



Federación de Centros
y Entidades Gremiales
de Acopiadores de Cereales

20 años



A TODO TRIGO Y CULTIVOS DE INVIERNO

DE LIDERAZGO

9 y 10 de Mayo
Sheraton | MAR DEL PLATA

COORDINACIÓN
GENERAL



Análisis de la situación del trigo en el mundo: producción e investigación

Gustavo A. Slafer

ICREA (Catalonian Institution for Research and Advanced Studies), Spain

*Department of Agricultural and Forest Sciences and Engineering, University
of Lleida, Spain*

AGROTECNIO-CERCA Center

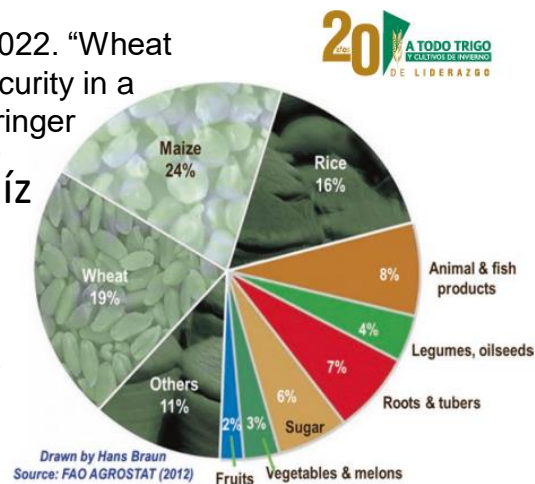


Importancia del trigo

- 250.000 especies vegetales
- 50.000 comestibles
- 90 % de las calorías proceden de 15 cultivos

Reynolds and Braun, 2022. "Wheat Improvement. Food Security in a Changing Climate". Springer

60 % trigo+arroz+maíz



Libro de Confucio
(551-470 AC) menciona
44 especies vegetales

La Biblia sólo menciona
solo 29 especies vegetales

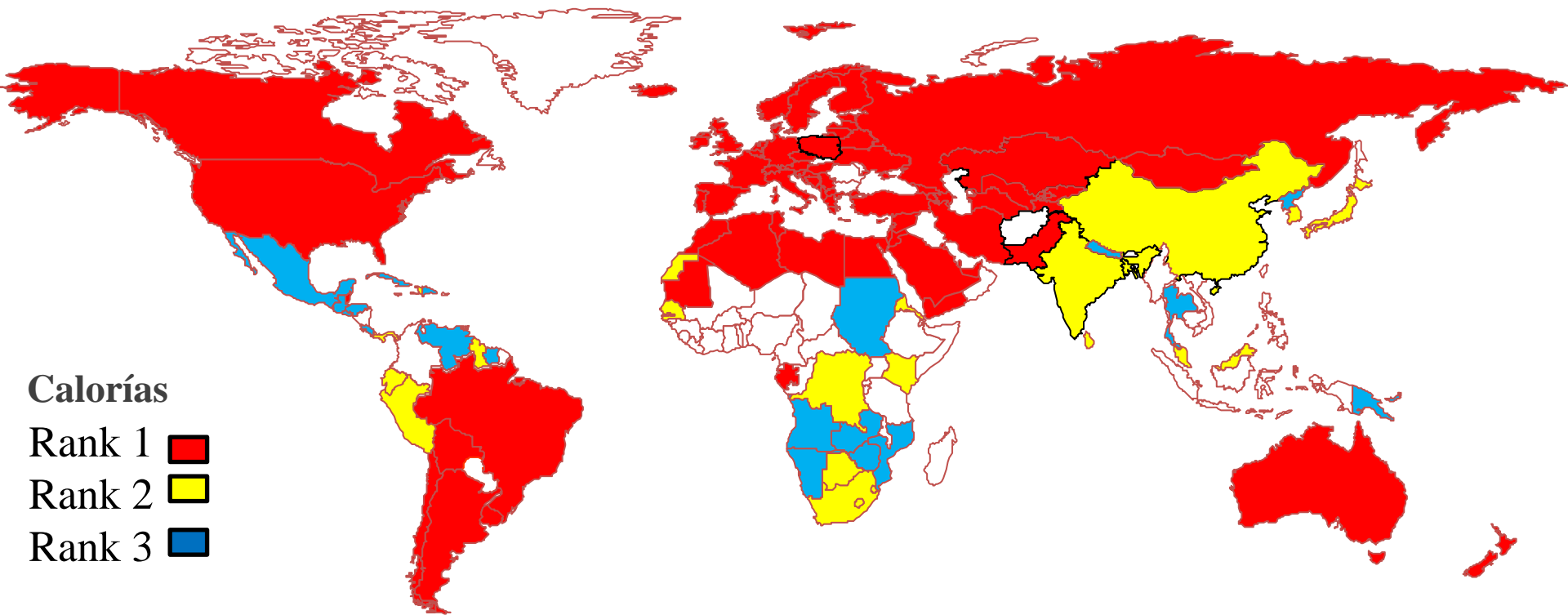


Calorías

Rank 1 

Rank 2 

Rank 3 



Slide courtesy Hans-J. Braun

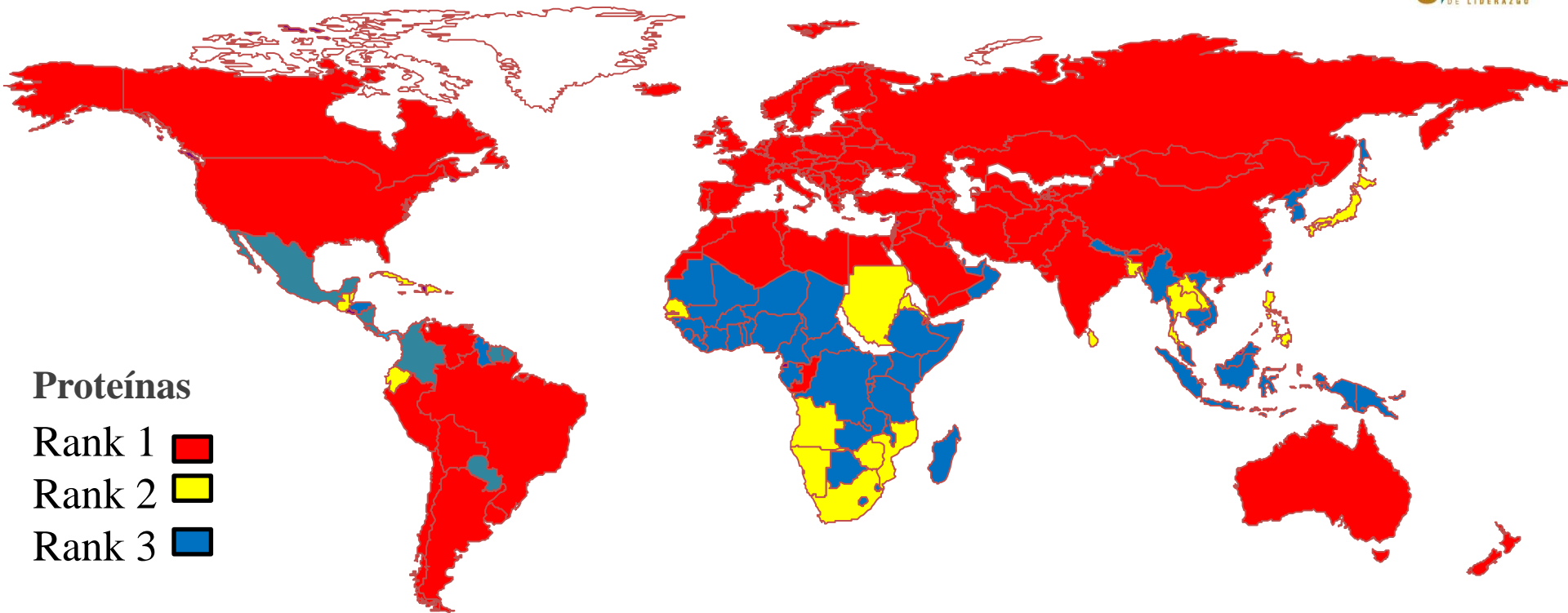
Importance of wheat as a source of calories
(map kindly provided by H-J Braun, CIMMYT)
Fuente de Datos: FAO, 2019

