

"AGRONOMÍA 120 AÑOS"

Decanato de la Facultad
de Agronomía y
MDCFA presentan:

SEMANA ACADÉMICA 2022

"INNOVACIONES
PARA ENFRENTAR
LA CRISIS AGRARIA
ACTUAL"





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA



Mejoramiento de cultivos para enfrentar los retos del cambio climático y crecimiento demográfico

Flavio Lozano Isla
Plant breeder
Ing. Agr. MSc.



flozano@lamolina.edu.pe



lozanoisla.com

Papa: ¿Cuánto de lo que comemos está mejorado?



Papa Tomasa



Papa Qeqorani



Papa Sumacc Soncco



Papa Leona



Papa Colorada



Papa Wencos



Papa Tarmaña



Papa Tomasa Negra



Papa Amarilla



Papa blanca Yungay



Papa Peruanita



Papa Morada



Papa Canchán



Papa Perricholi



Papa Huamantanga

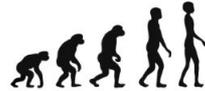


Papa Huayro



Mejoramiento de cultivos: línea de tiempo

10,000 BC



1859 Theory of evolution⁸¹

1866



Mendel's laws⁸²

1914 "Heterosis" coined for hybrid vigor⁸⁵

1918 Introduction of experimental design and phenotypic variation⁸⁶

1923

Maize

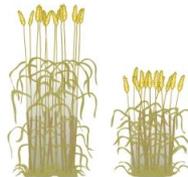
1st commercial hybrid⁸⁹



~1946

Green revolution⁹²

Late 1960s



'Flavr-savr' tomato



First genetically modified crop⁹⁹

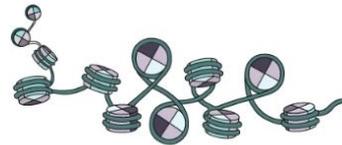
1994

Arabidopsis sequenced¹⁰¹

2000

Rice genome sequenced¹⁰⁴

2002



Genomic selection applied in maize¹⁰⁵

2007

Maize genome sequenced¹⁰⁶

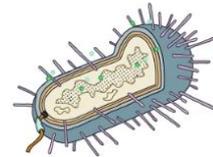
2009

Wheat genome sequenced¹⁰⁹

2017

1973

Foreign DNA transferred to bacteria⁹⁵



1985

Restriction fragment polymorphism linkage map⁹⁶

1990

Random amplified polymorphic markers⁹⁷

1992

Simple sequence repeat markers⁹⁸

1995

Amplified fragment length polymorphic markers¹⁰⁰

2002

Single nucleotide polymorphic markers¹⁰²

2002

Zinc-finger nucleases for genome editing¹⁰³

2011

Transcription activator-like effector nucleases¹⁰⁷

2012

Clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR)/cas9 system¹⁰⁸

1st hybridization performed⁷⁹

1760

Selection theory⁸⁰

1856

Pure line theory⁸³

1903

Bulk selection breeding⁸⁴

1912

Recurrent selection⁸⁷

1919

Pedigree and backcross breeding⁸⁸

1922

Mutation breeding⁹⁰

1928

Colchicine for chromosome doubling¹³

1937

Single seed decent⁹¹

1941

Reciprocal recurrent selection⁹³

1949

Ideotype breeding⁹⁴

1968

Cultivos: Mejoramiento vs. Optimización



- ¿Por qué hay que mejorar los cultivos?
 - “Acaso no están bien”
 - “Déjalo así, ya lo vas a malograr”
- ⇒ Terminología:
- Mejoramiento de cultivos
 - Optimización

ter Steeg et al. (2022): “El fitomejoramiento es el arte y la ciencia de cambiar la composición genética de las plantas para mejorar su utilidad económica para el ser humano.”

Eventos climáticos extremos

www.nature.com/nfood / August 2021 Vol. 2 No. 8

nature food

Extreme climate
events



- Variabilidad climática y climas extremos
 - En la frecuencia, intensidad y extensión espacial
- Impacto directo en la agricultura
 - Variabilidad interanual en los rendimientos de los cultivos
 - Riesgo a la seguridad alimentaria mundial
- Consideraciones
 - Tecnología agrícola
 - Cultivos tolerantes
 - Infraestructura
 - Distribución de la producción

Perú: déficit de lluvias

La República

SOCIEDAD

16 NOV 2022 | 22:46 h

La sequía en la sierra seguirá hasta diciembre según el Senamhi

Falta de precipitaciones afecta a regiones del sur y centro. Esta anomalía tan marcada no ocurre desde el año 76 y se debe al fenómeno de La Niña.

