



Biotecnología y Bioseguridad para el Desarrollo de Semillas en un Escenario de Cambio Climático Global y de Estricto Control Social

Pedro J. Rocha S., *Ph.D.*

Especialista Internacional en Biotecnología y Bioseguridad

- Reflexiones introductorias
 - ODS
- Biotecnología & Bioseguridad
- Modificación genética
 - Transgénesis
- Consideraciones finales

- **Reflexiones introductorias**
 - **ODS**
- Biotecnología & Bioseguridad
- Modificación genética
 - Transgénesis
- Consideraciones finales

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

IX-2015



“Conseguir un mundo libre de hambre en una generación”

- Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

- Metas

2030

- Asegurar que el 100% de las personas tenga acceso a una alimentación adecuada, durante todo el año.
- Poner fin al retraso en el crecimiento en niños y niñas menores de dos años.
- **Aumentar 100% la productividad y el ingreso** de los agricultores (de pequeña escala).
- Conseguir que **todos los sistemas alimentarios sean sostenibles**.

2020

- **Mantener la diversidad genética** de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus especies silvestres conexas.

- **Acciones**

2 HAMBRE CERO



- **Aumentar las inversiones** en infraestructura rural, investigación agrícola y servicios de extensión, desarrollo tecnológico y bancos de genes a fin de mejorar la capacidad de producción agrícola.
- **Corregir y prevenir las restricciones y distorsiones comerciales** en los mercados agropecuarios mundiales, mediante la eliminación paralela de todas las formas de subvenciones a las exportaciones agrícolas y todas las medidas de exportación con efectos equivalentes.
- Adoptar medidas para **asegurar el buen funcionamiento de los mercados de productos básicos** alimentarios y sus derivados y **facilitar el acceso oportuno a información** sobre los mercados, en particular sobre las reservas de alimentos, a fin de ayudar a limitar la extrema volatilidad de los precios de los alimentos.



Necesidades (demandas) crecientes (y extremas) de la humanidad



Menzel, P. Hungry planet (2007)



Menzel, P. Hungry planet (2007)

> 7.524'381.000

▲ > 50'400.000

10 de agosto de 2017, 6:30 a.m.

<http://www.worldometers.info/es/>



Siabatto, O. (2009)



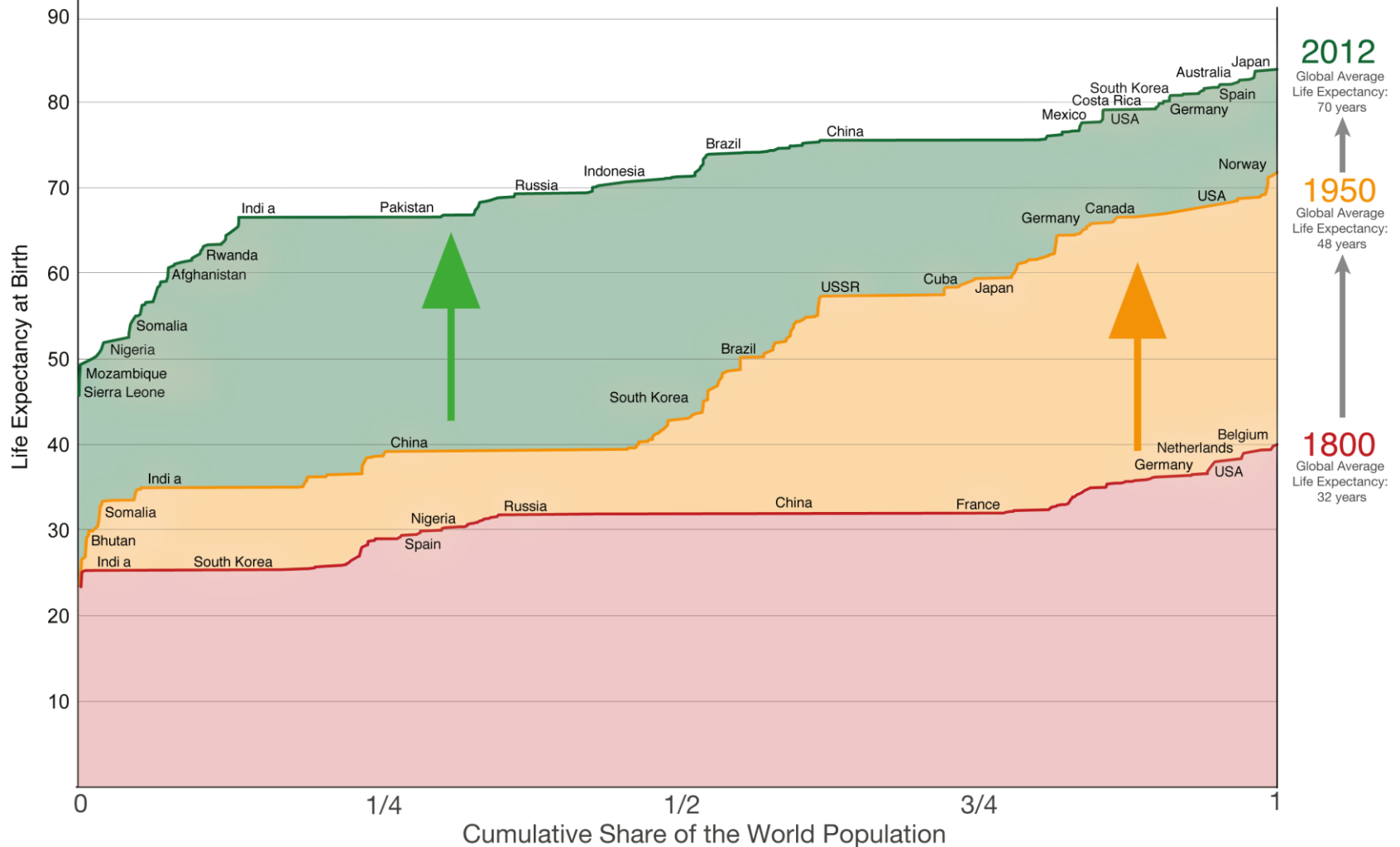
<http://www.ehui.com/2015/01/12/envejece-el-campo-60-de-productores-son-ancianos>

La expectativa de vida aumenta: Se mantienen e incrementan las demandas

Our World
in Data

Life Expectancy of the World Population in 1800, 1950 and 2012

Countries are ordered along the x-axis ascending by the life expectancy of the population. Data for almost all countries is shown in this chart, but not all data points are labelled with the country name.



Data source: The data on life expectancy by country and population by country are taken from Gapminder.org.

The interactive data visualisation is available at OurWorldinData.org. There you find the raw data and more visualisations on this topic.

Licensed under [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) by the author Max Roser.

12 PRODUCCIÓN
Y CONSUMO
RESPONSABLES



Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

- Metas
 - Acabar con las pérdidas post-cosecha y el despilfarro de alimentos.
 - Lograr la **gestión** ecológicamente **racional de los productos químicos** y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida.
- Acciones
 - Apoyar a los países en desarrollo en el **fortalecimiento de su capacidad científica y tecnológica** a fin de avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles

El 40% de los alimentos producidos se pierden o se desperdician



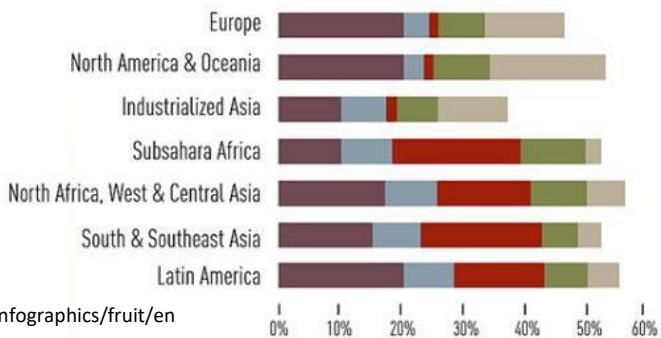
45% FRUIT & VEGETABLES FOOD LOSSES

Along with roots and tubers, fruit and vegetables have the highest wastage rates of any food products; almost half of all the fruit and vegetables produced are wasted.



3.7 trillion apples

■ Agriculture ■ Distribution
■ Postharvest ■ Consumption
■ Processing



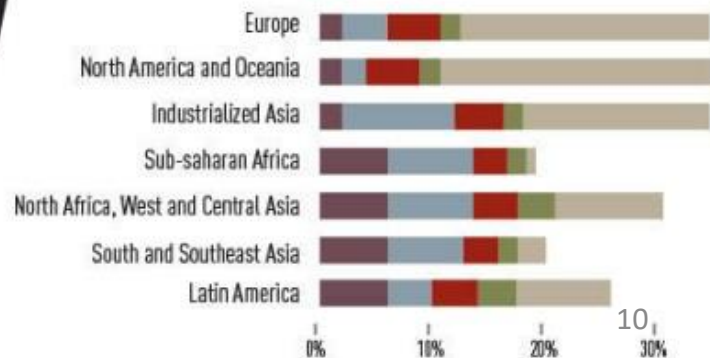
30% CEREALS FOOD LOSSES

In industrialized countries, consumers throw away 286 million tonnes of cereal products.

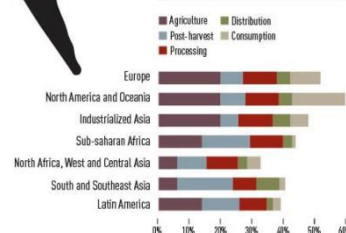
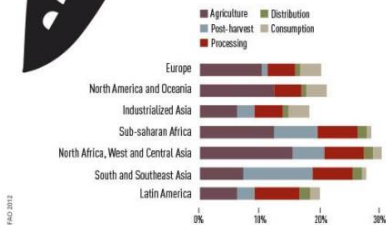
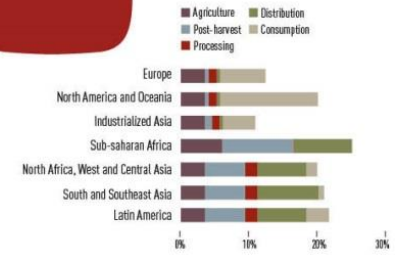
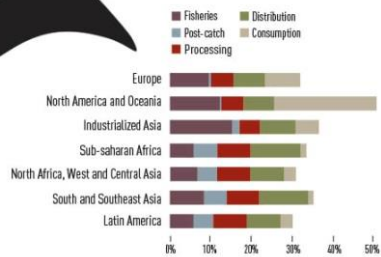
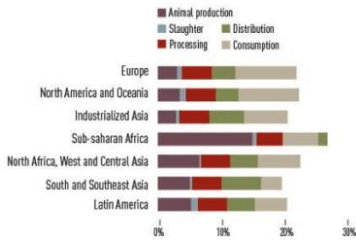


763 billion boxes of pasta

■ Agriculture ■ Distribution
■ Post-harvest ■ Consumption
■ Processing



Hay hambre en el mundo, sin embargo...

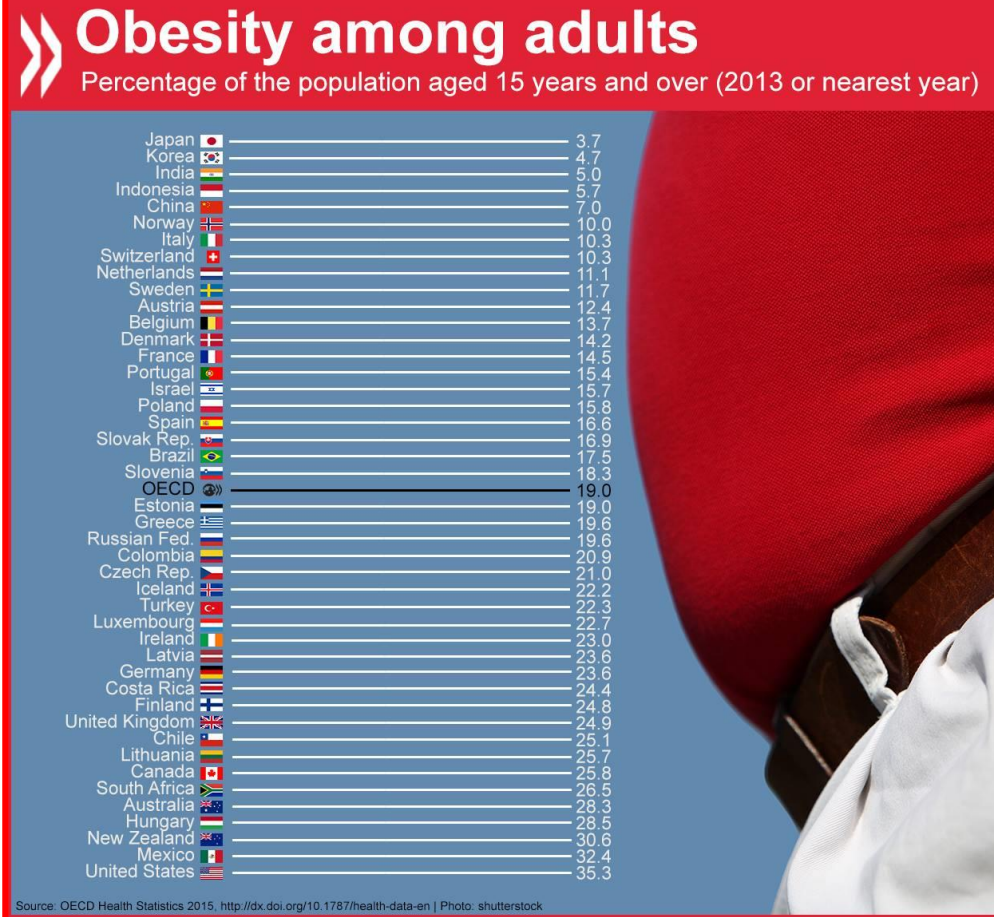


Tomado de: FAO (2016)
<http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/infographics/fruit/en>

- Alrededor de 795 millones de personas en el mundo **no tienen suficientes alimentos** para llevar una vida saludable y activa (PMA, 2016).
- Por primera vez en la historia de la humanidad, el número de personas en condición de **obesidad sobrepasó** al número de aquellas en condición de **hambruna** (subalimentación).
- Malnutrición: Una doble carga para los países (FAO, 2015)



<http://santamarta-magdalena.gov.co>



Referencias:

- FAO, 2015. 2015 Panorama de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe. 68p. <http://www.fao.org/3/a-i4636s.pdf>
- OECD. 2015. OECD Health Statistics.
- Gardner G & Halweil B. 2000. Overfed and Underfed: The Global Epidemic of Malnutrition. Worldwatchpaper 150.