Proteínas

Rank 1 

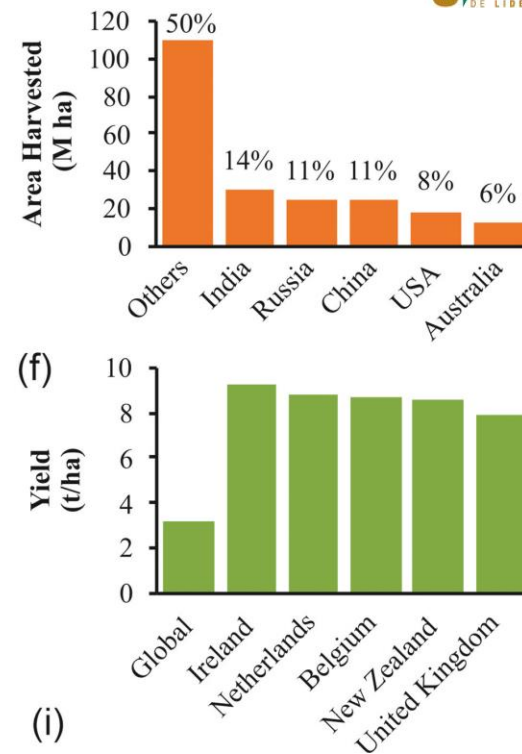
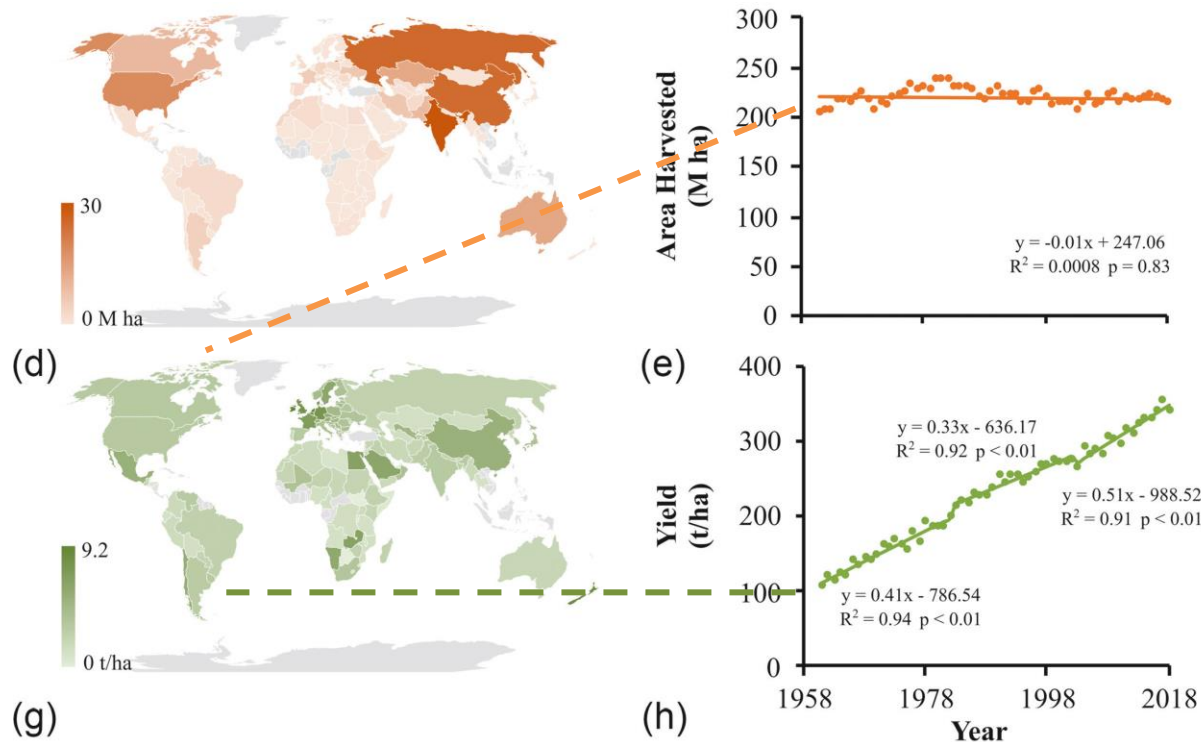
Rank 2 

Rank 3 



Slide courtesy Hans-J. Braun

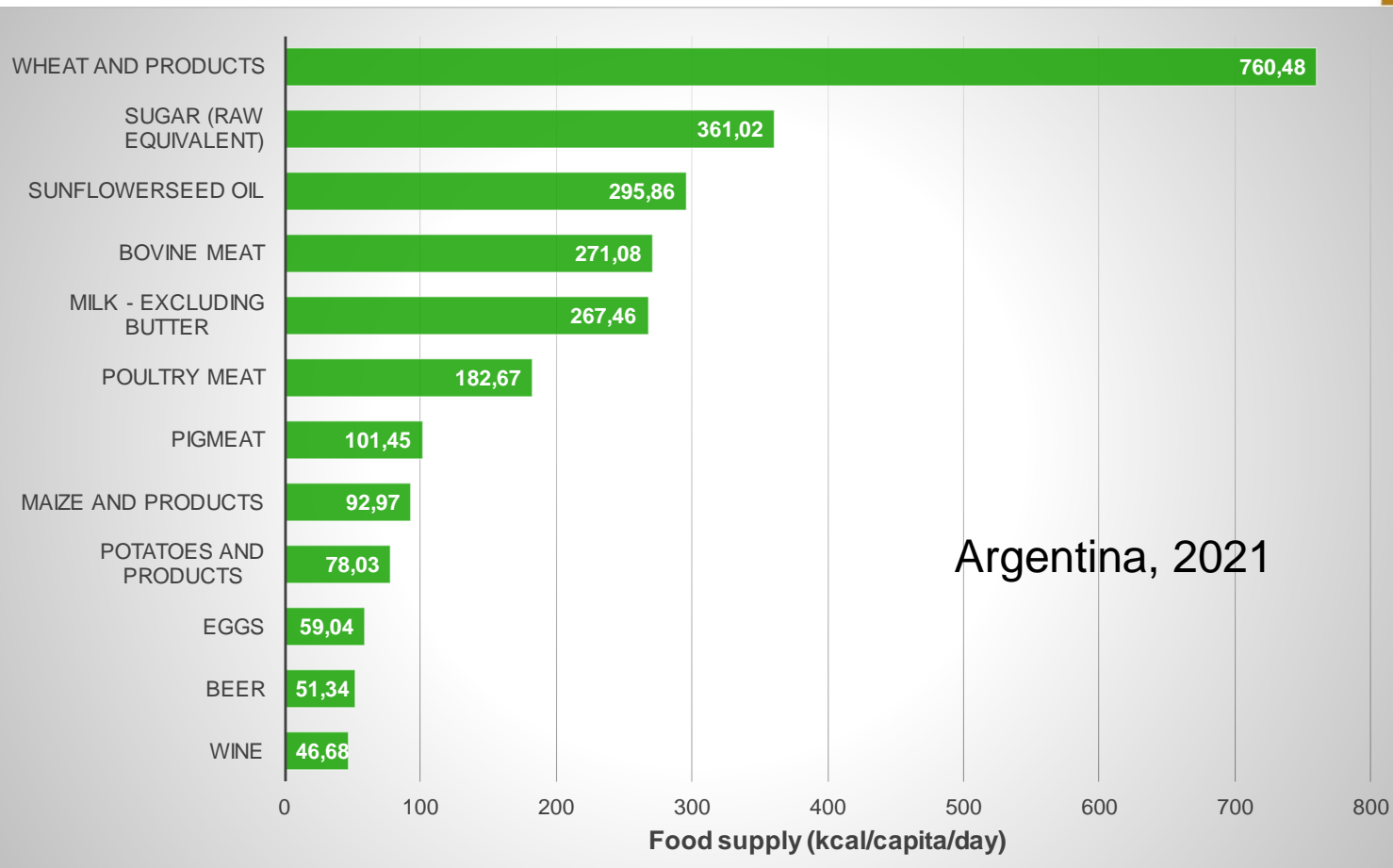
Importance of wheat as a source of plant proteins
(map kindly provided by H-J Braun, CIMMYT)
Fuente de Datos: FAO, 2019



Slafer et al. 2021. Wheat.

