

# “Produção de Cereais: que desafios técnicos se nos colocam?”

Antonio Villarroel López de la Garma  
Director General de ANOVE

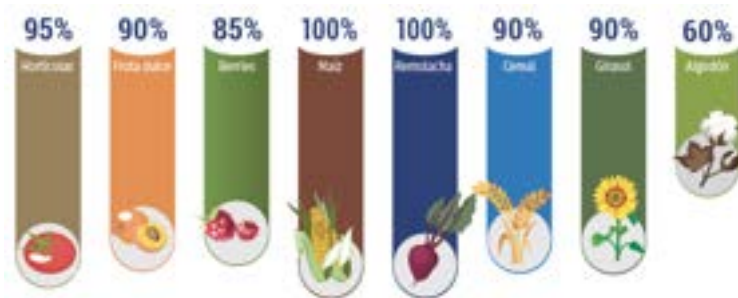
*XVI Congresso Nacional do Milho '26 - 2º Encontro das Culturas Cerealíferas  
ANPROMIS  
Santarém – 11-12 Fevereiro 2026*

# El sector obtentor en España

**62 Socios en ANOVE :  
57 Empresas + 5 Centros Públicos de  
Investigación**

Cifra de negocio: >1.000 millones de €/año  
Valor del Mercado de semillas España: >850 millones €/año

Empleo: 4.000 trabajadores  
38% empleos directos en I+D  
63 centros de investigación en España  
>20% inversión en I+D



# Centros de I+D en mejora vegetal en España



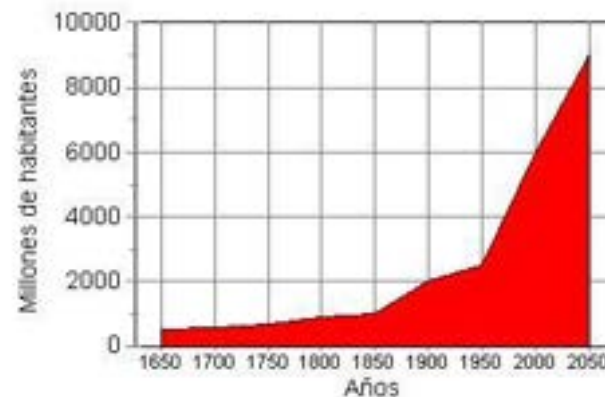
# Nuestro horizonte, nuestro planeta, de 2015 a 2050

4.000 Millones de Tn de alimentos.  
90 % de la tierra y 10 % del mar



De 7.000 Millones de personas en  
2016 a 9.700 Millones en 2050.

**Crecimiento de la población mundial  
1650-2050**



# El mundo en 2050

Incremento de la producción de alimentos en un 60-70 % para responder a las demandas de la población en 2050



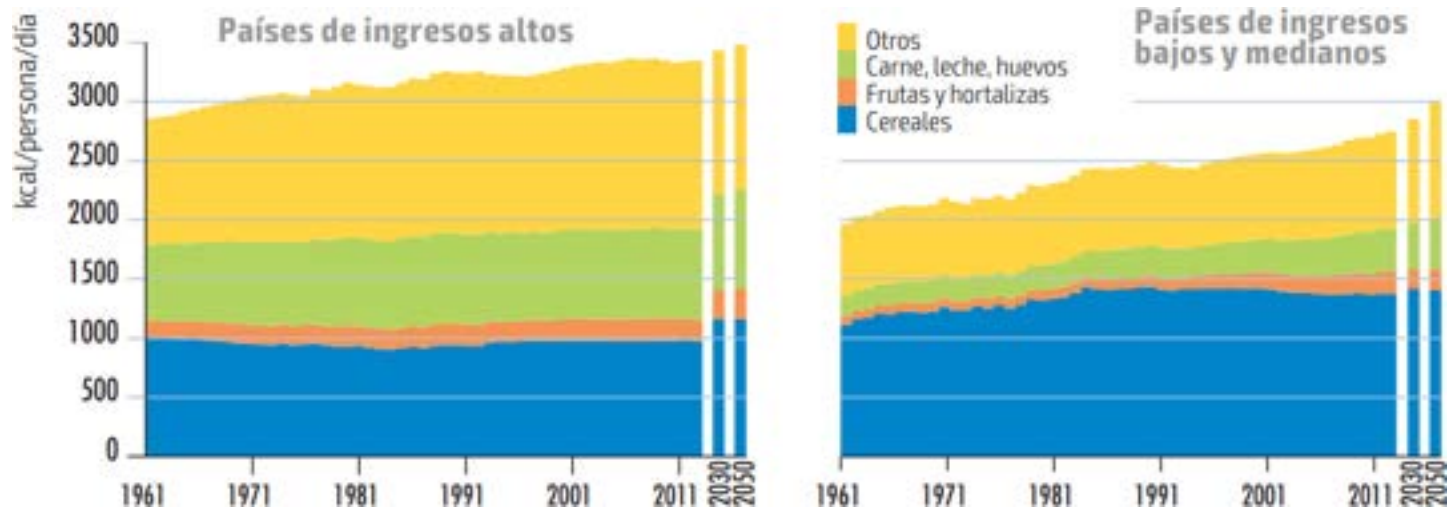
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO

Mejorar la distribución y el acceso a la comida, cambiar dietas y reducir el consumo de agua y la huella de carbono



# Alimentar a una población creciente

*Ingesta calórica per cápita según el grupo de alimentos, 1961-2050*



Fuente: *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*, FAO, 2017.