Número de plaguicidas aplicados (por ha/año) en cultivos de Costa Rica

PLAGUICIDAS	Melón <i>Cucumis melo</i>		Banano <i>Musa paradisiaca</i>		Plátano <i>Musa paradisiaca</i>		Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>		Piña <i>Ananas comosus</i>		Chayote (Guatila) <i>Sechium edule</i>		Arroz <i>Oryza sativa</i>		Azúcar <i>Saccharum officinarum</i>	
	No.	N.T.	No.	N.T.	No.	N.T.	No.	N.T.	No.	N.T.	No.	N.T.	No.	N.T.	No.	N.T.
Fungicidas	14	1	14	1	6		6	1	4		13	2	15	1	1	
Herbicidas	3	1	5	1	2	1	1		6	1	3	1	28	3	9	1
Insecticidas	13	3	2		2		5	1	4	1	18	4	12	4	6	
Nematicidas	2	2	6	6	2	2	2	2	2	2	4	4	1		1	1
Rodenticida													1	1	4	4
Fumigante	1	1														
Total	33	8	27	8	12	3	14	4	16	4	38	11	57	9	21	6

No.= Número

N.T.= Nivel de toxicidad **alto**

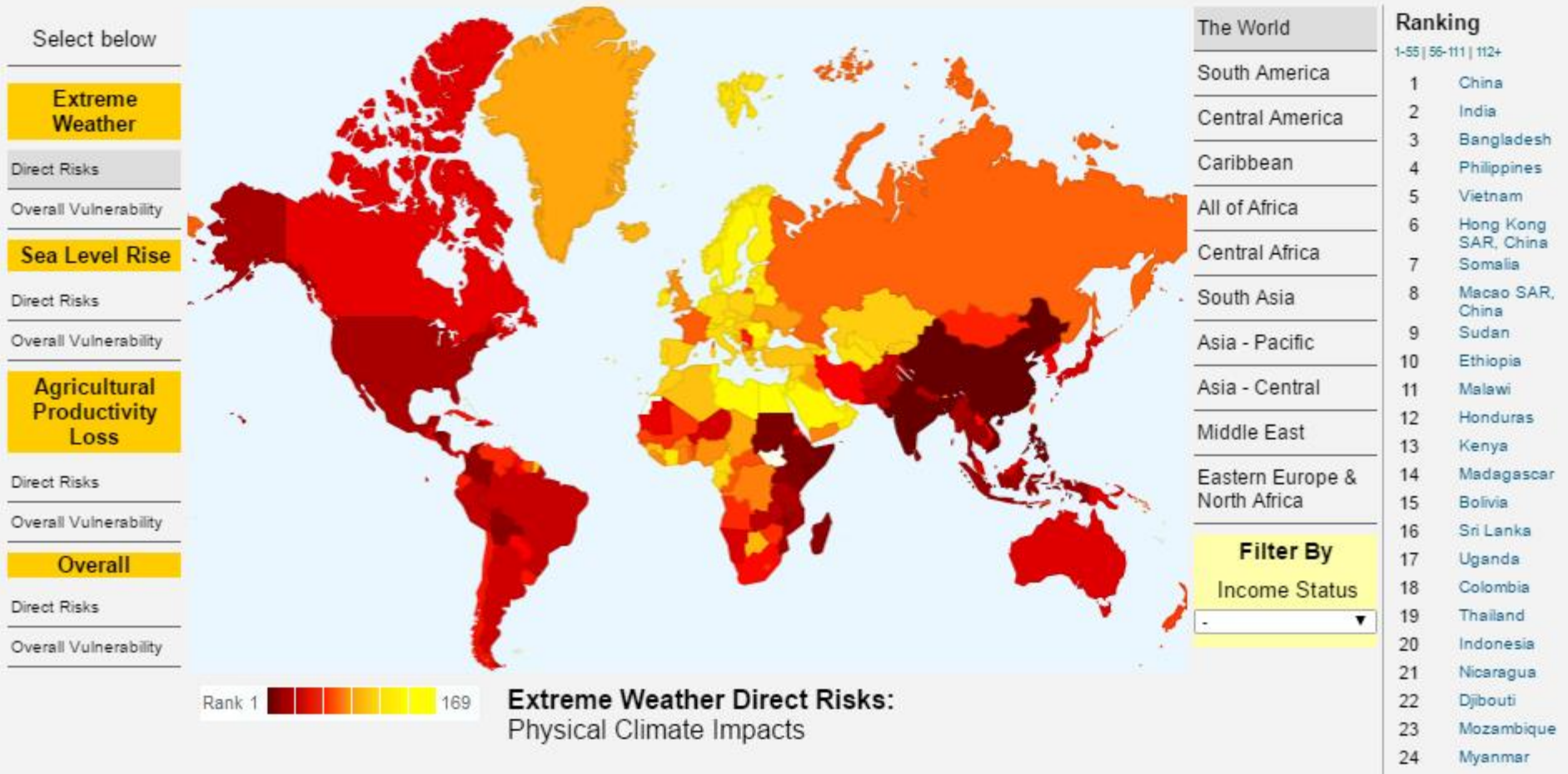
13 ACCIÓN
POR EL CLIMA



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

- Metas
 - **Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación** a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales.
 - **Incorporar** medidas relativas al cambio climático en las **políticas, estrategias y planes nacionales**.
 - Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.
- Acciones
 - Poner en práctica el compromiso contraído por los países desarrollados que son parte en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático con el objetivo de **movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales** para el año 2020.
 - **Promover mecanismos** para aumentar la capacidad de planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático.

Cambio Climático Global



Tomado de: <http://www.cgdev.org/page/mapping-impacts-climate-change>

Impactos del cambio climático sobre la agricultura



- **Disminución de áreas para cultivo.**

- Crecientes, inundaciones, avalanchas.
- Sequías, aridez, erosión del suelo.

- **Cambios inesperados en los períodos de siembra y cosecha.**

- **Efecto sobre la fisiología de los cultivos.**

- Incremento de fase vegetativa.
- Crecimiento rápido de malezas.

- **Alteraciones en dinámica de plagas y enfermedades.**

- **Incremento de costos de labores.**

- Adecuación de tierras, sistemas de riego y drenaje.
- Fertilización.
- Control de malezas, plagas y enfermedades.

- **Cambios en la productividad.**

- Agricultura protegida (Caribe).
- Eventuales incrementos en algunas especies.
- Disminución en cultivos exigentes en agua y temperatura **en más de un 25%.**

- **Des-incentiva la inversión y el trabajo en el campo.**

- Dificultad en la consecución de créditos a pequeños agricultores.
 - Más costoso y mayor riesgo.



Sobre suministro

- **Demoras en entregas de materia prima (incumplimientos).**
 - Dificultades en transporte.
 - Alteración de períodos de producción.

Sobre calidad

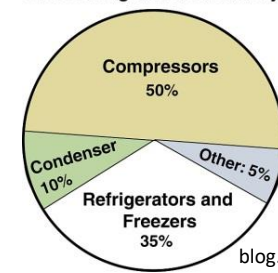
- **Alteración de calidad de materia prima.**
 - Por afectación de plagas y enfermedades.
 - Mayores pérdidas de alimentos (desperdicios).

Sobre costos

- **Incremento en costos de producción.**
 - Infraestructura de almacenamiento y distribución.
 - Costo energético (electricidad) para control de temperatura.
 - Suministro de electricidad no confiable.
 - Aumento del costo del crédito por mayores riesgos.



Store Refrigeration Electricity



IMPACTS OF CLIMATE CHANGE

By 2030, nine out of 10 of the major crops will experience reduced or stagnant growth rates, while average prices will increase dramatically as a result, at least in part, due to climate change.



MAIZE

12%

GROWTH RATE
DECREASE

90%

PRICE
INCREASE



RICE

23%

GROWTH RATE
DECREASE

89%

PRICE
INCREASE



WHEAT

13%

GROWTH RATE
DECREASE

75%

PRICE
INCREASE



OTHER CROPS

8%

GROWTH RATE
DECREASE

83%

PRICE
INCREASE

Demográficos

- Crecimiento y distribución poblacional.
- Cambio en el ingreso y transformación del consumidor.
- Cambio en las dietas alimentarias.
- Envejecimiento de los productores.

Factores Climáticos

- Suelo, agua y energía.
- Temperaturas extremas.
- Otros fenómenos planetarios.

Factores económicos

- (De)-Crecimiento económico.
- Variabilidad en los precios.
- Cambios geopolíticos.
- Comercio y regulación.

Factores sociales y políticos

- Migración.
- Inseguridad.
- Derechos humanos.
- **Estricto control social**

Factores Técnicos

- Presencia de plagas y enfermedades
- Estancamiento de la productividad en cultivos
- ...



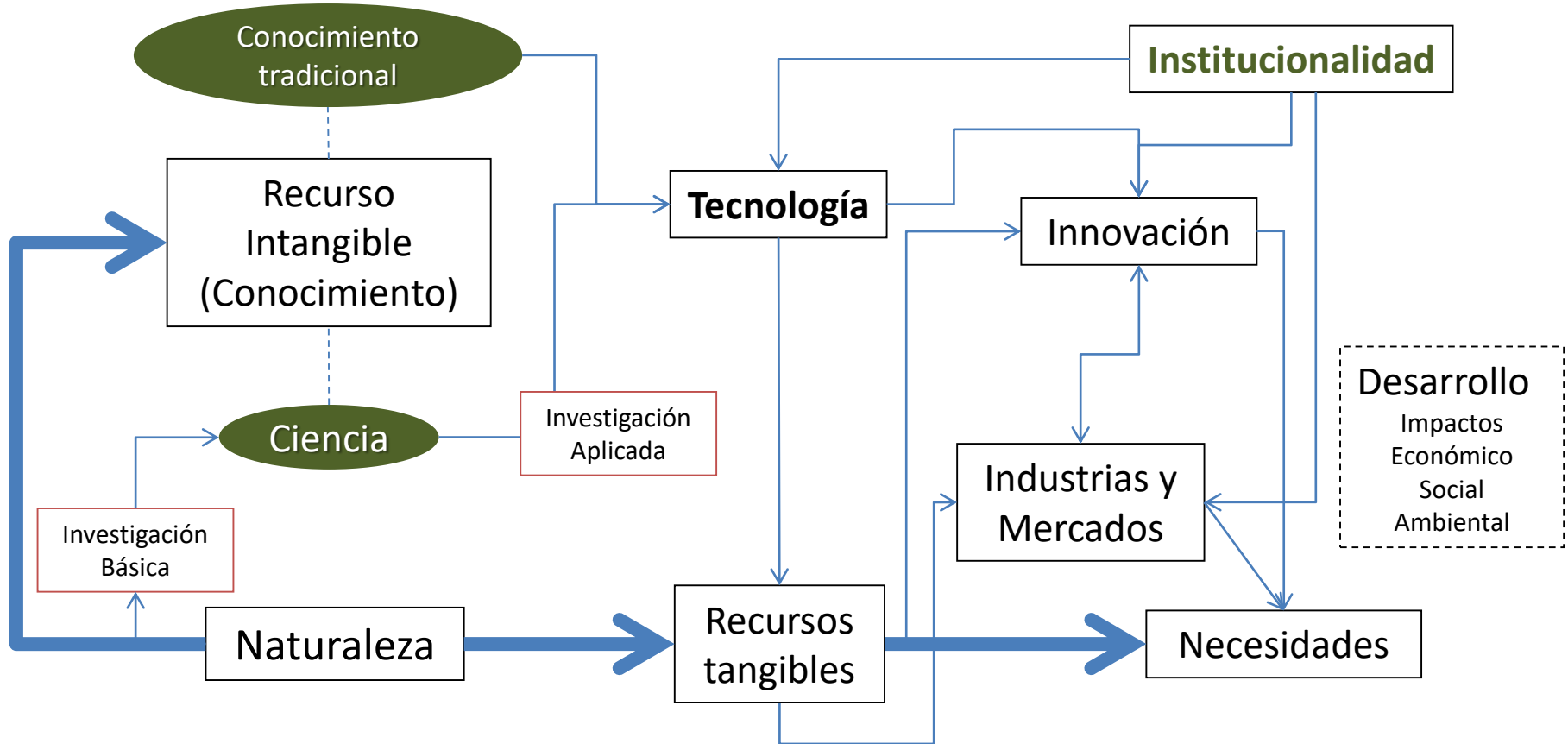
Fotografía tomada de: Wayne Parrot, 2013