In: "Crop Physiology Case Histories for Major Crops" (V. Sadras and D. Calderini, Eds), Academic Press – Elsevier, pp. 99-163

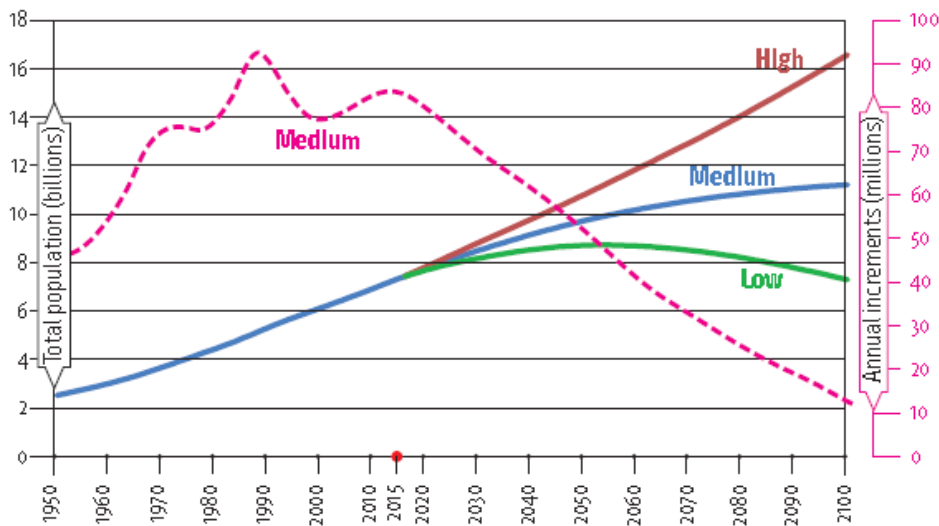
Gustavo A. Slafer



Necesitamos aumentar la producción

Cada vez como mas y mas ricos

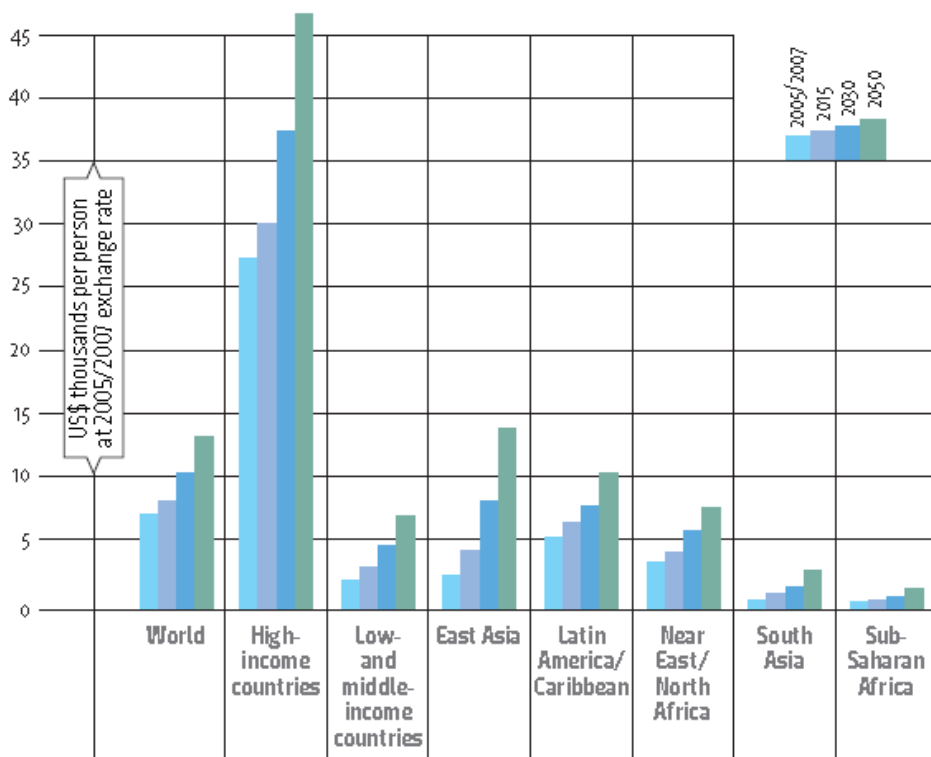
Figure 1.1 Global population growth to 2100, by variant



Note: Annual increments are 5-year averages.
Source: UN, 2015.

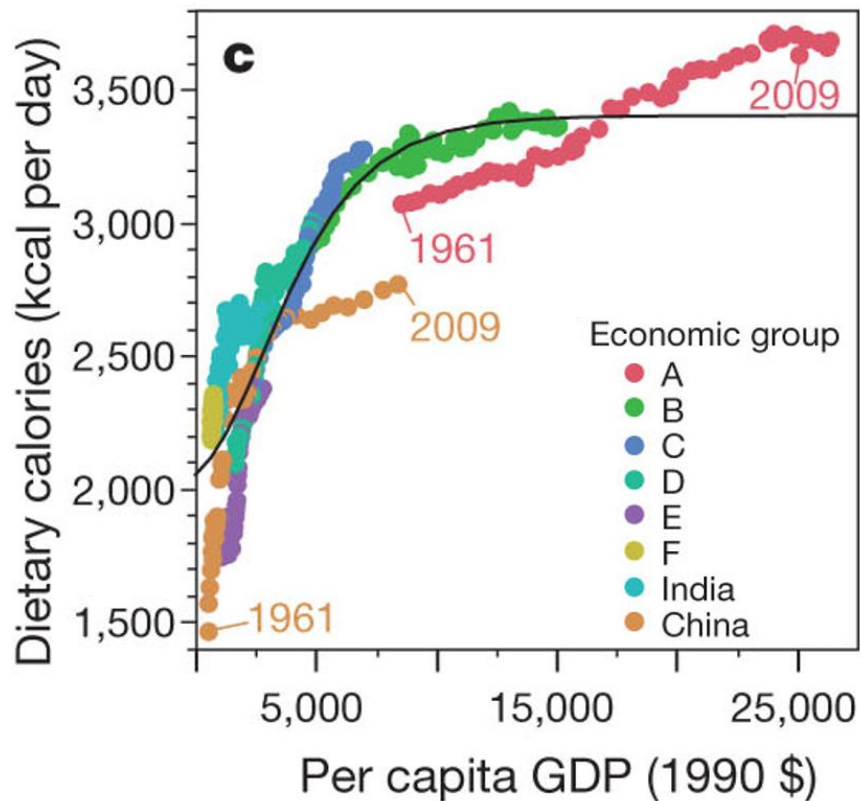
Gustavo A. Slafer

Figure 2.4 Growth of per capita GDP to 2050, by region



Note: Regional groups do not include high-income countries.

