

POLITÉCNICA



Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria



CBGP
CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA
Y GENÓMICA DE PLANTAS
UPM-INIA



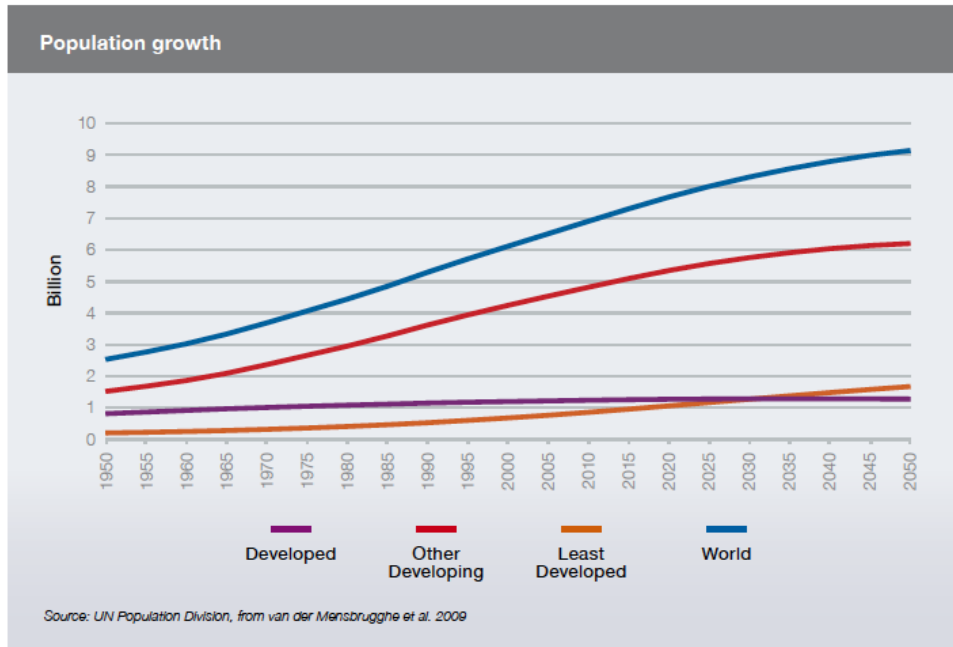
**EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA**

JORNADA NUEVAS TÉCNICAS DE MEJORA GENÉTICA



Antonio Molina
Director CBGP (UPM-INIA)

**Universidad Politécnica de Madrid (UPM) –
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)**



The projections show that feeding a world population of 9.1 billion people in 2050 would require raising overall food production by some 70 percent between 2005/07 and 2050. Production in the developing countries would need to almost double. This implies significant increases in the production of several key commodities. Annual cereal production, for instance, would have to grow by almost one billion tonnes, meat production by over 200 million

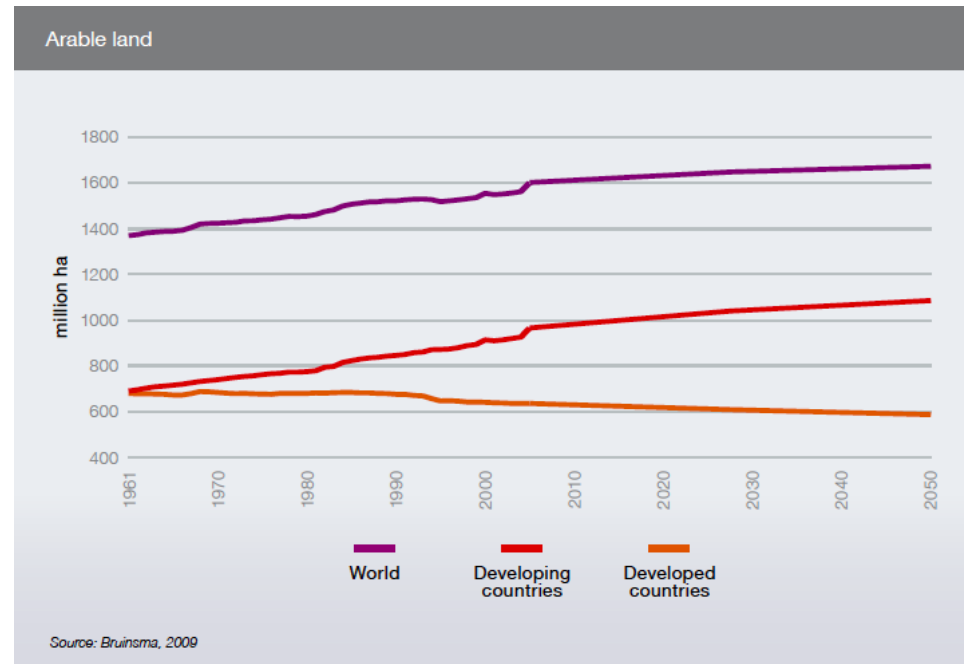
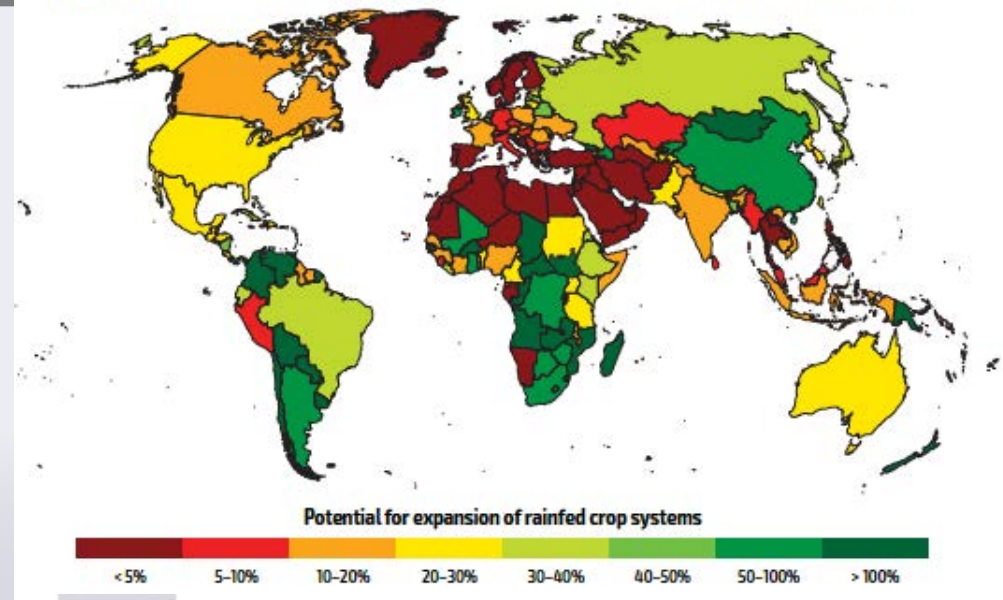
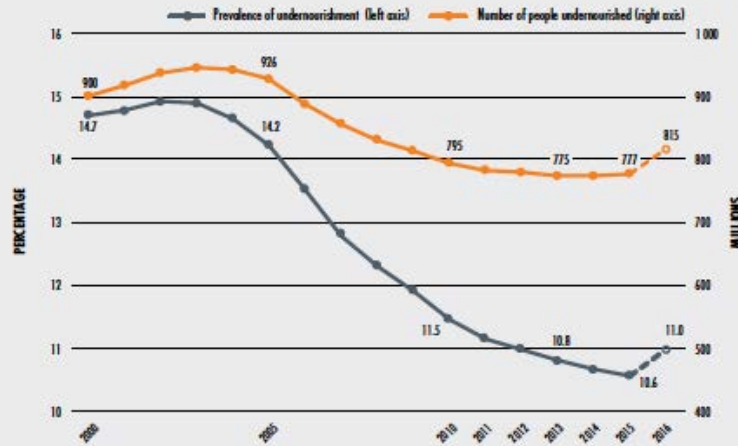


Figure 3.10 Potentially highly suitable additional land for rainfed cropping systems, 2012



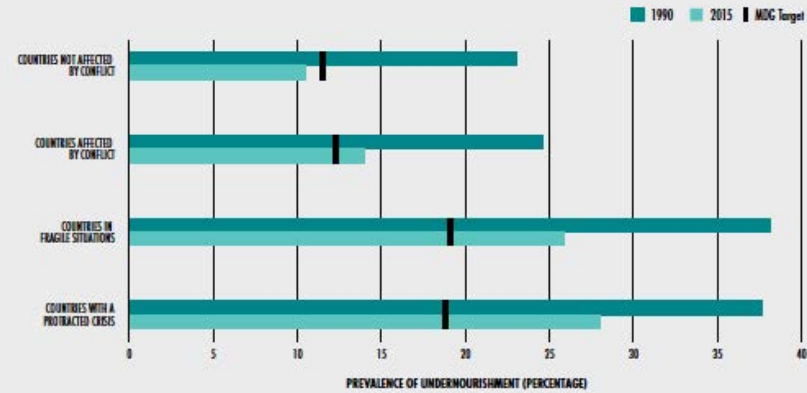
LA LUCHA CONTRA LA MALNUTRICIÓN Y LAS HAMBRUNAS.....