- Todos opinan sobre el campo aunque pocos tengan conocimiento de cómo producir en él.
- Hacer «lo mismo que antes» difícilmente permite adaptarse a los nuevos retos.
- Visión romántica vs. realidad.
 - Sobrevaloración de lo «natural».
 - **No todo lo natural es inocuo o seguro**
 - Mito: “La semilla tradicional es la mejor”.
 - **Se confunde la semilla con el grano.**
 - **Se desvirtúa el proceso de certificación de semillas.**
 - **Se malinterpreta la protección de la semilla con los mecanismos existentes (UPOV).**
 - **Se desconoce o se descalifica la investigación y el desarrollo en semillas.**

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

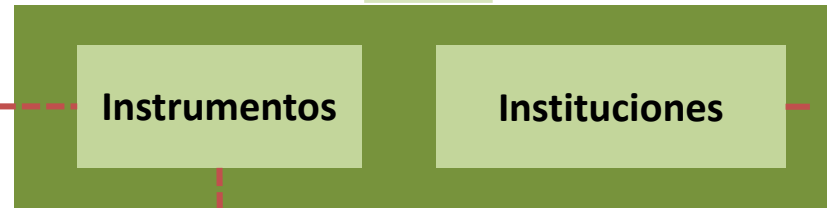
1 FIN DE LA POBREZA 	2 HAMBRE CERO 	3 SALUD Y BIENESTAR 	4 EDUCACIÓN DE CALIDAD 	5 IGUALDAD DE GÉNERO 	6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO 
7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE 	8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO 	9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA 	10 REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES 	11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES 	12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES 
13 ACCIÓN POR EL CLIMA 	14 VIDA SUBMARINA 	15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES 	16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS 	17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS 	



Mejorar el desempeño de la agricultura

- > Sustentabilidad
- > Eficiencia
- > Rentabilidad
- Enfrentando CCG
- Uso de la biodiversidad
- Seguridad alimentaria

- Convencional
- Transgénica
- Orgánica
- Agroecológica
- Indígena



Codex, PCB, UPOV,
TIRF, IPCC, OMC, etc.

CIAO



Sistema UN (FAO),
GFAR, GCAR, CGIAR,
OIC, Embajadas
(Agregados agrícolas)

IICA, CEPAL,
OPS

CAS, CAC,
Fontagro, Foragro,
Redes

Ministerios, Comisiones
Legislativas, Programas
Nacionales Sectoriales,
Universidades, INIA, Redes,
Plataformas, Gremios,
Asociaciones

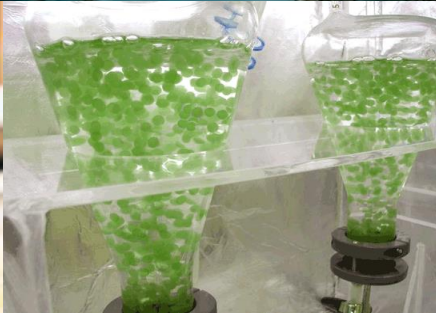


- Mecanización en actividades agrícolas y pecuarias
 - Robótica.
- Agricultura de precisión.
 - Sistemas de riego y drenaje.
 - Fertilización
 - Control de plagas y enfermedades
- Desalinización de agua.
 - Israel (2009): 0,55 USD/m³
- Agricultura protegida.
- Nanotecnología.
- **Bioteología**
 - Semillas

- Reflexiones introductorias
 - ODS
- **Biotecnología & Bioseguridad**
- Modificación genética
 - Transgénesis
- Consideraciones finales

Biotecnología

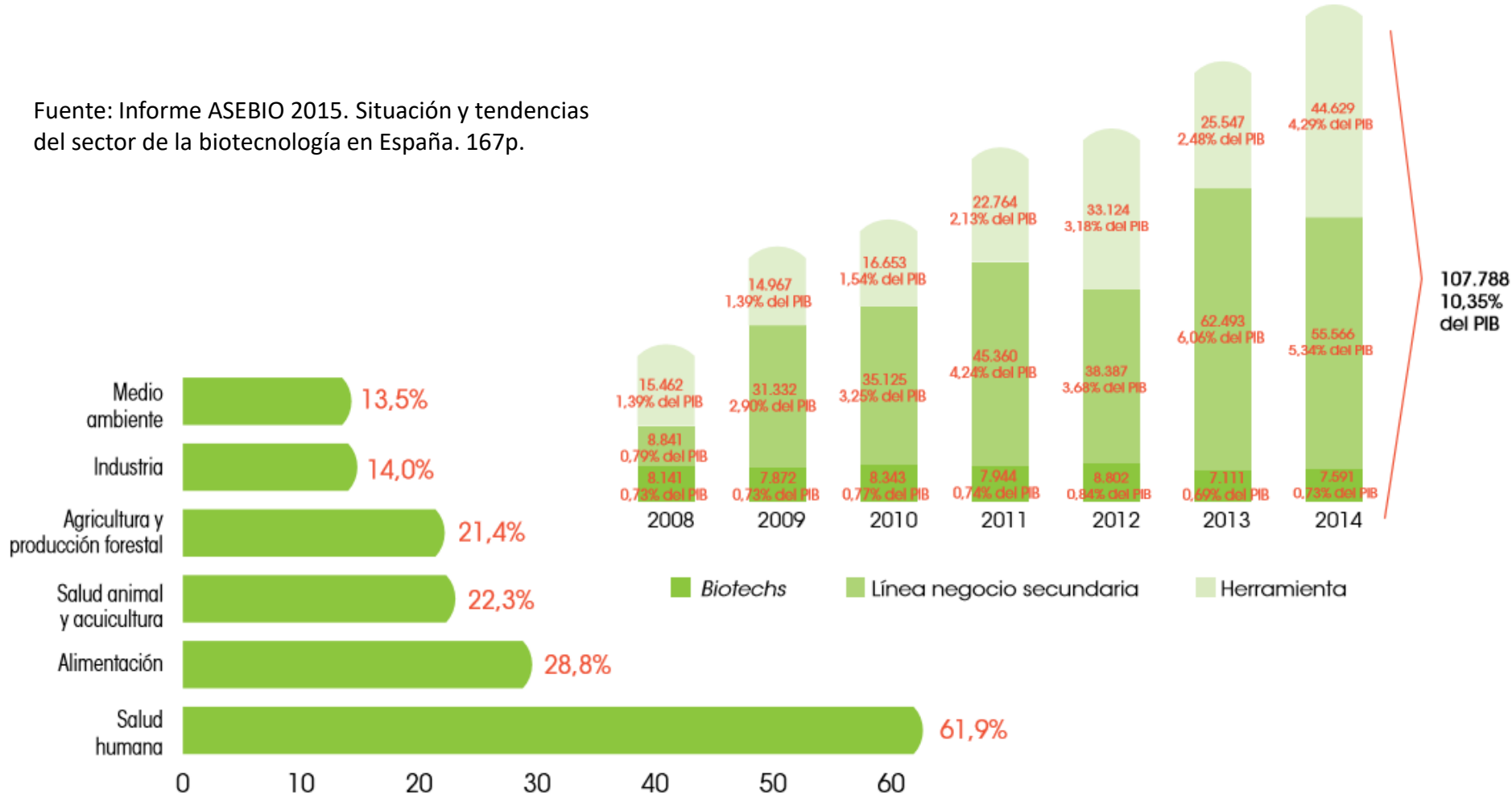
“Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos” (**CDB, 1992**).



La biotecnología es un buen negocio para diversas áreas: Caso España

Gráfico 3.2. Evolución de la facturación (en millones de euros) y del peso en el PIB¹

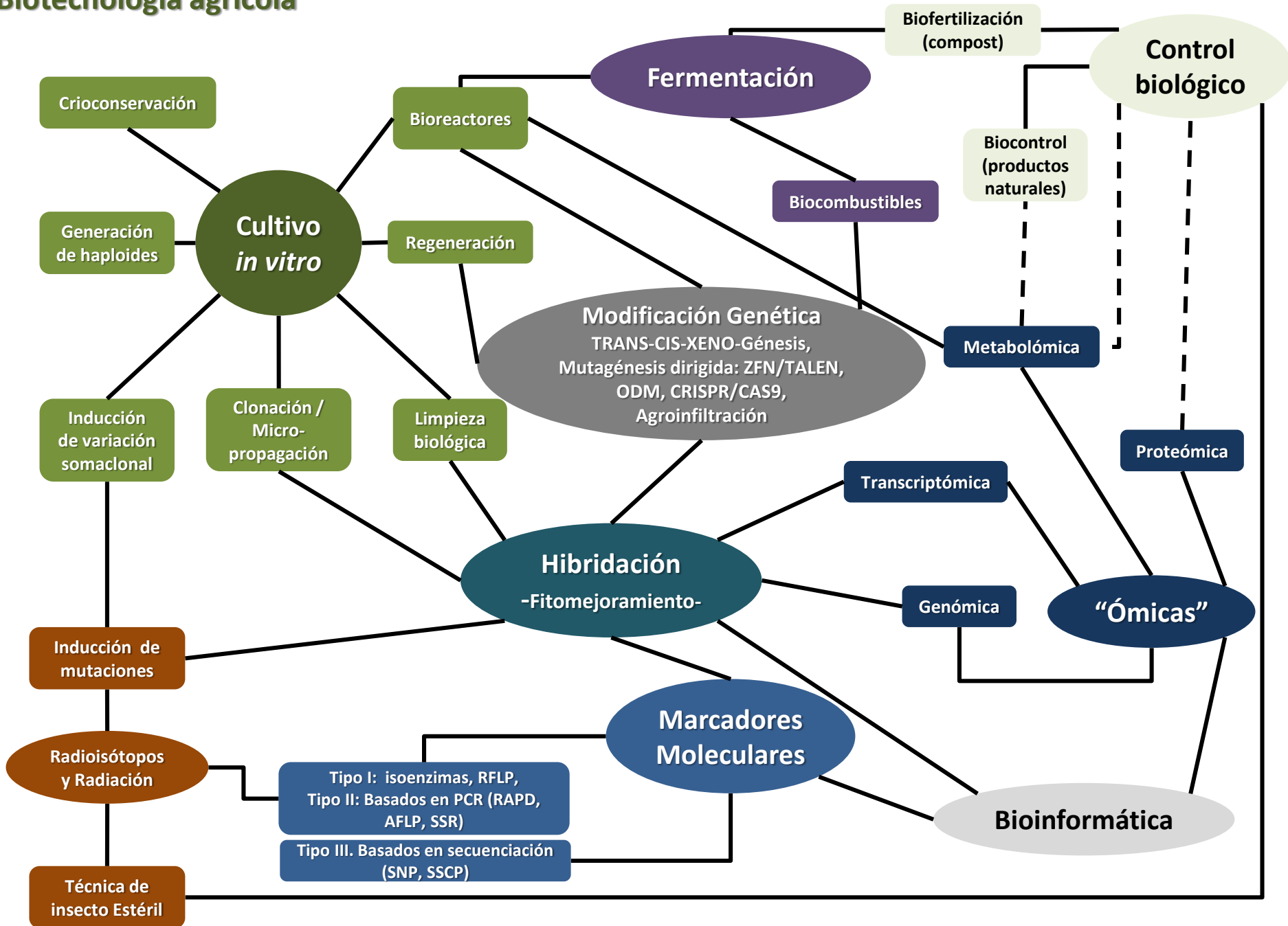
Fuente: Informe ASEBIO 2015. Situación y tendencias del sector de la biotecnología en España. 167p.