Source: Data for 2015 are based on FAO Global Perspectives Studies (unpublished data); data for 2005–2007, 2030 and 2050 are based on Alexandratos and Bruinsma, 2012.



'In the next 50 years we will need to produce
as much food as we have in the preceding ten
thousand years'

Megan Clark, CSIRO CEO
Deloitte (2014)

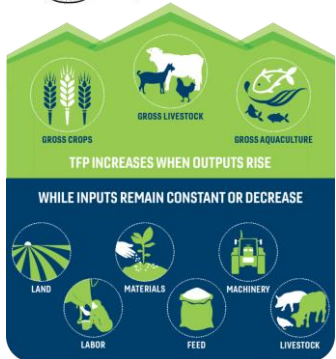
Each point is an annual datum for
1961 to 2009
Tilman & Clark (2014). Nature 525, 518-522

Y tenemos que conseguir estos aumentos espectaculares en producción de nuestros principales cultivos cuando

- **A nivel global tenemos menos agua disponible para regar** (siendo el déficit hídrico la principal causa de perdidas de rendimiento globalmente)
- **Y encima el ambiente futuro será menos productivo por el cambio climático**
- ***La “tormenta perfecta”***

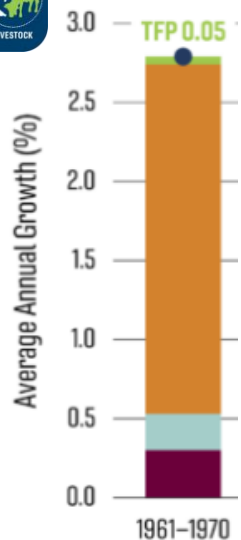
Necesitamos aumentar la producción. Alternativas:

- **Expansión del área cultivada** (primeros 9950 años de agricultura)
 - **Aumentos de rendimientos** (espectaculares en los últimos 70-80 años, lo que hace mas difícil aumentar: ley de rendimientos decrecientes)
 - **Aumentos en el uso de insumos** (gasol, fertilizantes, riego, plaguicidas...)
 - **Aumentos en la eficiencia**
 - Cultivares más eficientes (mejora genética)
 - Prácticas de manejo más eficientes
- } Conocimiento
(I+D) *TFP*



TFP cantidad de producción a partir del conjunto combinado de tierra, mano de obra, capital y recursos materiales empleados.

TFP aumenta cuando aumenta la producción sin que aumenten los insumos



- Total Factor Productivity Growth
- Input Intensification
- Irrigation Extension
- Land Expansion
- Output Growth

Agricultura (+Silvicultura):

5% PIB mundial: solo producción primaria

30% PIB mundial: si se considera el sistema alimentario completo

Pero solo el 5% de las inversiones se aplican en investigación global I+D

La inversión en I+D en agricultura es muy eficiente!!!

Debido a cuestiones económicas y ambientales, es muy improbable que haya un incremento en el uso de insumos muy manifiesto

Los rendimientos deberán aumentar cada vez mas dependiendo del conocimiento (TFP)!!!

El aumento necesario de rendimientos deberá venir de

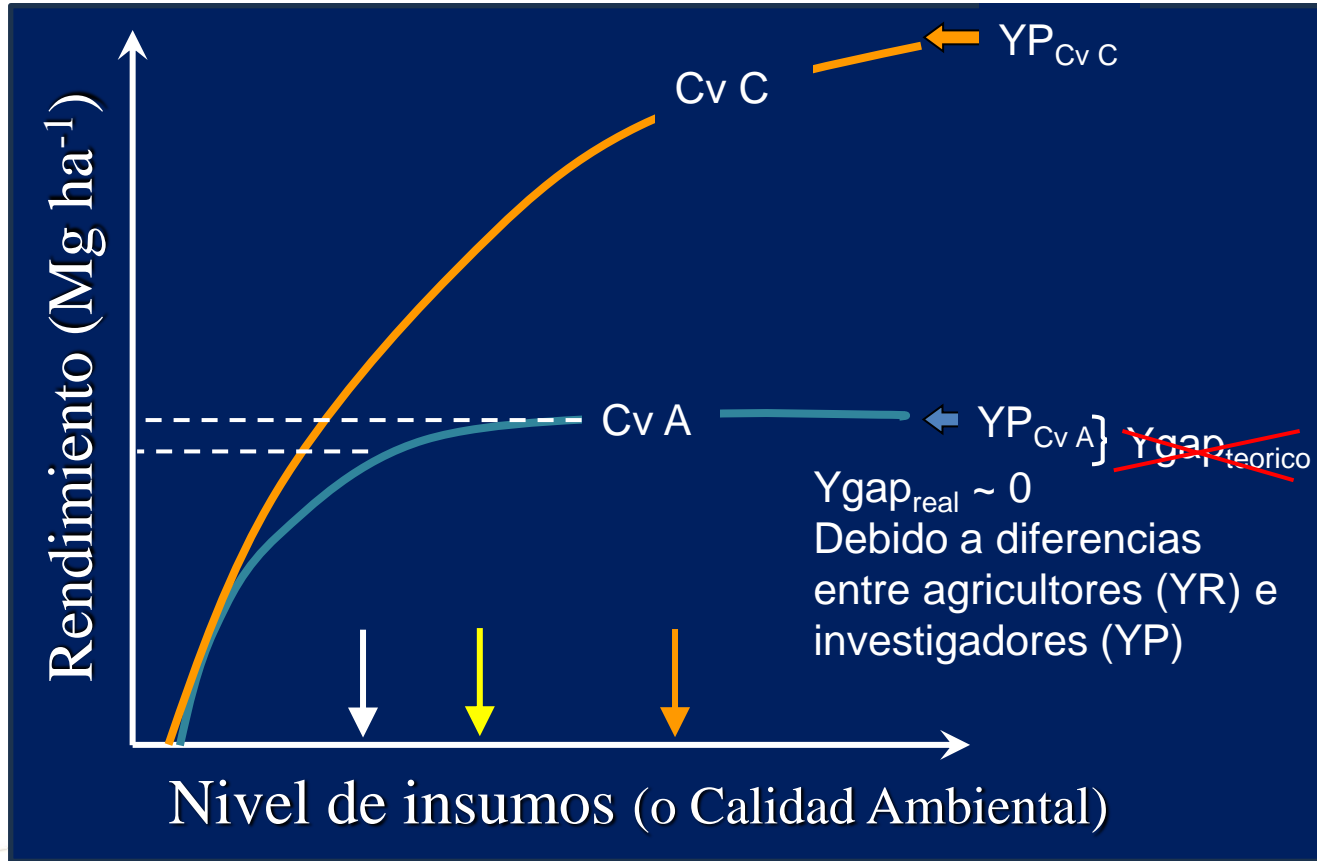
1. Seguir aumentando el rendimiento potencial
2. Reducir la brecha de rendimientos entre el real que los agricultores obtienen y el potencial

Primero discutiré muy brevemente la situación donde la brecha de rendimiento es pequeña [$Y_R \sim Y_P$] (*e.g.*, La mayoría de los agricultores del N de Europa, Los agricultores del Valle de Yaqui en México, mejores agricultores del SE BA)

