

Mejoramiento de la calidad de trigo para procesamiento y salud en un programa internacional



Carlos Guzmán, Jefe del Laboratorio de Química y Calidad de Trigo, Programa Global de Trigo, CIMMYT

Suchismita Mondal, Velu Govindan, Philomin Juliana, Julio Huerta-Espino, Leonardo Crespo, Susanne Dreisigacker, Bhoja Basnet, Gemma Molero, Francisco Piñera, Matthew Reynolds, Masahiro Kishii, Jose Crossa, Alex Morgounov, Karim Ammar, Ravi Singh

CIMMYT

Centro Internacional de
Mejoramiento de Maíz y Trigo

Misión

Ciencia aplicada al maíz y al trigo
para mejorar los medios de vida de
las personas.

Visión

Un mundo con gente más sana y
más próspera –libres de crisis
alimentarias mundiales—y sistemas
agro-alimentarios más resilientes.



El maíz ayuda a alimentar al mundo

- Es el alimento básico preferido por **900 millones** de personas que viven con menos de \$2 al día.
- El maíz proporciona entre el **15-56% del total de calorías** en el África sub-Sahariana, América Latina y Asia.
- Se cultivan 185 millones de hectáreas globalmente.





El trigo ayuda a alimentar al mundo

- Es el alimento básico preferido por 2.5 billones de personas que viven con menos de \$2 al día.
- Aporta el **20% de todas las calorías y proteínas** a nivel global
- Cereal más cultivado globalmente: 215 millones de hectáreas.



El CIMMYT en el mundo

1,200 empleados de más de 50 países

Países donde el CIMMYT tiene oficinas:

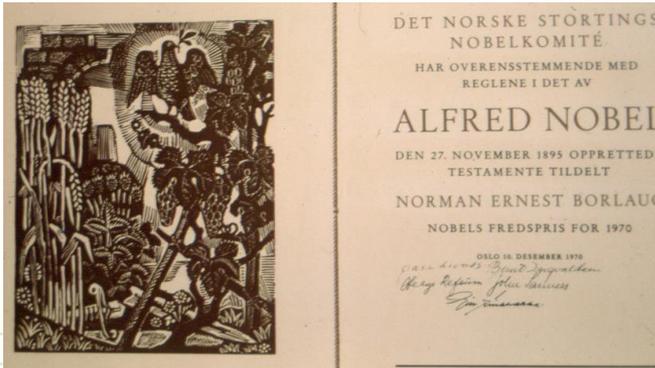
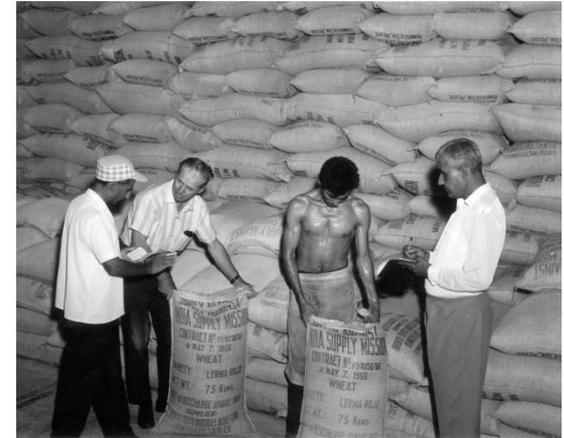
Afganistán
Bangladesh
China
Colombia
Etiopía
Guatemala
India
Irán
Kazakstán
Kenia
México
Nepal
Pakistán
Turquía
Zimbabue



 **Proyectos en más de 40 países**



ORIGEN DEL CIMMYT





RESEARCH
PROGRAM ON
Wheat

El CIMMYT en la actualidad lidera el Programa Global de Trigo del CGIAR, llevado a cabo por una comunidad de más de 200 organizaciones públicas y privadas de todo el mundo, incluyendo gobiernos nacionales, compañías, centros internacionales y regionales, agencias locales y agricultores.

PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE TRIGO EN CIMMYT

▶ Trigo primaveral

- Harinero o blando
- Duro
- Triticale



México



Turquía



▶ Trigo invernal

- Harinero
- CIMMYT-Turkey-ICARDA program

Mejoramiento de trigo primaveral en CIMMYT

Mejoramiento en lanzadera: clave para la amplia adaptabilidad

Ciclo de verano: Toluca

Mayo-Octubre.

Alta precipitación

Enfermedades: roya amarilla, fusarium

Fotoperiodo: decreciente.

Suelos: +/- acido



Toluca

Longitude: 99° 33' W

Latitude: 19° 13' N

Altitude: 2640 masl

Obregon

Longitude: 109° 54' W

Latitude: 27° 21' N

Altitude: 40 masl



Ciclo de invierno: Obregón

Noviembre-Mayo.

Irrigado + sequía simulada

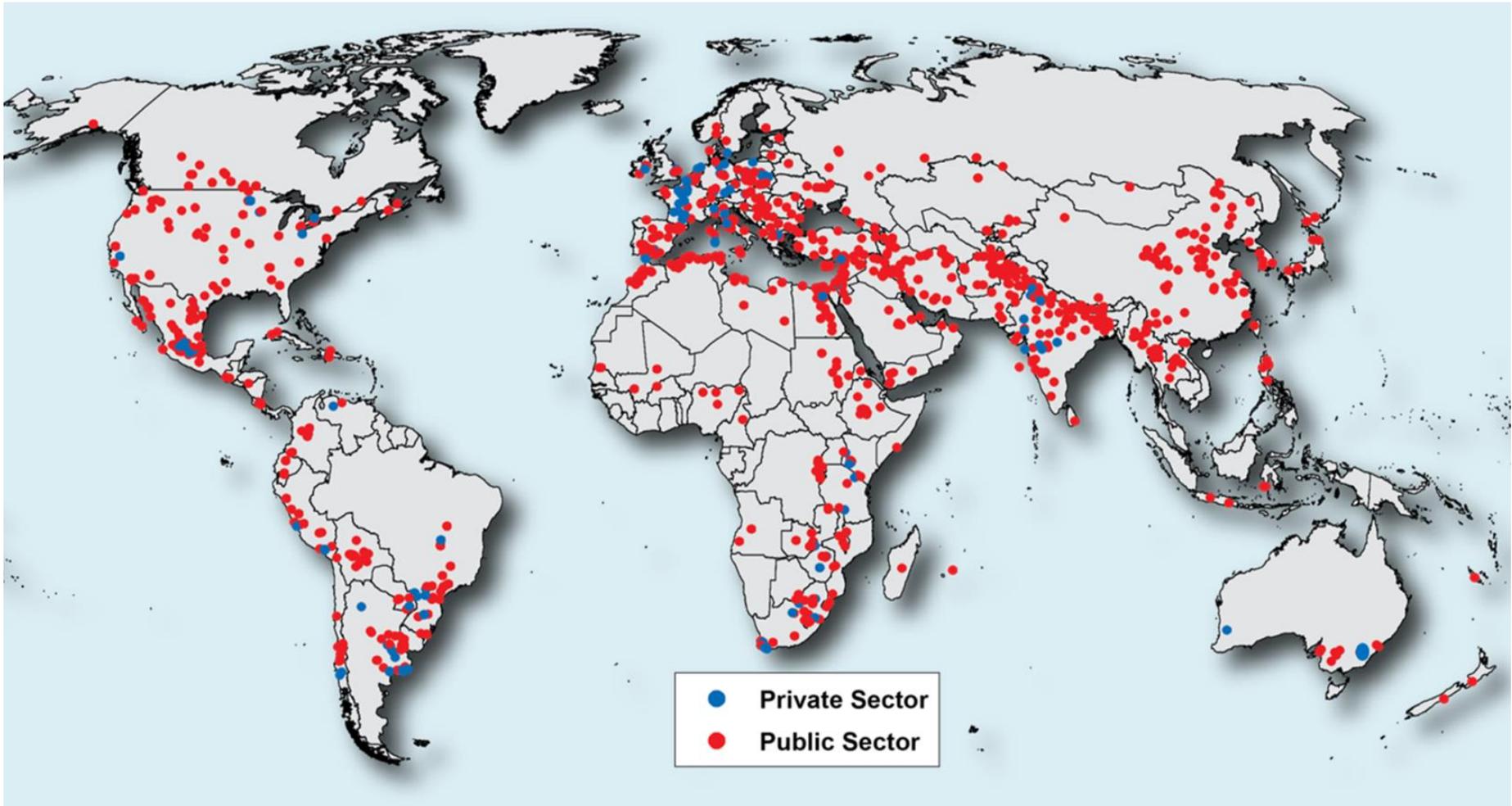
Enfermedades: roya de la hoja

Fotoperiodo: creciente

Suelo: +/- alcalino

► 2 ciclos completos de selección relevante anualmente

VIVEROS INTERNACIONALES



► IWIN: Viveros internacionales

■ Distribuidos a 600 colaboradores en 112 países



Mejoramiento de trigo primaveral en CIMMYT

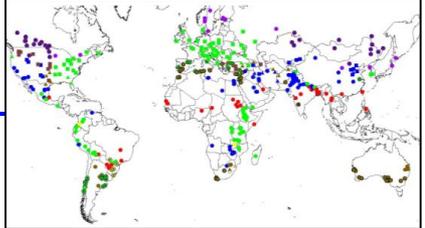
IWIN: clave para la relevancia global y amplia adaptabilidad