El incremento de la demanda a nivel mundial, a no ser que se incremente la producción de alimentos, supondría un incremento global de precios, que también afectaría a España y Portugal

# El factor limitante: tierra

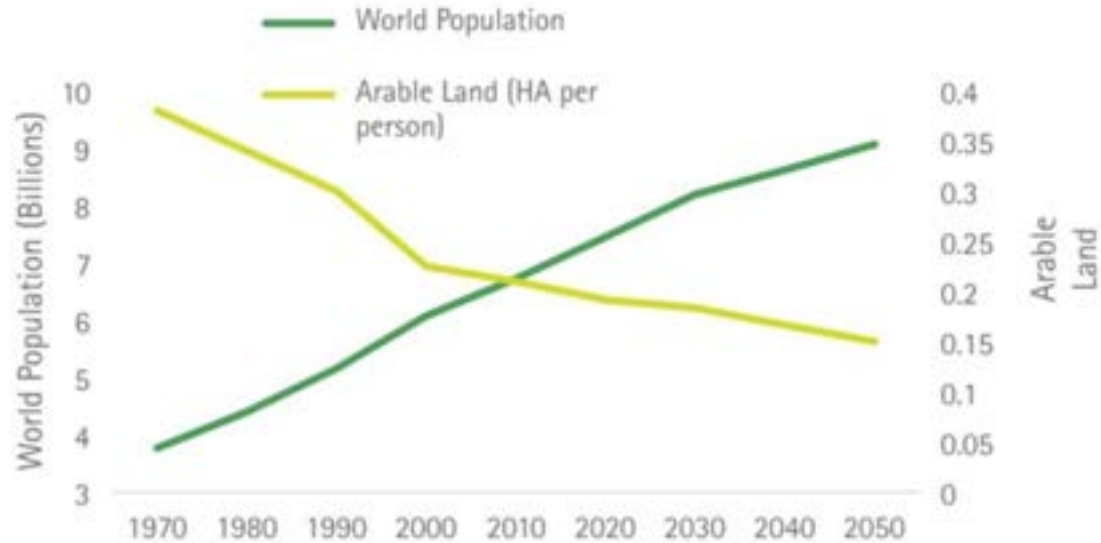
Dados los impactos asociados a la deforestación, los compromisos asumidos para poner fin a la deforestación a nivel mundial, y dado que los pastizales y los campos de cultivo ya representan el 50% de la superficie terrestre, la respuesta a las crecientes necesidades alimentarias no puede desarrollarse a través de la expansión de las tierras agrícolas.

## Cobertura de la superficie terrestre de la tierra en 1800 y en la actualidad



# El factor limitante: tierra

Figure one: World population versus arable land



Source: FAO, United Nations, WHO

# *Parece apropiado asignar el término “Antropoceno” a nuestra realidad. Paul Crutzen (Nobel 1995)*



**70 %**  
Consumo agua



**25-30%**  
Gases efecto  
invernadero



**26 %**  
Consumo de energía  
en la UE



**60-70%**  
Perdida biodiversidad  
mundial



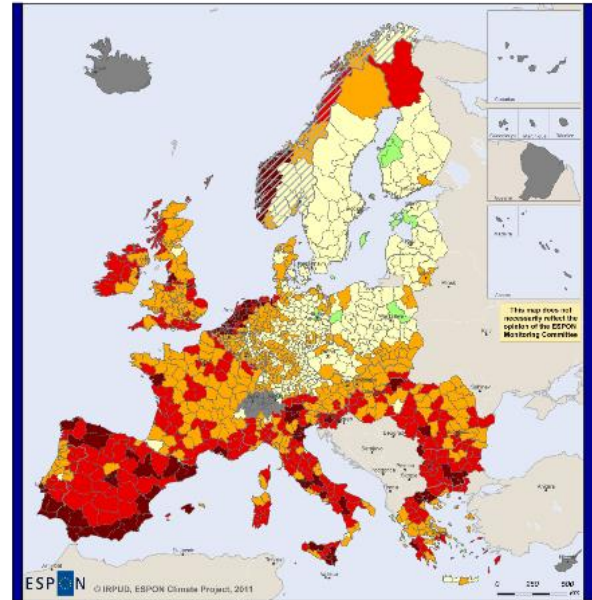
Incremento del  
**76 %**  
de la demanda de proteína animal  
para 2050

# El reto del cambio climático

Se prevé que, como consecuencia del cambio climático, el rendimiento global de los cultivos a nivel mundial descienda entre un 3% y un 12% a mediados de siglo y entre un 11% y un 25% para finales de siglo.

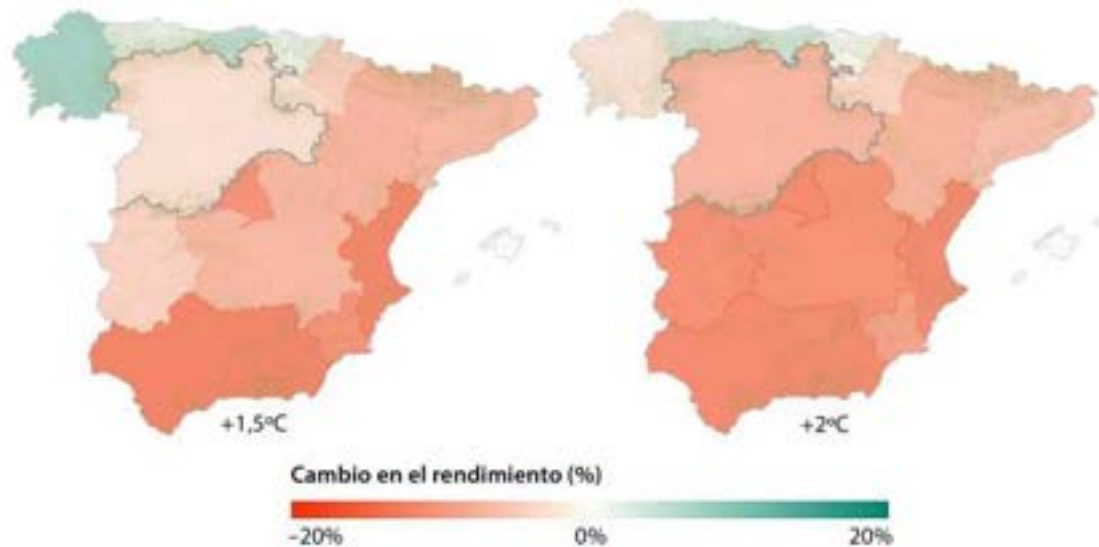
Potencial de impacto agregado del cambio climático en las diferentes regiones de la UE.