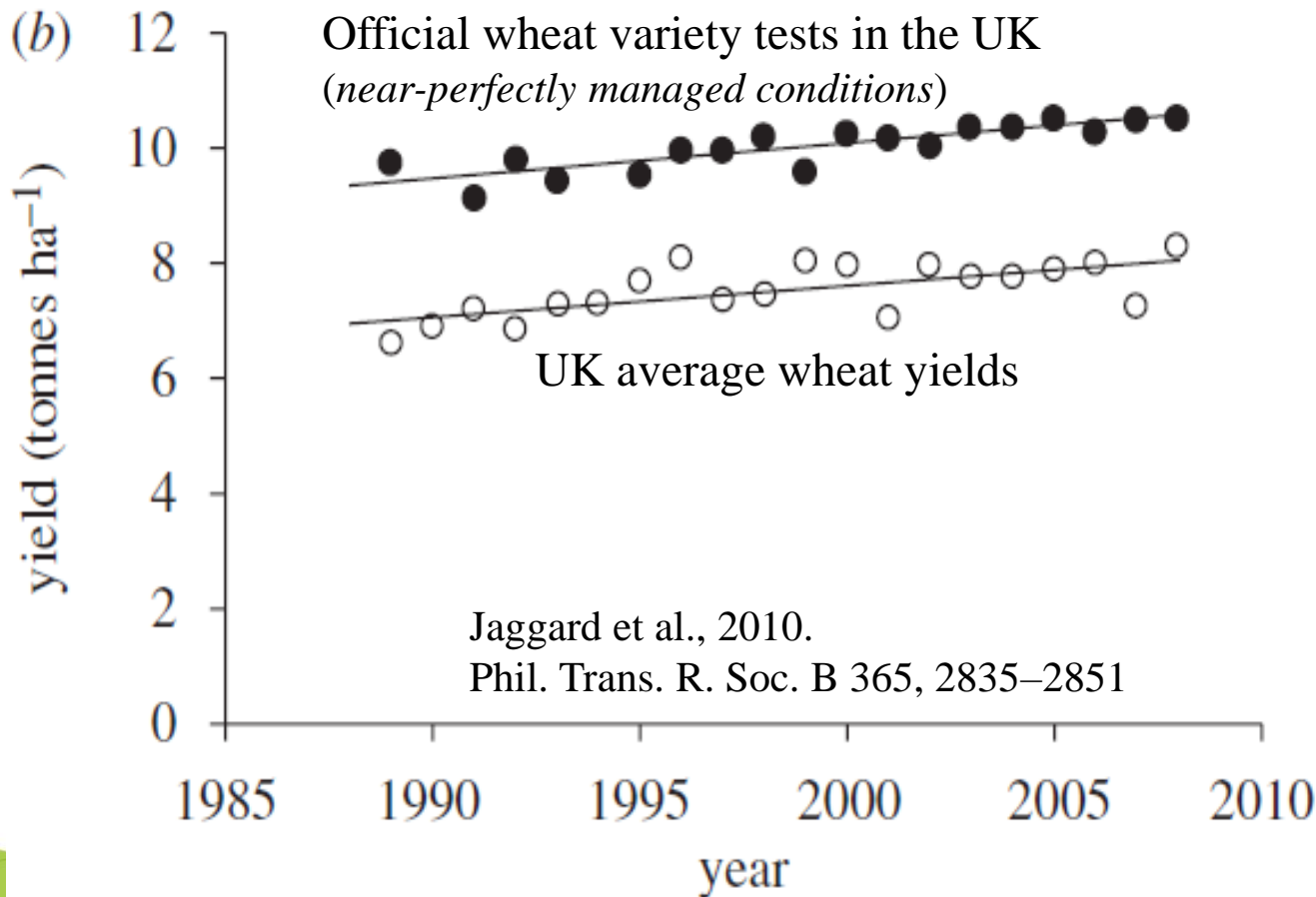
Después me concentraré en discutir alternativas para reducir la brecha entre rendimientos real y potencial

Cuando los rendimientos que obtienen los agricultores son cercanos al potencial, no hay brecha “genuina” que cerrar

Los Y_R solo
aumentarán si se
incrementa el Y_P ,
eventualmente
ajustando el manejo
para aprovechar el
nuevo potencial



Es esperable que los aumentos en YP se traduzcan en YR cuando $YR \sim YP$



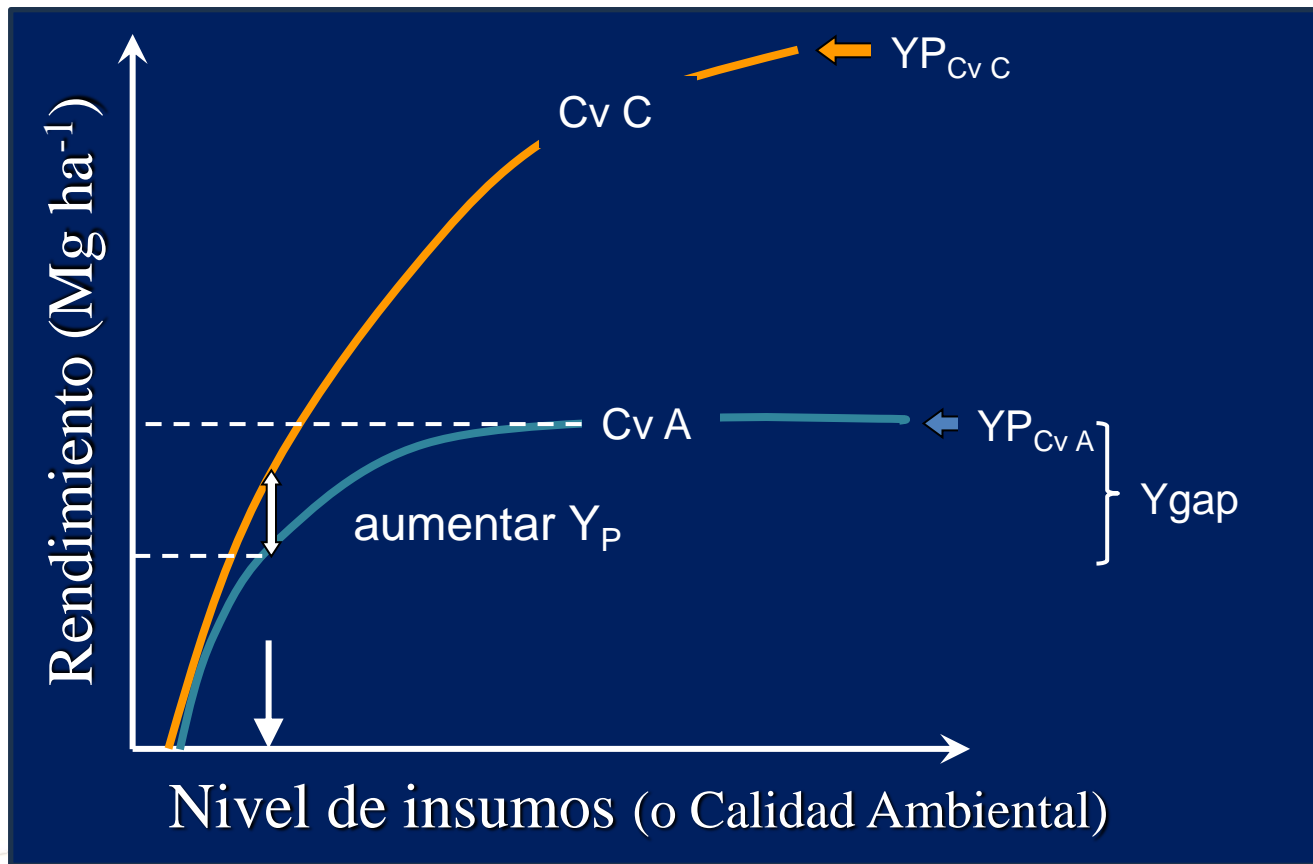
Un problema es si se lograra conseguir ganancias genéticas en YP de la magnitud necesaria