107.788
10,35%
del PIB

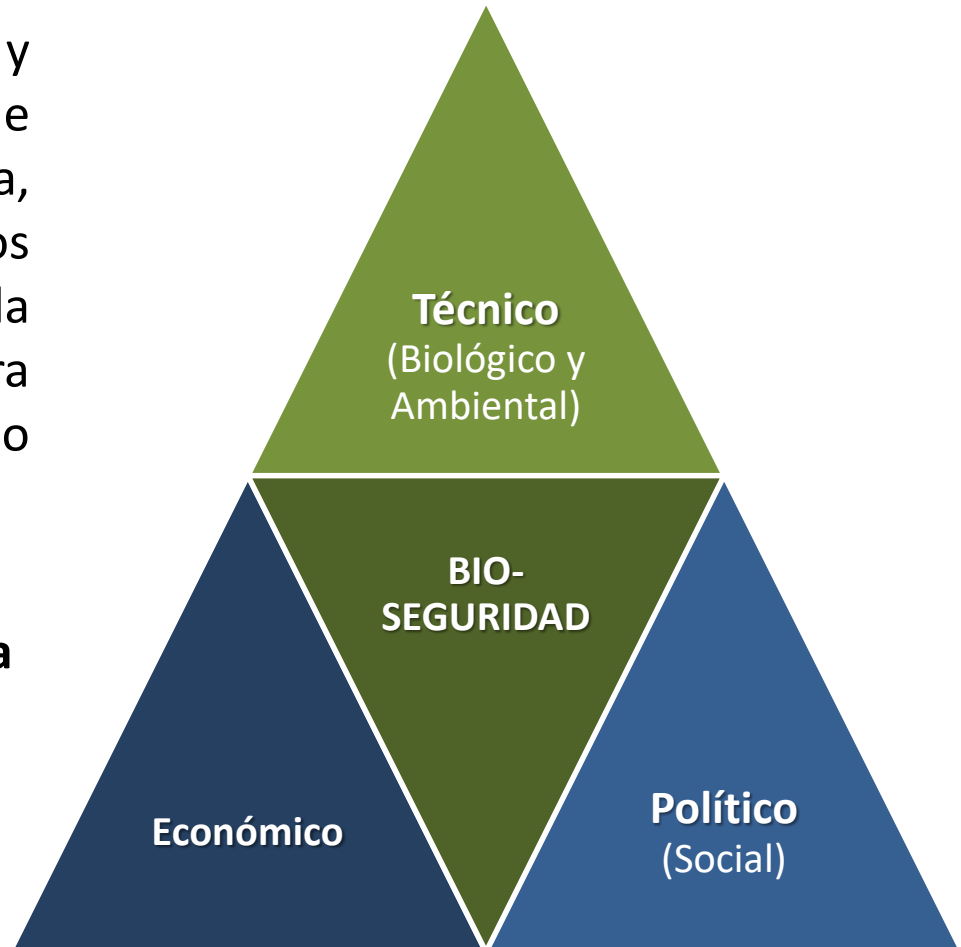
Gráfico 3.6. Porcentaje de empresas *biotechs* según el área de aplicación final de la utilización de la biotecnología

Biotecnología agrícola

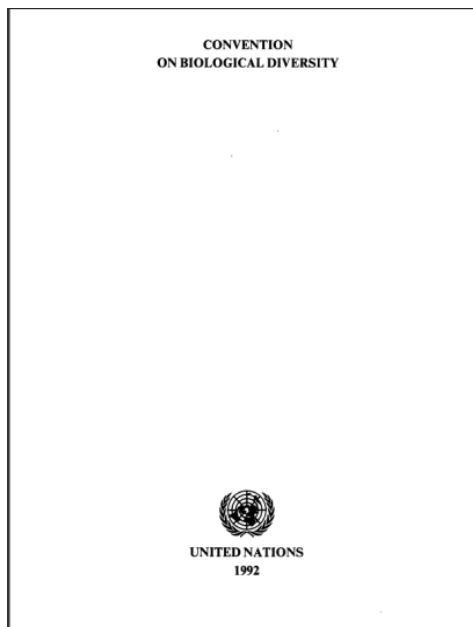


- Resuelve problemas **productivos** (vg. Semillas tolerantes a sequía, desinfección de material de siembra)
- Hace uso de **biodiversidad** (vg. Bioinsumos)
- Brinda herramientas eficientes para **control de plagas y enfermedades** (vg. Bt)
- Genera **nuevos productos y procesos** en los diversos eslabones de la cadena
 - **Primaria:** **Nuevas semillas**, control biológico
 - **Procesamiento:** Enzimas, fermentaciones, optimización de gasto energético
 - **Agroindustrial:** Empaques, vida del producto
- Apoya la **trazabilidad**
- Acelera procesos (vg. diagnóstico, detección)
- Es **incluyente** (pequeño, mediano y gran productor)
- Responde a protocolos de **bioseguridad**

- La amplia gama de **medidas, políticas y procedimientos** que se ocupan de preservar la integridad biológica, minimizando los potenciales efectos negativos o riesgos que la biotecnología eventualmente pudiera representar sobre el medio ambiente o la salud humana (SCDB, 2003).
- **Prevención de la pérdida a gran escala de la integridad biológica**

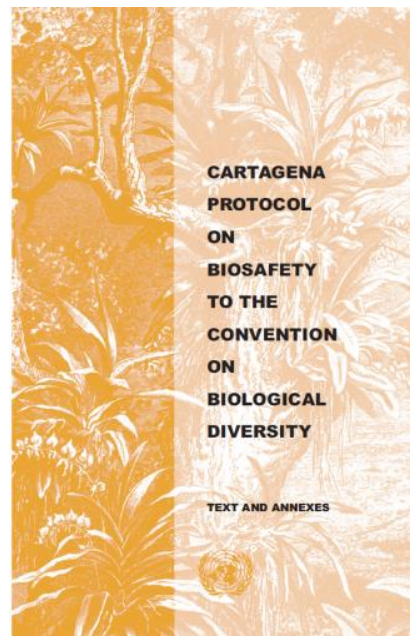


<https://www.cbd.int/>

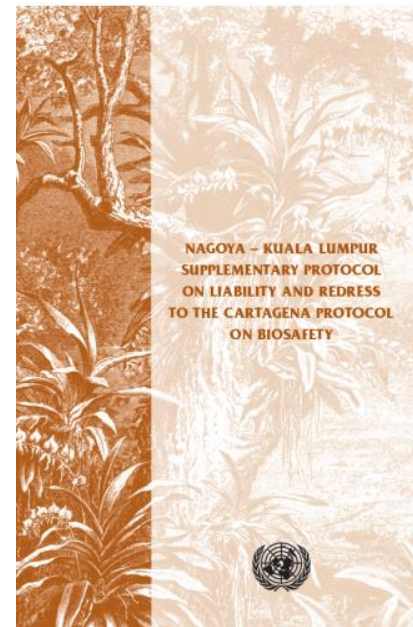


Los Estados tienen el derecho soberano sobre sus recursos (genéticos y biológicos) y son responsables de la conservación y utilización sostenible de su biodiversidad y la participación justa y equitativa en los beneficios.

<http://bch.cbd.int/protocol>



Busca asegurar la manipulación, transporte y uso seguros de los OVM



¿Qué sucedería si el movimiento transfronterizo de OVM causara daño?

Art. 19 3 y 4, Art. 8: «...**organismos vivos modificados** como resultado de la biotecnología **que es probable tengan repercusiones ambientales adversas** que puedan **afectar a la conservación y a la utilización sostenible** de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los **riesgos para la salud humana...**»

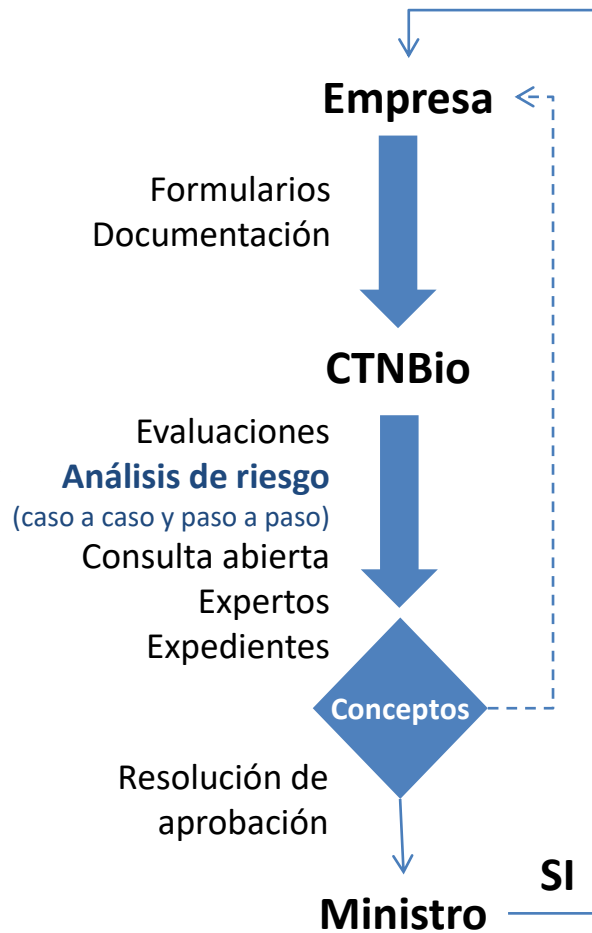
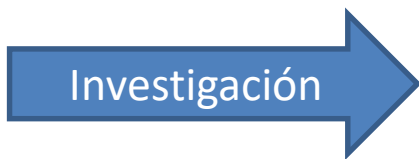
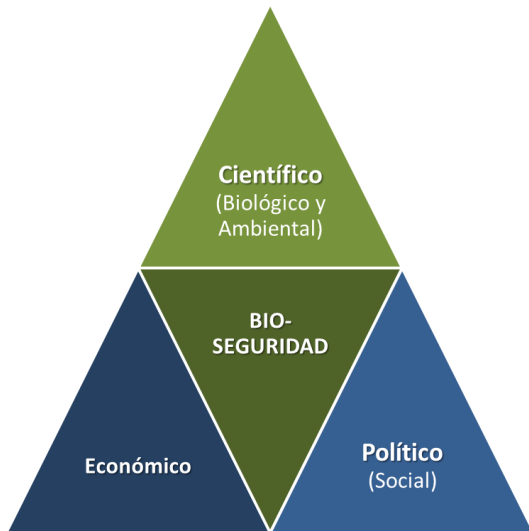
Vinculación de países a compromisos internacionales

País	Codex ¹ (miembro desde)	UPOV ² (Acta - Año de suscripción)	CDB (Año de ratificación) ³	PCB (Año de ratificación) ³
Argentina	1963	78-1994	1994	
Belice	n.a.	n.a.	1993	2004
Bolivia	1971	78-1999	1994	2002
Brasil	1971	78-1999	1994	2003
Chile	1969	78-1996	1994	
Colombia	1969	78-1996	1994	2003
Costa Rica	1970	91-2009	1994	2007
Ecuador	1970	78-1997	1993	2003
El Salvador	1975	n.a.	1994	2003
Guatemala	1968	n.a.	1995	2004
Honduras	1988	n.a.	1995	2008
Nicaragua	1971	78-2001	1995	2002
México	1969	78-1997	1993	2002
Panamá	1972	91-1999	1995	2002
Paraguay	1969	78-1997	1994	2004
Perú	1963	91-2011	1993	2004
R. Dominicana	1971	91-2007	1996	2006
Uruguay	1970	78-1994	1993	2011
Venezuela	1969	n.a.	1994	2002

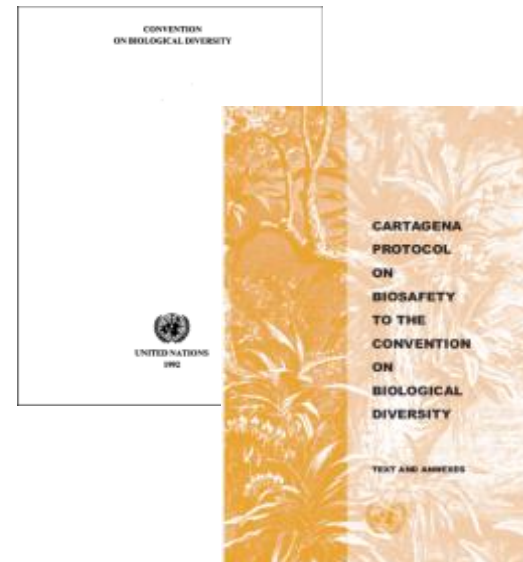
¹ Según *List of Codex members* (http://www.codexalimentarius.org/members-observers/members/en/?no_cache=1)

² Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Los países se suscriben a alguna de las actas de 1961, 1972, 1978 o 1991. Situación al 10 de junio de 2014. (UPOV 2014).