*Fuente: Proyecto ESPON, Agencia Europea del Medio Ambiente, 2011*



# El reto del cambio climático

*Cambios porcentuales medios del rendimiento del trigo en relación con el pasado reciente (1981-2010) para los escenarios de altas emisiones (RCP 8.5.), con un calentamiento de 1,5°C en el periodo 2018-2029 (izquierda) y 2°C en 2030-2044 (derecha)*



Los efectos del cambio climático ya se habrían producido desde mediados del siglo XX, habiéndose estimado que la productividad de los cultivos a escala mundial sería un 21% más elevada en caso de no darse la situación de cambio climático.

# Un panorama global desalentador



Triple crisis planetaria:  
Climática  
Contaminación  
Pérdida de  
biodiversidad



Crisis global:  
Crisis alimentaria  
Crisis financiera  
Crisis energética



Fragmentación  
del  
multilateralismo



Remodelación  
de cadenas de  
suministro

# La nueva “revolución verde”

Para hacer frente al crecimiento actual de la población, el mundo tendrá que impulsar un nuevo  
Se trata de una revolución agrícola que necesariamente tendrá que ser más acelerada que las anteriores

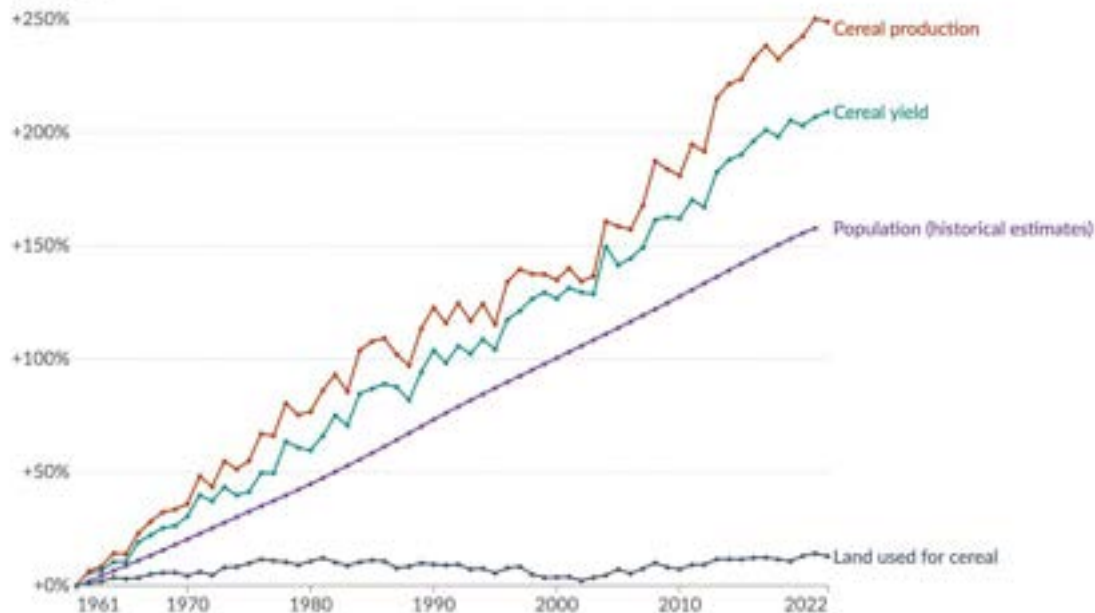


# Evolución mundial de la producción, rendimientos y uso de tierra en los cereales

## Change in cereal production, yield, land use and population, World

Our World  
in Data

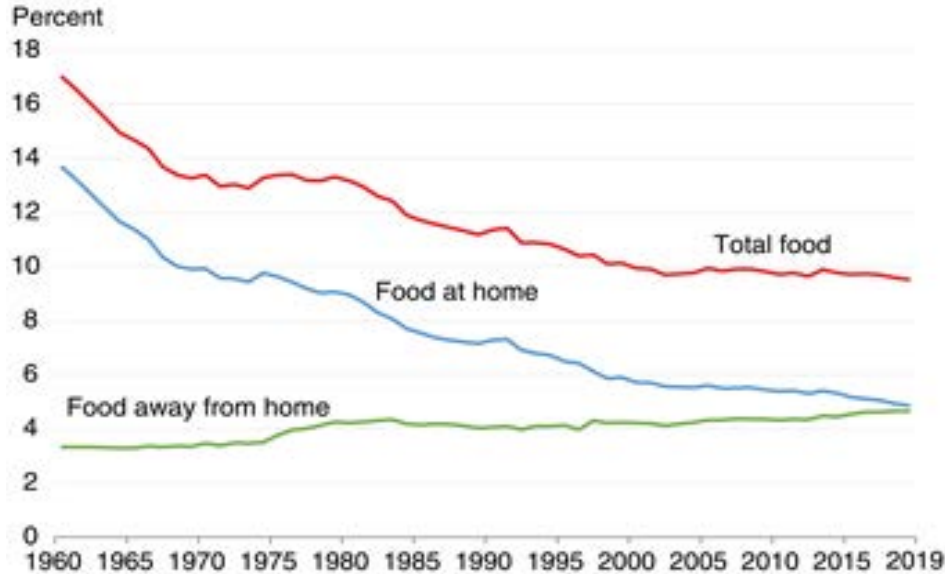
All figures are indexed to the start year of the timeline. This means the first year of the time-series is given the value zero.