FIGURE 1
 THE NUMBER OF UNDERNOURISHED PEOPLE HAS BEEN ON THE RISE SINCE 2014, REACHING AN ESTIMATED 815 MILLION IN 2016



NOTE: Prevalence and number of undernourished people in the world, 2000–2016. Figures for 2016 are projected estimates (see Box 1 on p. 4 and Methodological notes in Annex 1, p. 95). SOURCE: FAO.

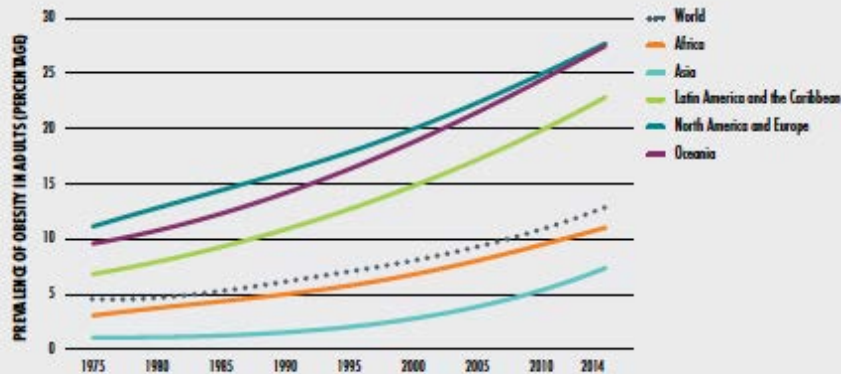
FIGURE 17
 THE GROUP OF COUNTRIES AFFECTED BY CONFLICT DID NOT MEET THE MDG TARGET OF HALVING THE RATE OF UNDERNOURISHMENT



NOTE: The estimates in the graph refer to the population-weighted average prevalence of undernourishment in countries affected by conflict, for all countries, for countries with a protracted crisis, or for those on the Harmonized List of Fragile Situations. See Annex 2 (p. 102) for the list of countries affected by conflict, and for definitions.

SOURCES: UCDP dataset for classification of countries affected and not affected by conflict; World Bank for classification of countries in fragile situations; and FAO for classification of countries in protracted crisis and prevalence of undernourishment data.

FIGURE 7
 ADULT OBESITY IS RISING EVERYWHERE AT AN ACCELERATING PACE

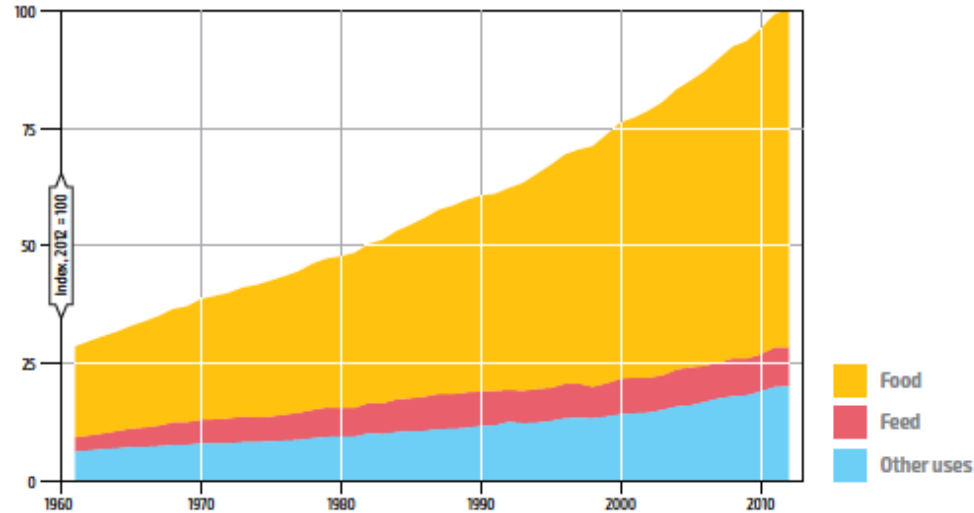


NOTES: Prevalence of obesity in adults 18 years and over, 1975–2014. SOURCE: WHO/WCD-RisC and WHO Global Health Observatory Data Repository, 2017.

.... Y LA OBESIDAD

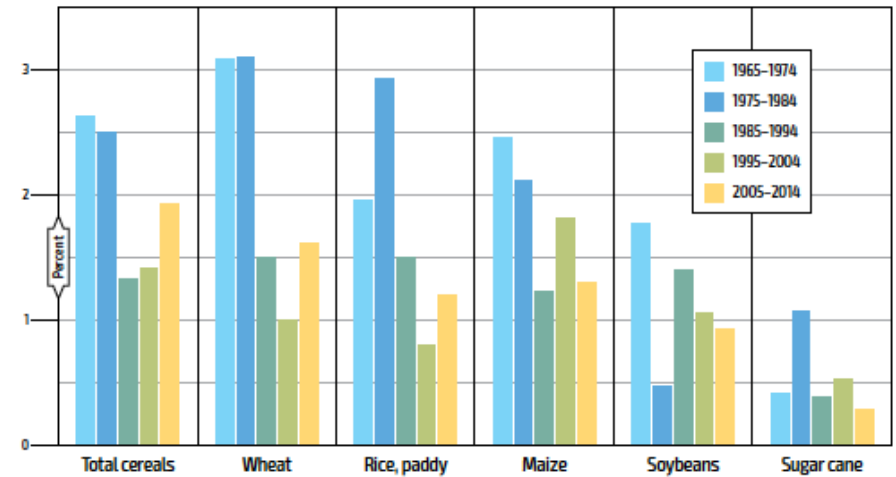
LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS SE HA INCREMENTADO DE FORMA SOSTENIBLE

Figure 1.1 Food and non-food agricultural demand: historical trends



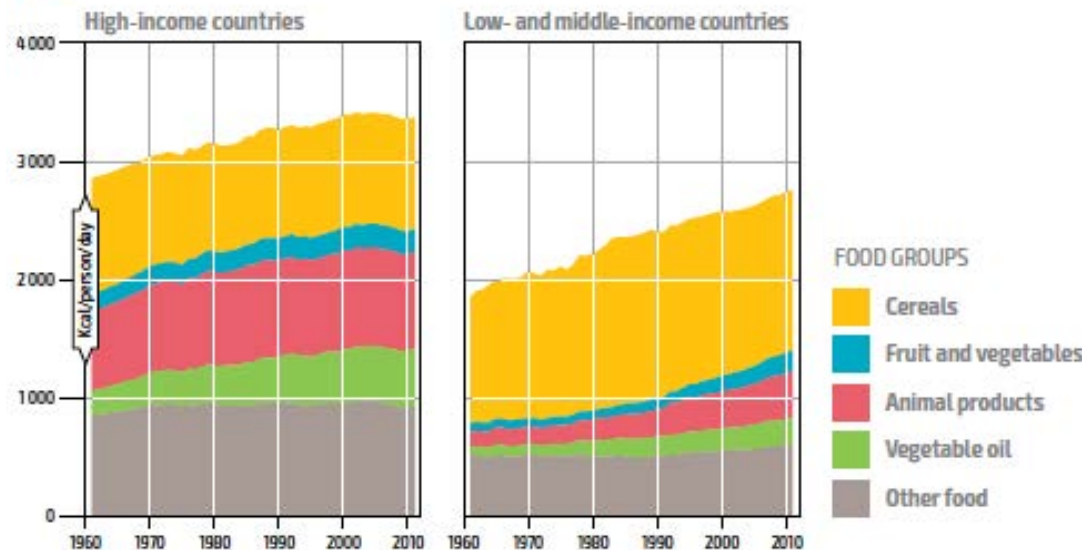
Note: The index 2012=100 is based on the volume of food demand expressed in monetary terms at 2012 prices.
Source: FAO Global Perspective Studies, based on FAOSTAT (various years).

Figure 1.12 Average annual growth rates for selected crop yields



Note: Growth rates are estimated using the ordinary least squares regression of the natural logarithm of crop yields on time and a constant term. The commodity group "Cereals (total)" is from FAOSTAT and includes the following: wheat, rice (paddy), barley, maize, rye oats, millet, sorghum, buckwheat, quinoa, fonio, triticale, canary seed, as well as grains and mixed cereals not specified elsewhere.
Source: FAO, 2017a.

