son atractivos para las grandes compañías semilleras
 - Resistencia a enfermedades en yuca; resistencia a insectos en caupí; camote con resistencia a virus; sorgo o plátano nutricionalmente mejorado...
- La ingeniería genética de mayor beneficio para los pequeños agricultores probablemente será producto del sector público o de colaboraciones entre los sectores público y privado
- Enfrentan grandes obstáculos institucionales **para aprovechar cualquier tecnología:**
 - Acceso a crédito; acceso a insumos; acceso a mercados; preferencias no comerciales (auto-consumo, usos culinarios)

Experiencias: Efectos Sociales y Económicos

- Las normas y reglamentaciones deben balancear la bioseguridad y la confianza de los consumidores, con la posibilidad de retrasar la innovación y aprovechamiento de productos benéficos para la sociedad.
- Las patentes pueden limitar el acceso a los agricultores, mercados y fitomejoradores sin los recursos para pagar los costos de licencias, pero esto **sucede igualmente con cultivos no-MIG**.
- Los cultivos MIG, **al igual que otras tecnologías** en la agricultura, no pueden por si solos resolver los complejos desafíos a la productividad de los pequeños productores.
 - Otras consideraciones, como la fertilidad del suelo, el manejo integrado de plagas, y el almacenamiento son esenciales para mejorar la productividad, reducir las pérdidas post-cosecha y mejorar la seguridad alimenticia.

Los beneficios percibidos dependen del contexto social y económico dentro del cual la tecnología es desarrollada y difundida

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Perspectivas para la Ingeniería Genética

CONCLUSION: Las tecnologías emergentes en ingeniería genética prometen aumentar la precisión, complejidad y diversidad de cultivos y características beneficiosas en los cultivos MIG futuros.

- Resistencia a mayor diversidad de plagas y enfermedades y en mayor número de cultivos.
- Otras características beneficiosas posiblemente incluirán mejoras en la eficiencia fotosintética, mayor eficiencia en el uso del nitrógeno, o aumento en el rendimiento, pero aun es prematuro saber si caracteres tan complejos como estos serán exitosamente desarrollados y comercializados en el futuro.
- Se recomienda una inversión balanceada de recursos públicos entre la aplicación de diversas herramientas de IG y las de no-IG en pos de la seguridad alimentaria.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



Perspectivas para la Ingeniería Genética: Evaluación con tecnologías “-ómicas”

Tecnologías “-ómicas”

- Pueden usarse para examinar secuencias de ADN, expresión de ARN, y composición molecular.
- Podrían usarse para evaluar efectos esperados e inesperados en nuevas variedades de cultivos (tanto MIG como no-MIG), pero requieren mas elaboración y validación.
 - Se requiere una comprensión mas completa de la variabilidad que existe en el ADN, ARN, proteínas y metabolitos tanto en variedades MIG como no-MIG para poder aplicar estas tecnologías en la investigación de riesgos y reglamentación del uso de nuevas variedades.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



Diversos Modelos para la Reglamentación

- No es sorprendente que existan diversos procesos reglamentarios para los productos de la ingeniería genética porque estos reflejan las diferencias sociales, políticas, legales y culturales entre países.
- No todas las consideraciones pueden ser resueltas con evaluaciones técnicas.
- Es de esperarse que seguirán existiendo desacuerdos entre países respecto a modelos de reglamentación, afectando el comercio internacional.
- El comité examinó los modelos de reglamentación en EEUU, Brasil, la Unión Europea, y el Canadá.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

Diversos Modelos para la Reglamentación:

EEUU, Brasil, Unión Europea, y Canadá

Similitudes

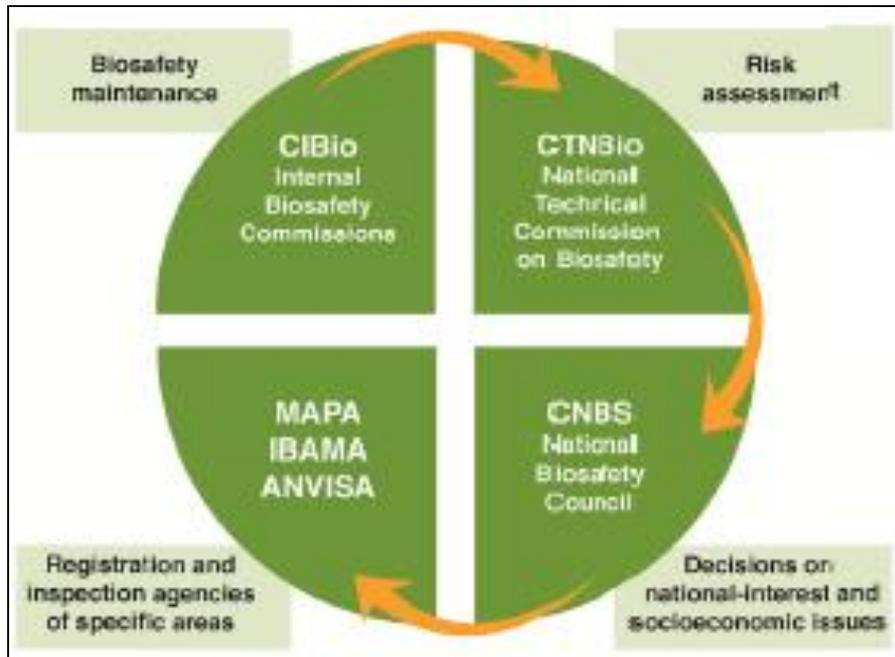
- Los 4 se basan en el *Codex Alimentarius*.
- Los 4 se basan en 'equivalencia sustancial.'
- En EEUU y Canadá, la decisión requiere tener fundamento científico.
- En UE y Brasil, la reglamentación aplica específicamente a productos de ingeniería genética y no a los del "mejoramiento convencional"

Diferencias

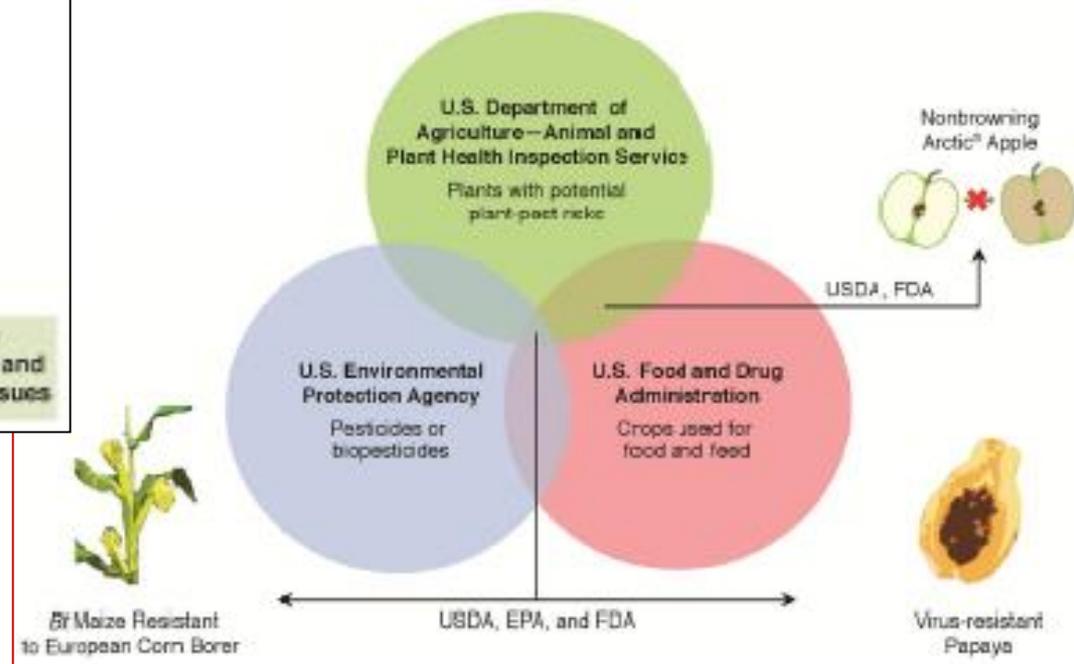
- En EEUU y Canadá, las mismas agencias hacen la evaluación técnica y toman la decisión; en UE y Brasil la decisión es tomada por una agencia política.
- En EEUU hay tres comités técnicos, en Canadá son dos, y en UE y Brasil hay uno.
- En Brasil, el comité técnico incluye representantes de los consumidores y pequeños agricultores.
- En UE, cada país puede adoptar o no la recomendación de la UE.
- En EEUU, en teoría no, pero en la práctica la tecnología usada influye si el producto requiere evaluación.
- En Canadá, se aplica el concepto de 'producto novedoso' para determinar si requiere evaluación, sin importar la tecnología usada.