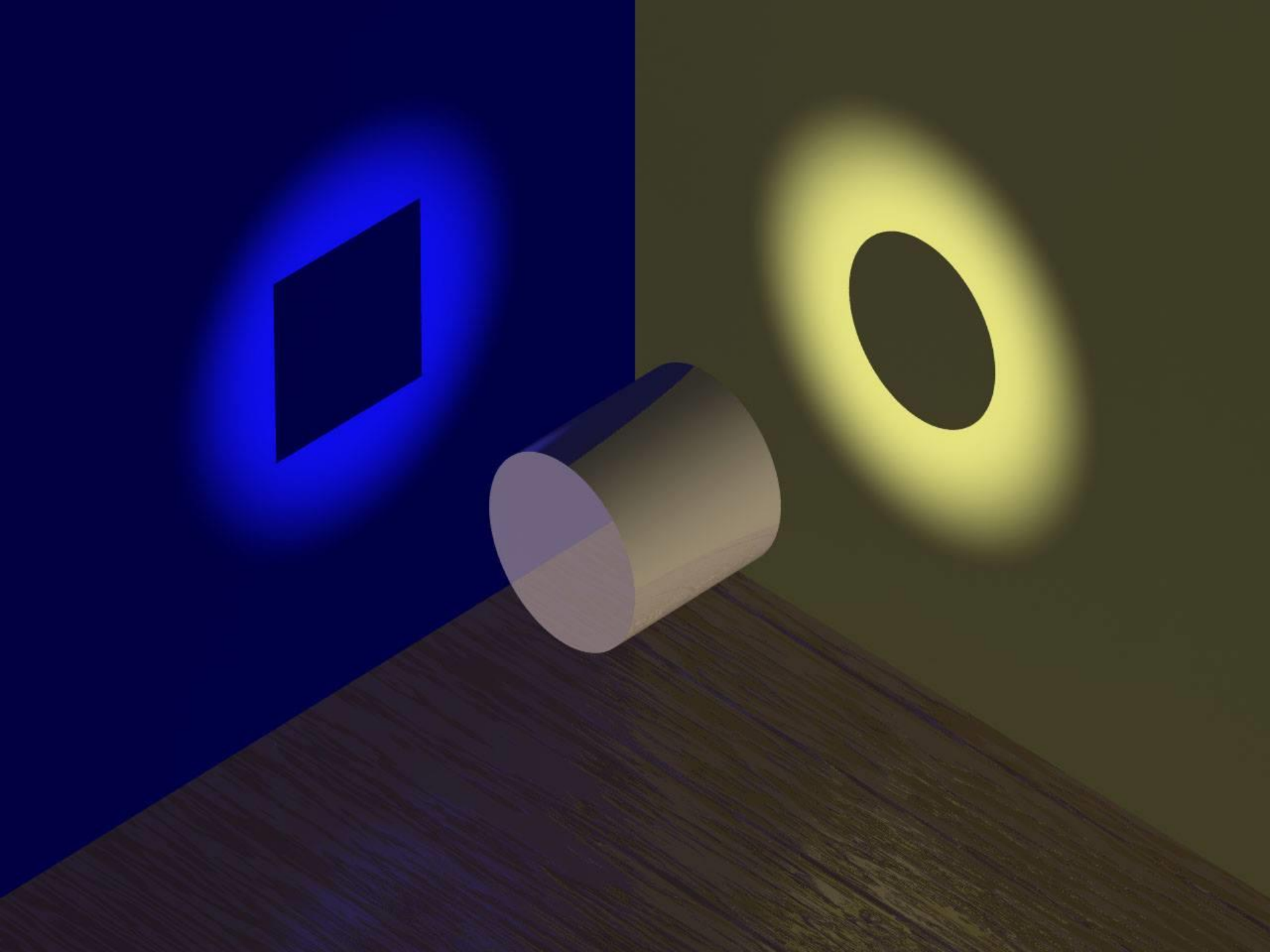
³ Según información reportada en el sitio de la Secretaría de la Convención de Diversidad Biológica (CBD 2014).



Resolución de aprobación

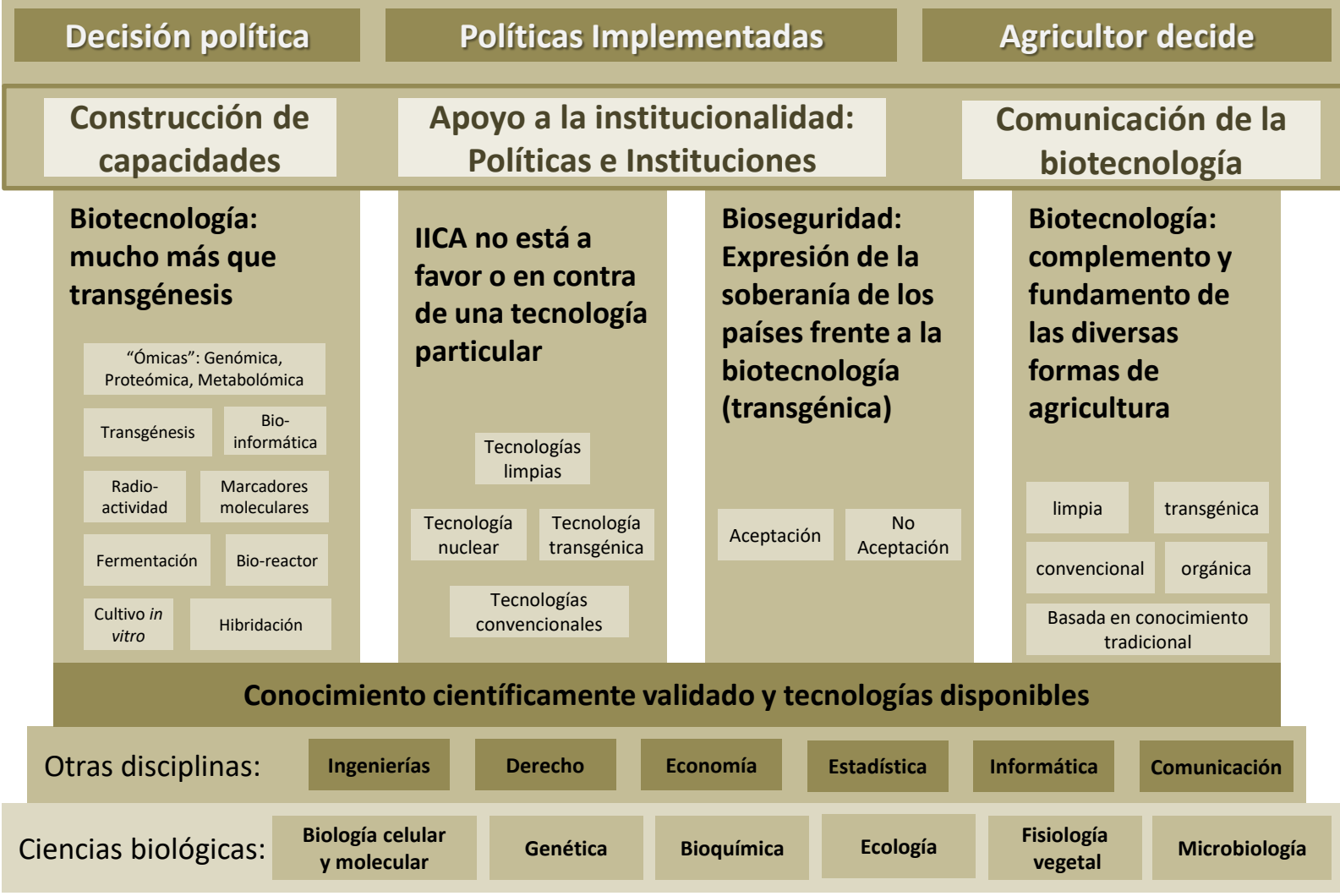


- Reflexiones introductorias
 - ODS
- Biotecnología & Bioseguridad
- **Modificación genética**
 - Transgénesis
- Consideraciones finales





Sistemas productivos sostenibles (social, económico, ambiental)



Propósito
Resultados
Actividades
Postulados IICA
Innovación tecnológica
Base científica y técnica

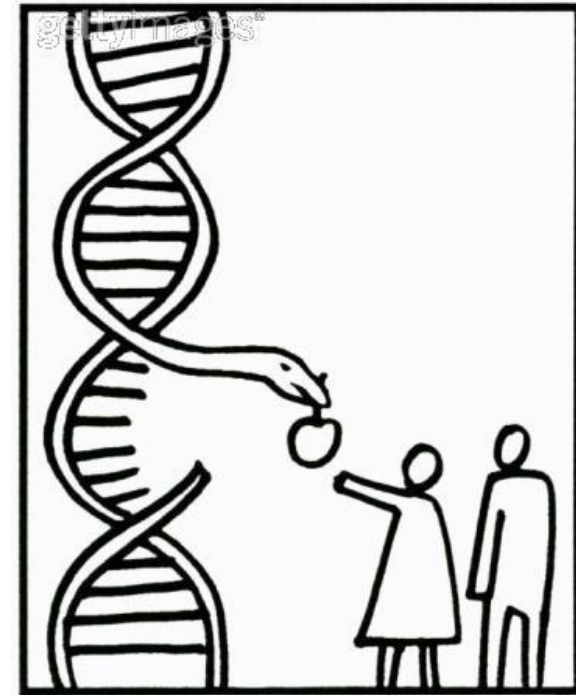
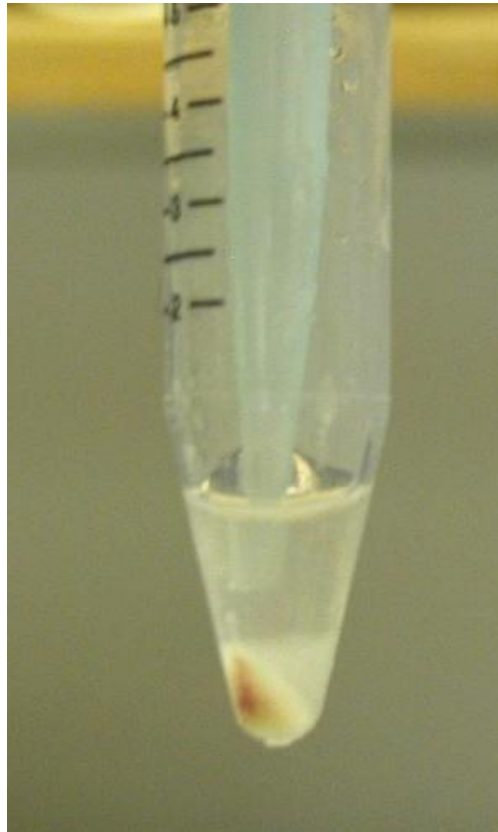
Hecho 1: Todos los seres vivos contenemos genes



Tomado de Museo Smithsonian (Washington)

Hecho 2: Es posible aislar y manipular genes

Vida = genes



chamanismognostico.webs.com

Tomado de : <http://biology.clc.uc.edu>

- Manipulación directa del genoma de un organismo empleando biotecnología
- Incluye cambiar, incorporar o retirar genes
- Hay modificaciones estables y transitorias



- Manipulación directa del genoma de un organismo empleando biotecnología
- Incluye cambiar, incorporar o editar genes
- Hay modificaciones estables y transitorias



Complejidad de la intervención humana



Nivel de control y precisión



Tiempo para obtención de resultados



- Reflexiones introductorias
 - ODS
- Biotecnología & Bioseguridad
- **Modificación genética**
 - **Transgénesis**
- Consideraciones finales

Maíz Transgénico

GM



Convencional



NO sustituye,
complementa



Resistencia a herbicida (RH)

Metaboliza al herbicida
No produce herbicida



(+) Reducción de tipos de moléculas y dosis de herbicidas químicos
(-) Aparición de malezas resistentes



Resistencia a Insectos (RI)

Produce bioinsectida



(+) Reducción de tipos de moléculas y dosis de biocidas químicos
(-) Posibilidad de aparición de plagas resistentes a bt

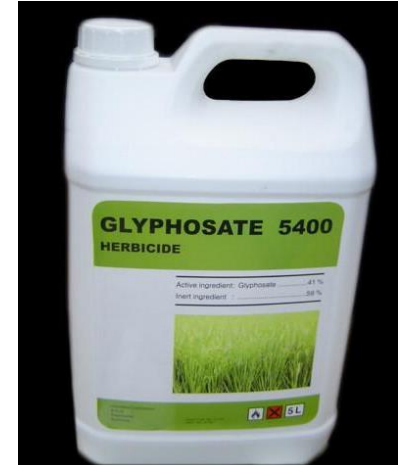


RH/RI

Metaboliza al herbicida y
Produce bioinsectida



Siembra directa
Herbicidas
Semilla transgénica
Mecanización
Rotación



Cultivos GM en 2016



■ 26 countries which have adopted biotech crops

In 2016, global area of biotech crops was 185.1 million hectares, representing an increase of 3% from 2015, equivalent to 5.4 million hectares.