- **Paro indefinido de transportistas EN VIVO:** gremios continúan en protesta hoy, 23 de noviembre
- **Minedu anuncia que serán nombrados todos los docentes** que aprueben el examen con el puntaje mínimo



Sequía. En Puno, los campos están secos y la siembra se ha postergado. Hay quienes incluso están haciendo ofrendas a los apus pidiendo que llueva. Foto: difusión



Sierra: octubre de 2022 registró un déficit de lluvias similar al octubre de 1976

Jueves, 17 de Noviembre 2022 | 15:00



- El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi) informa que las deficiencias de lluvias registradas en la sierra del Perú durante octubre de 2022 son comparables, en magnitud, con las ocurridas en octubre 1976 en el contexto de un evento triple de La Niña en el Pacífico Central. Asimismo, en algunas localidades del sur de Cusco y la parte central y sur de Puno el mes de octubre de 2022 fue considerado como el más seco de los últimos 58 años.

Mejoramiento de cultivos para alimentar a 10 billones

nature biotechnology

Explore content ▾ Journal information ▾ Publish with us ▾

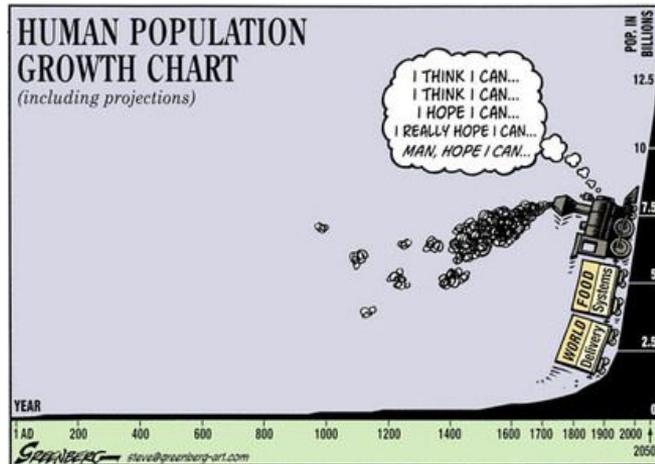
nature > nature biotechnology > review articles > article

Review Article | Published: 17 June 2019

Breeding crops to feed 10 billion

Lee T. Hickey , Amber N. Hafeez, Hannah Robinson, Scott A. Jackson, Soraya C. M. Leal-Bertioli, Mark Tester, Caixia Gao, Ian D. Godwin, Ben J. Hayes & Brande B. H. Wulff 

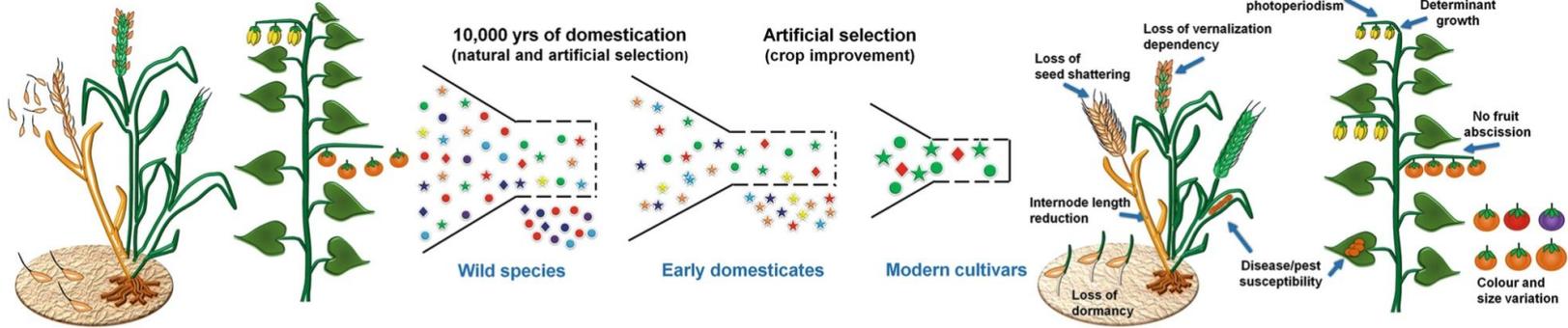
Nature Biotechnology 37, 744–754 (2019) | Cite this article