Diversos Modelos para la Reglamentación: Brasil y EEUU

Brasil



EEUU



El Futuro:

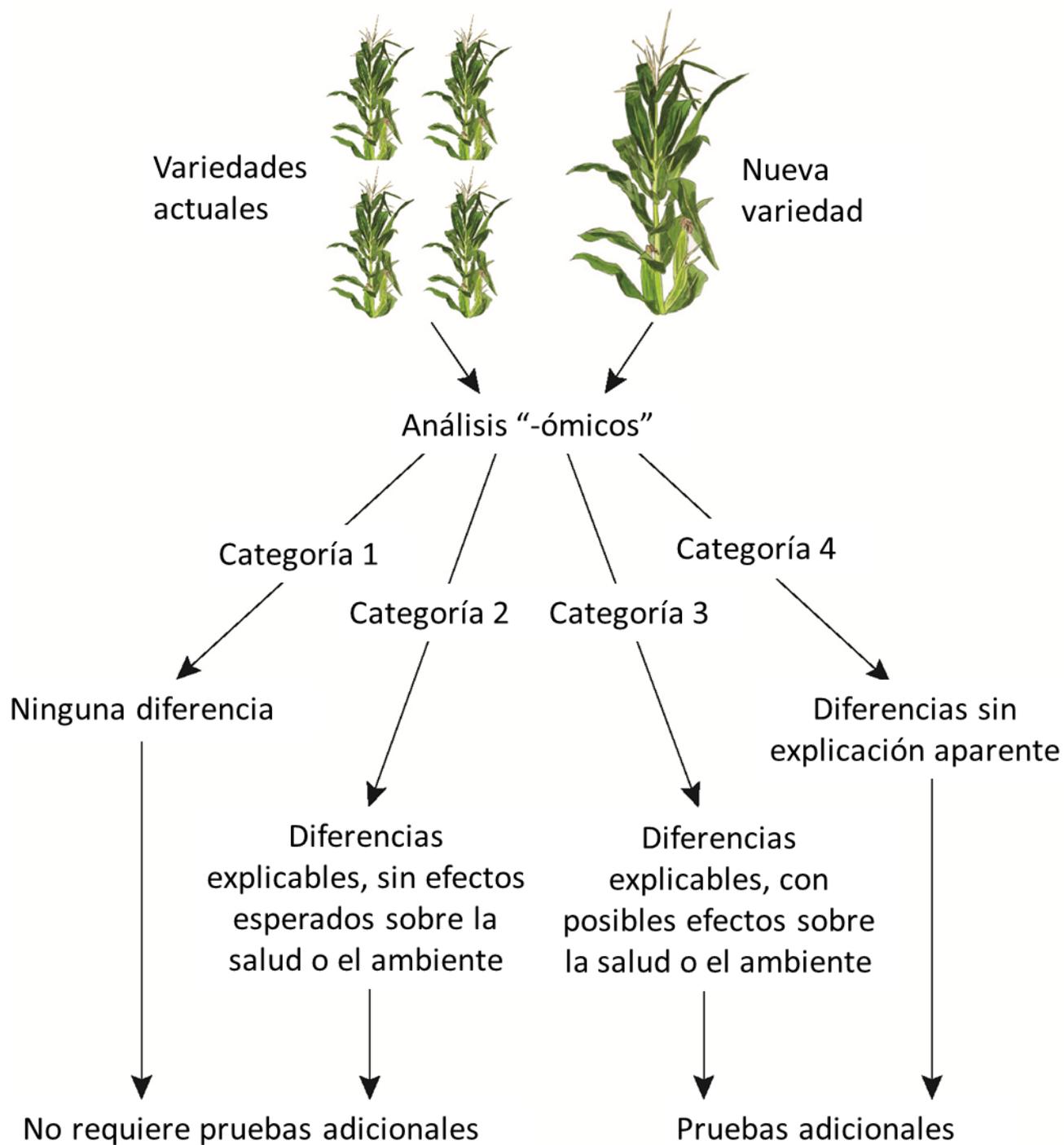
Avances Tecnológicos - Ejemplos

- Avances en genómica e informática → precisión en identificar genes, alelos, y epigenética útil para el mejoramiento
- Ingeniería del genoma nuclear y genomas de plastidios
- Interferencia de ARN para silenciar genes
- Editar el genoma: mutación dirigida/precisa para cambiar, quitar o añadir base(s) nitrogenadas en el ADN
- Cromosomas sintéticos o artificiales
- Modificaciones epigenéticas

La Reglamentación Debe Enfocarse en lo Novedoso

- Para determinar si una nueva variedad debe ser sujeta a evaluación y aprobación de sus posibles riesgos (a la salud, ambiente), se recomienda que los reguladores se enfoquen en:
 - El grado al cual y la probabilidad de que las características novedosas (tanto esperadas como inesperadas) de la variedad representen un riesgo a la salud humana o al ambiente.
 - El nivel de incertidumbre sobre la magnitud del daño potencial, y el potencial de que los humanos sean expuestos – independientemente de si la variedad fue desarrollada usando ingeniería genética u otros procesos.
- Las tecnologías llamadas -ómicas podrían resultar críticas en la implementación de tales metodologías reglamentarias.

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES



Interfaces con el Lector



Appendix F

Comments Received from Members of the Public

Tables F-1, F-2, and F-3 summarize the comments received from the public regarding potential effects of GE crops as well as questions and suggestions. When multiple comments focused on the same issue, one was selected as representative. The second column of the table describes the general topic related to each comment, and the third column directs the reader to the location in the report where the relevant claim is addressed.

TABLE F-1 Public Comments Regarding Potential Adverse Effects of Genetically Engineered (GE) Crops and Their Accompanying Technologies