Cruzas

Selección

Evaluación de líneas estables en Mexico



Distribution of improved germplasm:
International Nurseries / IWIN

Use in crosses

Direct release

Use in research

Local / Regional Selection

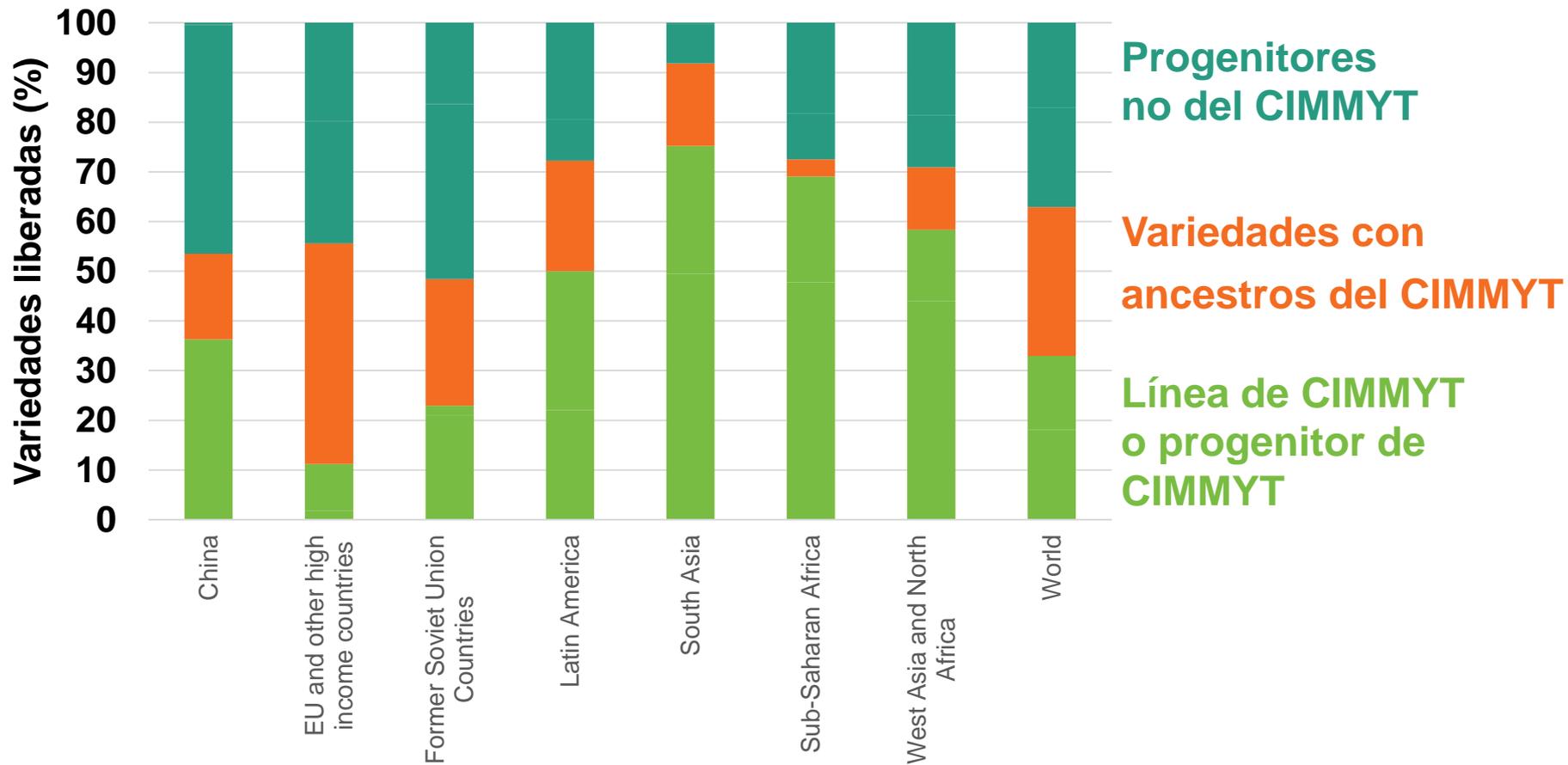
National Programs

Private Companies

Research Institutions

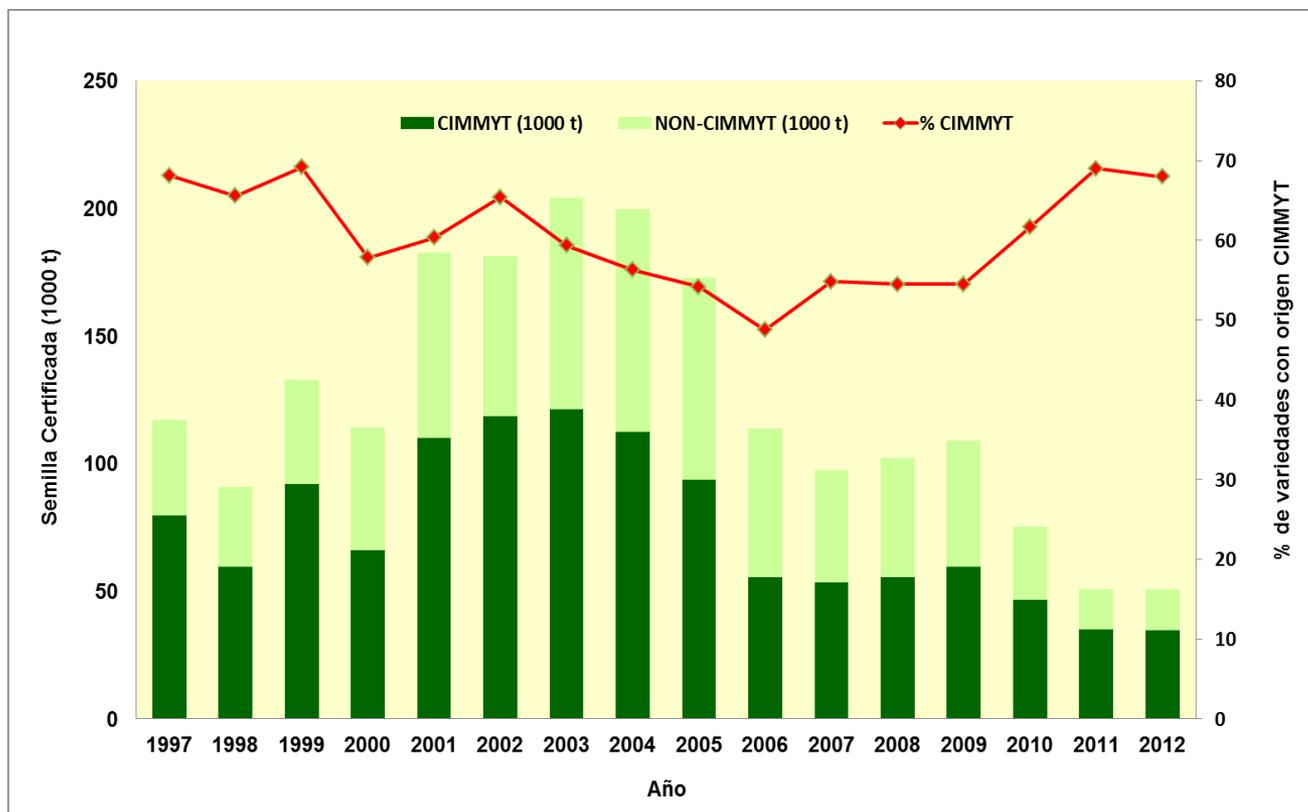


Variedades de trigo liberadas por región y origen entre 1994-2014



Impacto de la Genética CIMMYT en España

Contribución considerable vía varios actores públicos y privados



AGRO VEGETAL

► Agrovegetal

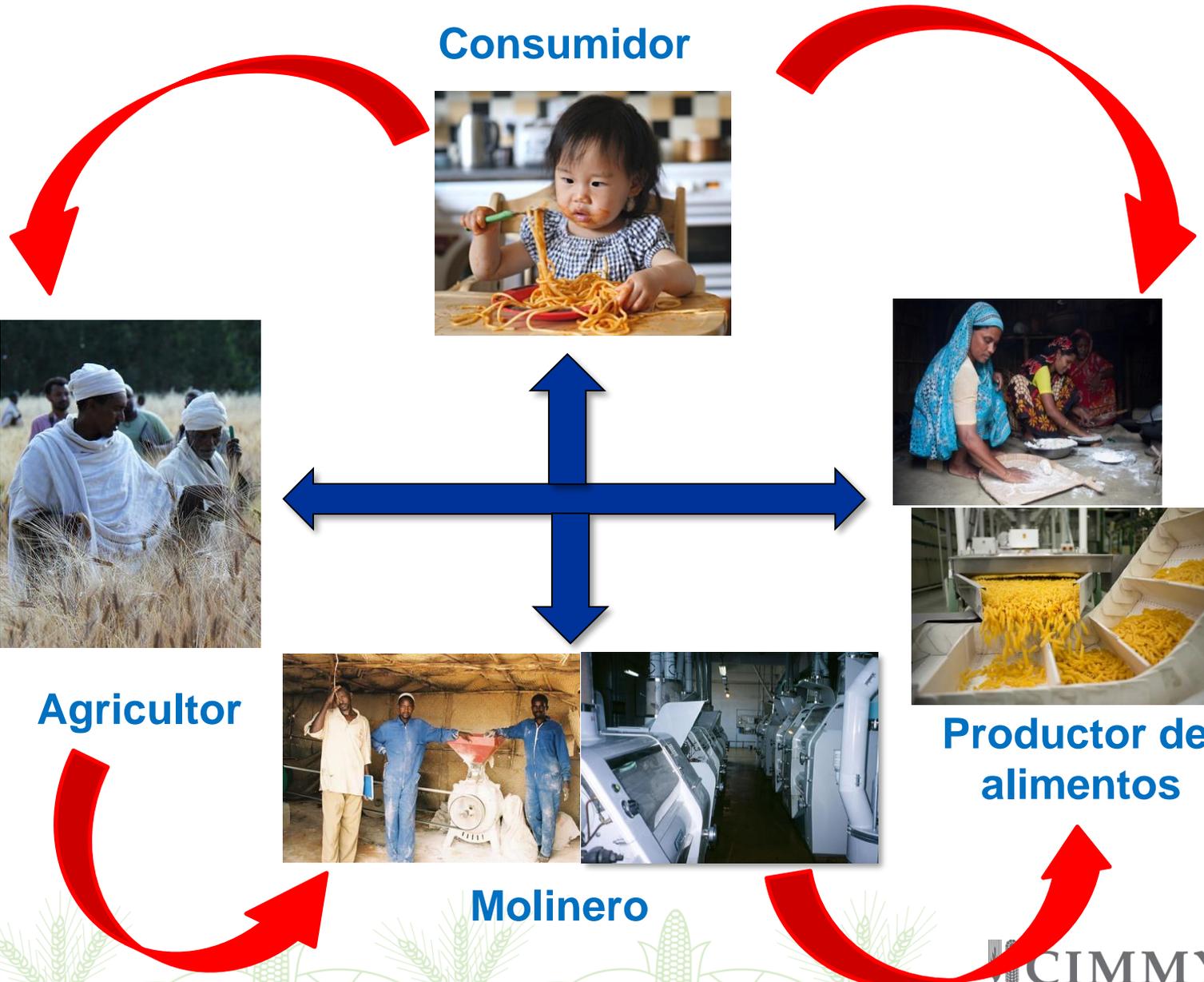
- Convenio de 18 años
- Exclusivo variedades CIMMYT
- Parte importante del mercado de trigo duro y harinero en Andalucía

► España

- 70% de semilla certificada de variedades de origen CIMMYT
- Comercializadas por arte de públicos y privados



PRIORIDADES DEL MEJORAMIENTO



Consumidor



Agricultor



Molinero



Productor de alimentos



Agricultores en países en desarrollo



- Pequeños propietarios
- Recursos limitados para insumos
- Reemplazo de variedades lento
- Uso de fungicidas marginal