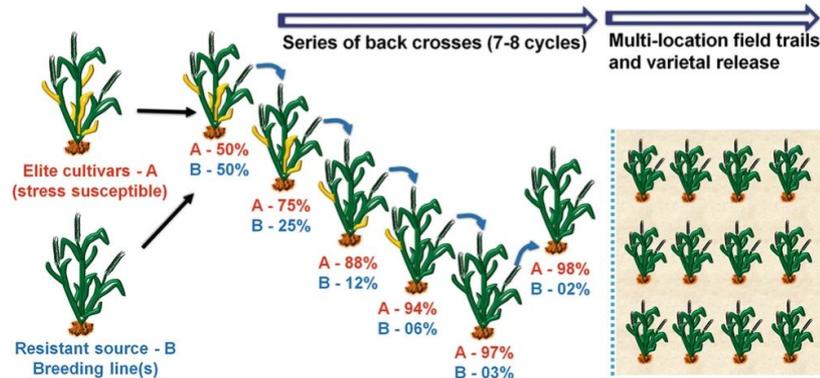
- Para el 2050
 - Población +25% \Rightarrow 10 billones
- Los rendimientos actuales de los cultivos son insuficientes
- Limitantes
 - Largo tiempo para mejorar los cultivos
 - Tabúes en el uso de nuevas tecnologías

Técnicas de mejoramiento

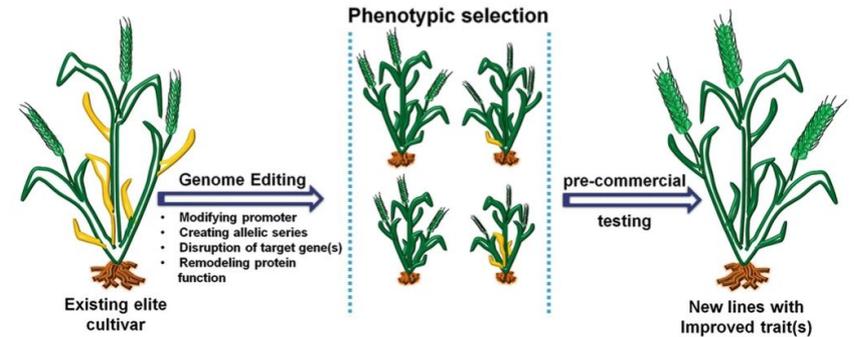
A Ancestral wild species



B Conventional breeding for crop improvement



C Genome editing assisted breeding



Kumar et. al (2021)

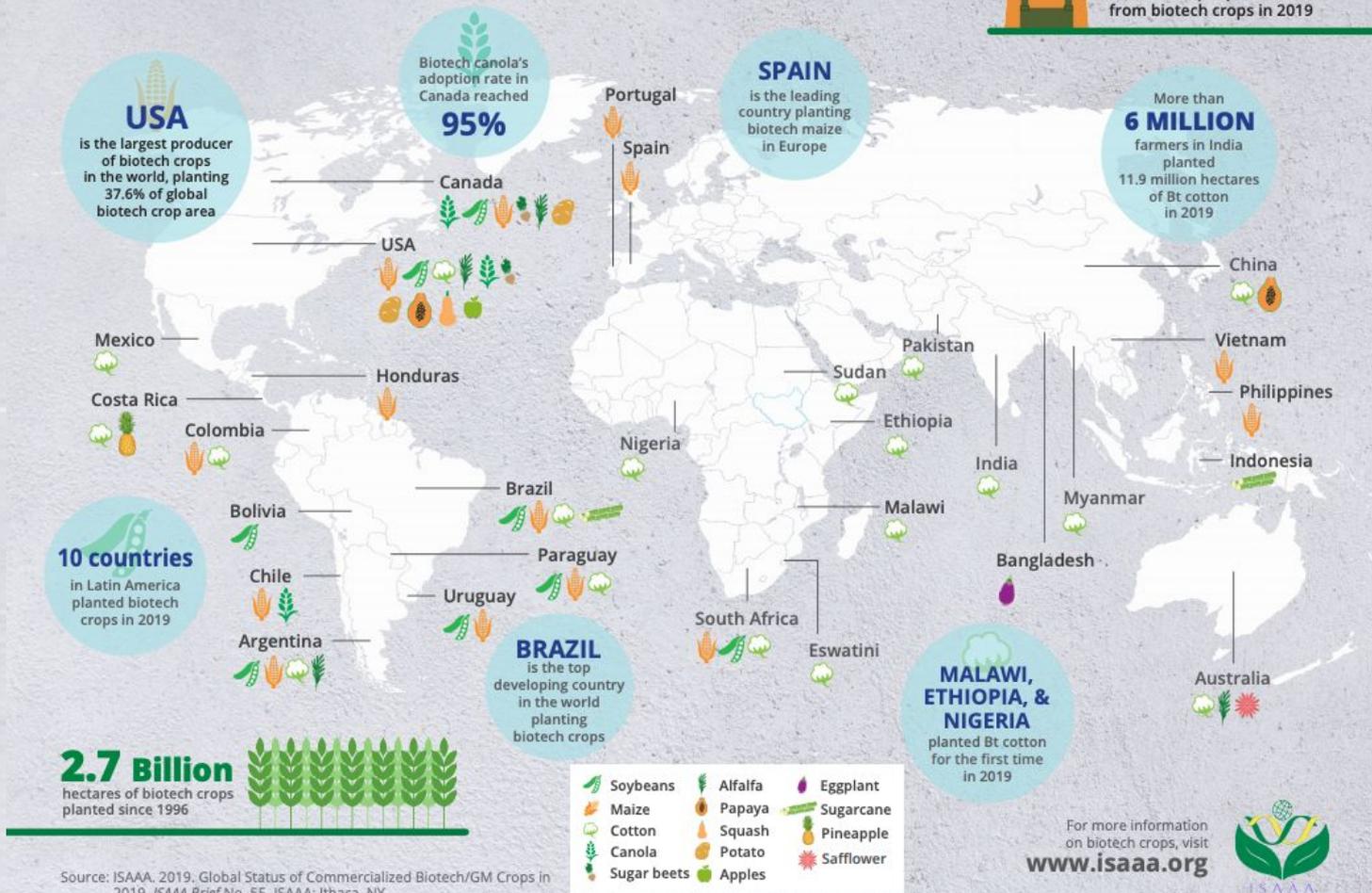
Do you know where biotech crops are grown?