	Section Heading(s)	Page Number(s)
Environmental		
99.9% of all agricultural GE crops contain in general more pesticide residue than conventional plants, especially detergents, glyphosate, AMPA, and modified Bt toxins.	Effects of pesticide residues	4-60
GE crops have contributed to the pollution of drinking water supplies because more agrochemicals are used with these crops.	Effects of pesticide residues	4-48
Herbicide-resistant crops promote greater use of and dependence on toxic herbicides, harming human health and the environment.	Effects of pesticide residues	4-37
The current predominant GE crops and traits have exacerbated several of the problems associated with industrial agriculture, such as increased pesticide use and pest resistance.	Effects of insecticide and herbicide use Effects of insect and weed resistance	4-37
Resistance to Bt is rapidly emerging and spreading. There is a corresponding trend between increasing acres of Bt soybeans in the United States and increased application of pounds of active ingredient applied to soybeans in the United States.	Effects of insecticide and herbicide use	4-17

Check Out Past Events



[Socioeconomic Issues in Developing Countries](#)

For more events, [check out the full list here.](#)

Subscribe for Updates

Provide Input

Follow Us

#GECropStudy

Taylor Fritsch Retweeted



dominique brossard
@brossardd

JUST ANNOUNCED! #GECropStudy report to be released May 17! Register to attend or watch live! goo.gl/uUWn3s

Interfaces con el Lector

The National Academies of
SCIENCES · ENGINEERING · MEDICINE

A SCIENCE-BASED LOOK AT
GENETICALLY ENGINEERED CROPS

Home Who Are We? About the Study About GE Crops Event Archive Committee Public Release Event



Reference Funding – Chapter 4

Funding information was compiled from reported information on WebOfScience.com. "Not Reported" = No funding information was reported on WebOfScience.com. "N/A" = Not applicable because reference is not a scientific paper.