Figure 1.5 Trends in food demand by income group



PERO DESPERDICIAMOS ALIMENTOS

Table 3.5 Post-harvest losses as percentage of commodity availability, 2012

REGIONS	CEREALS	FRUIT AND VEGETABLES	OILSEEDS	CASH CROPS	MEAT
High-income countries	1.3	6.0	1.2	0.3	0.3
East Asia and Pacific	5.9	8.9	2.6	0.4	0.1
- China	4.7	8.9	2.4	0.3	0.0
- East Asia and Pacific (excluding China)	8.2	9.1	3.2	0.9	0.3
South Asia	5.7	9.7	3.7	1.0	0.0
Europe and Central Asia	5.8	7.4	3.0	0.0	0.4
Latin America and Caribbean	9.1	16.5	1.4	2.8	1.3
Near East and North Africa	7.3	10.0	3.8	0.0	0.0
Sub-Saharan Africa	7.9	11.0	6.1	4.0	0.0
Low- and middle-income countries	6.4	9.7	2.8	0.9	0.4
- Low- and middle-income countries (excluding China)	7.1	10.4	2.9	1.3	0.6
World	5.0	8.9	2.3	0.8	0.4

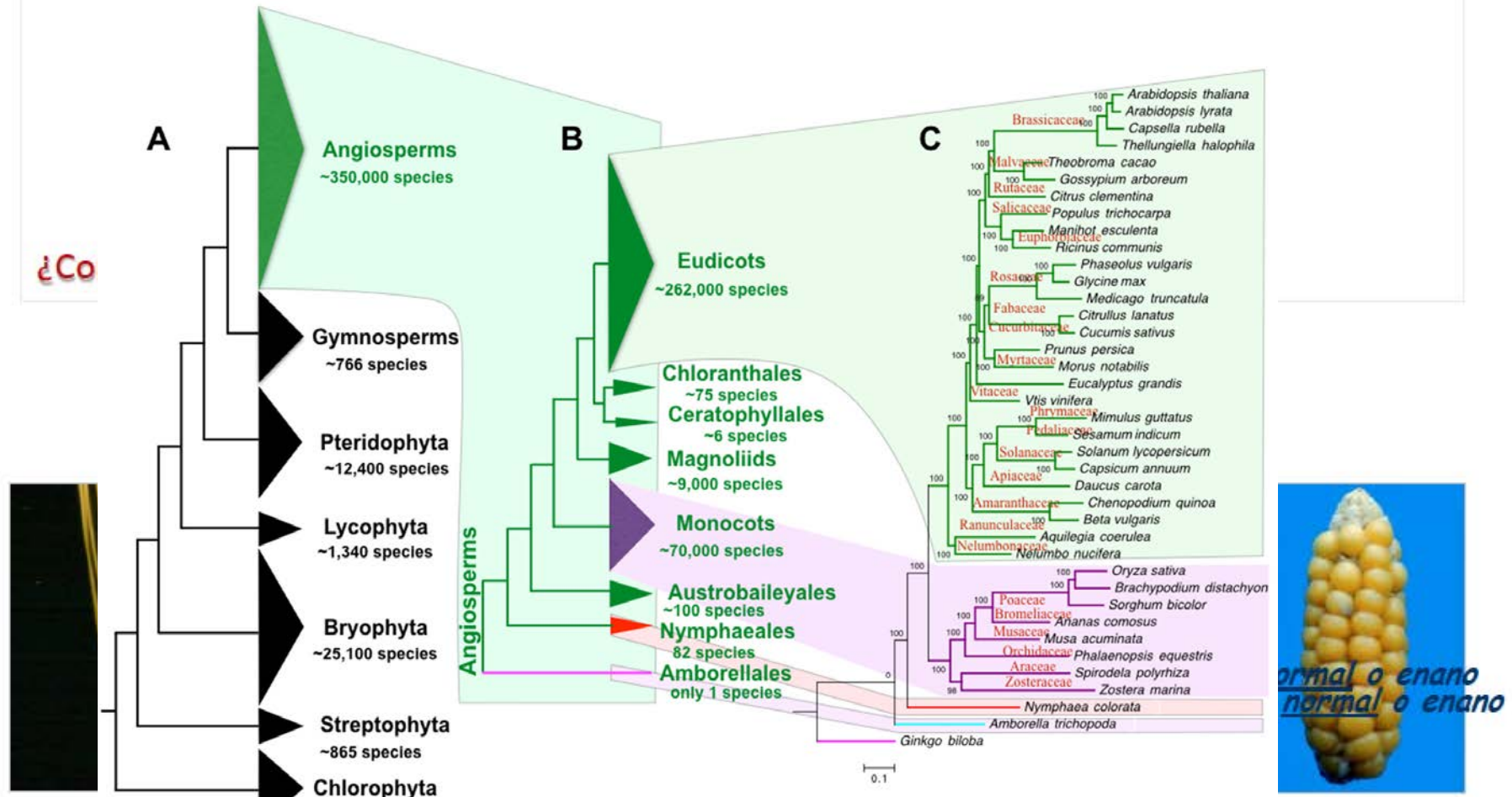
Source: FAO Global Perspectives Studies, based on FAOSTAT (various years).

I DOMESTICACIÓN Y AGRICULTURA: LOS CULTIVOS NO SON “NATURALES” LA SELECCIÓN GENÉTICA SE INICIO HACE 10.000 AÑOS

La agricultura - a través de la manipulación genética permitió la evolución social de la humanidad

Existen aproximadamente:

- 400.000 especies vegetales



LOS ORIGENES...DOMESTICACIÓN Y AGRICULTURA Y LA *www* DEL CONOCIMIENTO

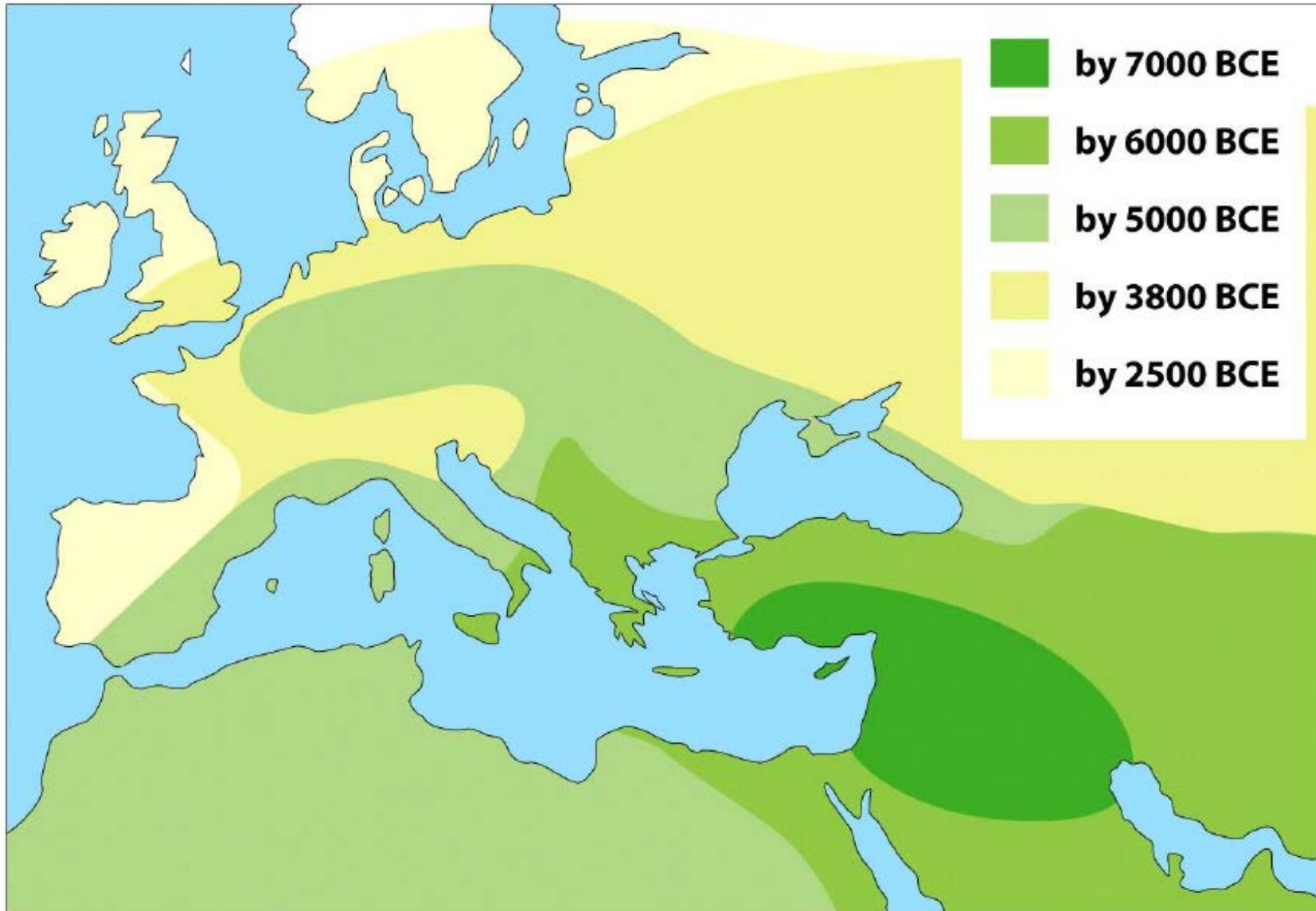
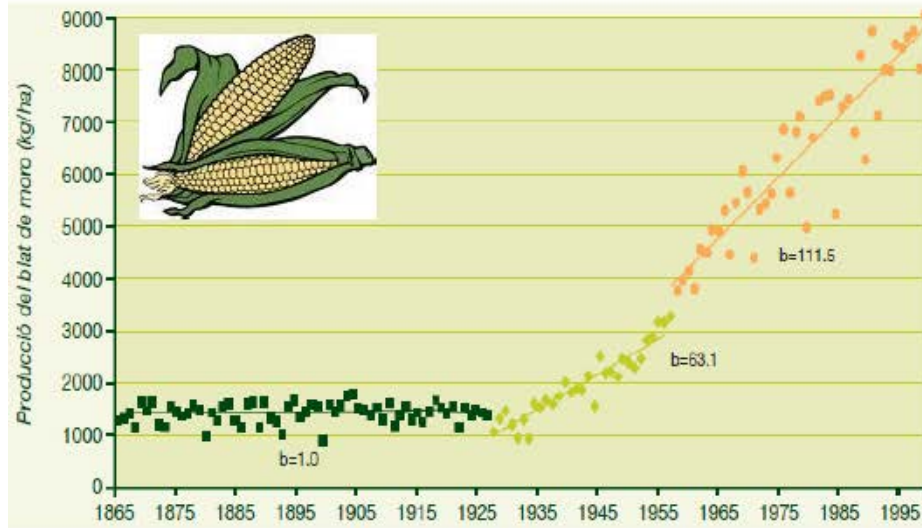
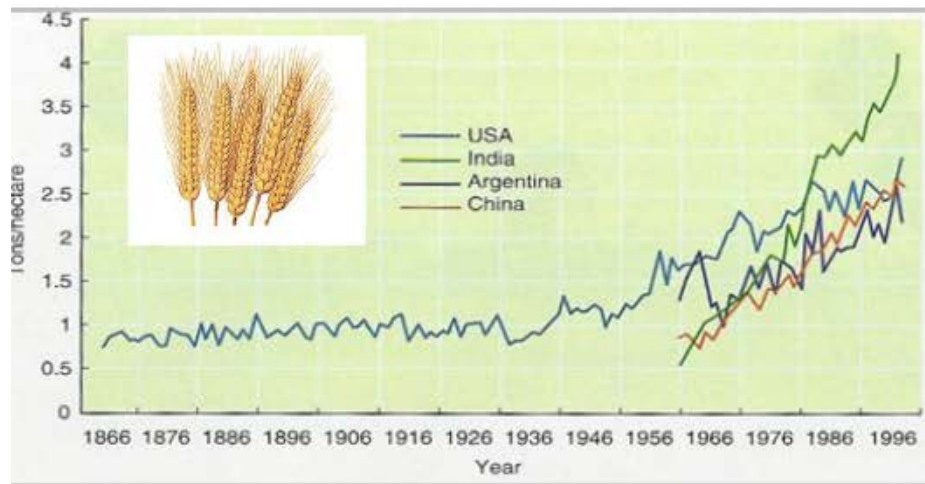