More than 30 countries have planted biotech crops since 1996. See where they were grown in 2019.



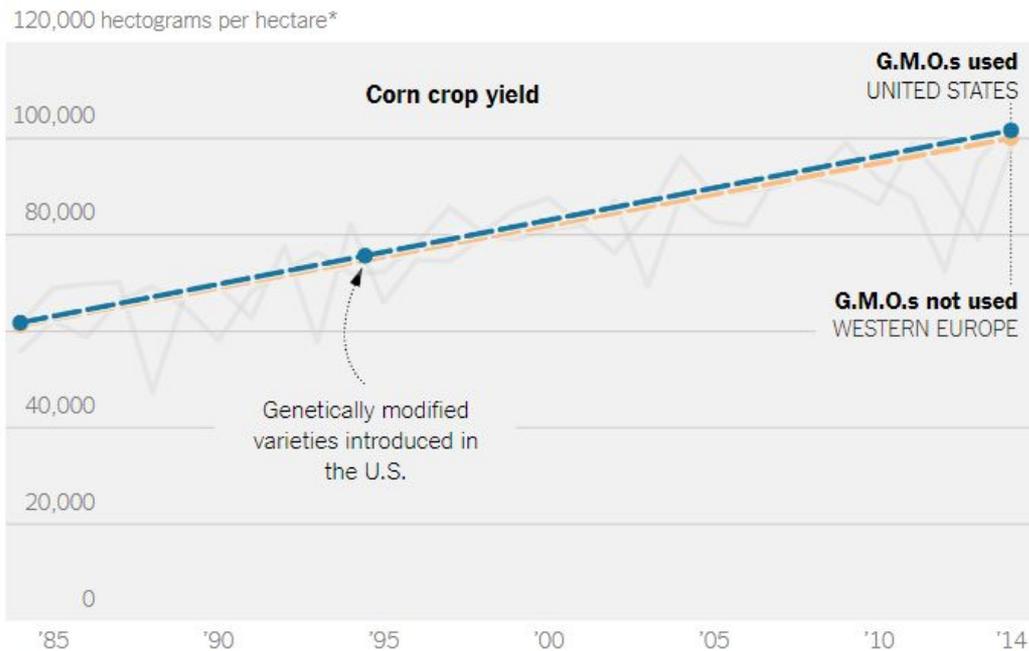
17 MILLION

small, resource-poor farmers and their families totaling >65 million people benefited from biotech crops in 2019



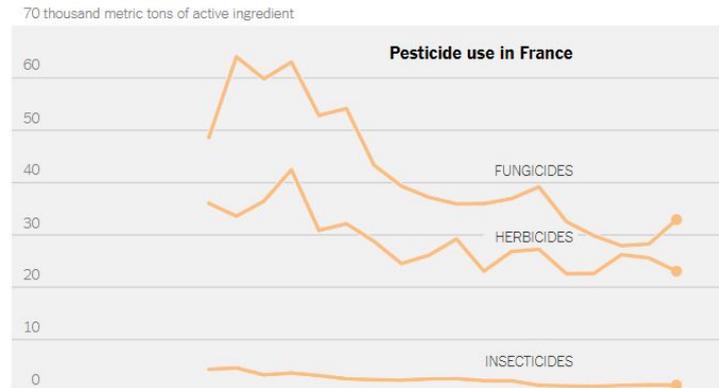
Source: ISAAA. 2019. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2019. ISAAA Brief No. 55. ISAAA: Ithaca, NY.