Reference	Year	Title	Publication	Primary Author	Primary Author Affiliation	Funding Source	Funders
Abdulrah, S. et al.	2015	Bt cotton, pesticide use and environmental efficiency in Pakistan	Journal of Agricultural Economics 86:85-95	Abdulrah, S.	University of Agriculture Faisalabad	Government (Non-U.S.)	Higher Education Commission (HEC) of Pakistan
Ademczyk and Hubbard	2008	Changes in Populations of <i>Plutella maculipennis</i> (L.) (Lepidoptera: Noctuidae) and <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Mississippi Delta from 1986 to 2005 as Indicated by Adult Male Pheromone Traps	Journal of Cotton Science 10:155-160.	Ademczyk, J.J.	U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service	Not Reported	
Aldrich, M.M. et al.	2014	Analysing the farm level economic impact of GM corn in the Philippines	NIAS – Wageningen Journal of Life Sciences 70–71:113–121	Aldrich, M.M.	Leiden University Isabela State University	Academia	Louwes scholarship program of Leiden University in the Netherlands
Aguilar, J. et al.	2015	Analysing the farm level economic impact of GM corn in the Philippines	NIAS – Wageningen Journal of Life Sciences 70–71:113–121.	Aguilar, J.	Leiden University	Academia	Louwes scholarship program of Leiden University in the Netherlands

Check Out Past Events



Second Public Meeting:
December 10, 2014

For more events, [check out the full list here.](#)

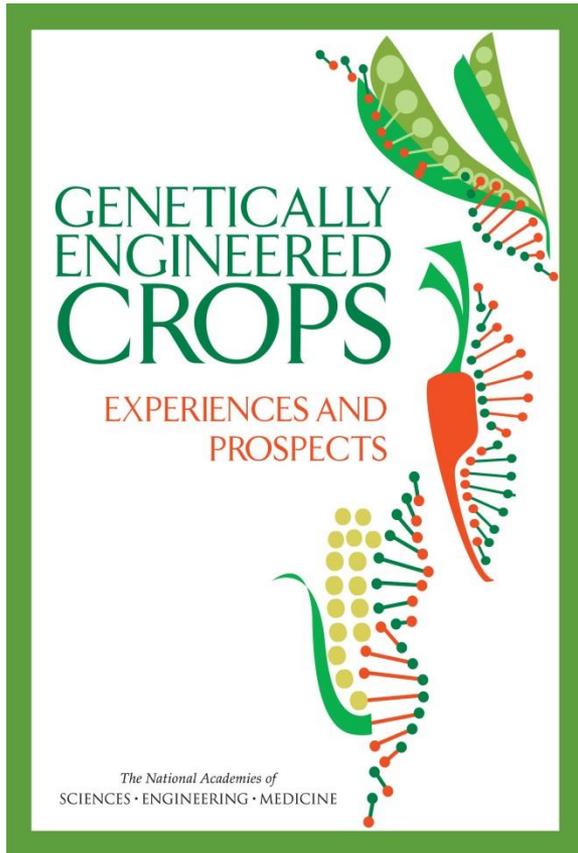
Subscribe for Updates

Provide Input

Follow Us

#GECropStudy

Agradecimientos



- ✓ Personal de Las Academias
 - ✓ Patrocinadores
 - ✓ Comité
- ✓ Revisores Externos
 - ✓ Ponentes
- ✓ Miembros del público quienes contribuyeron con sus comentarios

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

¡Gracias!

Visite la página nas-sites.org/ge-crops para encontrar:

- El informe en PDF gratuitamente disponible
- Un resumen del informe en 4 paginas
- Transparencias y videos del lanzamiento del informe y las reuniones/talleres con ponentes

¿Alguna pregunta?

- Diríjase a gecrops@nas.edu



Participe en la conversacion
#GECropStudy



¿Eso es todo?

KP

¿Que tiene de nuevo este informe?