PRIORIDADES DE MEJORAMIENTO

Consumidor



Productor de alimentos

Molinero

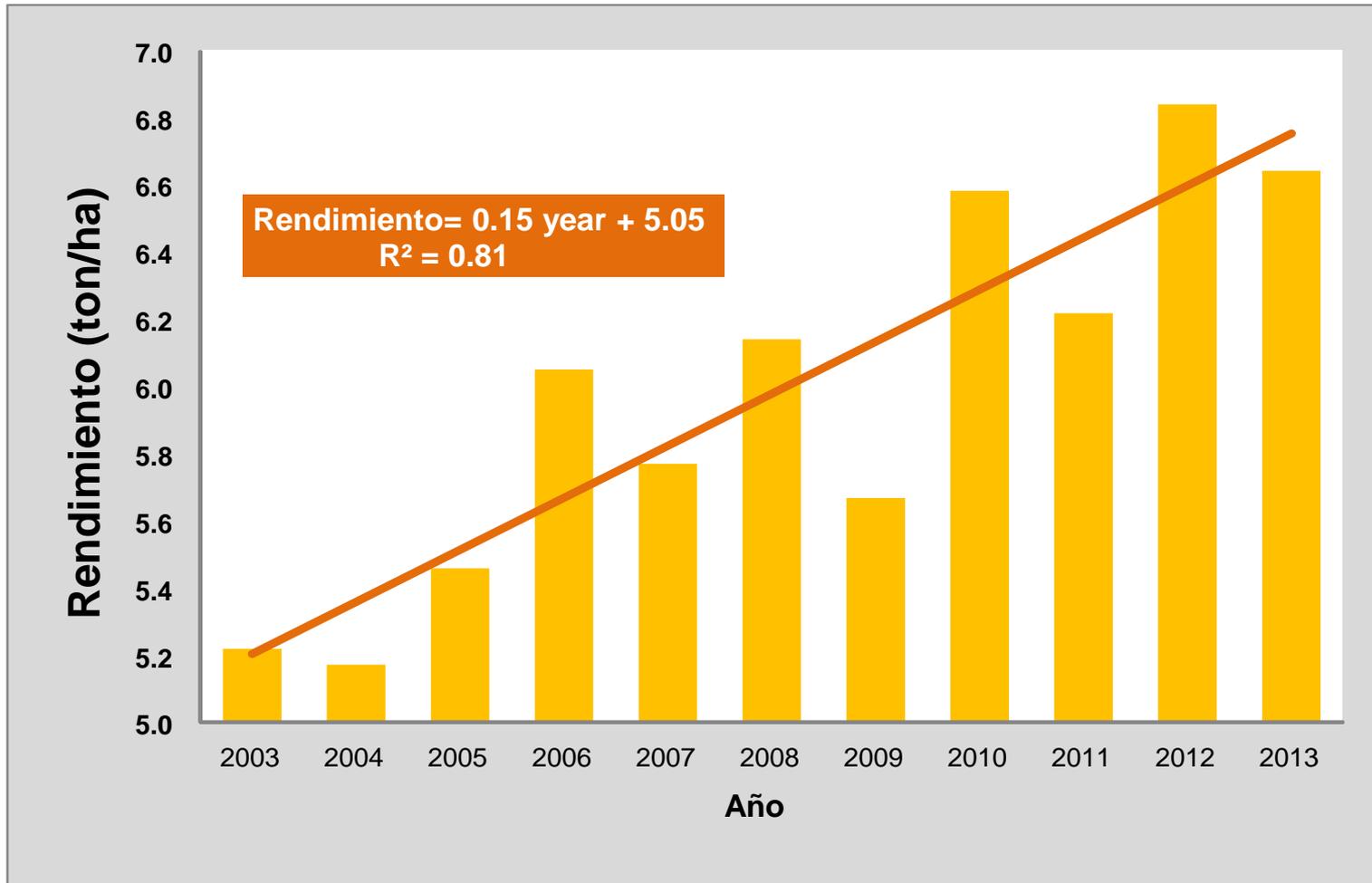


Agricultor



- Alto rendimiento

MEJORA DEL RENDIMIENTO EN MÉXICO



Fuente: SIAP (2003-2013)



PRIORIDADES DE MEJORAMIENTO

Consumidor



Productor de alimentos

Molinero



Agricultor

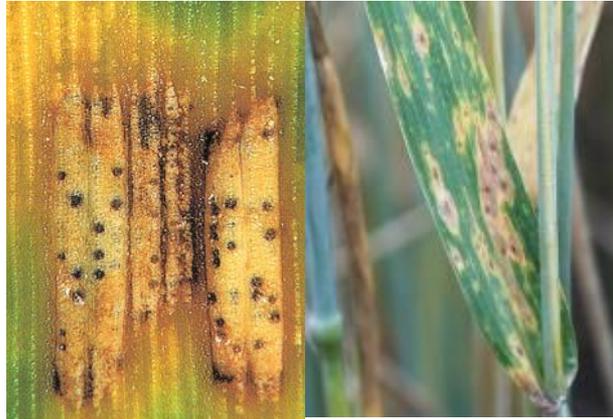


- Alto rendimiento
- Resistencia a enfermedades

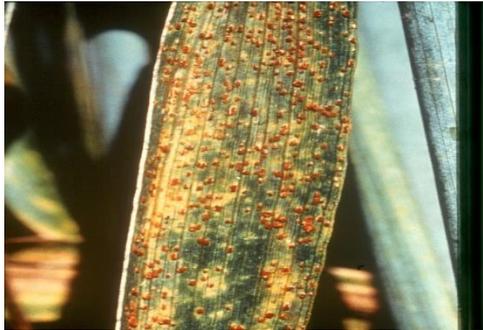
RESISTENCIA A ENFERMEDADES DIVERSAS



Roya del tallo



Septoria



Roya de la hoja



Roya amarilla



Fusarium



Wheat blast

PRIORIDADES DE MEJORAMIENTO

Consumidor



Productor de alimentos

Molinero



Agricultor

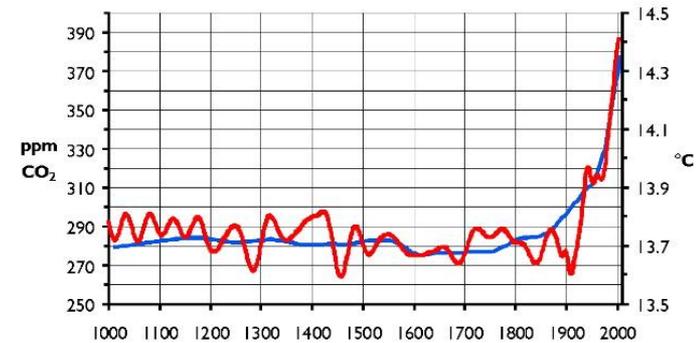


- Alto rendimiento
- Resistencia a enfermedades
- Tolerancia a la sequía y el calor

TOLERANCIA A LA SEQUÍA Y EL CALOR



CO₂ y temperatura



TOLERANCIA A LA SEQUÍA Y EL CALOR

Estación experimental CENEB OBREGON

► **Sequia simulada con riego por goteo de precisión**

- Cualquier nivel de estrés hídrico
- Típicamente 2-3 t/ha



► **Calor: Siembra tardía**

- Feb-Marzo
- Exposición a altas temperaturas todo el ciclo (> 35°C)



PRIORIDADES DE MEJORAMIENTO

Consumidor



Productor de alimentos

CALIDAD DE TRIGO



Agricultor



Molinero

- Alto rendimiento
- Resistencia a enfermedades
- Tolerancia a la sequía y el calor

CALIDAD MOLINERA

*La **calidad molinera** es la habilidad de una variedad para producir **altos niveles** de extracción de harina o sémola durante la molienda.*

Depende en gran medida de:

- Morfología del grano: tamaño, forma, densidad y llenado.
- Dureza



CALIDAD DE PROCESAMIENTO

*La **calidad de procesamiento** es la habilidad de una variedad para ser procesada al **mínimo coste** y dar lugar a un producto uniforme.*

Depende en gran medida de:

- Dureza
- Propiedades visco-elásticas de la masa (proteína)



CALIDAD DE PRODUCTO FINAL

*La **calidad de producto final** es la habilidad de una variedad para dar lugar a un **producto específico** acorde a las preferencias del **consumidor**.*

Depende en gran medida de:

- Dureza
- Propiedades visco-elásticas de la masa (proteína)
- Color



CALIDAD NUTRICIONAL

*La **calidad nutricional** es la habilidad de un alimento para suministrar los nutrientes necesarios para un **correcto desarrollo** y una **vida sana**.*

Depende en gran medida de:

- Concentración de proteína
- Concentración de micronutrientes (Fe y Zn)
- Concentración de otros compuestos bioactivos (fibra, vitaminas, etc.)



COMPLEJIDAD DE LA CALIDAD DE TRIGO

- La *Calidad de Trigo* se subdivide normalmente en:
 - ✓ **Calidad industrial:** calidad de molienda, calidad de procesamiento y calidad de producto final
 - ✓ **Calidad nutricional**
 - ✓ **Calidad relacionada con aspectos de salud**
- La *Calidad de Trigo* es un concepto muy variable que va a depender de:
 - ✓ el producto final
 - ✓ el proceso utilizado para producirlo
 - ✓ las preferencias del consumidor



PRODUCTOS A BASE DE TRIGO EN EL MUNDO

West Asia-North Africa



Arab bread



Couscous



Sangak



Tandyr



Taftoon



PRODUCTOS A BASE DE TRIGO EN EL MUNDO

South Asia



Roti



Chapati



PRODUCTOS A BASE DE TRIGO EN EL MUNDO

East Asia



Steamed bread



Fresh noodles



Dry noodles



PRODUCTOS A BASE DE TRIGO EN EL MUNDO

Americas-Europe



Pan breads



Durum pasta



Leavened bread



Tortillas



Cookies

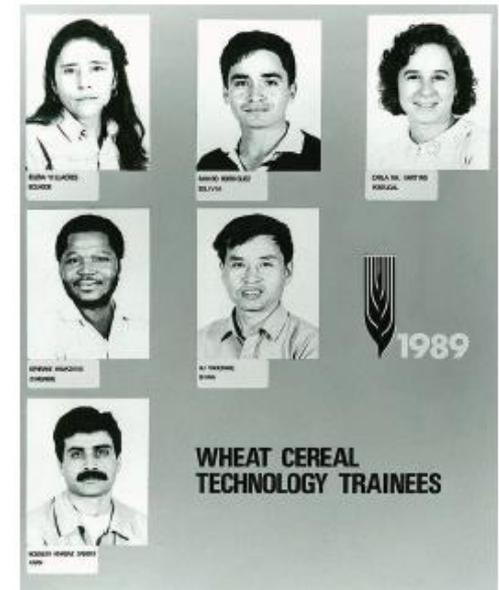
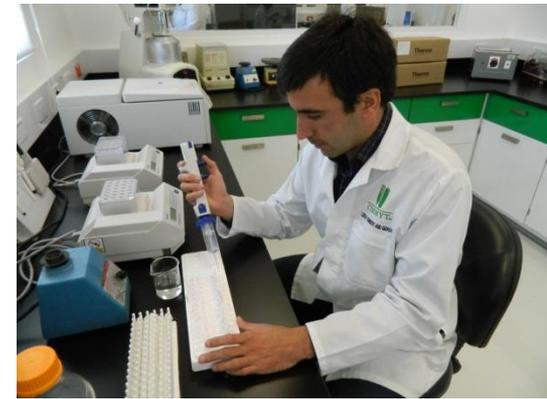
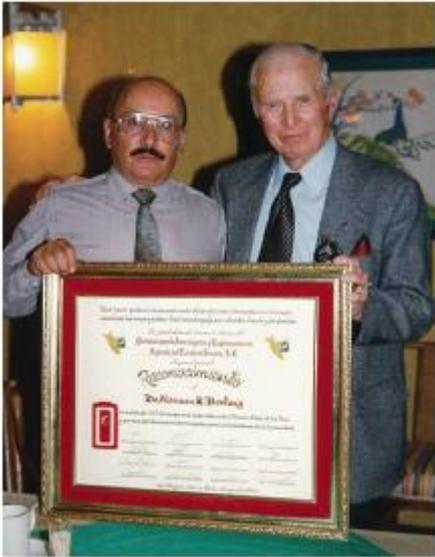


IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE TRIGO

- Si el grano tiene calidad, el **agricultor** lo puede **vender** fácilmente, obteniendo un buen **beneficio** en el mercado.
- La producción de trigo de alta calidad puede promover el **desarrollo de industria local procesadora**, incrementando el desarrollo de **áreas rurales** a través de negocios en **agroalimentación**.
- El incremento de la población urbana **incrementará la demanda de alimentos procesados**. El trigo, sólo si **tiene la suficiente calidad**, es la mejor opción para cubrir esta demanda.
- Si la población come trigo **nutritivo** tendrá un **mejor desarrollo físico y mental**.