OGMs: Promesas rotas

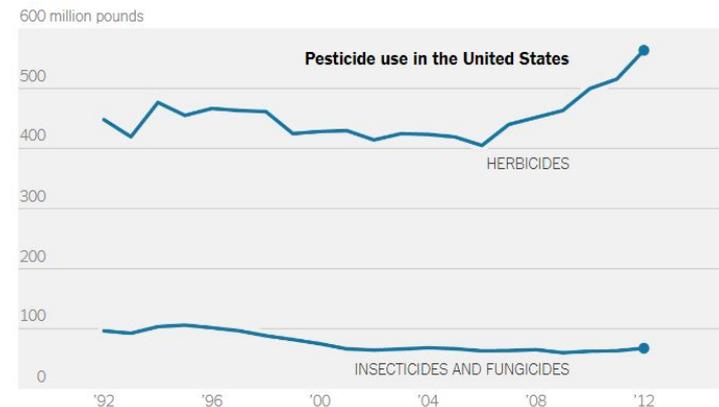


The New York Times | Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations | Note: Western Europe is France, Germany, Belgium, Luxembourg, Switzerland, the Netherlands and Austria.

Russell & Hakim (2016)

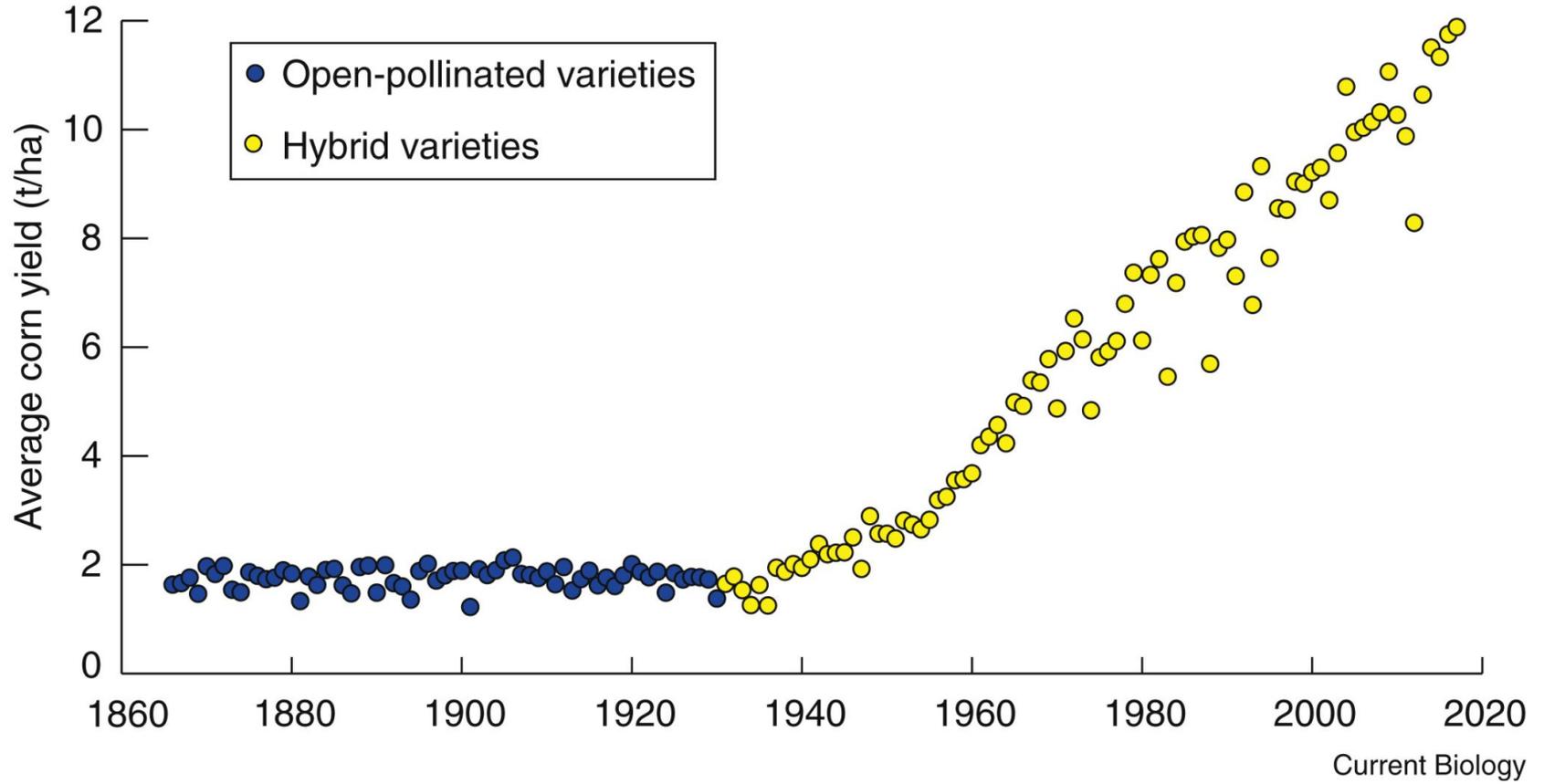


The New York Times | Source: Union of Industries of Plant Protection (France)