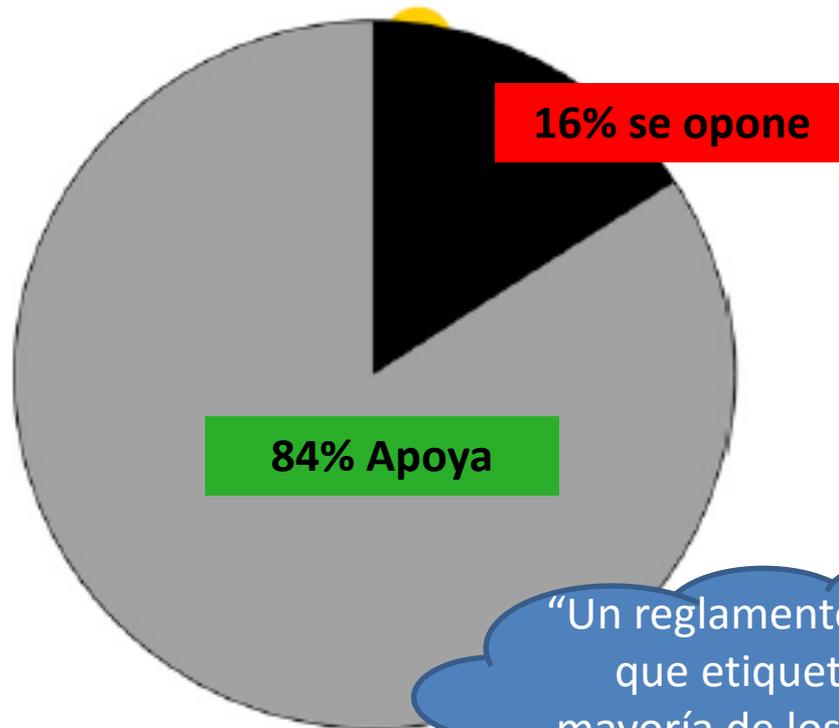
KP

¿Que Tiene de Nuevo Este Informe?

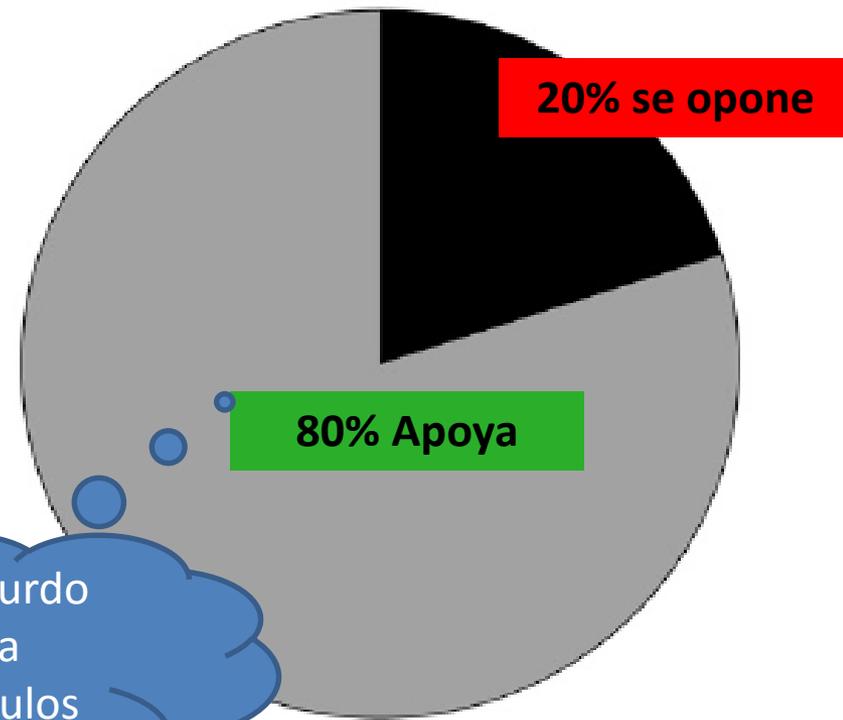
- Reconoce y considera preocupaciones de la sociedad; evalúa la evidencia científica y su suficiencia/contundencia para llegar a conclusiones
- Reconoce diversas perspectivas y “filtros”; reconoce que no todas las consideraciones pueden ser resueltas con evaluaciones técnicas. Aspecto “humano” de la ciencia.
- Concluye, que no hay evidencia de diferencias entre cultivos, por ser productos de MIG o no-MIG, en cuanto a riesgos a la salud humana o efectos sobre el ambiente
- Considera las nuevas y emergentes técnicas de ingeniería genética
 - Sus posibles/probables impactos sobre cultivos
 - Sus posibles/probables implicaciones para reglamentación

Aspectos Sociales

¿Usted apoya o se opone a que los alimentos con ingredientes MIG deban ser etiquetados?