Figure 9-3 Plant Biology (© Garland Science 2010)

Rendimientos medios de maíz y trigo



Maíz -EEUU:
 1865-2000

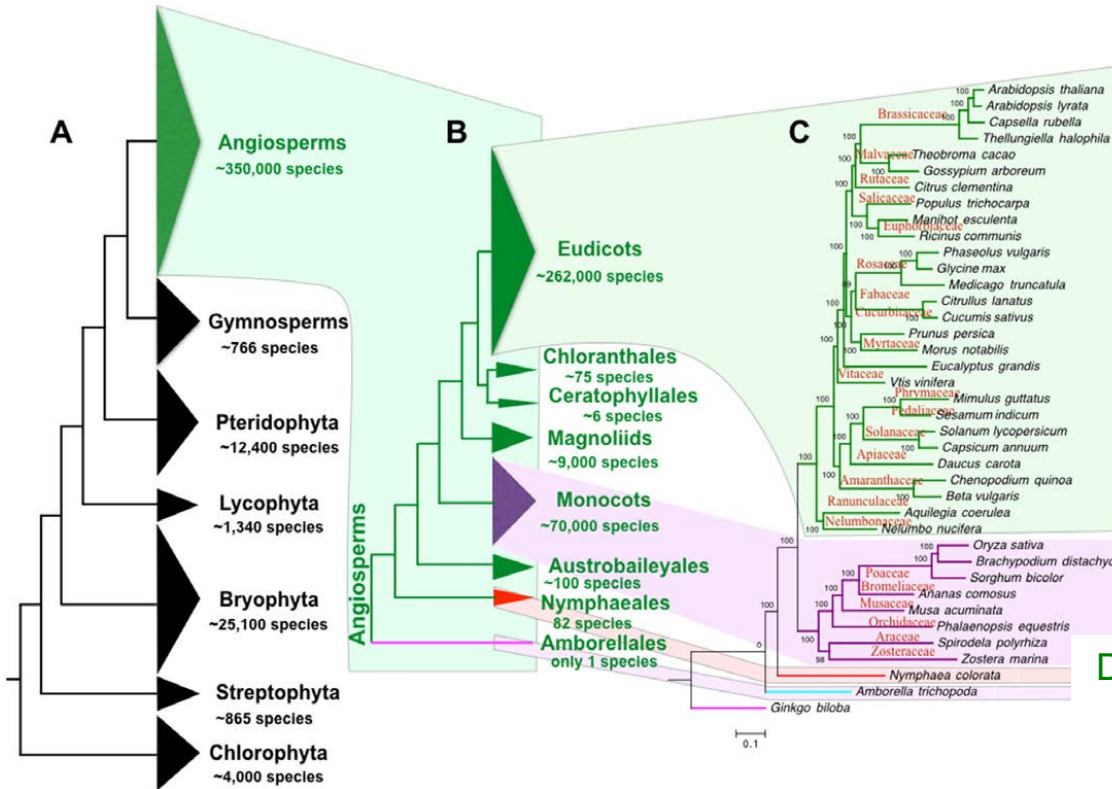


Trigo:
 1866-1996



**Genes *Rht-B1* y *Rht-D1*, son TFs de la familia GRAS (Peng et al., 1997; 1999):
 implicados en la regulación por las hormonas vegetales giberelinas**

¿PODEMOS LOGRAR EL RETO DE ALIMENTAR A LA POBLACIÓN MUNDIAL?

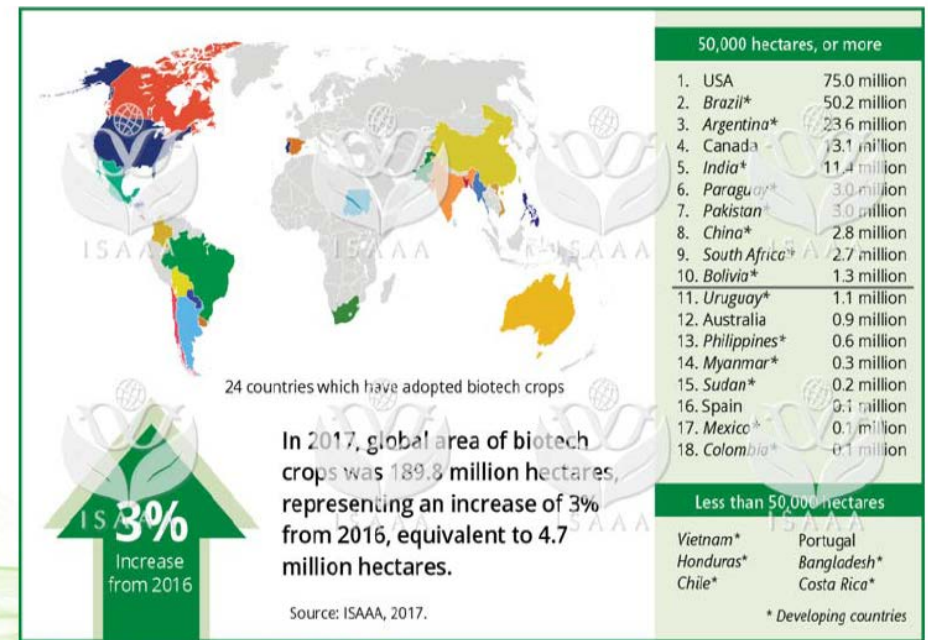
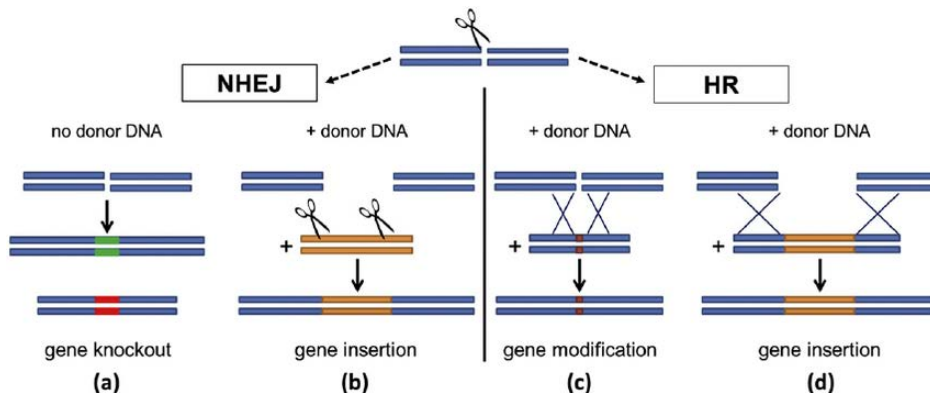