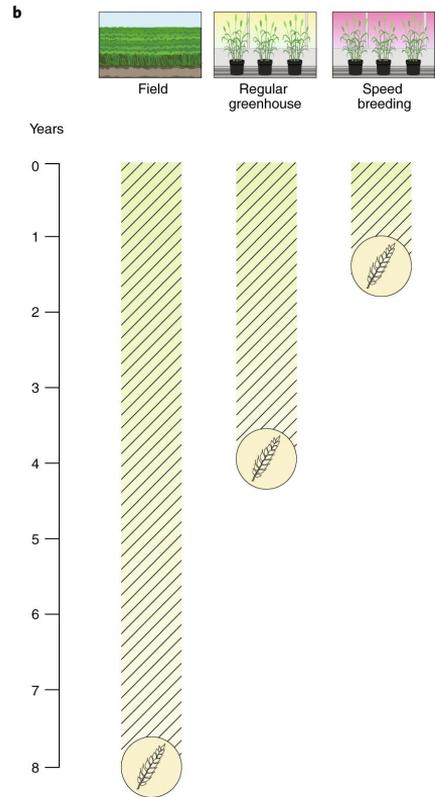
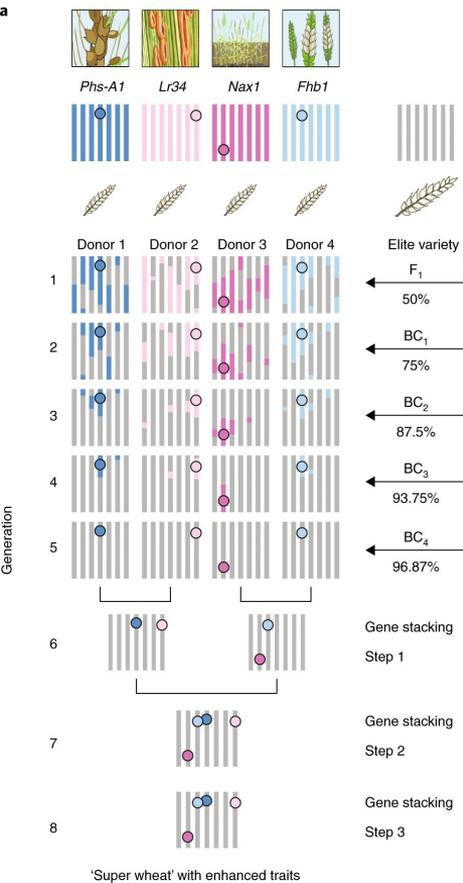
The New York Times | Source: U.S. Geological Survey

Maíz: vigor híbrido



Hochholdinger & Baldauf (2018)

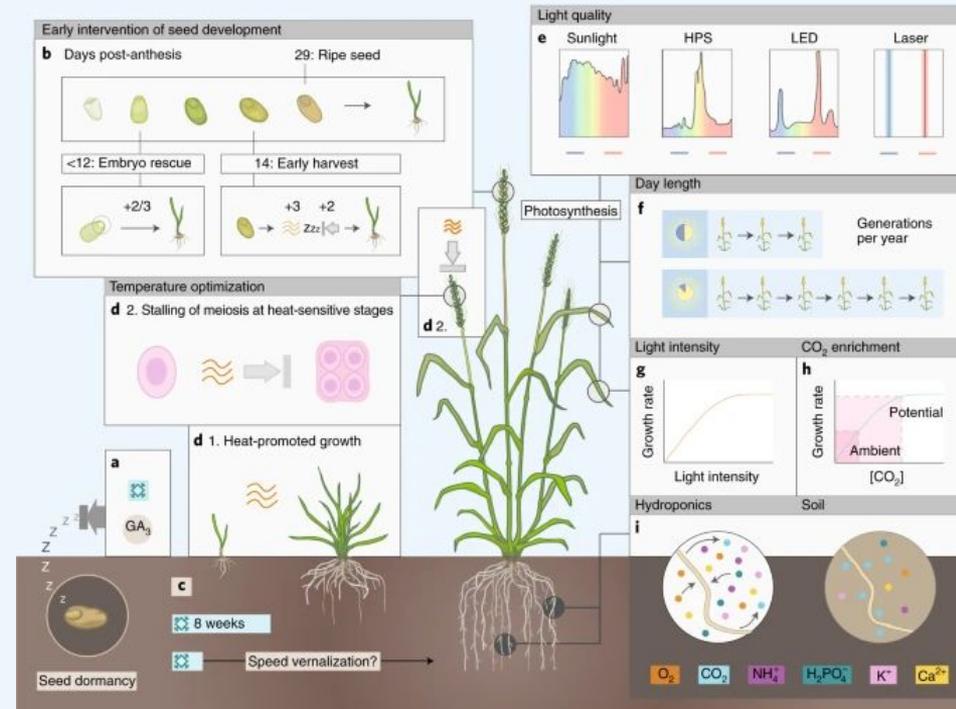
Fitomejoramiento: convencional vs métodos modernos