¿Usted apoya o se opone a que los alimentos conteniendo ADN deban ser etiquetados?



“Un reglamento absurdo que etiquetaría la mayoría de los artículos en el (super)mercado”

Aspectos Sociales

- Se les hizo una encuesta de conocimiento básico de genética y modificación genética (IG y otras tecnologías)
 - 34% opinaron que no es seguro consumir alimentos con ingredientes transgénicos, 34% que si es seguro, y 32% dieron respuestas intermedias
 - ¿Que porcentaje del maíz en EEUU es transgénico? (56% vs 92% realidad)
 - ¿Que porcentaje del trigo en EEUU es transgénico? (52% vs 0% realidad)
 - 46% opinaron que hay productos de origen animal, transgénicos.
 - ¿Cuántos genes son afectados por diversas tecnologías de mejoramiento?
 - La mayoría respondió que no sabía.

Los Cultivos MIG:

La Gran Mayoría de la Opinión Científica

Las Academias Nacionales (EEUU) de Ciencias - Ingeniería – Medicina (2016)

No se encontró evidencia persuasiva de efectos adversos sobre la salud ni sobre el medioambiente atribuibles a los cultivos MIG.

Esta conclusión coincide con varios informes

“88% de científicos miembros de la AAAS (sociedad americana para el avance de la ciencia) opina que es seguro consumir alimentos de cultivos MIG.”

McFadden y Lusk, 2016

No es unánime; no es consenso; es una gran mayoría de la opinión científica

Eng...
“To date, no adverse health effects have been reported in the general population.” National Research Council of the National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2016)

“Indeed, the science is quite clear: crop improvement by the modern molecular techniques of biotechnology is safe.” American Association for the Advancement of Science (2012)

“Bioengineered foods have been consumed for close to 20 years, and during that time, no overt consequences on human health have been reported and/or substantiated in the peer-reviewed literature.” – Council on Science and Public Health of the American Medical Association House of Delegates (2012)

“[Genetically modified] foods currently available on the international market have passed safety assessments and are not likely to present risks for human health. In addition, no effects on human health have been shown as a result of the consumption of such foods by the general population in the countries where they have been approved.” World Health Organization (2014)

“Foods from genetically engineered plants intended to be grown in the United States that have been evaluated by FDA through the consultation process have not gone on the market until the FDA’s questions about the safety of such products have been resolved.” - U.S. Food and Drug Administration (2015)

“The main conclusion to be drawn from the efforts of more than 130 research projects, covering a period of more than 25 years of research, and involving more than 500 independent research groups, is that biotechnology, and in particular GMOs, are not per se more risky than e.g. conventional plant breeding technologies.” European Commission (2010a)

Los Cultivos MIG:

La Gran Mayoría de la Opinión Científica... ¿Entonces, que podemos hacer?

- Comunicar información científica generalmente ha tenido poco efecto sobre la opinión del público.
 - Generalmente, nuestras opiniones son influenciadas por aquellos con quienes compartimos nuestros valores: nuestra religión, nuestra empresa, nuestro equipo, nuestros amigos...
- En cambio, preguntarles sobre su conocimiento científico sobre la IG parece lograr que algunos se percaten y reconozcan que algunas opiniones suyas y en su entorno han sido formadas sin un conocimiento adecuado – y algunos sí cambian su opinión.
- Al preguntarles “¿Quién debe decidir si los alimentos con ingredientes transgénicos deben ser etiquetados?” – La mayoría opinó que no debe estar en sus manos, si no que en manos de expertos en el tema.
 - Los consumidores frecuentemente solicitamos la opinión de expertos en la toma de decisiones complejas: hipotecas, impuestos, compra de auto, etc.



**¡Muchas Gracias Por Su
Atención!**

...ideas, opiniones, sugerencias... diálogo

The National Academies of
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

Las Academias Nacionales de
Ciencias - Ingeniería - Medicina



BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES
CONSEJO DE AGRICULTURA Y RECURSOS NATURALES