LA NUEVA REVOLUCIÓN GENÓMICA VERDE “INTELIGENTE”

Se han secuenciado los genomas de los principales cultivos agrícolas (tenemos el “código fuente”)

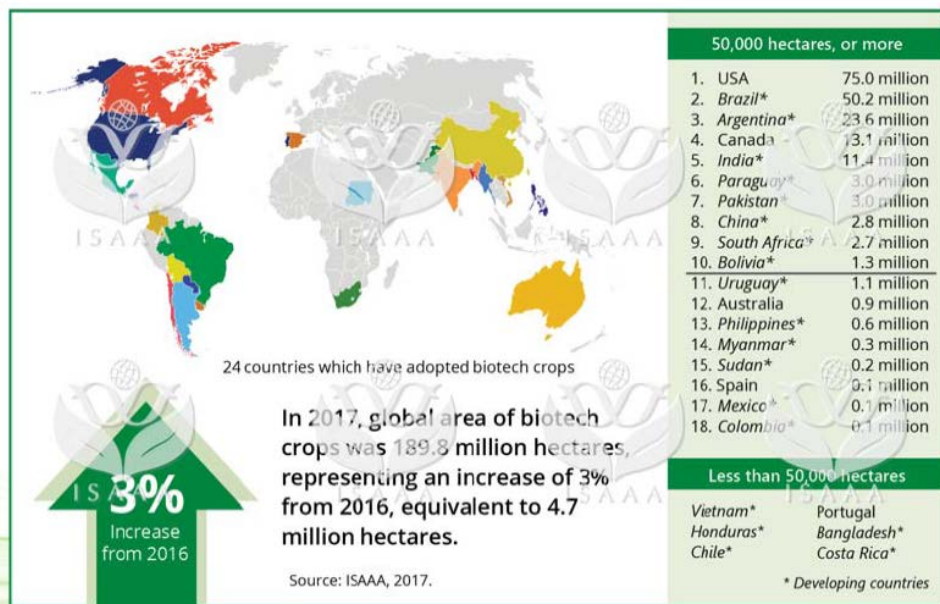
Disponemos de herramientas biotecnológicas precisas para añadir nuevos genes a los cultivos (cultivos biotecnológicos o transgénicos)

Disponemos de herramientas (CRISPR/Cas9) muy precisas para EDITAR LOS GENOMAS e introducir mutaciones o modificaciones de los genes

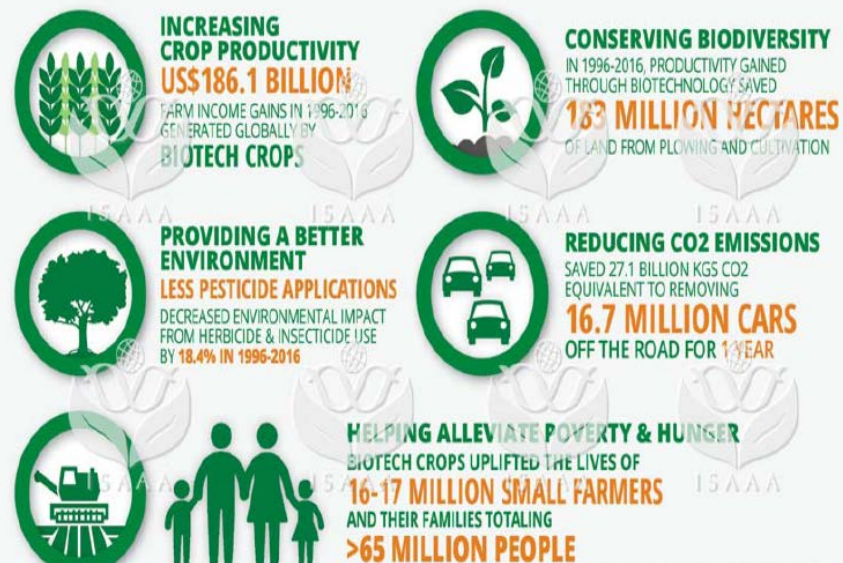


IMPACTO DE LA BIOTECNOLOGIA (OGMs) EN AGRICULTURA

Global Area of Biotech Crops, 2017: By Country (Million Hectares)



CONTRIBUTION OF BIOTECH CROPS TO FOOD SECURITY, SUSTAINABILITY, AND CLIMATE CHANGE

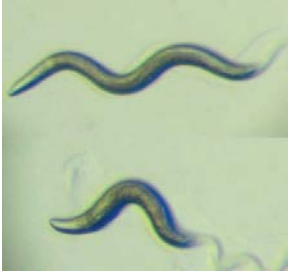


Source: Brookes and Barfoot, 2018

UNA HERRAMIENTA BIOTECNOLÓGICA ADICIONAL DE APLICACIÓN UNIVERSAL

CRISPR herramienta universal

Dumpier nematodes



Zebrafish embryos



Fruit flies



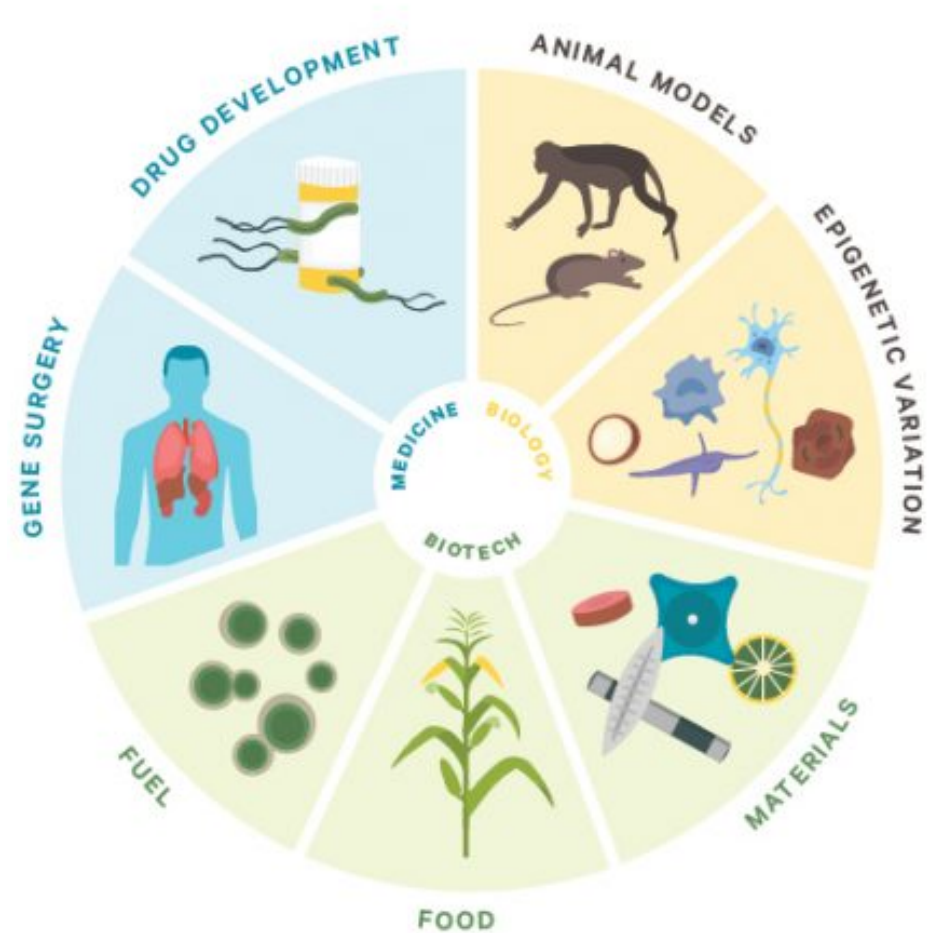
Monkey



Rice



Pennisi E. 2013. *Science*, (6148):833.