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023) and other sources  
OurWorldInData.org/crop-yields | CC BY

# Evolución del coste medio de la alimentación

Share of disposable personal income spent on food in the United States, 1960-2019



Source: USDA, Economic Research Service, Food Expenditure Series.

# Nuestra hoja de ruta

## REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE COSECHA

- Plantas tolerantes a sequías e inundaciones
- Plantas resistentes a plagas y enfermedades
- Frutas y verduras con mejor conservación

- Mayor diversidad de cultivos y variedades de FyV
- Frutas y verduras con mejor conservación

## CONSUMO SOSTENIBLE



- Resistencias a plagas y enfermedades
- Plantas más eficientes/menores necesidades de agua y nutrientes
- Plantas con mayores rendimientos

## PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

- Plantas con mejor procesado
- Frutas y verduras con mejor conservación
- Ingredientes alternativos a los combustibles fósiles

## PROCESADO Y DISTRIBUCIÓN SOSTENIBLES

# Impacto del cambio climático en el trigo

- ◆ La amenaza del cambio climático requiere la selección de nuevas variedades de cereales con una mayor resistencia a las altas temperaturas y asociadas a estrés hídrico
- ◆ La planta de trigo responde al calor y falta de agua de una forma compleja:
  - Estudios genéticos apuntalan que el estrés hídrico y por altas temperaturas esta identificado cuantitativamente (QTL) en cada uno de los cromosomas del genoma del trigo
  - Algunos estudios han fallado a menudo al intentar examinar los dos fenómenos a la vez, dando como resultado la identificación de **QTL antagónicos**, como, por ejemplo, la resistencia a altas temperaturas puede requerir altos valores de transpiración, dando como resultado un posterior enfriamiento del envés de las hojas, pero incrementa el déficit de agua y el estrés hídrico.

# Impacto del cambio climático en el trigo

- ◆ Combatir los efectos del cambio climático es un reto y una oportunidad para la mejora de los cereales.
  - En la fase reproductiva del cereal ( 10 días antes de la antesis, hasta 10-15 días después), con temperaturas superiores a 30° C se puede reducir el rendimiento, y temperaturas por encima de 32° C, combinadas con sequía o falta de agua, pueden reducir el rendimiento hasta en un 75% .
  - EL trigo es razonablemente tolerante al estrés por altas temperaturas, aunque la combinación de temperaturas por encima de 35 ° C con sequía durante el llenado final del grano, provoca la senescencia precoz de las hojas y reduce el rendimiento en grano de la cosecha .
  - El primer objetivo es seleccionar variedades con una fenología adaptada a las condiciones medioambientales, que permitan a la planta de cereal escapar de los períodos de calor y sequía durante la floración y el llenado precoz del grano ( estado lechoso).

# Impacto del cambio climático en el trigo

- ◆ En el futuro es fundamental trabajar en la investigación de las bases fisiológicas que permitan conocer mejor los mecanismos de la planta ante la sequía y el golpe de calor, y ampliar la base genética, generando una mayor diversidad.
- ◆ Líneas de trabajo:
  - Metabolismo enzimático trehalose-6- fosfato sintasa
  - Vigor del sistema radicular y su respuesta al estrés hídrico.
  - Mejora del sistema vascular discontinuo (xylema discontinuo).
  - Espiga y espiguillas.
  - Almacenaje y movilización de los carbohidratos solubles del tallo
  - Funcionalidad y tamaño de las estomas

# Estudios de impacto social, económico y medioambiental



# Contribución del sector obtentor en España

<https://www.icerda.org/es/publicaciones/>

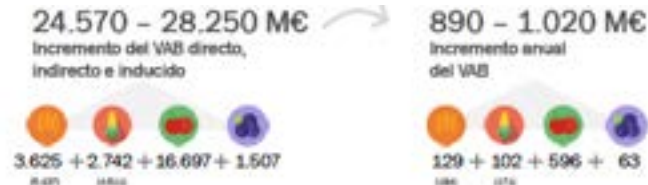
## IMPACTOS EN PRODUCCIÓN: AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS



## IMPACTOS EN PRODUCCIÓN: INCREMENTO DE LOS INGRESOS DE LOS AGRICULTORES



## IMPACTOS EN PRODUCCIÓN: INCREMENTO DEL VAB DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA



## PLANT BREEDING INNOVATION IN EUROPE

making a difference to agriculture and our world

### ENSURING FOOD SECURITY



Thanks to plant breeding, every year farmers in the EU grow an extra:

**22 million tons of Wheat**  
**3.3 million tons of Oilseed rape**  
**10 million tons of Potatoes**

### KEEPING FOOD ON OUR PLATES



The past 25 years of plant breeding accounts for:

**80% of growth in Wheat and Oilseed Rape harvests**  
**80% of growth in Potatoes harvests**

### KEEPING FOOD COSTS DOWN



Without the last 25 years of plant breeding advances:

**Wheat and Potatoes would cost 7% more**  
**Sunflower products would cost 2% more**

### DELIVERING MILLIONS OF TONS OF FOOD



Since 2000, plant breeding has enabled EU farmers to produce enough extra calories to feed at least **100 million people a year**

By 2030, plant scientists hope to increase the harvests of key crops to **75 million tons**.