LABORATORIO DE QUÍMICA Y CALIDAD DE TRIGO

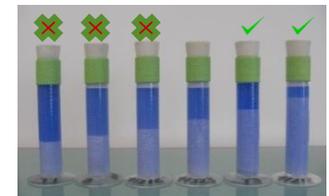
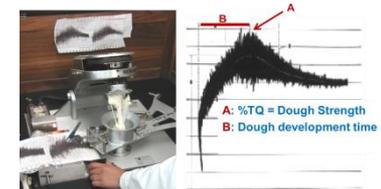


► Objetivos:

- Integrar la calidad de grano en los Programas de Mejoramiento
- Desarrollar investigación diversa sobre calidad de grano
- Asesorar y capacitar a personal de Programas Nacionales

ANÁLISIS DE CALIDAD PARA TRIGO HARINERO PRIMAVERAL

- **Características de grano:** selección visual, densidad (peso hectolítrico), tamaño (peso de mil granos), y color. Análisis de imágenes.
- **Propiedades del grano:** dureza y contenido en proteína. Near-infrared Spectroscopy (NIRS) y SKCS.
- **Propiedades de molienda:** rendimiento harinero y contenido en cenizas. Molino Brabender Quadrumat Senior.
- **Propiedades de la harina:** contenido en proteína y absorción de agua. NIRs. Actividad PPO (colorimetría) y color (Minolta).
- **Calidad de gluten:** calidad general de gluten, tiempo óptimo de mezclado, fuerza y extensibilidad de gluten. SDS-Sedimentación, mixograma y alveograma.
- **Calidad de panificación:** volumen de pan y calidad de la estructura de la miga y color.



SELECCIÓN VISUAL PARA CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE GRANO



ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE GRANO

ANÁLISIS MANUAL



Tiempo por muestra: **2 minutos**. **Un parámetro**.

Parámetro	R ² : Método oficial vs. análisis de imagen
Test Weight Kg/hl	0.9701
Number of grains	0.9803
Thousand Kernel Weight	0.9688
Black Point	0.7655

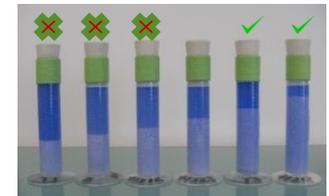
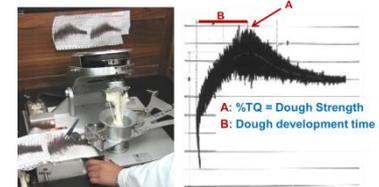
ANÁLISIS DE IMÁGENES



Tiempo por muestra: **1.5 minutos**. **Obtienes 20 parámetros**, incluyendo tamaño, longitud, grosor, anchura, etc.

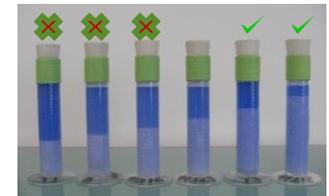
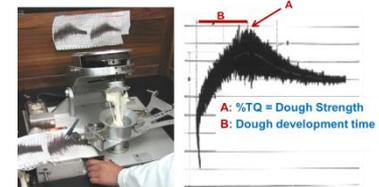
ANÁLISIS DE CALIDAD PARA TRIGO HARINERO PRIMAVERAL

- **Características de grano:** selección visual, densidad (peso hectolítrico), tamaño (peso de mil granos), y color. Análisis de imágenes.
- **Propiedades del grano:** dureza y contenido en proteína. Near-infrared Spectroscopy (NIRS) y SKCS.
- **Propiedades de molienda:** rendimiento harinero y contenido en cenizas. Molino Brabender Quadrumat Senior.
- **Propiedades de la harina:** contenido en proteína y absorción de agua. NIRs. Actividad PPO (colorimetría) y color (Minolta).
- **Calidad de gluten:** calidad general de gluten, tiempo óptimo de mezclado, fuerza y extensibilidad de gluten. SDS-Sedimentación, mixograma y alveograma.
- **Calidad de panificación:** volumen de pan y calidad de la estructura de la miga y color.



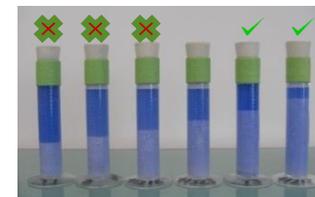
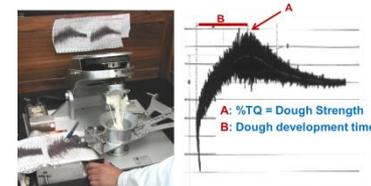
ANÁLISIS DE CALIDAD PARA TRIGO HARINERO PRIMAVERAL

- **Características de grano:** selección visual, densidad (peso hectolítrico), tamaño (peso de mil granos), y color. Análisis de imágenes.
- **Propiedades del grano:** dureza y contenido en proteína. Near-infrared Spectroscopy (NIRS) y SKCS.
- **Propiedades de molienda:** rendimiento harinero y contenido en cenizas. Molino Brabender Quadrumat Senior.
- **Propiedades de la harina:** contenido en proteína y absorción de agua. NIRs. Actividad PPO (colorimetría) y color (Minolta).
- **Calidad de gluten:** calidad general de gluten, tiempo óptimo de mezclado, fuerza y extensibilidad de gluten. SDS-Sedimentación, mixograma y alveograma.
- **Calidad de panificación:** volumen de pan y calidad de la estructura de la miga y color.



ANÁLISIS DE CALIDAD PARA TRIGO HARINERO PRIMAVERAL

- **Características de grano:** selección visual, densidad (peso hectolítrico), tamaño (peso de mil granos), y color. Análisis de imágenes.
- **Propiedades del grano:** dureza y contenido en proteína. Near-infrared Spectroscopy (NIRS) y SKCS.
- **Propiedades de molienda:** rendimiento harinero y contenido en cenizas. Molino Brabender Quadrumat Senior.
- **Propiedades de la harina:** contenido en proteína y absorción de agua. NIRs. Color: actividad PPO (colorimetría) y color (Minolta).
- **Calidad de gluten:** calidad general de gluten, tiempo óptimo de mezclado, fuerza y extensibilidad de gluten. SDS-Sedimentación, mixograma y alveograma.
- **Calidad de panificación:** volumen de pan y calidad de la estructura de la miga y color.



COLOR DE HARINAS

PANES



- Color blanco es bien valorado

- Color amarillo es bien valorado



ANÁLISIS CON MINOLTA

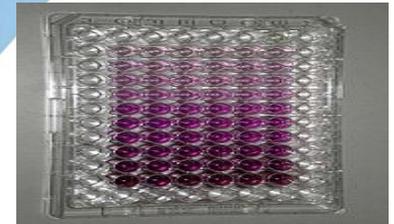
PASTAS

ACTIVIDAD PPO



Baja

Alta

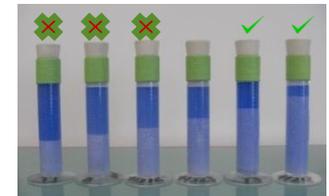
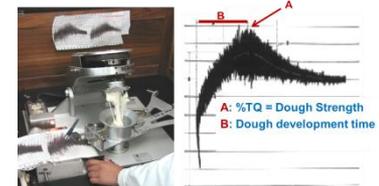


ANÁLISIS COLORIMÉTRICO

 CIMMYT^{MR}

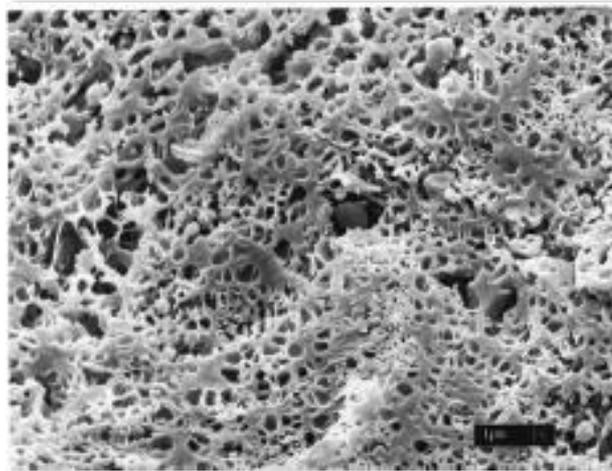
ANÁLISIS DE CALIDAD PARA TRIGO HARINERO PRIMAVERAL

- **Características de grano:** selección visual, densidad (peso hectolítrico), tamaño (peso de mil granos), y color. Análisis de imágenes.
- **Propiedades del grano:** dureza y contenido en proteína. Near-infrared Spectroscopy (NIRS) y SKCS.
- **Propiedades de molienda:** rendimiento harinero y contenido en cenizas. Molino Brabender Quadrumat Senior.
- **Propiedades de la harina:** contenido en proteína y absorción de agua. NIRs. Color: actividad PPO (colorimetría) y color (Minolta).
- **Calidad de gluten:** calidad general de gluten, tiempo óptimo de mezclado, fuerza y extensibilidad de gluten. SDS-Sedimentación, mixograma y alveograma.
- **Calidad de panificación:** volumen de pan y calidad de la estructura de la miga y color.