Potencial uso agricultura

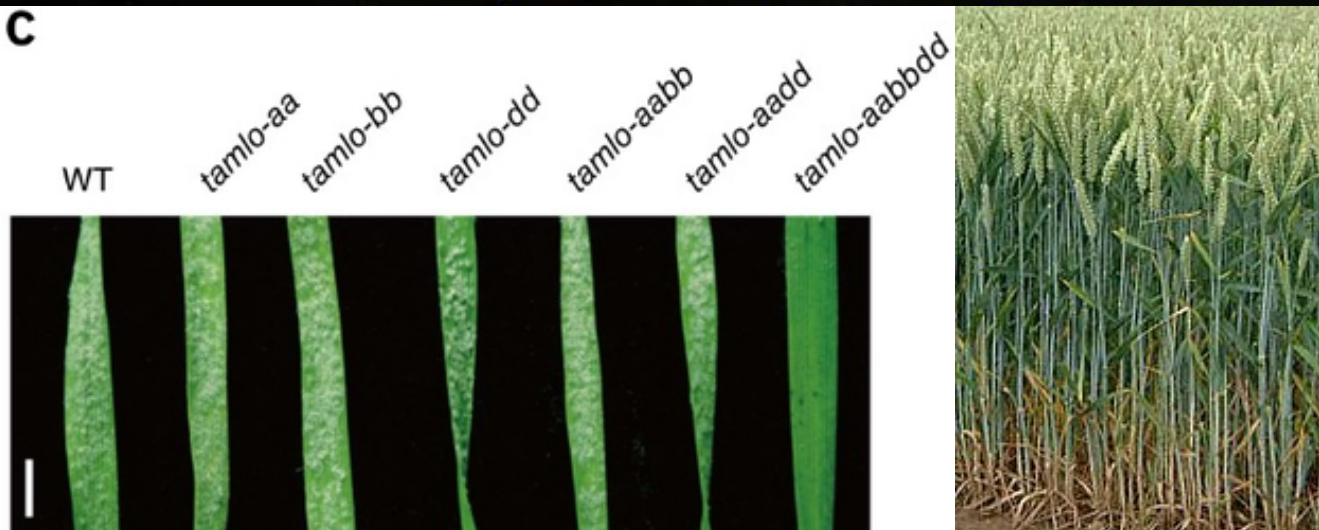
DEFENSA

WT

 *slmlo1*



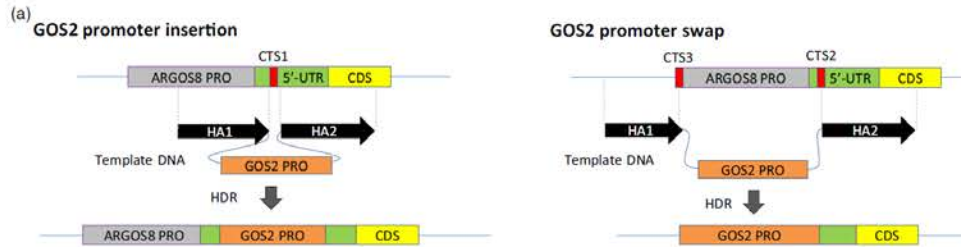
C



Wang et al., 2014.
Nature Biotech.

Potencial uso agricultura

ARGOS8



SEQUÍA

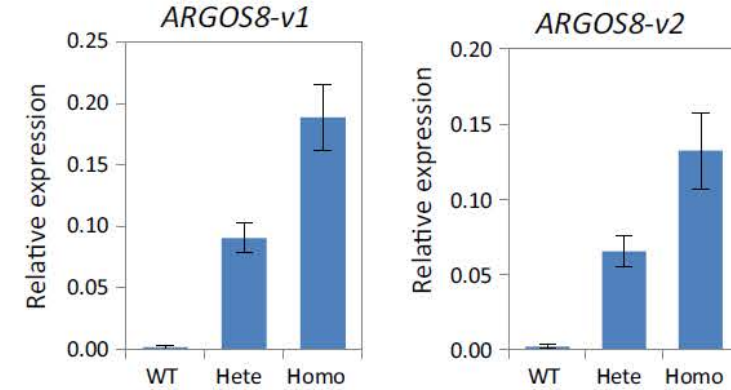


Table 1 Grain yield of ARGOS8 genome-edited variants and wild type under flowering stress, grain-filling stress and optimal (well-watered) conditions.

	Flowering Stress	Grain-filling Stress	Optimal
	ton ha ⁻¹ (bushel acre ⁻¹)		
ARGOS8-v1	8.67 (138.0)*	7.47 (119.0)	13.13 (209.0)
ARGOS8-v2	8.67 (138.0)*	7.54 (120.0)	13.19 (210.0)
WT	8.34 (132.8)	7.72 (122.9)	13.01 (207.1)

Shi et al., 2017. Plant Biotech. J.

Potencial uso agricultura



Inbox (72) - pineiro181@gmail.com X imagen virus vegetal - Google X DuPont Pioneer's next generation of waxy corn shows the green side of CRISPR-Cas9 X

https://biovox.eu/insights/detail/duPont-pioneer-rsquo-s-next-generation-of-waxy-corn-shows-the-green-side-of-crispr-cas9

HomeInia INIA CBGP CBGP - Login Gmail PubMed Diccionarios WordRef... Home - Research Part... TAIR - Home Page Recursos Científicos Webmail UPM Person... Politécnica Virtual UCSC Genome Browser Diurnal Araport Sci-Hub

BIOVOX

News Insights White Papers Events About Contact

Join our 20.000 subscribers and receive the monthly newsletter for free!

E-mail

RELATED ARTICLES

FOLATE-RICH RICE TO COMBAT VITAMIN DEFICIENCY


I was published in Nature Certain biological functions require essential nutrients; these are molecules that the body cannot produce itself an...

WHAT'S NEXT FOR CRISPR CROPS IN THE EU?

Genetically Modification Organisms (GMOs) is one of the most hotly debated topics in the news today. Resistance to GMOs has in the past been huqe ...

DUPONT PIONEER'S NEXT GENERATION OF WAXY CORN SHOWS THE GREEN SIDE OF CRISPR-CAS9

Written by LVS on Thursday 16 February 2017 in the category [Insights](#) with the tags [food](#), [agriculture](#), [crispr](#).



CRISPR-Cas9 is making its way into the agricultural sector. Agricultural heavyweight DuPont Pioneer is clearly taking the lead in bringing the technology into plant breeding: about a year ago, the company announced that it would develop a new and improved waxy corn variety with CRISPR-Cas9. Is CRISPR the technology that will make genetic engineering for crops available globally?

Every now and then, a new technology shakes up the agricultural sector and changes the way new plant varieties are developed. All of these innovative methods, from marker-assisted breeding to the creation of hybrids to biotechnology and GMOs, have brought something new to the table in plant breeding. Now, after already making waves in the medical arena, the gene-editing technology CRISPR-Cas9 seems to be next in line to rejuvenate the breeding industry.

The efficiency catalyst

DuPont Pioneer, one of the world's largest producers of seeds, is an early adopter of the technology for

Potencial uso agricultura

POSTCOSECHA



Delecciones polifenol-oxidasa



SENTENCIA DE LA CJUE (ECJ)

“Organisms obtained with modern forms of mutagenesis such as CRISPR are not exempt from the scope of the GMO legislation”

- Only large multinationals can afford the GMO legislation
- GMO labeling acts as a stigma
- EU member states block the cultivation of GMOs

Regulating genome editing as GMOs has negative consequences for agriculture, society and the economy

SENTENCIA DE LA CJUE

Court:

- Organisms obtained by mutagenesis constitute GMOs.
- Only GMOs obtained by mutagenesis methods which have **conventionally** been used in **“a number of applications and have a long safety record”** are exempted.

Outcome:

- Clearly exempted: *in vivo* random mutagenesis
- Clearly in scope: directed mutagenesis
- Unclear: *in vitro* random mutagenesis

Sentencia CJUE: Impacto en Salud

- **Direct impact** may be limited
 - already accepted by regulators (and industry) that gene edited organisms are not exempted from the GMO rules?
- **Indirect impact:** ECJ ruling may draw attention to the key concepts of the GMO framework:
 - exemption carry-over to MA procedure
 - other Annex I B exemptions
 - “human beings” exemption
 - distinction between “contained use”, “deliberate release” and “placing on the market”

Sentencia CJEU: Impacto en ensayos clínicos

Impact on Clinical Trial (CT) authorisation

- Review by the Ethical Committee (60 days, can be extended by 30 days; can be further extended by 90 days)

GMO authorisation

- Contained Use Directive (e.g., Poland)
- Deliberate Release Directive (e.g., Germany)
- Contained Use OR Deliberate Release Directive (e.g., Belgium)

Timing of GMO application

- Prior to the CT application (e.g., Poland)
- Parallel with the CT application (e.g., Belgium)