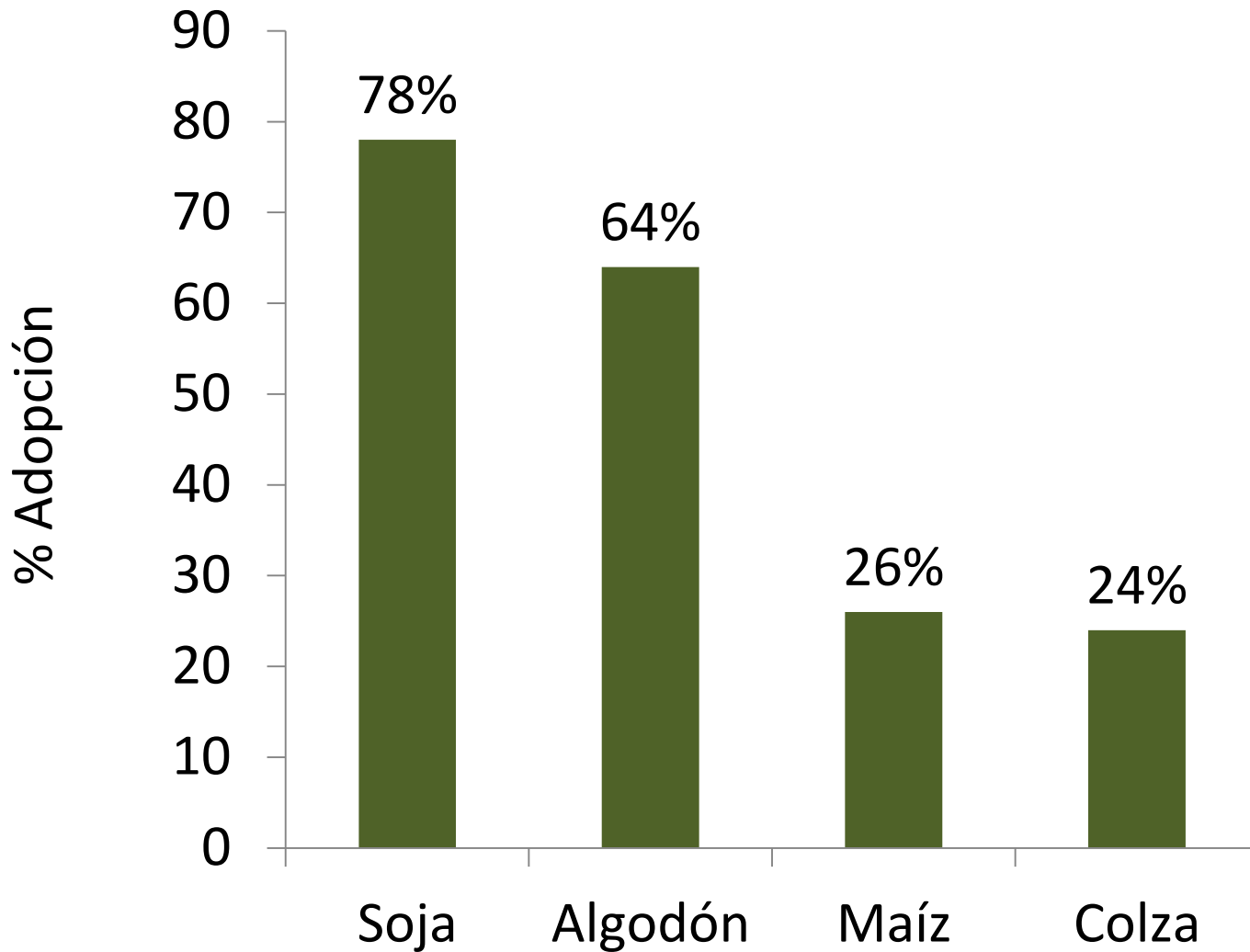
Source: ISAAA, 2016.



50,000 hectares, or more	
1. USA	72.9 million
2. Brazil*	49.1 million
3. Argentina*	23.8 million
4. Canada	11.6 million
5. India*	10.8 million
6. Paraguay*	3.6 million
7. Pakistan*	2.9 million
8. China*	2.8 million
9. South Africa*	2.7 million
10. Uruguay*	1.3 million
11. Bolivia*	1.2 million
12. Australia	0.9 million
13. Philippines*	0.8 million
14. Myanmar*	0.3 million
15. Spain	0.1 million
16. Sudan*	0.1 million
17. Mexico*	0.1 million
18. Colombia*	0.1 million
Less than 50,000 hectares	
Vietnam*	Bangladesh*
Honduras*	Costa Rica*
Chile*	Slovakia
Portugal	Czech Republic

* Developing countries

Cultivos GM en 2016



Sigue la desinformación y el terror sobre Transgénicos



<http://cuartoderecha.com/151>

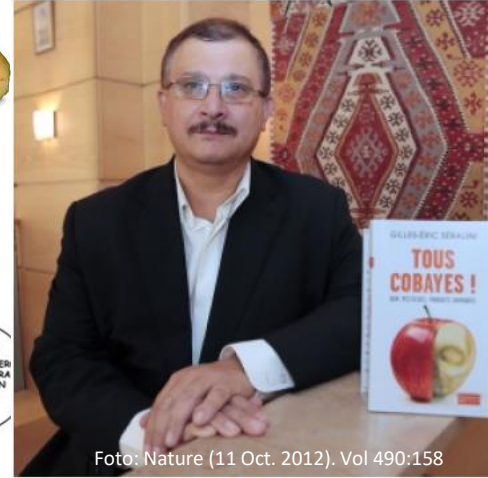
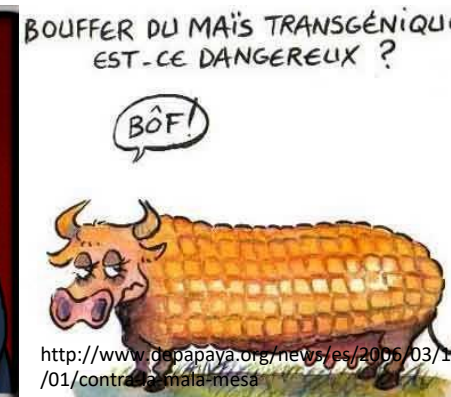
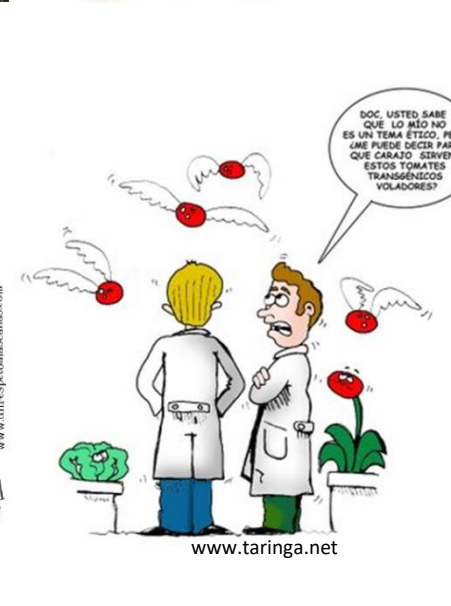


Foto: Nature (11 Oct. 2012), Vol 490:158



Ámbitos	Realidades (ventajas y desventajas)	Mitos (positivos y negativos)
Salud Humana	<p><u>Hechos comprobados con rigor técnico-científico</u></p> <p>Aplicación del método científico Comprobados y validados por expertos Sigue ruta de divulgación técnica</p>	<p>Relacionados con la <u>falta de información validada</u></p> <p>Ausencia de estudios e información Creencias de impactos sobre la salud humana y el ambiente Uso del glifosato Semilla GM es estéril Dependencia tecnológica Presencia y comportamiento de multinacionales Sobrevaloración de la tecnología</p>
Ambiental		
Biodiversidad		
Regulatorio		
Productivo		
Legal		
Económico		
Comunicación		
Otros		



Consecuencias
tecnológicas, ambientales, económicas,
políticas, sociales, etc.

AFECTA A PERSONAS

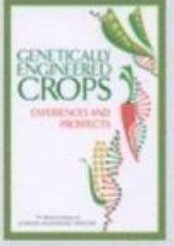
Table 1. Classification of 1783 scientific records on GE crop safety published between 2002 and 2012.

Topic	No. of papers	%*
General literature (GE gen)	166	9.3
Interaction of GE crops with the environment (GE env)	847	47.5
Biodiversity	579	32.5
Gene flow	268	15
Gf – Wild relatives	113	6.3
Gf – Coexistence	96	5.4
Gf – Horizontal gene transfer in soil	59	3.3
Interaction of GE crops with humans and animals (GE food&feed)	770	43.2
Substantial equivalence	46	2.6
Non-targeted approaches to equivalence assessment	107	6
GE food/feed consumption	312	17.5
Traceability	305	17.1

*Percentage of the total number of collected papers.

Fuentes:

- Park JR, McFarlane I, Phipps RH, Ceddia G, Raymond J. 2011. The role of transgenic crops in sustainable development. *Plant Biotechnology Journal* 9: 2–21.
- Nicolía, A., Manzo, A., Veronesi, F. y Rosellini D. 2013. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Reviews in Biotechnology Early Online*: 1–12 (revisión de 1783 estudios)
- The National academies of Sciences, Engineering, Medicine. 2016. *Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects*. The National Academies Press. Washington. -Revisión de 900 estudios sobre el impacto de los OGM en los últimos 30 años, elaborado por cuatro paneles (112 científicos).



Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects

DETAILS

420 pages | 6 x 9 | PAPERBACK
 ISBN 978-0-309-43738-7 | DOI: 10.17226/23395

AUTHORS

Committee on Genetically Engineered Crops: Past Experience and Future Prospects; Board on Agriculture and Natural Resources; Division on Earth and Life Studies; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine

BUY THIS BOOK

FIND RELATED TITLES

¿ALERGIAS ALIMENTARIAS?



LECHE



TRIGO



HUEVO



SOJA

ALIMENTOS QUE CAUSAN EL 90% DE LAS ALERGIAS

MANÍ



NUEZ



MARISCO



PESCADO



**¡NUNCA SE HA REPORTADO QUE UN CULTIVO
TRANSGÉNICO COMERCIAL PRODUZCA ALERGIAS!**

En más de 21 años de utilización masiva no ha habido ni un solo incidente sanitario asociado con cultivos de plantas transgénicas.

Las plantas GM son tan seguras como las convencionales

Fuentes:

- Nicolia A, Manzo A, Veronesi F, Rosellini D. 2013. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Reviews in Biotechnology Early Online*: 1–12 (revisión de [1783 estudios](#))
- Carpenter JE. 2011, Impact of GM crops on biodiversity. *GM Crops* 2(1): 7-23
- Park JR, McFarlane I, Phipps RH, Ceddia G, Raymond J. 2011. The role of transgenic crops in sustainable development. *Plant Biotechnology Journal* 9: 2–21

Productos transgénicos para salud humana (vacunas, medicinas, terapias, etc.) no han generado mayor debate.