CALIDAD PROTEÍNA-GLUTEN

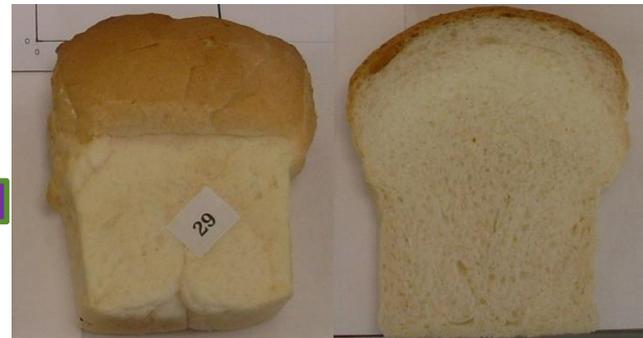
**Gluten
de buena
calidad**



Red proteica continua



Buena masa



Buen producto

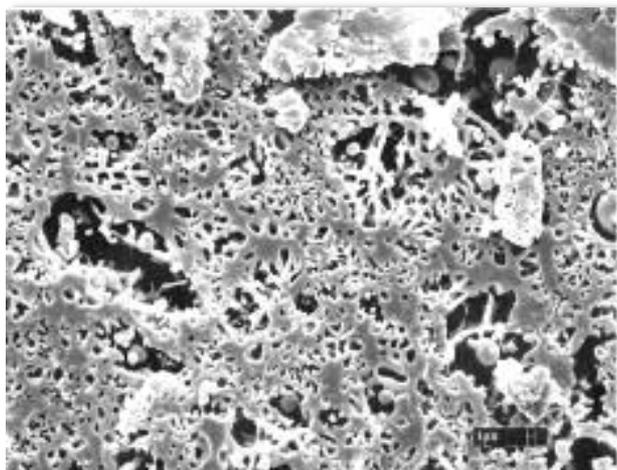


**Consumidor
satisfecho**



CALIDAD PROTEÍNA-GLUTEN

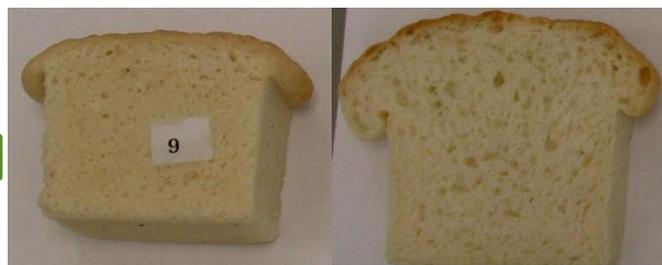
Gluten de mala calidad



Red proteica discontinua



Masa de baja calidad



Producto Defectuoso o incluso imposibilidad de elaborar producto

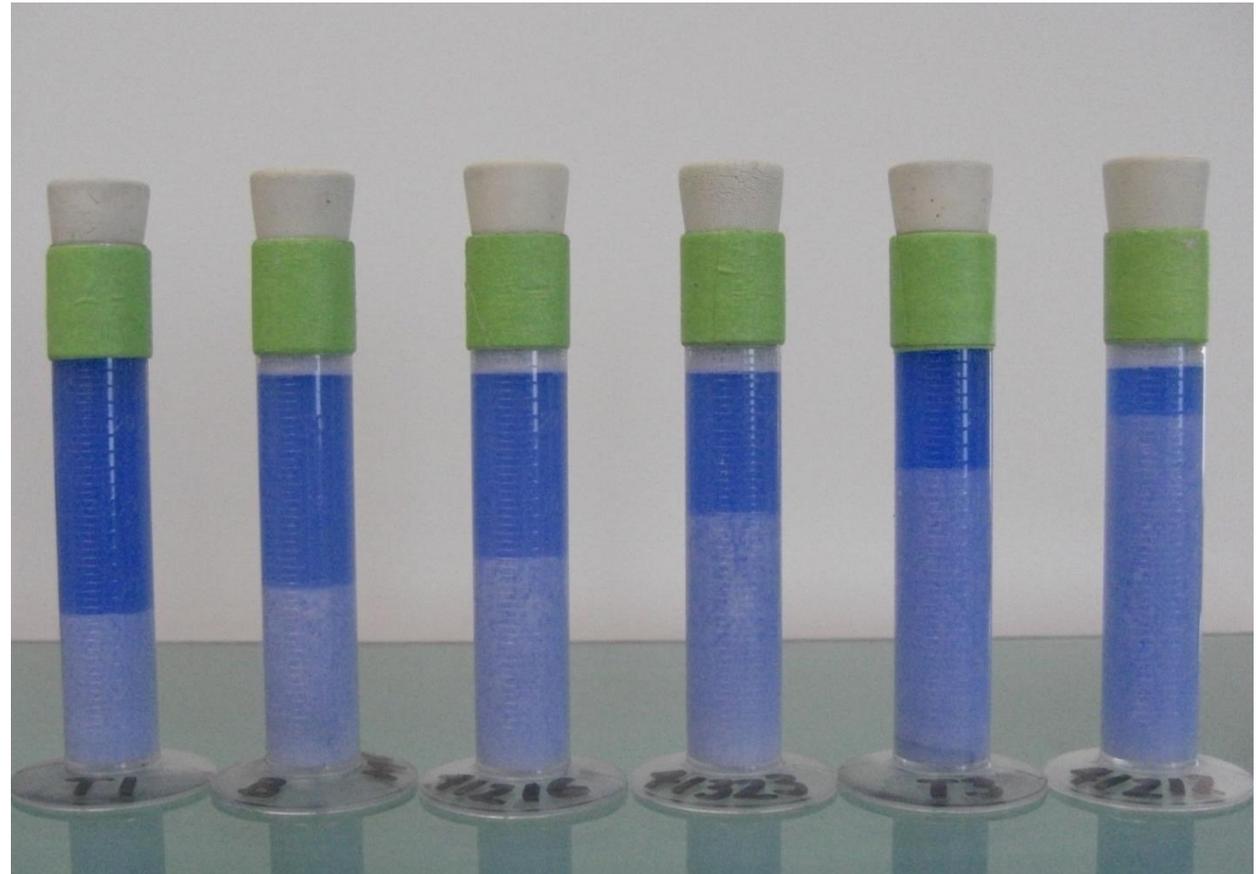


Trigo para alimentación animal

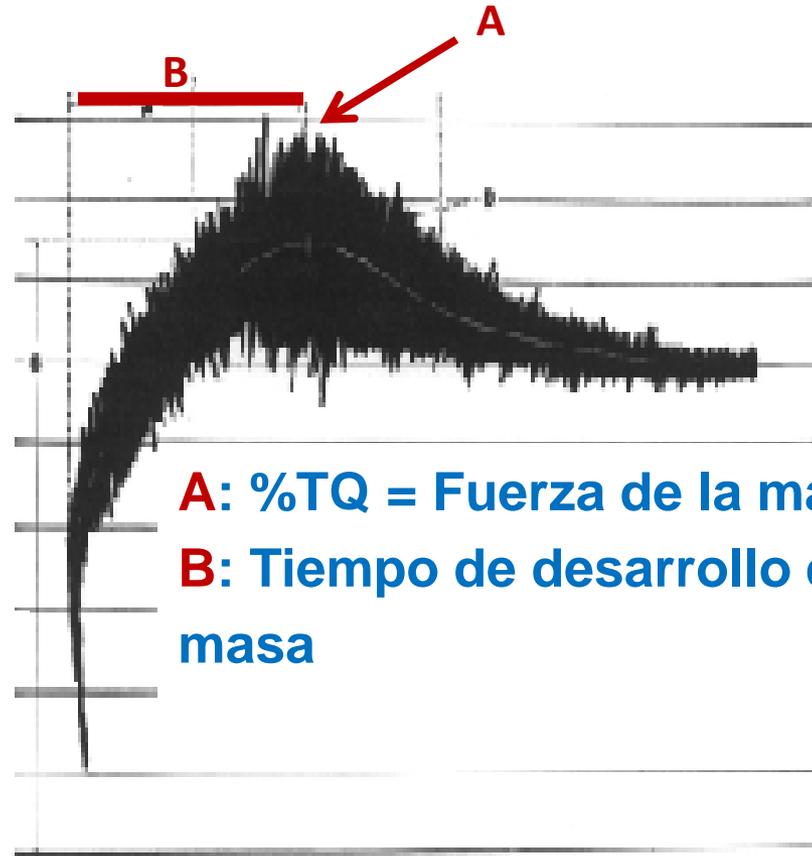


CALIDAD PROTEÍNA-GLUTEN

SEDIMENTACIÓN SDS



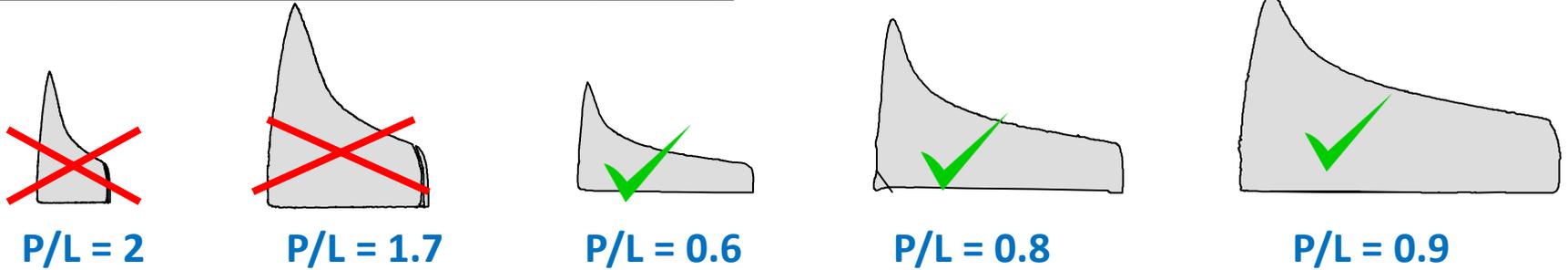
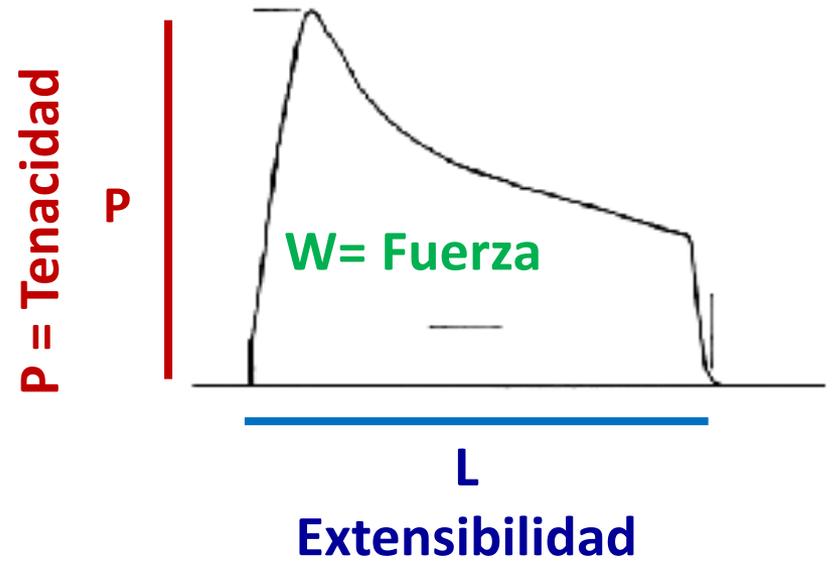
CALIDAD PROTEÍNA-GLUTEN MIXOGRAFO



A: %TQ = Fuerza de la masa
B: Tiempo de desarrollo de la masa



CALIDAD PROTEÍNA-GLUTEN ALVEOGRAMA



Débil y tenaz

Medio y tenaz

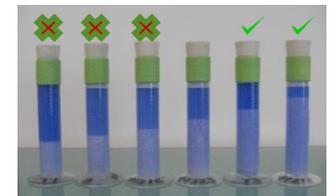
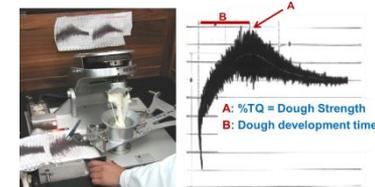
Débil-Medio y extensible

Medio y extensible

Fuerte y extensible

ANÁLISIS DE CALIDAD PARA TRIGO HARINERO PRIMAVERAL

- **Características de grano:** selección visual, densidad (peso hectolítrico), tamaño (peso de mil granos), y color. Análisis de imágenes.
- **Propiedades del grano:** dureza y contenido en proteína. Near-infrared Spectroscopy (NIRS) y SKCS.
- **Propiedades de molienda:** rendimiento harinero y contenido en cenizas. Molino Brabender Quadrumat Senior.
- **Propiedades de la harina:** contenido en proteína y absorción de agua. NIRs. Color: actividad PPO (colorimetría) y color (Minolta).
- **Calidad de gluten:** calidad general de gluten, tiempo óptimo de mezclado, fuerza y extensibilidad de gluten. SDS-Sedimentación, mixograma y alveograma.
- **Calidad de panificación:** volumen de pan y calidad de la estructura de la miga y color.