### SECURING RURAL INCOMES AND JOBS



The benefits of better harvests have included:

**A contribution of more than €14bn to EU GDP**  
**1.2 million farm workers earn an average €7,000 more annually**



### ENSURING SUSTAINABILITY



Through plant breeding, Europe has:  
**Prevented biodiversity habitat the size of Latvia being turned into farmland**  
**Saved enough water to fill 22 million Olympic swimming pools**



### MEETING EU 2030 TARGETS



The announced average reduction of CO<sub>2</sub> emissions due to plant breeding is around 100 million tons.  
That's nearly double the EU 2030 target



Speak Up For Seeds!

Research source: <http://bit.ly/plantbrdg>

More info: [www.plantup.org](http://www.plantup.org)

# La transición hacia sistemas de cultivo más sostenibles

La aplicación de la Estrategia Farm to Fork permitirá reducir los impactos ambientales asociados al sistema agroalimentario. No obstante, la aplicación de la misma, sin medidas adicionales, supondría una reducción de los rendimientos agrícolas entre un 5% y un 15%.

*Resumen de los principales impactos de las Estrategias Farm to Fork y de Biodiversidad bajo tres escenarios*

*Fuente: Economic and Food Security Impacts of Agricultural Input Reduction Under the European Green Deal's Farm to Fork and Biodiversity Strategies. USDA, 2021.*

	European Union	United States	Worldwide
<b>Scenario: EU adoption only</b>			
Production (percent change)	-12	0	-1
Prices (percent change)	17	5	9
Imports (percent change)	2	-3	-2
Exports (percent change)	-20	6	-2
Gross farm income (percent change)	-16	6	2
Increase in food cost (annual per capita change in U.S. dollars)	153	59	51
Increase in food insecurity <sup>2</sup> (millions of people)	na <sup>1</sup>	na	22
GDP (change, in billions of U.S. dollars)	-71	-2	-94
<b>Scenario: middle<sup>3</sup></b>			
Production (percent change)	-11	0	-4
Prices (percent change)	60	1	21
Imports (percent change)	-10	-7	-9
Exports (percent change)	-10	-2	-9
Gross farm income (percent change)	8	1	4
Increase in food cost (annual per capita change in U.S. dollars)	651	16	159
Increase in food insecurity (millions of people)	na	na	103
GDP (change, in billions of U.S. dollars)	-186	-1	-381
<b>Scenario: global adoption</b>			
Production (percent change)	-7	-9	-11
Prices (percent change)	53	62	89
Imports (percent change)	-5	-15	-4
Exports (percent change)	2	3	-4
Gross farm income (percent change)	15	34	17
Increase in food cost (annual per capita change in U.S. dollars)	602	512	450
Increase in food insecurity (millions of people)	na	na	185
GDP (change, billions of U.S. dollars)	-133	-74	-1,144

# La transición hacia sistemas de cultivo más sostenibles

**Cambios en la producción (% de variación) asociados a la consecución de los objetivos de las Estrategias Farm to Fork y de biodiversidad (escenario en que estas políticas se aplicasen únicamente en la UE)**

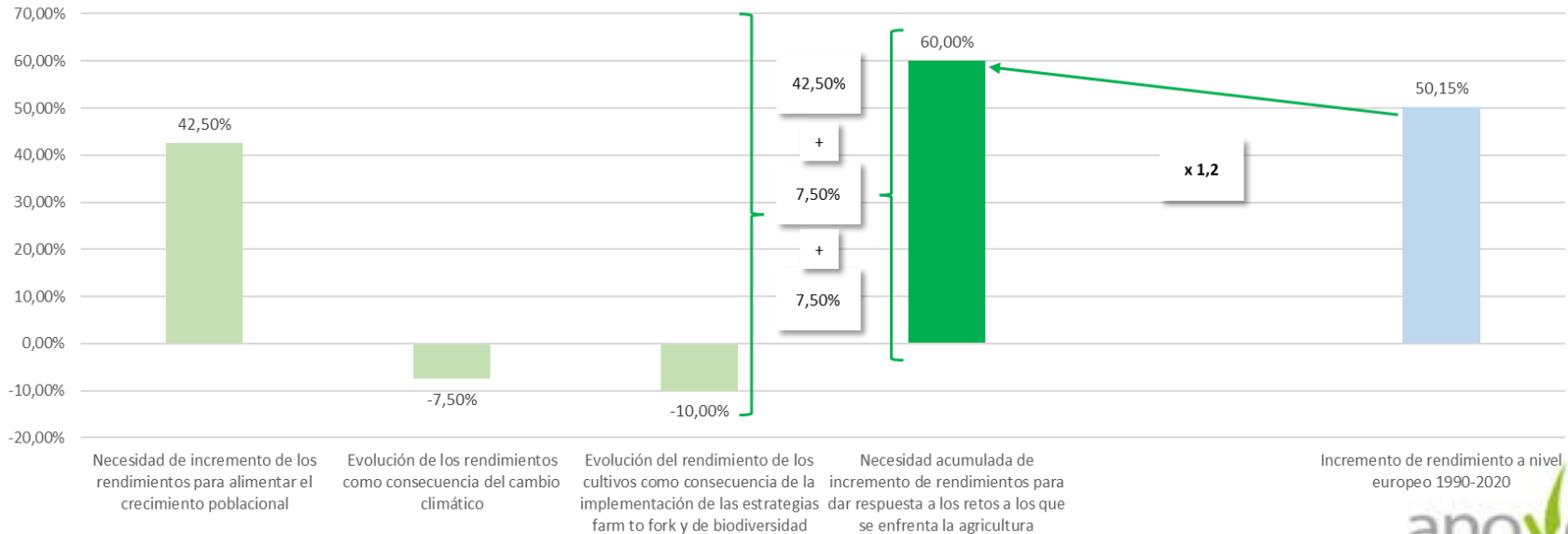
Rice	-13.2
Wheat	-48.5
Coarse grains	-20
Fruits and vegetables	-5.2
Nuts	-9.2
Oil seeds	-60.7
Sugar crops	-20.5
Other crops	-44
Cattle	-14.8
Hogs	-8.4
Other animals	-18.9
Milk	-11.6
Forestry	5.6
Energy, mining	1.1
Beef	-13.5
Pork	-6.9
Other meat	-12.5
Vegetable oil	-16.2
Milk products	-10.6
Processed rice	-4.3
Sugar	-16.3
Processed food	-4.5
Labor intensive manufactures	3
Other chemicals	1.3
Fertilizers	-5.9
Pesticides	-16.1
Capital intensive manufacturing	1.7
Services	0.2



Fuente: Economic and Food Security Impacts of Agricultural Input Reduction Under the European Green Deal's Farm to Fork and Biodiversity Strategies. USDA, 2021.