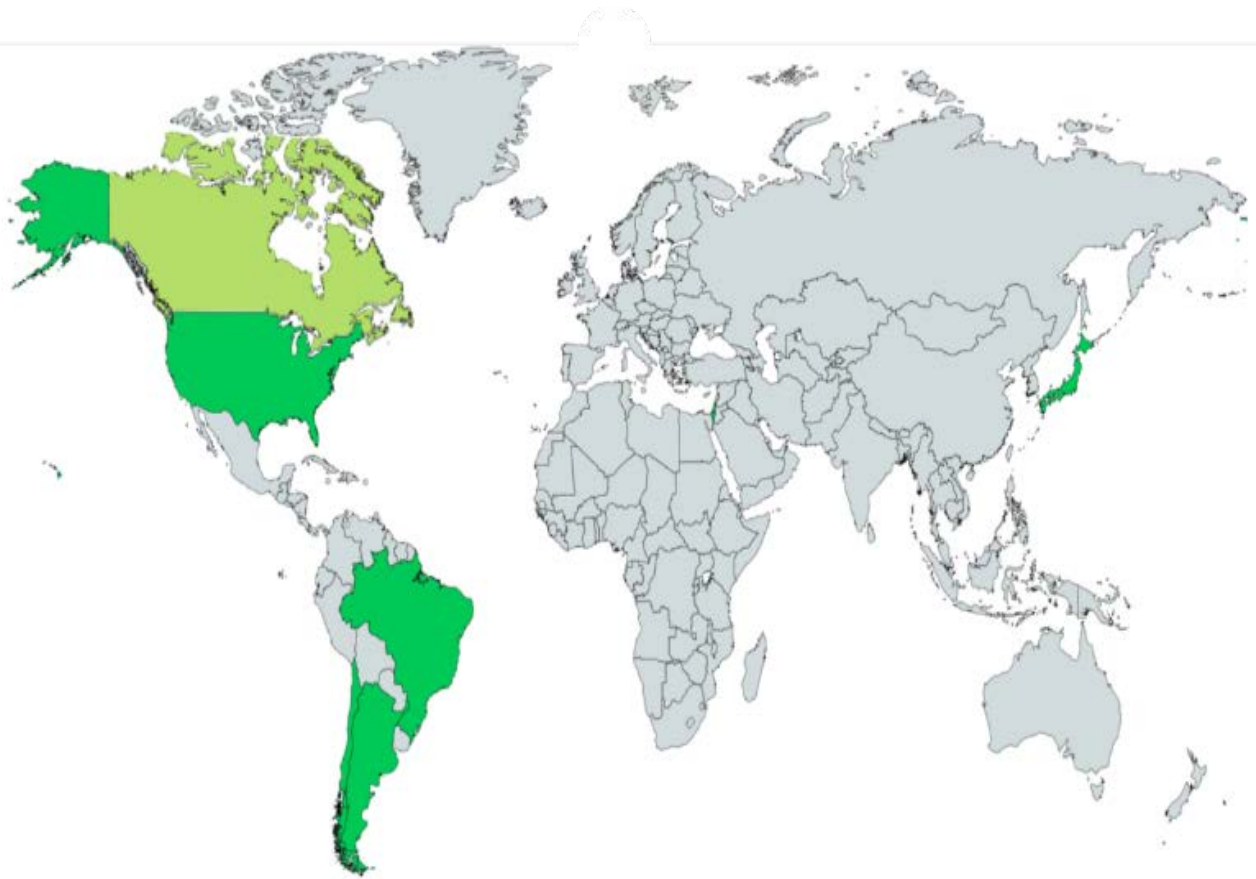
Public consultation

- None (e.g., Austria)
- 30 days (e.g., Belgium, Poland)
- Longer (e.g., the Netherlands: 6 weeks)

SENTENCIA DE LA CJUE

Consecuencias a nivel Internacional

Desarmonización Internacional



Countries in the world in which organisms with small edits that can occur naturally are not regulated as a GMO

Position paper of more than 95 European Research/Academic Institutions of Europe in Plant Science

Agricultural innovation will miss an important opportunity

Let's make these consequences a bit more tangible. The strict legislation will make precision breeding hyper-expensive and, by consequence, a privilege of just a few large multinational companies. As such, European farmers will miss out on a new generation of hardier and more nutritious crop varieties that are urgently needed to respond to the results of climate change.

For example, diseases and pests from southern areas are rapidly spreading due to increasing temperatures. Switching off certain genes could make crops resistant to these diseases without the use of new pesticides. This applies particularly to crops that reproduce asexually, like potatoes, bananas and strawberries. These crops are more susceptible to diseases because offspring are genetically identical to their parent plants, leading to a lack of diversity. The same principle applies to drought: a significant problem many regions in the world are facing right now. On top of that, precision breeding is also ideal to improve food quality and safety, such as the breeding of new crop varieties with fewer allergens.



Societal and economic impacts

Europe is in a leading position in terms of innovative agricultural research. This has led to the formation of dynamic biotech clusters consisting of numerous innovative start-ups and corporate partnerships. Many of these (small) European seed-breeding companies embrace the new technologies, as they can be implemented relatively cheaply and quickly, and because they can democratize the research and development of new agricultural products.

However, the ruling of the ECJ forces companies to go through a very long and expensive regulatory process. For entrepreneurs engaged in start-up projects involving precision breeding and their potential investors, this creates a low probability of market admission for products developed through precision breeding. Due to this significant uncertainty and additional risk, smaller biotech companies will seek refuge elsewhere. SMEs and investors might consider it too great a risk to develop activities in this hostile environment, ultimately leading to job losses in the sector. Additionally, we risk a brain drain effect when plant researchers leave Europe for better job opportunities abroad.

This also means that in Europe, developing genome-edited crops is only financially feasible for large (multinational) companies and for application in large, broad-acre crops such as maize and soy. In other words, Europe is pushing technology back into the hands of the big market players. This is in huge contrast with countries that have adopted more flexible regulations. In such countries, universities, government institutions and small companies are poised to lead the precision-breeding revolution in agriculture. For example, US regulators have taken the view that genome-edited crops are not a problem as long as they do not contain any foreign genes and are therefore not genetically different from crops developed through traditional breeding processes. As a result, genome-edited crops will soon appear on the American market. Meanwhile, relative lower production costs in non-European areas will lead to more food and feed imports in the EU.



2019 THRIVE TOP 50 Landscape Map

Published in **Forbes**

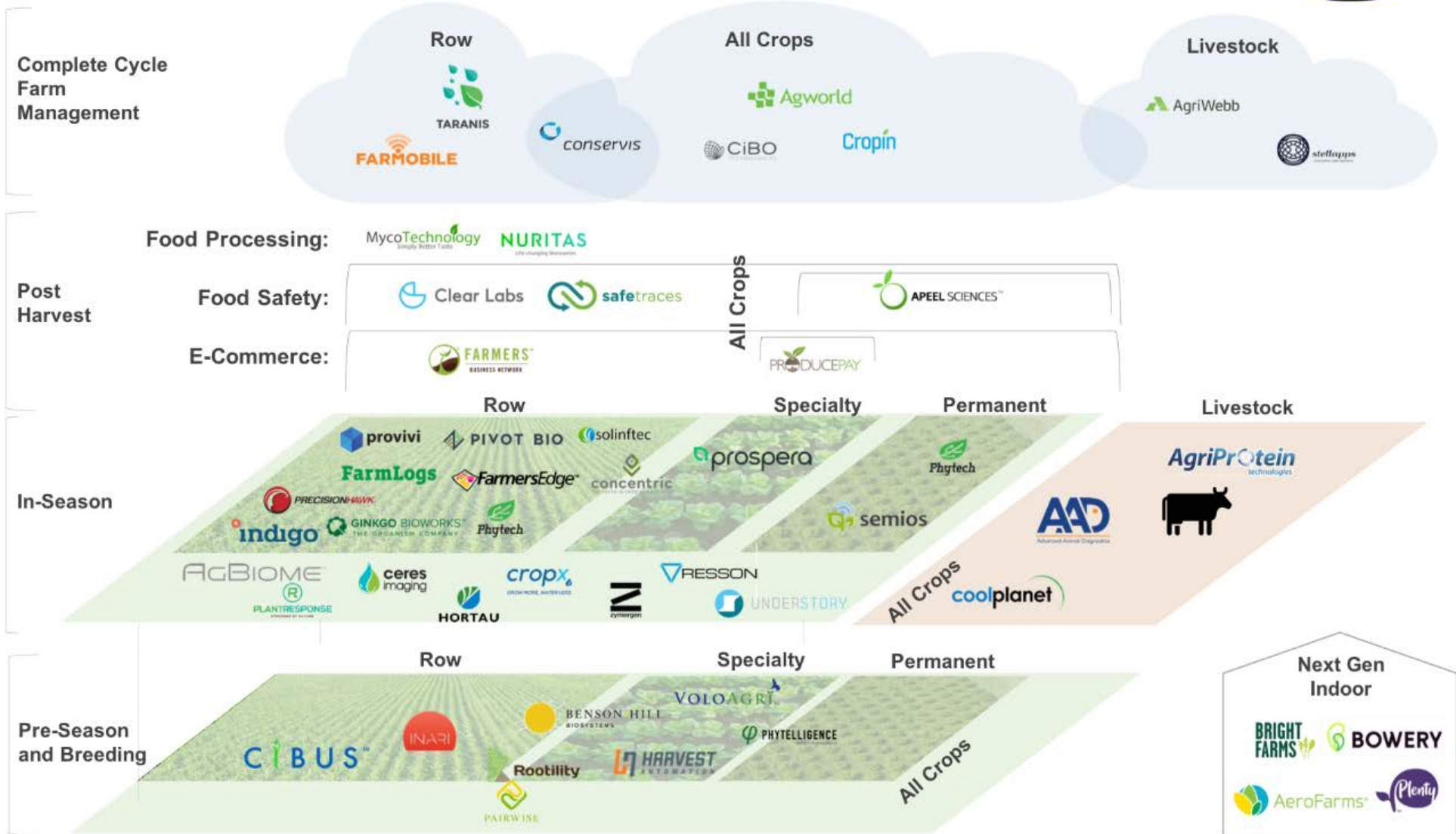





Figura 49 . Resumen de impactos

Fuente: Análisis de PwC.