CALIDAD DE PRODUCTO FINAL PANIFICACIÓN

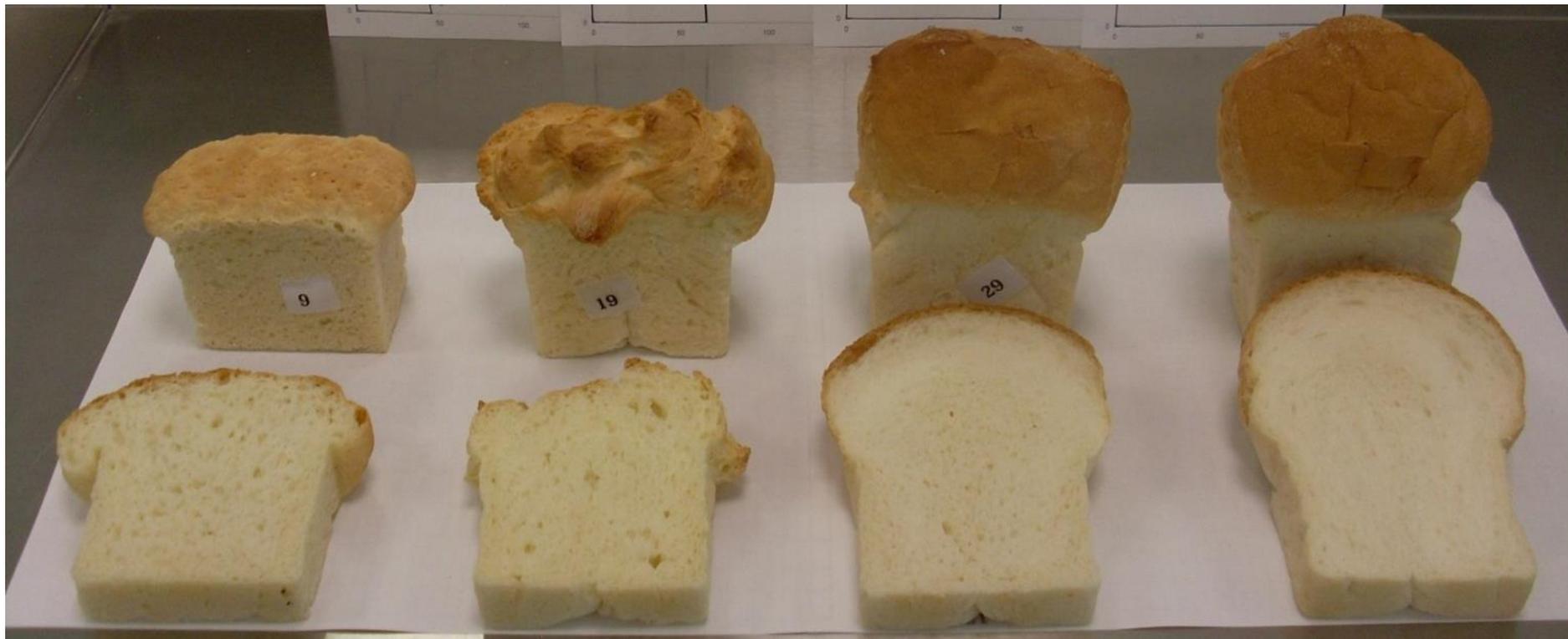
Volúmenes de pan hecho con 100 g de harina (Straight-dough method)

550 mL

650 mL

800 mL

900 ml



Muy mala

Mala

Aceptable

Excelente



CLASIFICACIÓN EN BASE A CALIDAD

Mayor
Calidad

- ✓ **1: Pan de molde, industria mecanizada.**
- ✓ **2: Pan leudado, industria semi-mecanizada; pan plano; pan al vapor; tallarines orientales frescos y secos.**
- ✓ **3: Pan denso y plano, panadería artesanal/manual.**
- ✓ **4: Galletas; pan al vapor.**
- ✓ **5: Pobre, calidad inferior.**



ESQUEMA DE MEJORAMIENTO TRIGO HARINERO PRIMAVERAL

CROSSING BLOCK: well characterized lines for various traits including processing and end-use quality.

Caracterización completa por calidad + gluteninas (379 líneas). Entrega de datos antes del 15 de julio.

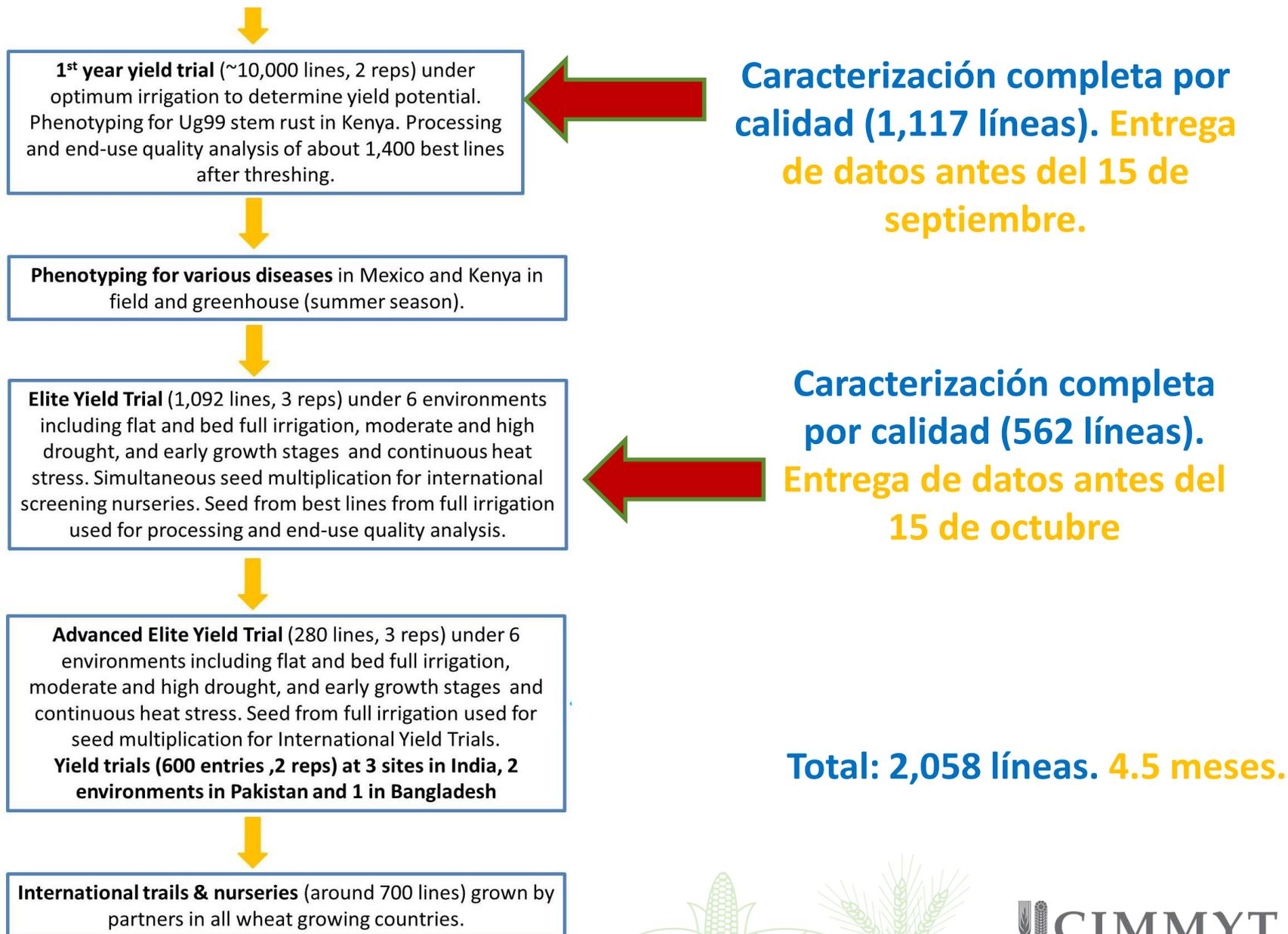
Field selection in F_1 Simple (~1500); F_1 Top/BC₁ (~1000); F_2 (~1800); F_3 and F_4 (parallel populations in Mexico-Kenya and Mexico: irrigated-drought shuttles), for agronomic and disease resistance traits (selected bulk scheme except for F1Simple). Grain selection using sieve after threshing.

F_5 , individual plant /spike selection in field for agronomic and disease resistance traits & visual grain selection after threshing.

F_6 , small plots selection (~ 70,000) in field for agronomic and disease resistance traits & visual grain selection after threshing.

No intervención de calidad de grano en etapas tempranas

ESQUEMA DE MEJORAMIENTO TRIGO HARINERO PRIMAVERAL



ANÁLISIS DE TRIGO HARINERO



Laboratorio de Batán:

- 7 personas permanentes
- 6 personas eventuales



ANÁLISIS DE CALIDAD PARA TRIGO DURO PRIMAVERAL

- **Características de grano:** selección visual, densidad (peso hectolítrico), tamaño (peso de mil granos), y panza blanca. Análisis de imágenes.



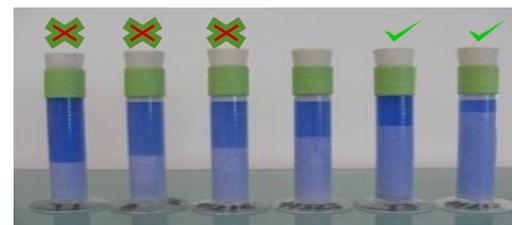
- **Molienda mediante molino Udy Cyclone.** Muestra de harina integral.



- **Propiedades del grano mediante Near-infrared Spectroscopy (NIRS).** Contenido de proteína.



- **Fuerza de gluten:** Sedimentación-SDS.