# Necesidad de incremento de rendimiento para hacer frente a los desafíos

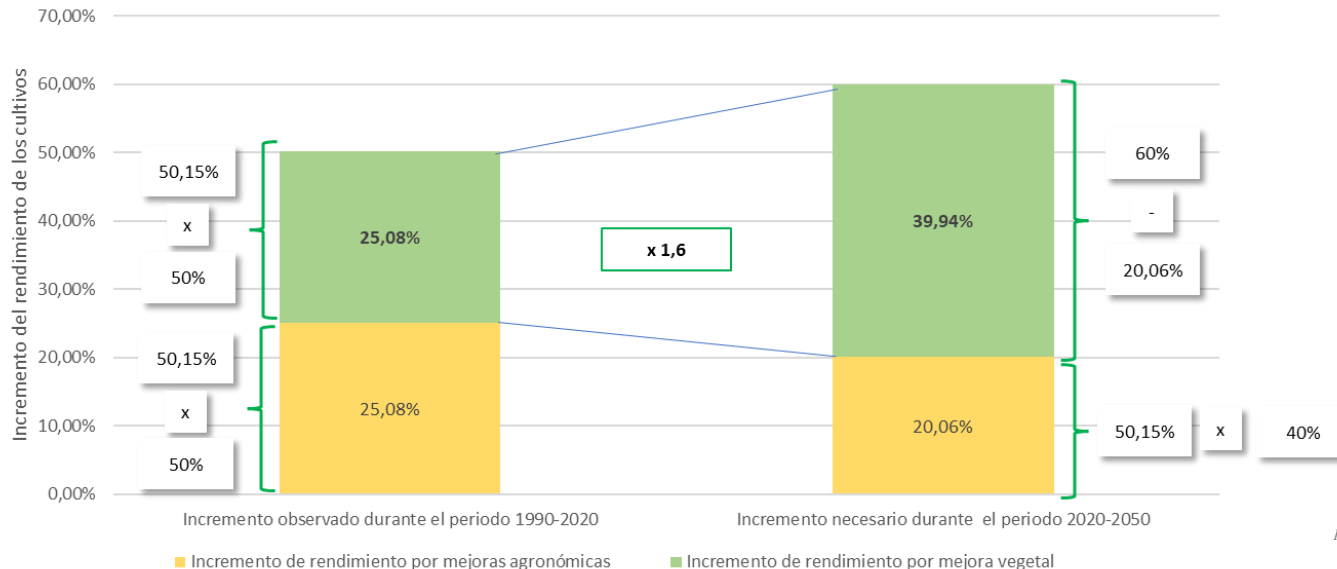
Como consecuencia de la combinación de los diferentes desafíos a los que debe hacer frente la agricultura, en 2050 será necesario incrementar, en promedio y a escala europea, un 60% los rendimientos de los cultivos respecto a la situación actual.



# Necesidad de incremento de rendimiento para hacer frente a los desafíos

El incremento de rendimiento de los cultivos en los próximos años no podrá basarse tanto en la tecnificación agrícola, dada la necesidad de producir más con menos recursos.

Por este motivo, el papel de la mejora vegetal deberá ser necesariamente superior al observado en el pasado



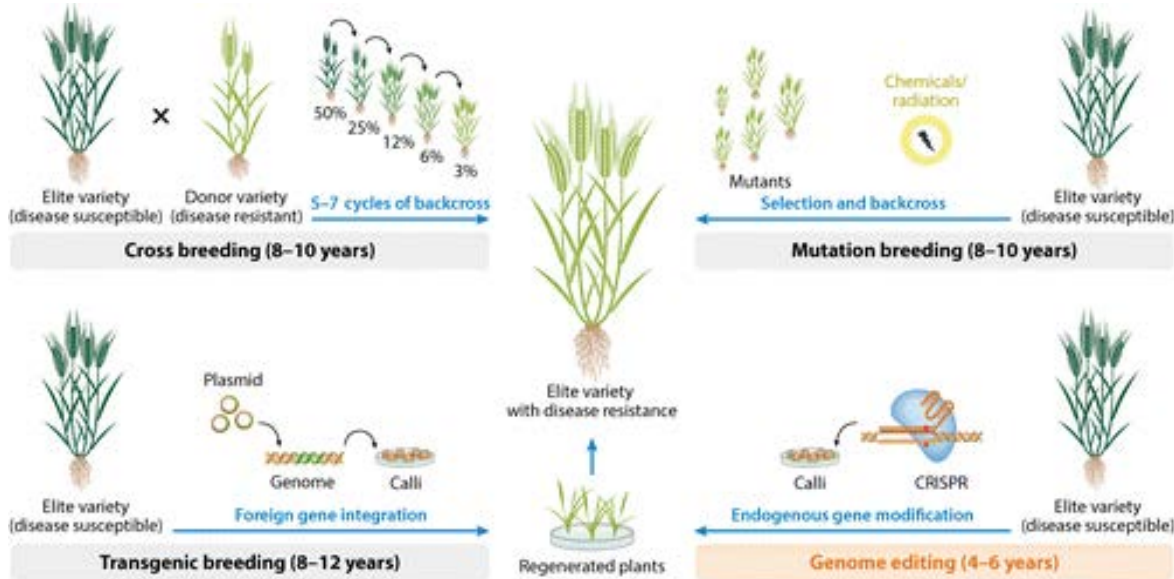
*Incremento de rendimientos en la UE aportados por la mejora vegetal y por las mejoras agronómicas entre 1990 y 2020. Máximo incremento de rendimiento que podrán aportar las mejoras agronómicas entre 2020 y 2050 y necesidad de incremento de rendimientos en este período que deberá ser aportado por la mejora vegetal*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de base de la FAO y de Noleppa S. Calabuig, M., 2021