Impactos en producción del desarrollo de...	Impacto en 2050 en términos anuales		Impacto acumulado entre 2019 y 2050	
Agricultura de precisión	3.313 M€	Calidad normativa e institucional 4.100 M€	54.682 M€	Calidad normativa e institucional 67.674 M€
Agricultura de conservación	1.024 M€		16.919 M€	
Productos y soluciones de sanidad vegetal	4.454 M€		73.501 M€	
 Edición genética	4.828 M€		79.674 M€	

Palancas de actuación (PA-I)

PA-I1. Criterio científico como guía

Como se ha visto en la sección 3

Tendencias que afectarán a la evolución del sector, la agricultura va a depender cada vez más de que se invierta en investigar los problemas actuales y futuros de la agricultura. Al tratarse de un sector muy heterogéneo, en el que existen múltiples problemáticas asociadas al tipo de cultivo y a las características de donde se produce, el desempeño futuro de la agricultura pasa por la búsqueda de soluciones específicas a las problemáticas de los cultivos en España.

Para que esto suceda, se requiere un entorno normativo estable y basado en reglas predecibles, lo que está necesariamente condicionado a la adopción del criterio científico como guía para el desarrollo normativo (frente al abuso del principio de precaución). En este sentido, la productividad, la eficiencia y la competitividad del sector agrícola español requiere que la autorización de insumos y de productos y tecnologías innovadoras se autoricen y regulen en base únicamente a criterios científicos. Estos deben estar siempre por encima de criterios político-ideológicos que, en ningún caso, pueden servir de base para la delimitación del marco normativo.

PA-I2. Abordar la regulación de las innovaciones y evitar la judicialización

Gracias a los avances científicos y tecnológicos, el sector va a disponer cada vez de más herramientas a su alcance. Para impulsar su adopción es necesario que los poderes regulatorios sean lo suficientemente ágiles para abordar la regulación de las disrupciones tecnológicas porque, lo contrario puede suponer un freno para la productividad, la eficiencia y la competitividad del sector. Abordar los debates relevantes por la vía de la regulación **evitará además su judicialización**. Esto resulta fundamental, en la medida en la que dejar en manos del poder judicial decisiones técnicas relevantes para el sector supone un serio riesgo que puede poner en peligro el desempeño futuro del sector y su sostenibilidad.

PA-I4. Estrategia de I+D+i

La transformación del sector no puede dejarse únicamente en manos privadas, sino que debe promoverse e incentivarse también por parte de las instituciones. Este impulso va a requerir un cambio en el diseño de las políticas públicas para orientar los esfuerzos y los recursos a los resultados.

En este sentido, se propone abandonar progresivamente las subvenciones por producto y reenfocar la concesión de ayudas y las políticas de inversión hacia proyectos de mejora de la productividad y/o la eficiencia.

Además, será necesario mejorar el conocimiento de los agricultores sobre las herramientas y técnicas que pueden resultarles de utilidad. Para ello, puede resultar útil habilitar puntos

de información físicos y/o virtuales sobre información relevante para los agricultores, así como compartir **casos de éxito** en materia de I+D+i mediante la creación de observatorios o fórums.

**Europe should act to
safeguard genome editing**

RECOMENDACIONES



Statement by the Group of Chief Scientific Advisors
**A Scientific Perspective on the Regulatory Status of Products
Derived from Gene Editing and the Implications
for the GMO Directive**

technology in this area. To achieve this, we recommend revising the existing GMO Directive to reflect current knowledge and scientific evidence, in particular on gene editing and established techniques of genetic modification. This should be done with reference to other legislation relevant to food safety and environmental protection.

Impacto sobre la I+D+i de la Sentencia de 25 de julio de 2018 de la Corte Europea de Justicia

- ✓ **El número de proyectos de investigación financiados por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) que utilizan las tecnologías de edición genética en su metodologías es elevado** (más de 800 proyectos actualmente en ejecución). Además, **se prevé un aumento significativo de este número de proyectos** dado el enorme potencial de estas tecnologías, las nuevas aplicaciones que se están describiendo, su fácil implementación y accesibilidad, y su precisión en la modificación genética que se quiere realizar. En cumplimiento de la sentencia, **toda esta investigación deberá someterse a los estrictos protocolos de autorización que actualmente se aplican a los OMGs**, con los inconvenientes y retrasos que ello supondrá a los científicos y centros de investigación españoles y europeos.
- ✓ **En el ámbito de la innovación**, la sentencia podrá tener **efectos muy negativos sobre la posible transferencia de actividades de investigación realizada por Universidades y centros de investigación**, ya que algunas de sus innovaciones tecnológicas tendrán una **mayor dificultad de transferirse/licenciarse a empresas** (especialmente a las europeas). Esto es así dadas las repercusiones que tendrá la aplicación de la directiva de OMG **en el coste y en la duración del proceso de comercialización de los productos resultantes**. Este impacto negativo en la transferencia de innovación **incidirá en el número de patentes solicitadas y aprobadas, que en el caso de España ya es muy bajo en comparación con los países de su entorno**. Por lo tanto, el impacto de la **sentencia se estima que podrá ser muy negativo**, y puede **aumentar la brecha ya existente en nuestro país entre calidad de la investigación y el conocimiento generado, y su transferencia al sector productivo** en el ámbito de la bioeconomía.

Impacto sobre la I+D+i de la Sentencia de 25 de julio de 2018 de la Corte Europea de Justicia

- ✓ El **impacto sobre las empresas del sector de la biotecnología** podrá ser igualmente negativo al **reducir su competitividad, pudiéndose producir una deslocalización de estas empresas y del capital inversor** que no considerará Europa como una prioridad de inversión. Esto tendría un efecto muy negativo sobre la competitividad de la economía y el desarrollo tecnológico de la sociedad.
- ✓ Como se ha indicado anteriormente, actualmente **no es posible la detección de organismos generados por edición genética mediante los métodos convencionales (basados en PCR) utilizados para la identificación de OMGs**. Será necesario implementar nuevos métodos de identificación/detección basados en la secuenciación de genes y de genomas completos, con el incremento de costes, lentitud en los análisis y falta de preparación técnica del personal. Incluso con estos métodos **será imposible la distinción entre mutación generada por los métodos usados “conventionally in a number of application and has a long safety record”** (según el texto de la sentencia), como por ejemplo la mutagénesis al azar, y **las mutaciones generadas por los métodos de edición genética**. Por ello, **las autoridades encargadas del control de la cadena alimentaria dependerán de la comunicación realizada por las empresas comercializadoras** sobre el origen y trazabilidad del producto, y la modificación genética realizada.

En consecuencia, esta Agencia manifiesta **su acuerdo** con lo recogido en el informe del **grupo científico asesor de la Comisión Europea**, en el sentido de que:

1. **“Es necesario mejorar la legislación de la UE sobre OMG para que sea clara, basada en evidencia, aplicable, proporcionada y lo suficientemente flexible para hacer frente a los avances futuros en ciencia y tecnología en esta área.**
2. **Para lograr esto, recomendamos revisar la actual Directiva de OMG para reflejar el conocimiento actual y la evidencia científica, en particular sobre la edición de genes y las técnicas establecidas de modificación genética.**
3. **Esto debe hacerse en relación a otra legislación relevante para la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente”.**

Dropbox - Plant Journal Revic x New Tab x New Tab x CBGP x

www.cbgp.upm.es/index.php/en/

www.cbgp.upm.es

CBGP UPM-INIA CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA DE PLANTAS

EXCELENCIA SEVERO OCHOA 2017 - 2021

POLITÉCNICA "Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

Home About CBGP Scientific Information Faculty and Staff Events and Seminars Services Communication Job Opportunities Intranet

MUCHAS GRACIAS!!!!



CBGP Seminars

Dr. Michael Hothorn
(01 December)



Science Week

Talleres, martes 7 y jueves 16 de noviembre, 10-13h

Visitas guiada, martes 14 de noviembre, 10h30h-13h



Severo Ochoa Accreditation

Antonio Molina, the CBGP Director, received the accreditation during the awards ceremony held at the Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (Madrid).



Twitter: @CBGP_MADRID

Facebook: CBGP_MADRID

YouTube CBGP Channel: see our videos!!

- **Meeting our Invited Speakers**
- **CBGP Scientific and Technological Advances**

Agradecimientos/Referencias:

- Manolo Piñeiro (CBGP, UPM-INIA)
- ASEBIO
- FAO
- AEPLA
- AEI
- Comisión Nacional de Bioseguridad (CNB)
- CIOMG