Excepción: Mosquito GM

Los cultivos de plantas GM NO están acabando con los ecosistemas ni con la biodiversidad, de hecho hay efectos benéficos para el ambiente

- Apoya las estrategias de **intensificación sostenible** de la agricultura
 - **Previene degradación** física, química y biológica de suelos
- **Reduce de la huella ambiental** de la agricultura y disminuye liberación de GEI y de pesticidas
 - Evita o **disminuye** la utilización (dosis y frecuencia) de **pesticidas**
 - **Protegen** la biodiversidad benéfica

Fuentes:

Carpenter, 2010. Nat. Biotech 28:319-21; Carpenter, 2011; Meriles *et al.*, 2009. Soil & Tillage Research 103:271-281; Brookes y Barfoot, 2014; Rovea, 2012; Díaz-Rosello, 2001; Hutchinson *et al.* Science 330:222-5; Pal *et al.*, 2009; Nicolia *et al.*, 2012; Naranjo, 2008, CAB reviews 4: 1-11; van der Wou *et al.*, 2010 TAG 120: 241-52; The Royal Society, 2009; Gressel 2008; National Research Council, 2010; Sneller, 2003, Crop Sci. 43:409-14; Sneller, 2003, Crop Sci. 43:409-14; Bowman *et al.*, 2003, Crop. Sci. 43:515-8; Krishna *et al.*, 2009; LacBiosafety, 2013; Icoz & Stotzky, 2008. Soil Biol. Biochem. 40:559-86; O'Callaghan *et al.* 2005. Annu. Rev. Entomol. 50:271-92; Romeis *et al.* 2006. Nat. Biotech. 24: 63-71; Firbank, 2003; Hawes *et al.*, 2003

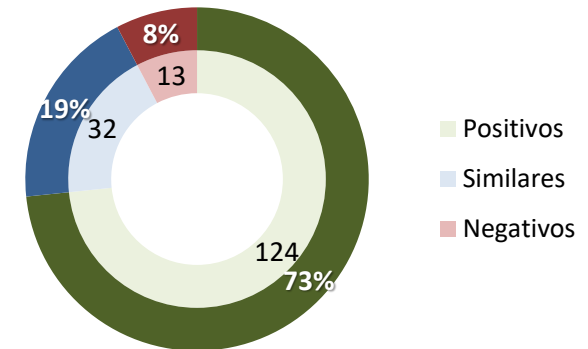
Table 2. Average percentage changes in yield by technology for developed and developing countries [(GM-conventional)/conventional]³⁸

Technology	Change in yield	# of results	Min.	Max.	Std. Err.
<i>Developed Countries</i>	6%	59	-12%	26%	1.0%
HT Cotton	0%	6	-12%	17%	3.8%
HT Soybean	7%	14	0%	20%	1.7%
HT/IR Cotton	3%	2	-3%	9%	5.8%
IR Corn	4%	13	-3%	13%	1.6%
IR Cotton	7%	24	-8%	26%	1.9%
<i>Developing Countries</i>	29%	107	-25%	150%	2.9%
HT Corn	85%	1			
HT Soybean	21%	3	0%	35%	11%
IR Corn	16%	12	0%	38%	4%
IR Corn (white)	22%	9	0%	62%	6.9%
IR Cotton	30%	82	-25%	150%	3.5%



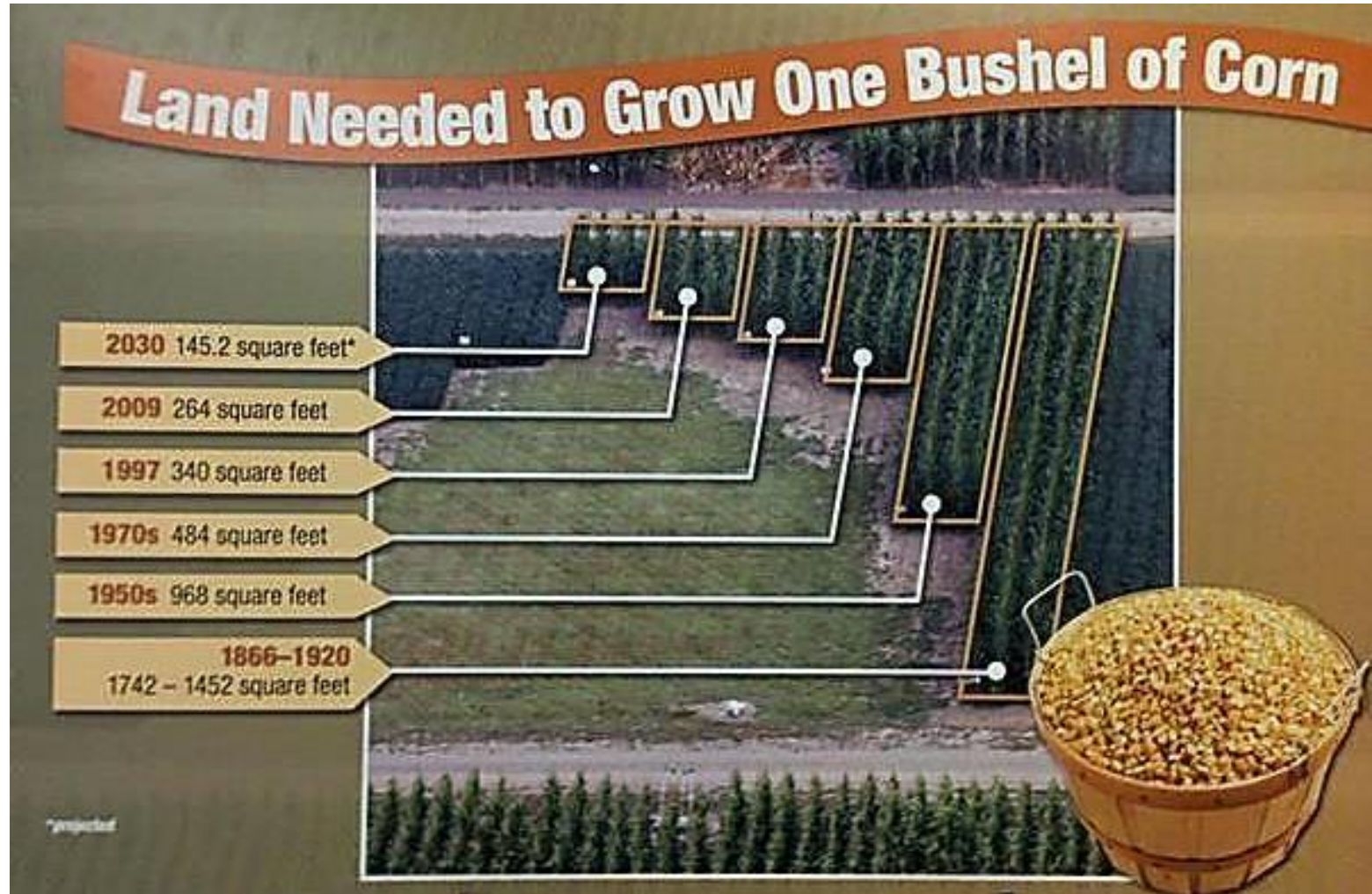
Averages calculated across surveys, geographies, years and methodologies. A two-tailed t-test shows a significant difference between the average yields of developed and developing countries ($t = 7.48$, $df = 134$, $p < 0.0005$).

Opinión de productores



Rendimiento alto implica:

- **Menor presión** sobre suelos y nuevas áreas de siembra
- **Optimización** de recursos (agua, suelo, nutrientes)
- **Beneficio** sobre el ambiente



33
(2015)

Ton/ha
18.8
10.4
8.0
5.6
2.8
1.6-1.8

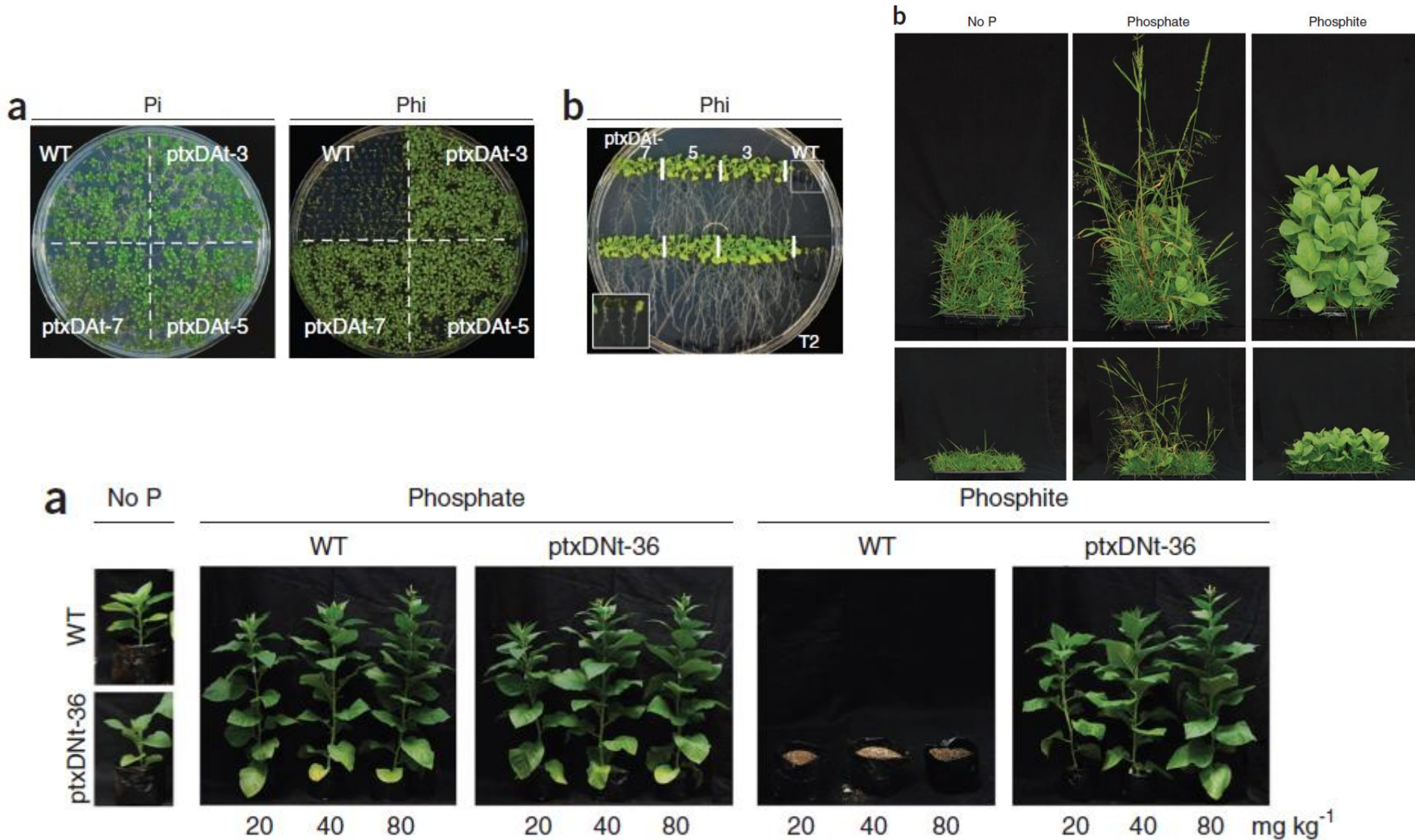
1 bushel = 25.4 kg

Análisis comparativo de costos de maíz GM vs. híbrido convencional en Honduras (2016)

Concepto	Maíz GM (USD/Ha ¹)	Maíz híbrido convencional (USD/Ha)	GM/Conv %
Mecanización	80.7	80.7	0
Siembra	62.1	62.1	0
Semilla	188.7	139.7	35.1
Insumos	372.5	472.9	-21.2
Secado	170.7	131.9	29.4
Transporte	239.0	184.7	29.4
Subtotal	1113.79	1072.0	3.9
Precio de tonelada de grano ¹	22.35	22.35	0
Rendimiento (Ton/Ha)	15.74	12.16	29.4
Valor de la venta	2458.5	1899.8	29.4
Utilidad	1344.7	827.7	62.5
U\$ adicionales	679.7	0	
Datos adicionales			
Punto de equilibrio (en Ton)	6.87	6.44	
Toneladas adicionales	3.58	0	

¹ Basado en precios de grano en el mercado actual (octubre 2016)

Avances en Transgénesis: Plantas GM que pueden usar fosfito como fuente de P y control de malezas



Ruta de desarrollo de soja GM

CARACTERÍSTICAS:

Control de plagas, malezas y enfermedades

Aumento del rendimiento

Uso de nitrógeno

Tolerancia a estrés

Composición

DESARROLLO TEMPRANO

Aumento del rendimiento 2ª generación (Monsanto, BASF)

Aumento del rendimiento (Pioneer/DuPont)

Incremento de aceite y mejor eficiencia para forraje (Pioneer/DuPont)

DESARROLLO AVANZADO (próximos 5-7 años)

Aumento del rendimiento 1ª generación (Monsanto, BASF)

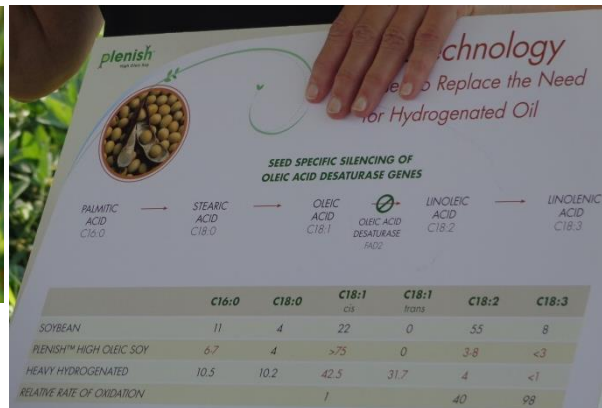
Plenish™ Alto contenido de ácido oleico (Pioneer/DuPont)

Enriquecimiento en Omega-3 SDA (estearidónico) (Monsanto, Solae)

Vistive® Gold Bajo contenido de saturados, aceite Cero Grasas Trans (Monsanto)



Plenish



Enhanced Consumer Benefits

- 0g trans fat
- 20% less saturated fat than commodity soybean oil
- 75% less saturated fat than palm oil
- Profile similar to olive oil

Modificación genética tiene el potencial de acelerar el fitomejoramiento para adaptación de los cultivos a ambientes cambiantes y bajo estrés (Bhatnagar-Mathur P, Vadez V, Sharma KK. 2007. Transgenic approaches for abiotic stress tolerance in plants: retrospect and prospects. *Plant Cell Reports*, DOI 10.1007/s00299-007-0474-9)

- **Tolerancia a la sequía**

- Duración e intensidad de la sequía se ha incrementado. La sequía reduce dramáticamente la productividad de los cultivos.