- **Color Amarillo** por colorímetro Minolta. **b color.**



ESQUEMA DE MEJORAMIENTO TRIGO DURO PRIMAVERAL

► Preliminary YT (PYT): **FULL Irrigation + Drought**

- 4,500 - 5,000 F6 lines
- Non-replicated, augmented design with repeated checks

Yield Selected, FI
1,800 samples for quality

► Advanced YT-A (AYT-A): **FULL Irrigation + Drought**

- 800 - 1,200 lines
- 2 reps (FI), 3 reps (DR) in 8x8 lattice designs

All, all reps, FI
2,300 samples for quality

► Advanced YT-B (AYT-B): **FULL Irrigation + Drought + Heat**

- 300 - 500 lines
- 2 reps (FI), 3 reps (DR), 3 reps (HT) in 8x8 lattice designs

All, all reps, FI
1,300 samples for quality

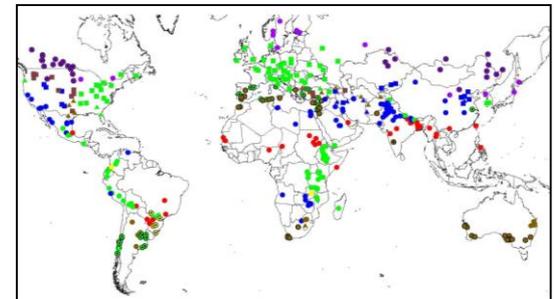
► Elite YT (ELT): **FULL Irrigation + Drought + Heat**

- 100 - 300 lines
- 3 reps (FI), 3 reps (DR), 3 reps (HT) in 8x8 lattice designs

All, all reps, FI
640 samples for quality

Selection of candidates for
International Nurseries

All, all reps, FI and RI
1,000 samples for quality



Total = 7,040 muestras analizadas en 3.5 meses

ANÁLISIS DE TRIGO DURO



Laboratorio de Ciudad Obregón:

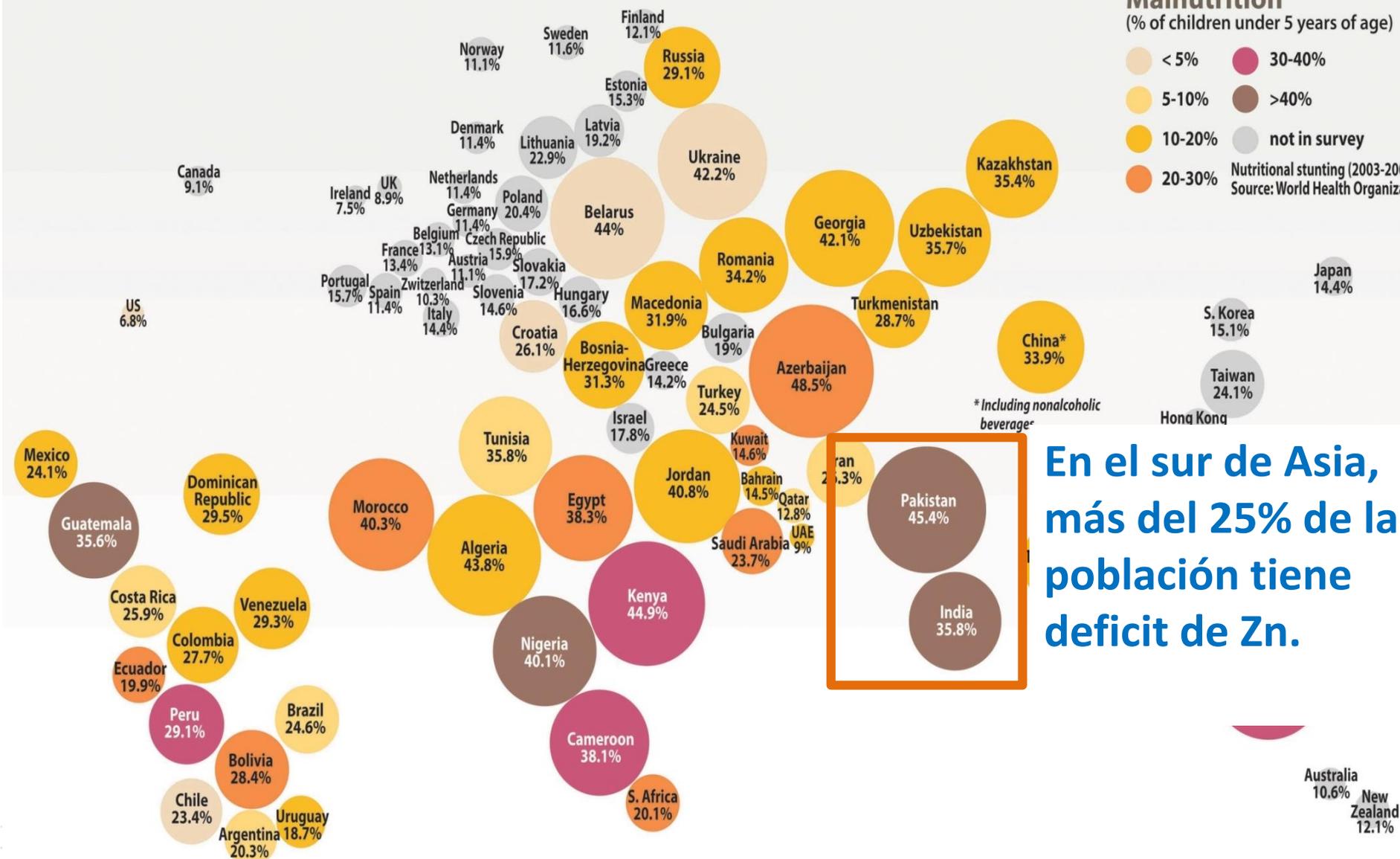
- 3 personas permanentes
- 7 personas eventuales



Percentage of Annual Income Used to Purchase Food (%) + Malnutrition Rates (color)

Malnutrition
(% of children under 5 years of age)

- < 5%
 - 5-10%
 - 10-20%
 - 20-30%
 - 30-40%
 - >40%
 - not in survey
- Nutritional stunting (2003-2008)
Source: World Health Organization



En el sur de Asia, más del 25% de la población tiene deficit de Zn.

MALNUTRICIÓN

¿Qué se puede hacer para reducir la desnutrición?

Suplementación

Fortificación de los alimentos

Biofortificación



HarvestPlus
Breeding Crops for Better Nutrition



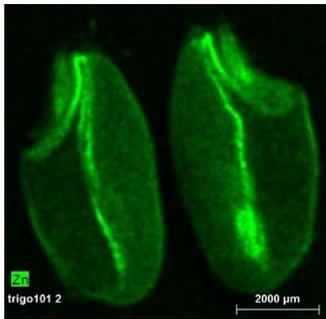
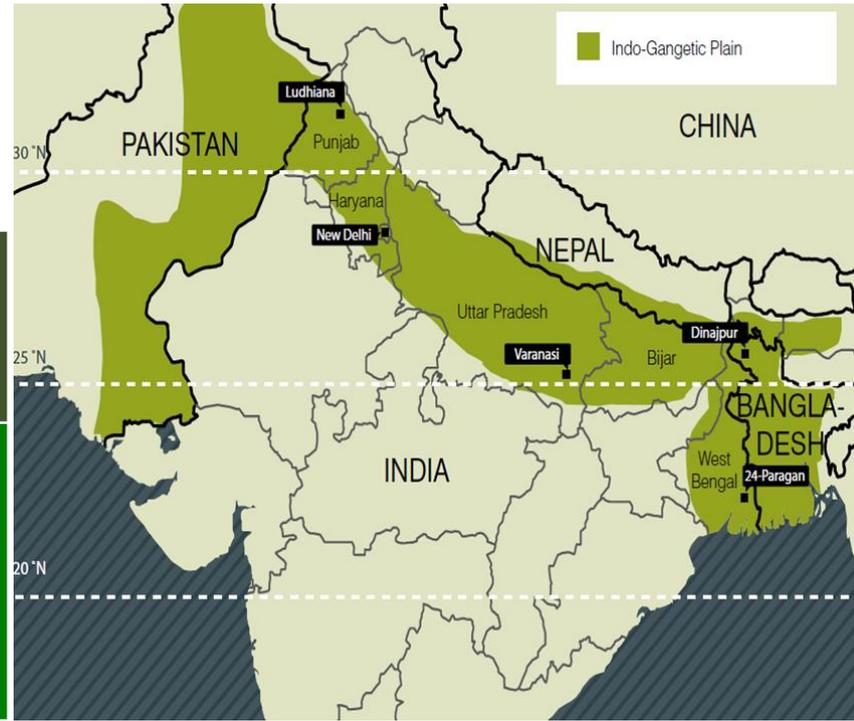
Diversidad en la dieta



PAÍSES DIANA: INDIA, PAKISTÁN, BANGLADESH

Objetivo: incrementar
12 ppm

Línea base: nivel de
micronutrientes en
variedades comerciales
25 ppm



Chapati



HarvestPlus
Breeding Crops for Better Nutrition

MEJORAMIENTO DE TRIGOS BIOFORTIFICADOS



TRIGO MODERNO
Zn \approx 25 ppm



Trigos biofortificados
Zn \approx 35-45 ppm



- **Alto rendimiento**
- **Resistentes a enfermedades**
- **Calidad de grano**



LANDRACES Y ANCESTROS
Zn \approx 15-125 ppm

Presión de selección



XRF (Fe y Zn)

VARIEDAD ZN-SHAKTI



Variedad 'Zn-Shakti' : extra temprana, alto rendimiento, resistencia a royas, con 14 ppm extra de Zn (40%), fondo genético de PBW 343.
Cultivada por más de 40.000 agricultores.



Maduración temprana, alto rendimiento, resistencia a Ug99. Liberada en 2015. **40% Zn más en grano**, fondo genético de la megavariedad paquistaní 'Inqalab 91'

EFECTOS EN SALUD DE TRIGOS BIOFORTIFICADOS

Sazawal et al. *Nutrition Journal* (2018) 17:86
<https://doi.org/10.1186/s12937-018-0391-5>

Nutrition Journal

RESEARCH

Open Access



Efficacy of high zinc biofortified wheat in improvement of micronutrient status, and prevention of morbidity among preschool children and women - a double masked, randomized, controlled trial

- Estudio realizado en **6005 personas** (niños y mujeres en Delhi, India)
- **No** se encontraron diferencias en los **niveles de Zinc** de los dos grupos
- Sin embargo, se encontró que los niños alimentados con trigo biofortificado:
 - ❖ Reducción en 17% del nº de días con neumonía.
 - ❖ Reducción del 40% del nº de días con vómito.
 - ❖ Reducción del 9% del nº de días con fiebre.



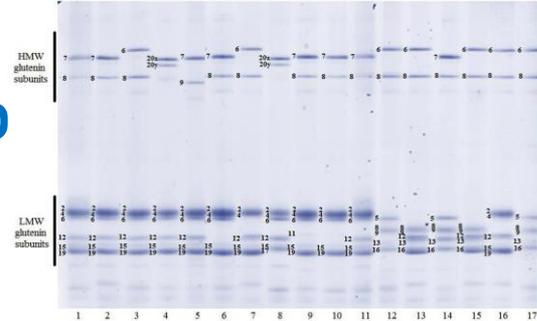
HarvestPlus
Breeding Crops for Better Nutrition