# Necesidad de incremento de rendimiento para hacer frente a los desafíos

Para alcanzar los objetivos, el ritmo de innovación en mejora vegetal hasta 2050 deberá ser un 60% más acelerado que el observado en las tres décadas anteriores.

Las nuevas técnicas de edición genética permitirían conseguir esta aceleración



*Tiempo medio de producción de una nueva variedad vegetal con las características deseadas mediante diferentes técnicas de mejora vegetal*

Fuente: CRISPR/Cas Genome Editing and Precision Plant Breeding in Agriculture. Chen K. et al., 2019.

# El futuro de la innovación en mejora vegetal

RNA-dependent DNA methylation

**PLANT** agro-inoculation

**REVERSE BREEDING** **ZINC FINGER NUCLEASE**  
*double stranded*

**ODM** cisgenesis

AGRO-INFILTRATION

site-directed mutagenesis

**SILENCING**

**INTRAGENESIS**

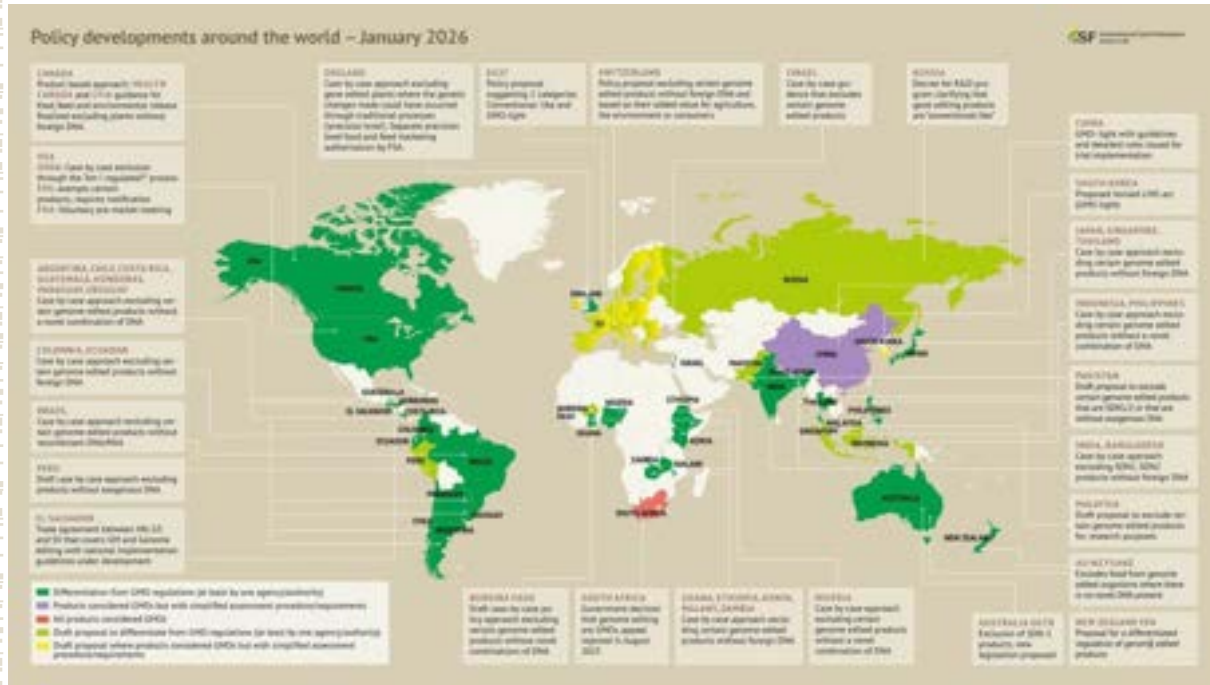
oligonucleotide

**GENE TARGETING**

# El futuro de la innovación en mejora vegetal

- Las nuevas técnicas de edición genética pueden permitir el desarrollo de nuevas plantas, más productivas, adaptadas a nuevos entornos, con mejores características y/o más resistentes a enfermedades y plagas.
- Tienen el potencial de acelerar enormemente los procesos de mejora, de forma más precisa, eficiente y segura que los procedimientos convencionales.
- Las plantas obtenidas con estas tecnologías son muchas veces indistinguibles, ya que las mejoras introducidas son idénticas a las producidas de forma convencional, o naturalmente.
- Pueden suponer una herramienta fundamental para alcanzar los ambiciosos objetivos de sostenibilidad fijados por la UE (“pacto verde”; “estrategia de la granja a la mesa”; biodiversidad, etc.).