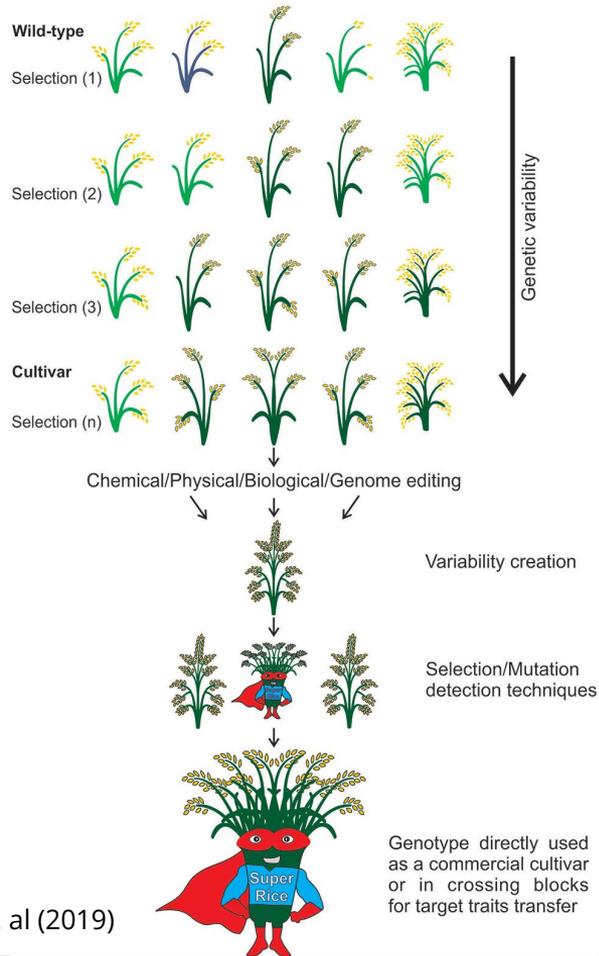
- e.g. mejoramiento para introgresión de 4 características
 - preharvest sprouting (Phs-A1)
 - wheat rusts (Lr34)
 - fusarium head blight (Fhb1)
 - salinity tolerance (Nax1)
- Tiempo usual > 8 años
 - Reducción del tiempo con las nuevas tecnologías

Speed breeding

- Reducción del tiempo de generación de semillas
 - Uso de fitohormonas
 - Luces artificiales: LED vs LASER?
 - Control del tiempo y temp.
 - Incremento de CO₂
- Y, para cultivos leñosos?
 - Selección genómica



Mejoramiento por mutaciones



Ebeling et. al (2019)

- Desarrollo de cultivos por mutación
 - Físico
 - Químico
 - Biológico
 - Edición genómica
- Evitar la erosión de la diversidad
 - Silvestre ⇒ mejorado