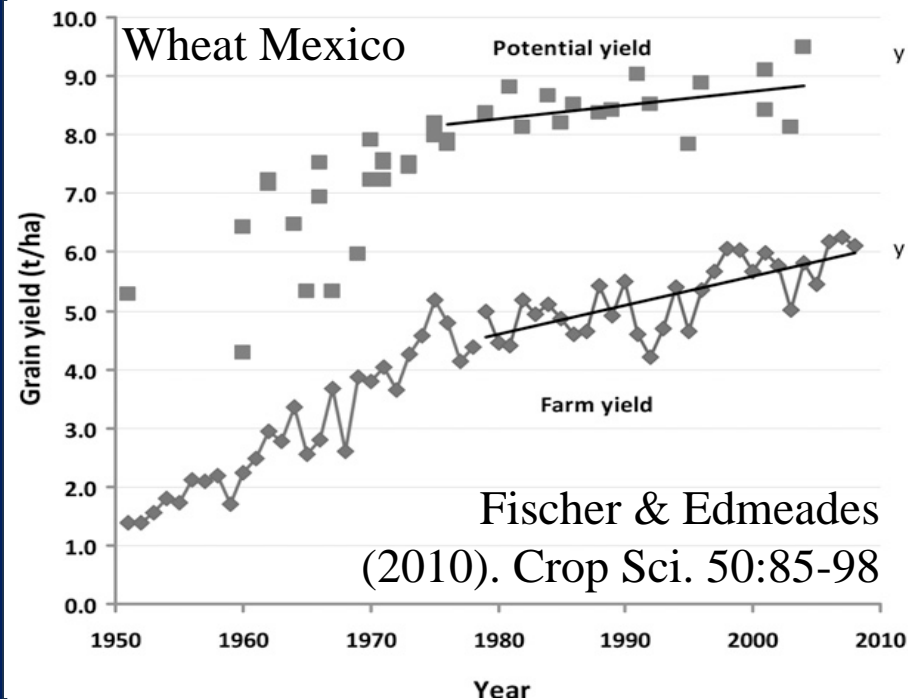
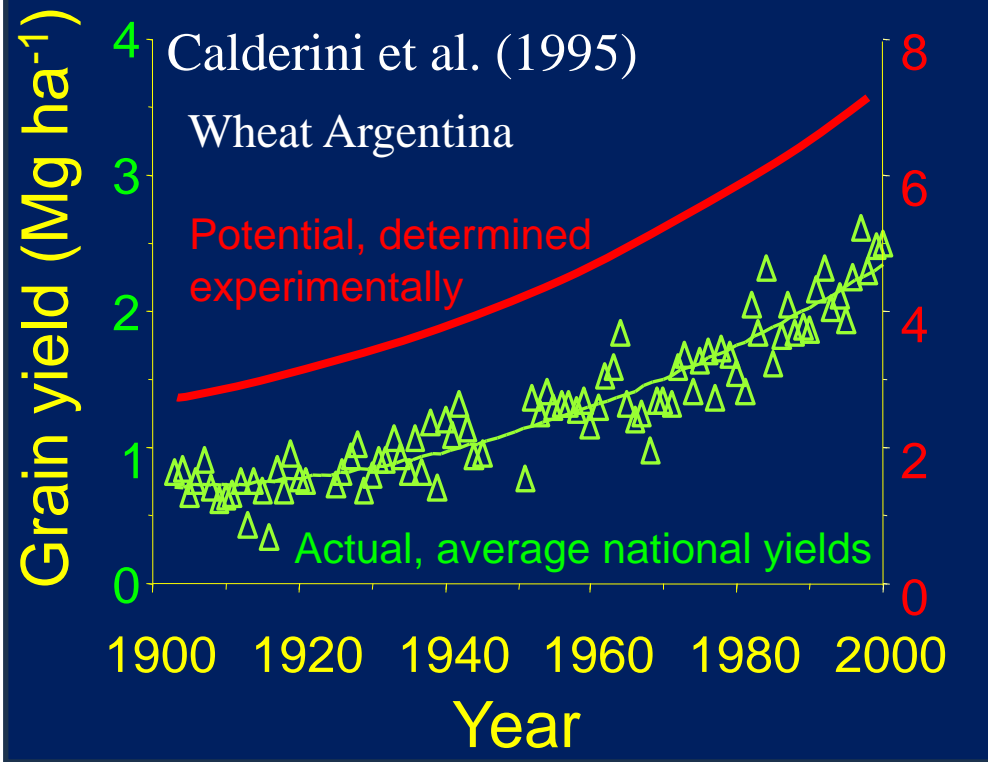
MUY difícil si los rendimientos deben duplicarse en un plazo de 3 décadas!!

Hay esperanzas con aproximaciones más modernas de genética y biotecnología, pero también algo de escepticismo...

Volveré a esto en breve

Es posible que también
sirva aumentar el Y_P , a
pesar de la brecha de
rendimiento



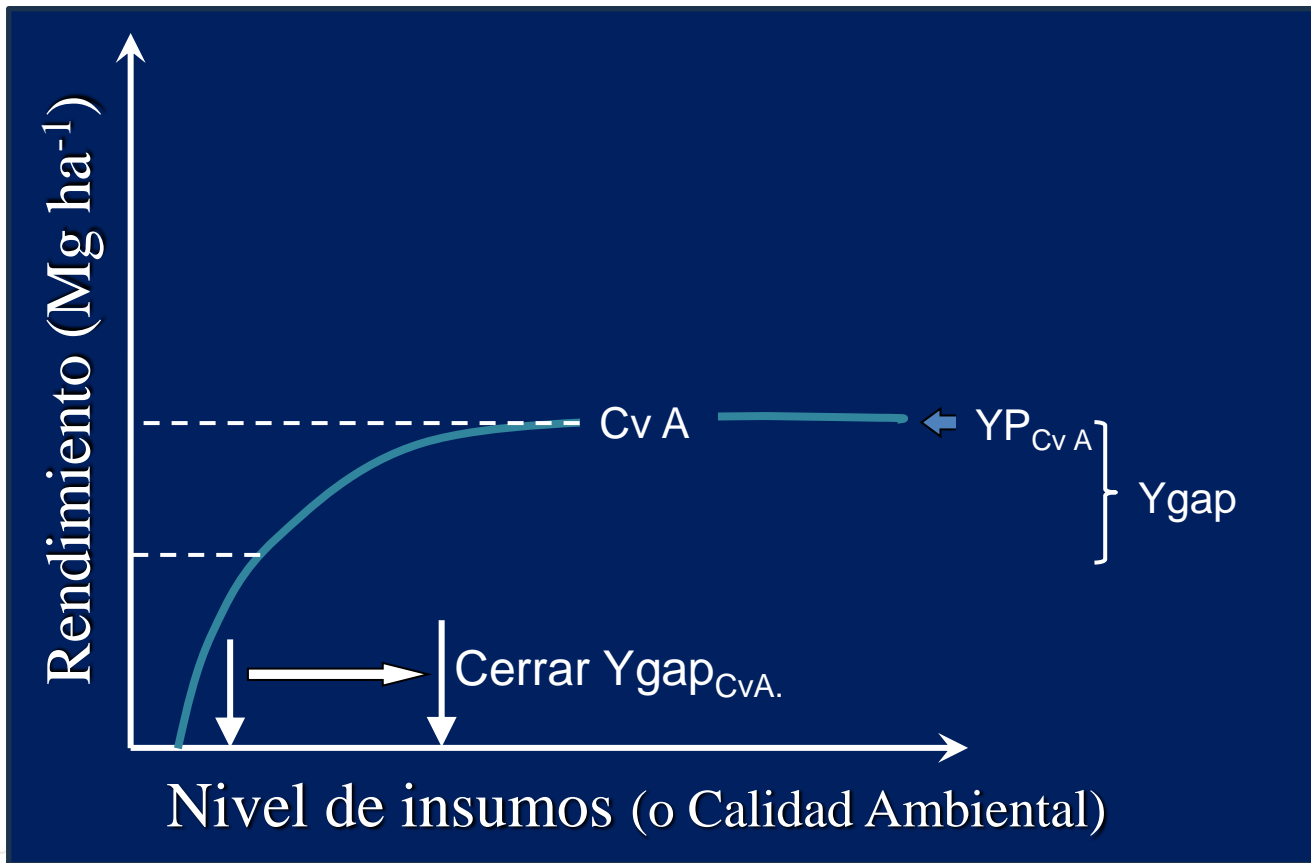


Resultados similares para varios otros cultivos (maíz, soja, cebada)