# Barreras de carácter normativo



Marcos legislativos no armonizados para una producción de alimentos global

Marco regulatorio para la edición genética en plantas en 2026

Fuente: ISF

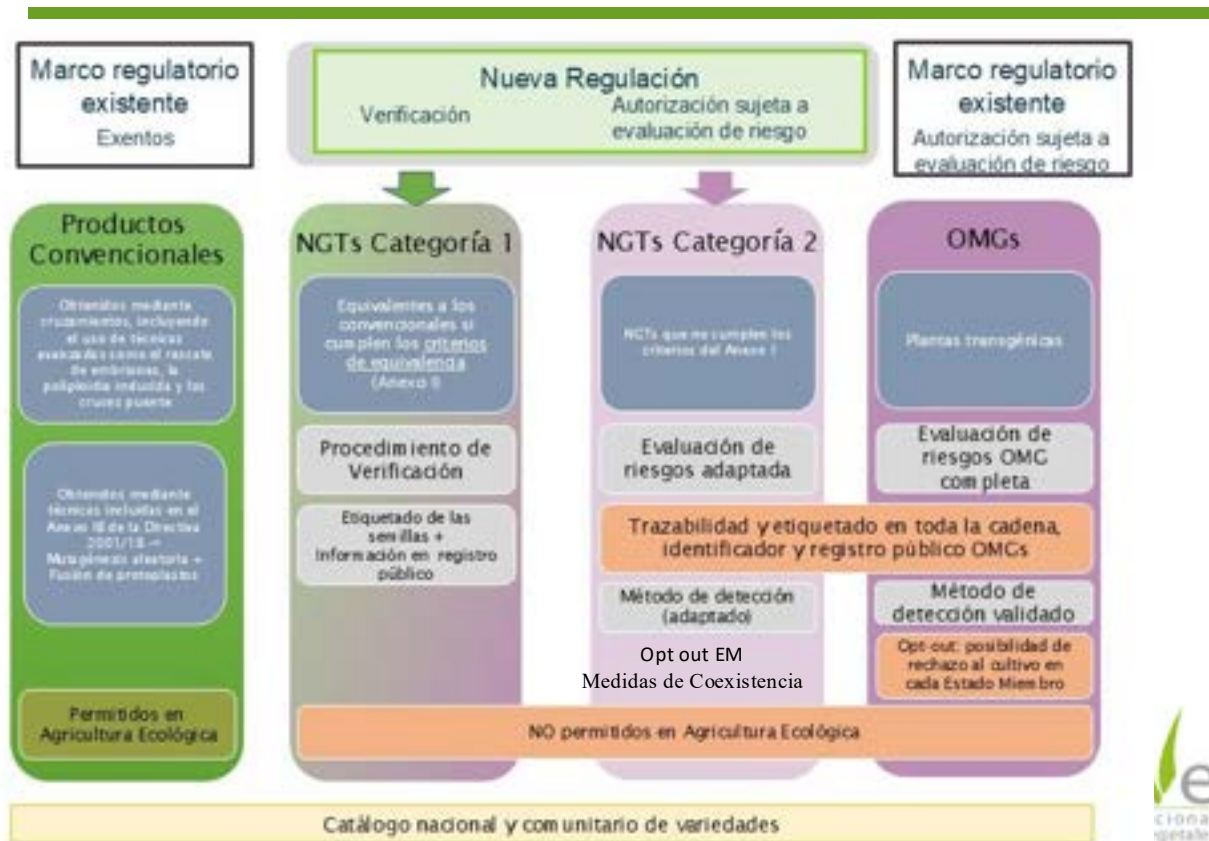
Distintos países han empezado a reconocer a las plantas editadas genéticamente (que no contienen ADN foráneo) como plantas equivalentes a aquellas producidas por mejora convencional, usando regulaciones que tienen en cuenta las características del producto final obtenido, y no tanto en la técnica empleada para la obtención.

# Propuesta de reglamento UE sobre NGTs y

Enero 2026:

Acuerdo en trilogos:

- ✓ Criterios de sostenibilidad excluyen ciertos rasgos de la Categoría 1.
- ✓ Monitoreo
- ✓ Patentes



# Propuesta NGT : Próximos pasos

**Julio 2023**

**Propuesta de la Comisión Europea para plantas obtenidas por mutagénesis dirigida y cisgenésis.**

**Categoría 1 NGT**

- Sujeta a verificación (Anexo I) → el mismo marco regulatorio que cualquier otra planta de otra convencional
- Requisitos específicos → etiquetado de semillas y prohibición en la producción ecológica

**Categoría 2 NGT**

- Plantas NGT con modificaciones más complejas que no cumplen los criterios de equivalencia (Anexo I)
- Evaluación de riesgos y regulación de comercialización adaptadas a los OGM
- Incentivos regulatorios si se trata de riesgos sostenibles (Anexo II)



# Las amenazas al futuro de la innovación en mejora vegetal en la UE

- El factor regulatorio es el más limitantes para el uso de las NGTs por el sector obtentor europeo:
  - Costes regulatorios bajo la actual regulación europea de OGMs
  - Incertidumbres regulatorias según países y plazos de aprobación
  - Aceptación pública (“estigma”) bajo la regulación de OGMs
- La PI es percibida como un factor limitante potencial por las PYMES, aunque existen mecanismos previstos para facilitar la transferencia de tecnología (licensing platforms)
- Existe un riesgo de deslocalización de los programas de mejora fuera de la UE
  - El impacto puede ser mucho mayor para las PYMES (y centros públicos de investigación).
  - El riesgo de discontinuación, retrasos, reducción y/o cierre de programas de mejora se percibe como real por muchas empresas europeas.
- Las diferencias regulatorias implican desventajas adicionales para los obtentores europeos:
  - Desventajas competitivas
  - Restricciones por incertidumbres en el uso de la “excepción del obtentor”

## El principal obstáculo es la ignorancia (y el miedo...)

*“Debemos romper los muros que han mantenido la ciencia y el público alejados y que han fomentado que la desconfianza y la ignorancia se extiendan sin prueba. Si algo impide a los humanos superar los actuales desafíos, son estos muros”.*

***Jennifer Doudna (Nobel 2020).***



# ¡Muito obrigado pela vossa atenção!!