Mejoramiento para el cambio climático



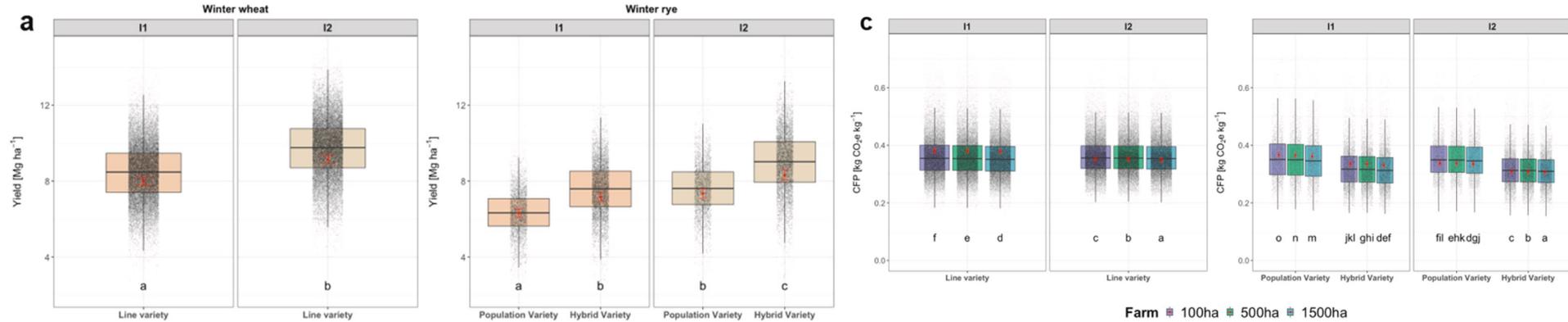
Journal of Cleaner Production

Volume 377, 1 December 2022, 134326



Breeding progress reduces carbon footprints of wheat and rye

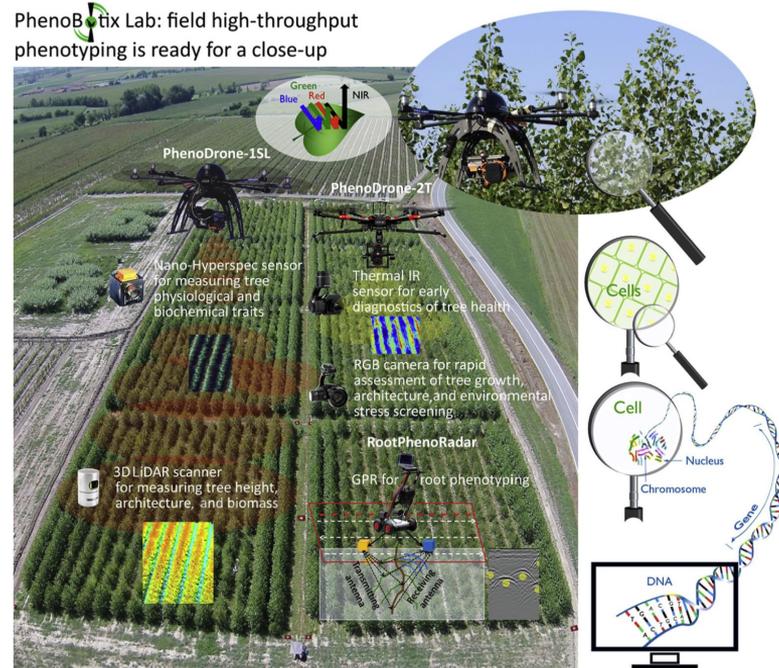
L. Riedesel ^a, F. Laidig ^b, S. Hadasch ^b, D. Rentel ^c, B. Hackauf ^d, H.-P. Piepho ^b, T. Feike ^a



I1: Input intensities are given (without fungicide and with reduced growth regulator application) | **I2:** full pesticide application
Greenhouse gas emissions per unit land (GHGL) | Carbon footprint (CFP)

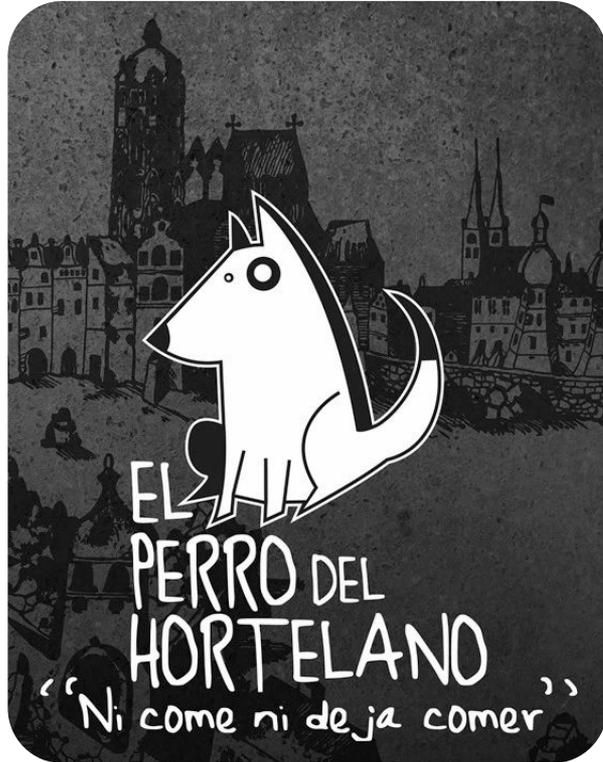
Inteligencia Artificial (IA) en la agricultura

- Por la necesidad de analizar gran cantidad de información
 - Desarrollo de algoritmos automatizados de evaluación
- Asociación de las características cuantitativas y cualitativas con análisis genéticos
 - Estudios de asociación genómica (GWS)
- Uso de imagen y videos para la extracción de información



Harfouche *et al.* (2019)

Retos y perspectivas



<< Lope de Vega >>

- No tener miedo a la nuevas tecnologías
- El problema no es el “qué” sino, el “cómo”
- Promover el uso racional de los recursos genéticos
 - Actitud proactiva con nuestros recursos y la nuevas tecnologías
 - Invertir en preparación de recursos humanos para nuestro país
- Incentivar a las nuevas generaciones
 - Transferencia de conocimientos
 - Aprender idiomas