Es posible que también
sirva aumentar el Y_P , a
pesar de la brecha de
rendimiento
O mejorando el manejo
para reducir la brecha

Pero esto dependerá de los
factores que limiten el
rendimiento

Muchas veces parece
simple pero resulta
inabordable (el factor
limitante no es manejable)



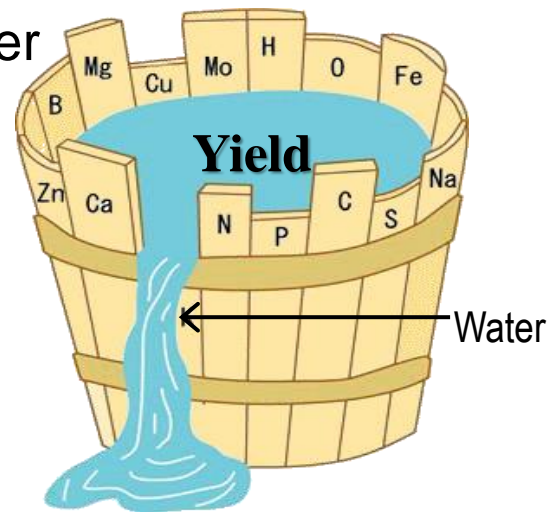
El caso mas común en condiciones semiáridas es que el principal factor limitante es la disponibilidad hídrica.

Si regar no es una posibilidad, que se puede hacer para reducir la brecha?

Un problema serio en estos tipos de análisis es la Ley del mínimo de Liebig

La ley del mínimo postula que el rendimiento no podrá ser mejorado si no se corrige la deficiencia mas importante

Los agricultores de regiones con rendimientos bajos y variables debido a escasas e irregulares precipitaciones tienden a evitar invertir en fertilizantes ya que el agua limita mas que el N



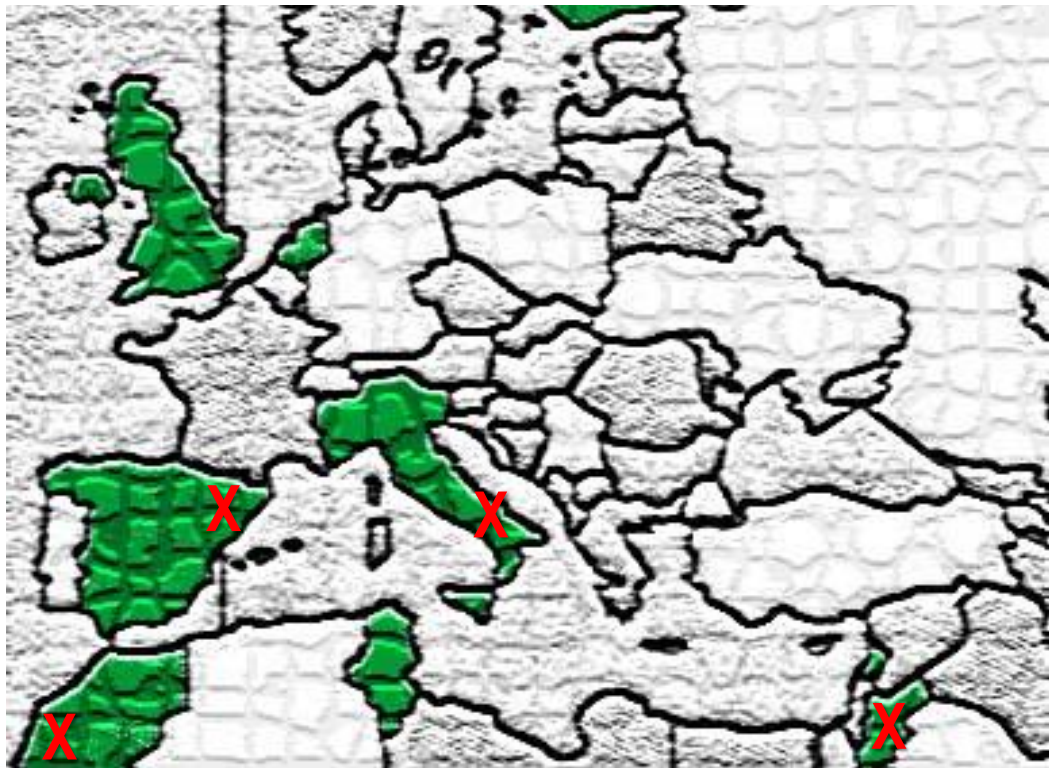
La ley del mínimo es robustamente razonable, pero ha demostrado ser incorrecta ya que aun habiendo un factor que resulta mas limitante otros pueden ser co-limitantes

En el marco del proyecto europeo WatNitMED pusimos a prueba la respuesta de trigo y cebada en condiciones de secano alrededor del Mar Mediterráneo

16 experimentos en

- NE España ● Marruecos
- S Italia ● Jordania

(en total 289 datos de rendimiento)