- **Tolerancia a la salinidad**

- Suelos afectados por salinidad están en más de 100 países y cerca del 20% de la agricultura bajo irrigación está afectada.
- Mumms R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167: 645–663.

- **Tolerancia al calor**

- Calentamiento global reduce en promedio entre 5% y 6% la productividad de cultivos C4 (óptimo 25-30°C) y C3 (15-20 °C), respectivamente, por cada 1°C de incremento
- Yamori W, Hikosaka K, Way DA. 2013. Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAM plants. *Photosynthesis Research*, 119(1-2): 101-17. Available at: DOI 10.1007/s11120-013-9874-6)

- **Re-ingeniería de fotosíntesis de cereales**

- Modelos matemáticos sugieren modificar Rubisco para maximizar ganancias de C a niveles elevados de CO₂
- Zhu XG, Portis AR, Long SP. 2004. Would transformation of C3 crop plants with foreign Rubisco increase productivity? A computational analysis extrapolating from kinetic properties to canopy photosynthesis. *Plant, Cell & Environment*, 27: 155–165
- Hanson MR, Gray BN, Ahner BA. 2013. Chloroplast transformation for engineering of photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, 64: 731–742).

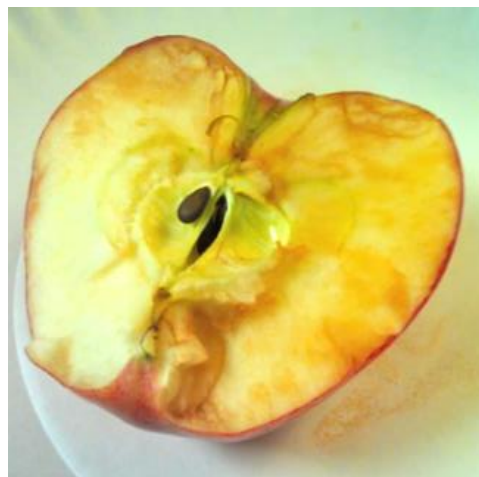
- **Resistencia a patógenos**

- Dwivedi SL, Sahrawat K, Upadhyaya H, Ortiz R. 2013. Food, nutrition and agrobiodiversity under global climate change. *Advances in Agronomy*, 120: 1–118.

Manzana GM tolerante a la oxidación

Especie	<i>Malus domestica</i>
Nombre comercial	Artic® apple
Desarrollador	Okanagan Specialty Fruits
Método	Agrobacterium tumefaciens
País	CAN
Aprobación	Para cultivo y consumo directo o procesado (CAN, USA, 2015)
Justificación	Producir una variedad de manzana que no se oxida (no se pone oscura)

Gen	Fuente del gen	Producto / Función
ppo	Polyphenol oxidase (<i>Malus domestica</i>)	Silenciamiento del gen ppo, con lo cual solo 10% de la PPO está presente en el fruto, evitándose así la degradación de los polifenoles.



Posiciones “anti” sobre cultivos GM en ALC (2017)



MEX:
Prohibición maíz GM
Disposiciones judiciales

BEL: *

GUA: *

ESV: *

NIC: *

CARIBE:*

CRC: Proyecto de moratoria

VEN: Estrategia y Plan Nacional para eliminar el uso de OGM en producción agrícola

ECU: Prohibición constitucional

PER: Moratoria (10 años)

BOL: Prohibición cultivos GM (excepto soya)

Perú: 10 años de moratoria al ingreso y producción de OVM

CUADRO DE TIPIFICACIÓN DE INFRACCIONES Y ESCALA DE SANCIONES CORRESPONDIENTE A LA MORATORIA AL INGRESO Y PRODUCCIÓN DE ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS (OVM) AL TERRITORIO NACIONAL POR UN PERIODO DE 10 AÑOS

LEYENDA	
Ley de OVM	Ley N° 29811 - Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de Organismos Vivos Modificados al territorio nacional por un periodo de 10 años
Reglamento de la Ley de OVM	Reglamento de la Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de Organismos Vivos Modificados al territorio nacional por un periodo de 10 años, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2012-MINAM y modificado por Decreto Supremo N° 010-2014-MINAM
Ley del SINEFA	Ley N° 29325 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Tolerancia cero

INFRACCIÓN	BASE LEGAL REFERENCIAL	CALIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LA INFRACCIÓN	SANCIÓN NO MONETARIA	SANCIÓN MONETARIA
1 INGRESO DE ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS PROHIBIDOS AL TERRITORIO NACIONAL				
1.1 Ingresar al territorio nacional OVM prohibidos como equipaje (acompañado o no) o envío postal (correspondencia, pequeños paquetes y otros similares)	Artículo 1° de la Ley de OVM Artículo 2° del Reglamento de la Ley de OVM	LEVE	AMONESTACIÓN	Hasta 50 UIT
1.2 Ingresar al territorio nacional OVM prohibidos como carga o envío postal (encomiendas y otros similares)	Artículo 1° de la Ley de OVM Artículo 2° del Reglamento de la Ley de OVM	GRAVE		Hasta 300 UIT
2 DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y/O LIBERACIÓN DE OVM AL AMBIENTE				
2.1 Producir fuera de espacios confinados o liberar en el territorio nacional OVM	Artículo 1° de la Ley de OVM Artículo 2° del Reglamento de la Ley de OVM	MUY GRAVE		Hasta 500 UIT
2.2 Cambiar el uso de los OVM ingresados lícitamente al territorio nacional, destinándolos para fines de crianza o cultivo	Artículo 1° de la Ley de OVM Artículo 37° del Reglamento de la Ley de OVM	MUY GRAVE		Hasta 1 000 UIT
2.3 Comercializar OVM prohibidos	Artículo 1° de la Ley de OVM Artículo 38° del Reglamento de la Ley de OVM	MUY GRAVE		Hasta 1 000 UIT
3 DEL COMPROMISO DE RECONOCIMIENTO Y DESTRUCCIÓN DE OVM				
3.1 Incumplir el compromiso de reconocimiento de los hechos investigados y asunción del costo que implique la destrucción de OVM	Artículo 1° de la Ley de OVM Artículo 34-F° del Reglamento de la Ley de OVM	MUY GRAVE		Hasta 1 000 UIT

IUT= S/. 3,950
1USD = S/. 3.40

> 58,000 USD

> 1,161, 700 USD

Posiciones “pro” sobre cultivos GM en ALC (2017)

MEX: GM algodón

HON- GUA *

HON: GM maíz

PAN: GM maíz, salmón

COL: GM maíz, algodón, (soya)

BOL: GM soya

CUB: GM maíz

BRA
ARG
CHI
PAR
URU
maíz, soya,
algodón GM



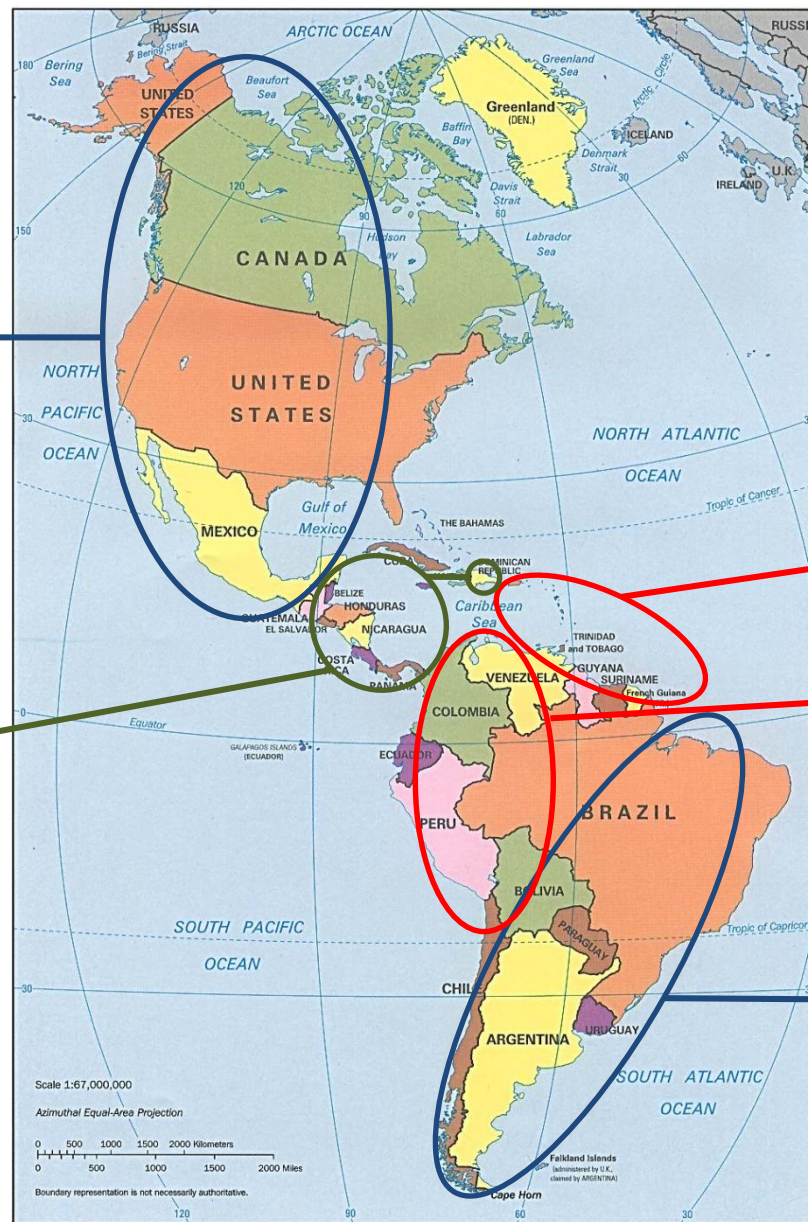
Bioseguridad en ALC

NABI

(Canadá, EEUU,
México)



(Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala,
Honduras, Nicaragua,
Panamá, R. Dominicana)



CARICOM R. ANDINA

(Bolivia, Colombia, Ecuador,
Perú, Venezuela)

G5-CAS

(Argentina, Brasil, Chile,
Paraguay, Uruguay)

- Reflexiones introductorias
 - ODS
- Biotecnología & Bioseguridad
- Modificación genética
 - Transgénesis
- **Consideraciones finales**

Aumento de la productividad Disminución de costos de producción

T
E
C
N
O
L
O
G
Í
A

- Mejorar el uso del recurso hídrico
- **Generar nuevas semillas mejoradas**
 - Mayor tolerancia a estrés biótico (malezas, plagas y enfermedades) y abiótico (salinidad, sequía, inundación)
- Generar nuevos bioinsumos y ampliar su uso
- Racionalizar el uso de agroquímicos
- Disminuir pérdidas postcosecha
- Mejora almacenamiento y distribución
- Fomentar investigación
- Mejorar la comunicación al público

P
O
L
Í
T
I
C
A
S

- *“Óvulos maduros de los cuales, de darse las condiciones oportunas, nacerán nuevas plantas”.*
- Insumo primario de la agricultura.
- Factor/inversión fundamental del éxito productivo.
- **Vehículo de la innovación agrícola.**
 - En ella se materializan la ciencia y la tecnología.
 - Hay que garantizar su calidad y disponibilidad.
 - Se debe reconocer su valor y la importancia del proceso para su generación

El cambio climático y la población creciente y exigente obligan a generar, conocer y utilizar diversas tecnologías para responder a tales retos de manera eficiente y sostenible

Pero:

Las tecnologías resuelven problemas,

Pero

No son la solución a todos los problemas,

Tampoco son perfectas,

Pero son indispensables

Una visión integral de la biotecnología la convierte en un aliado importante para el cumplimiento de los ODS

- Reflexiones introductorias
 - ODS
- Biotecnología & Bioseguridad
- Modificación genética
 - Transgénesis
- Consideraciones finales



IICA Paraguay

<http://www.iica.int/mexico>

Ricardo Orellana

E-mail: Ricardo.Orellana@iica.int

IICA Sede Central

<http://www.iica.int>

Pedro Rocha, *Ph.D.*

E-mail: Pedro.Rocha@iica.int