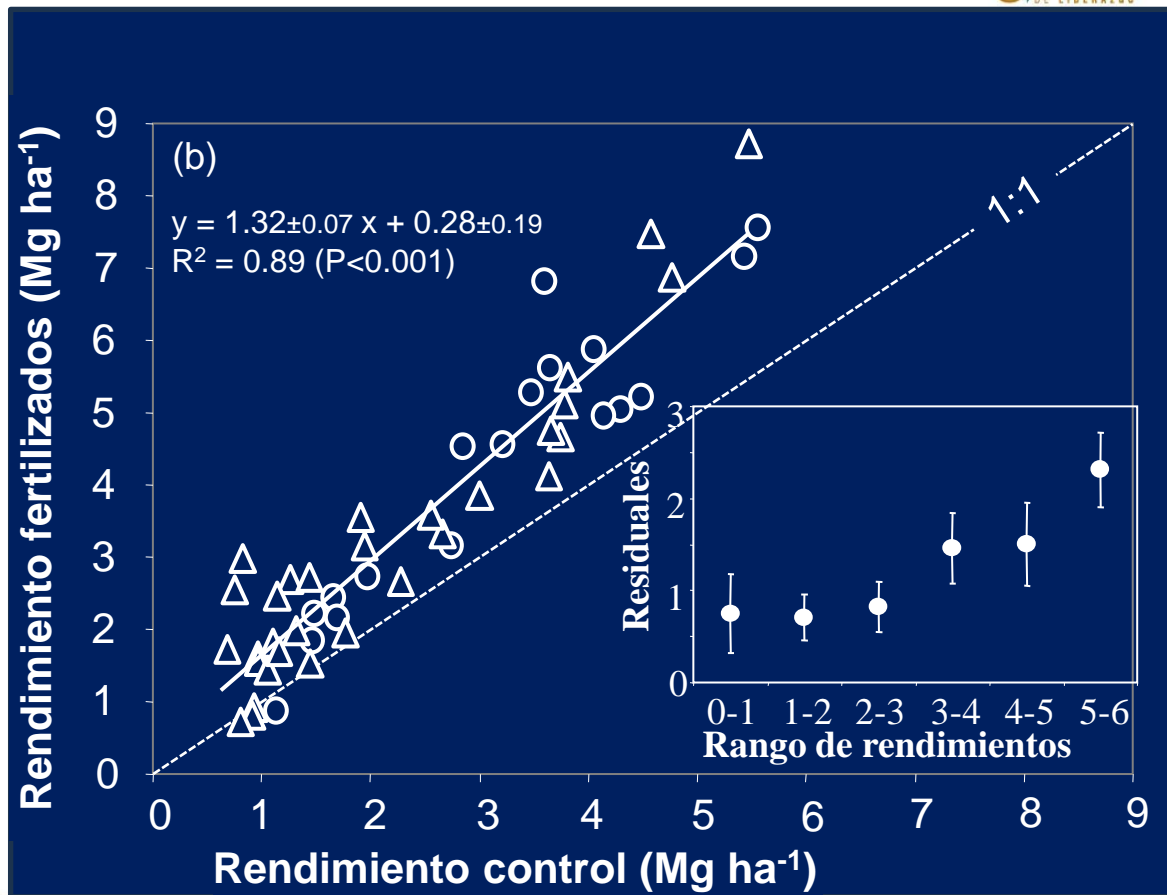


Solo excepcionalmente hubo
pérdidas de rendimientos o
respuesta nula

Y por ello no hubo un cruce
entre la línea de regresión y la
relación 1:1

Naturalmente en mejores
condiciones hubo mas respuesta
(pendiente >1)

Pero hubo respuesta a la
fertilización aun en ambientes
de rendimientos muy bajos



Pero si la brecha de rendimientos es grande, si no podemos manejar el factor mas limitante, las ganancias son importantes pero muy lejanas a conseguir duplicar los rendimientos reales en 3 décadas...

Para lograrlo dependemos mucho de conseguir saltos importantes en las ganancias genéticas (que permitirían también aumentar la eficiencia de las prácticas de manejo)

¿Podrá la mejora genética conseguir ese objetivo? (duplicar rendimientos en c. 3 décadas) .

En el pasado fue posible (Mejoras en adaptación en ambientes nuevos; Revolución verde)

Necesitamos entender mucho mas la determinación del rendimiento y que atributos manipular. Y tener mas y mejores herramientas

Mejora convencional

Cruzamiento y selección de variedades

Generate Variability



Slide courtesy Ignacio Romagosa

Select 'best' lines



Mejora convencional

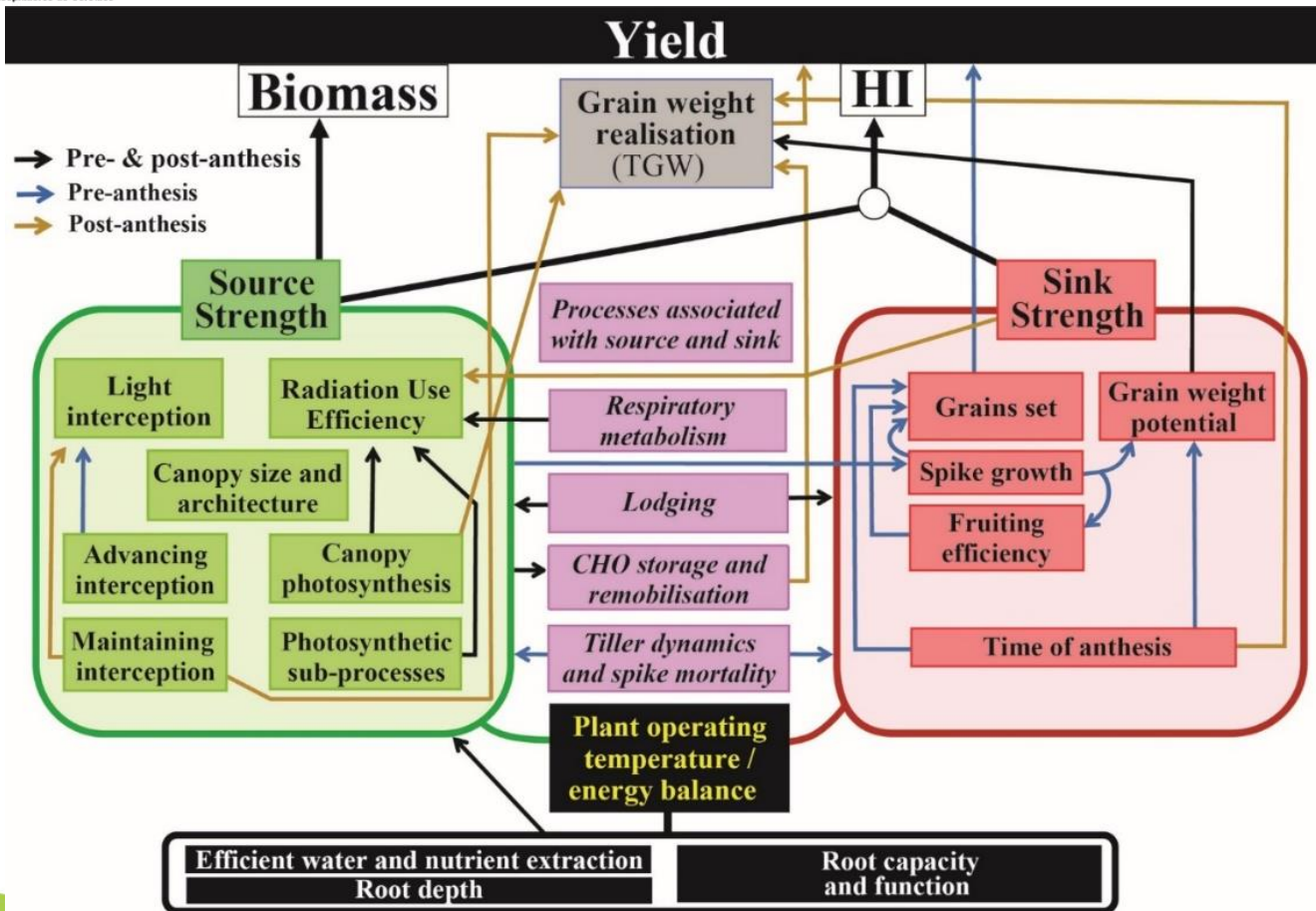
Cruzamiento y selección de variedades

Trigos híbridos (problemas para identificar fuentes de vigor híbrido de magnitud considerable; problemas de producción eficiente de semilla híbrida)

Trigos transgénicos

Trigos con “edición génica”

} **Que genes? ➡ Entender mucho más**



Reynolds, Slafer, Foulkes,
Griffiths et al. 2022.
Nature Food 3, 318-324

A **wiring diagram**
to integrate physiological
traits of wheat yield
potential

Impact	Confidence
	Large
	Small
	Large
	Small

More easily doable
Risky but high return

Source
Strength

Sink
Strength

[Spike photos.]

Grain weight realisation
(TGW)

Starch synth.

Protein synth.

Yield

A

20

Grains set

Grain weight potential

Spike growth

Ovary size

Spike partition. index

Endosperm cell #

Intern. length & DM partition

Leaf sheath & lamina part.

Max water content
(grain volume)

Crop growth TS-An

Fruiting efficiency

Partitioning within spike

Floret development

Grain abortion

Spike vascular architecture

Spike hormones

Duration TS-An

Duration GF

Time of anthesis

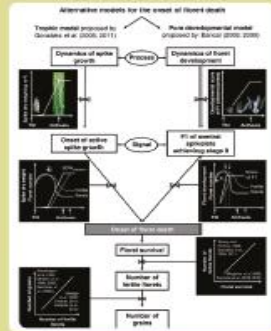
Murchie et al. 2023.
Journal of Experimental
Botany 74, 72–90
source-strength traits

Slafer et al. 2023.
Journal of Experimental
Botany 74, 40–71
sink-strength traits

Crop Physiology Lab



Catalan Institution for Research and
Advanced Studies



*Muchas gracias
por su tiempo*