 **CIMMYT**^{MR}



INVESTIGACIÓN EN CALIDAD DE GRANO

CONTROL GENÉTICO



EFFECTO AMBIENTAL



DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS

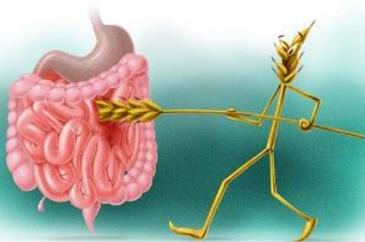


METODOLOGÍAS



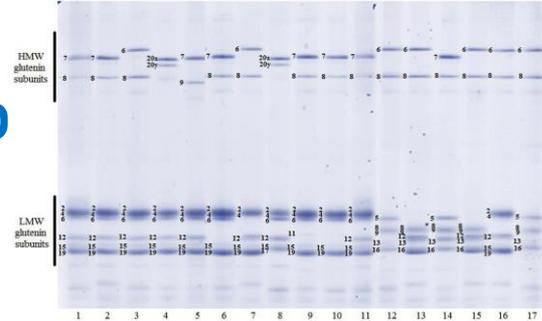
INVESTIGACIÓN
EN CALIDAD

NUTRICIÓN & SALUD



INVESTIGACIÓN EN CALIDAD DE GRANO

CONTROL GENÉTICO



METODOLOGÍAS

EFFECTO AMBIENTAL

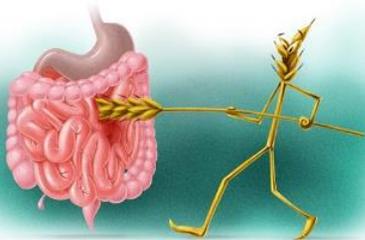


INVESTIGACIÓN
EN CALIDAD

DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS

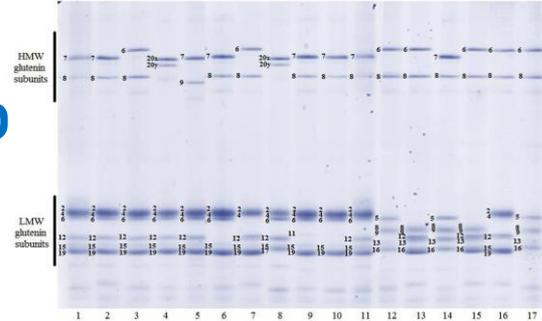


NUTRICIÓN & SALUD



INVESTIGACIÓN EN CALIDAD DE GRANO

CONTROL GENÉTICO



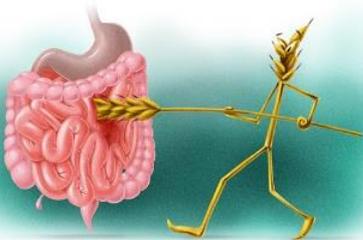
METODOLOGÍAS



EFFECTO AMBIENTAL



NUTRICIÓN & SALUD

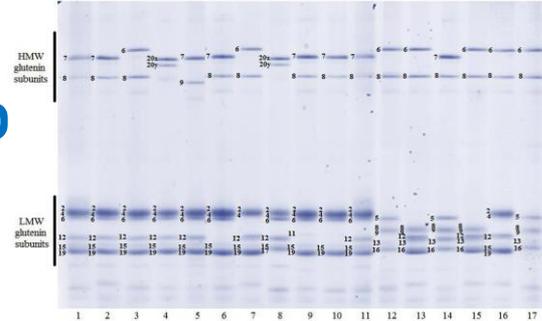


DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS



INVESTIGACIÓN EN CALIDAD DE GRANO

CONTROL GENÉTICO



METODOLOGÍAS

EFFECTO AMBIENTAL

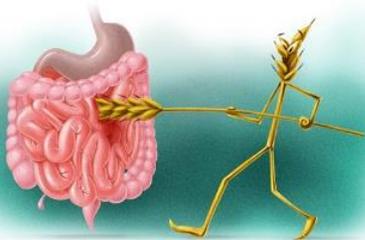


INVESTIGACIÓN
EN CALIDAD

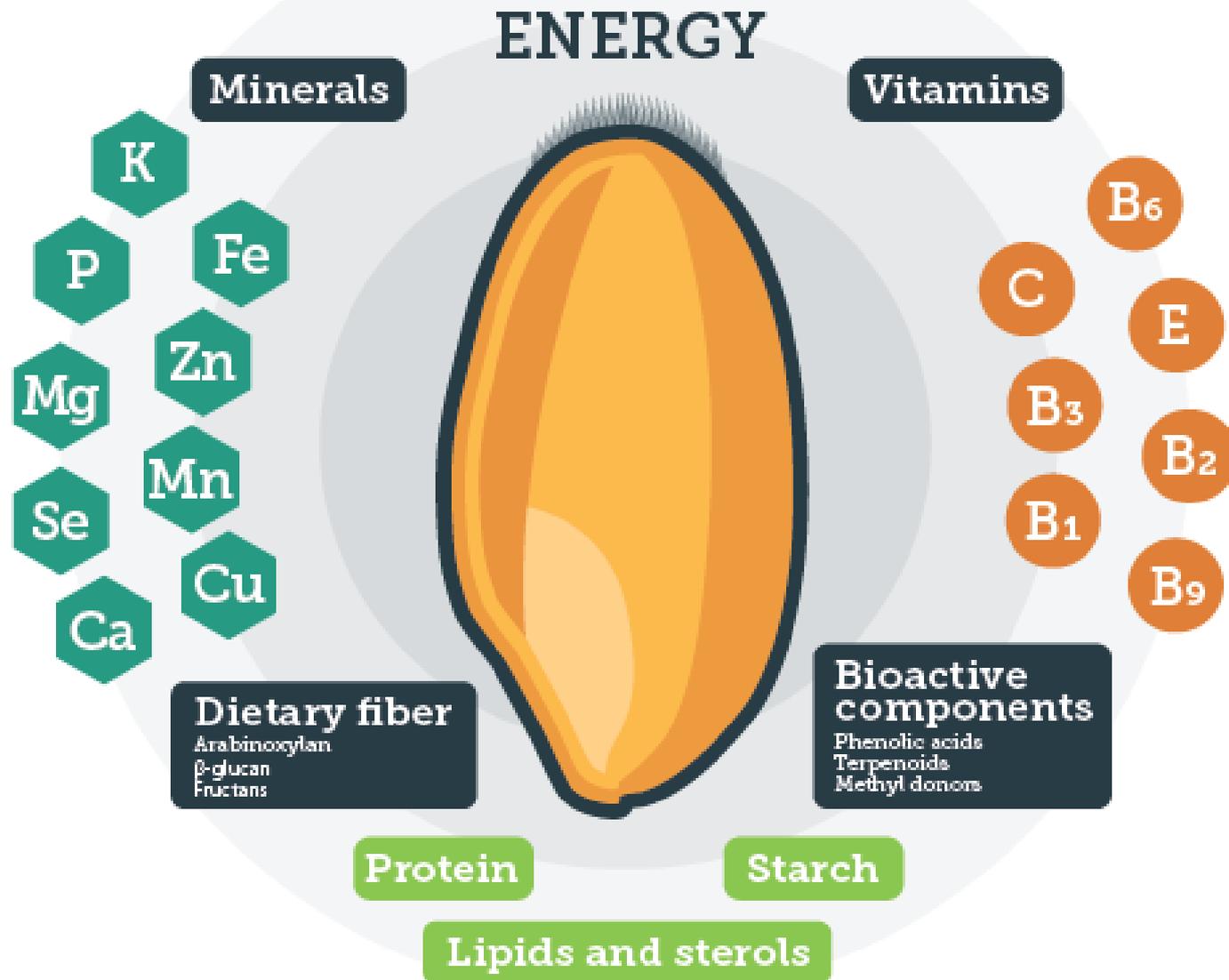
DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCTOS



NUTRICIÓN & SALUD



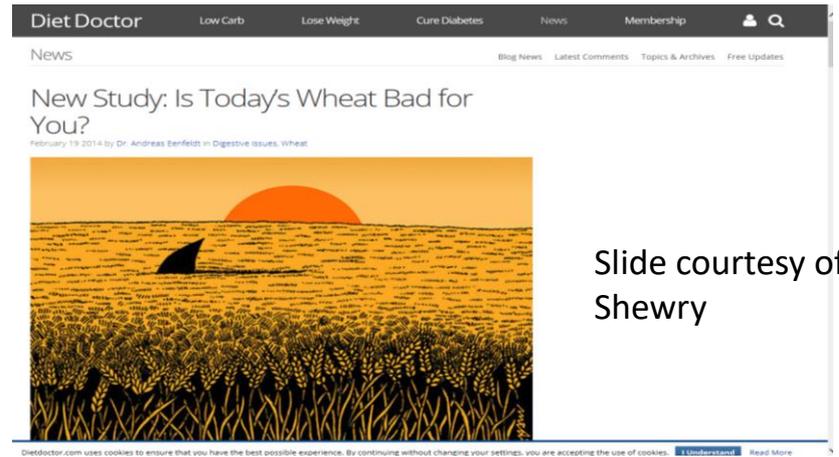
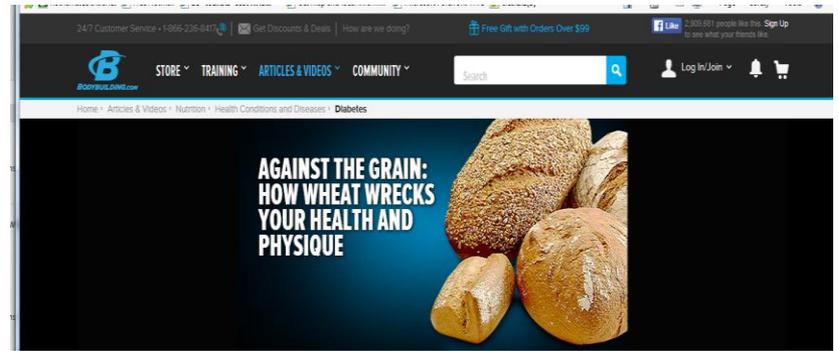
TRIGO: NUTRICIÓN Y SALUD



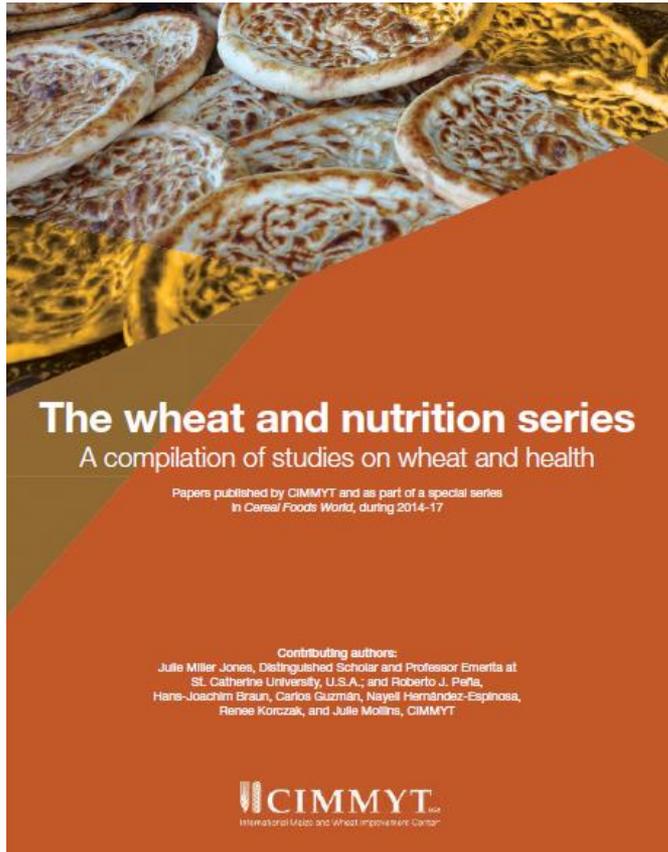
GRANO DE TRIGO



73 millones de resultados en Google cuando buscas "why wheat is bad for you"



TRIGO: NUTRICIÓN Y SALUD



CIMMYT Series on Carbohydrates,
Wheat, Grains, and Health

**Carbohydrates, Grains, and Wheat
in Nutrition and Health: An Overview**
Part I. Role of Carbohydrates in Health^{1,2}

Julie M. Jones, Roberto J. Peña, Renee Korczak, and Hans J. Braun³
Global Wheat Program, CIMMYT

- **13 publicaciones sobre trigo y todos los temas de salud:**

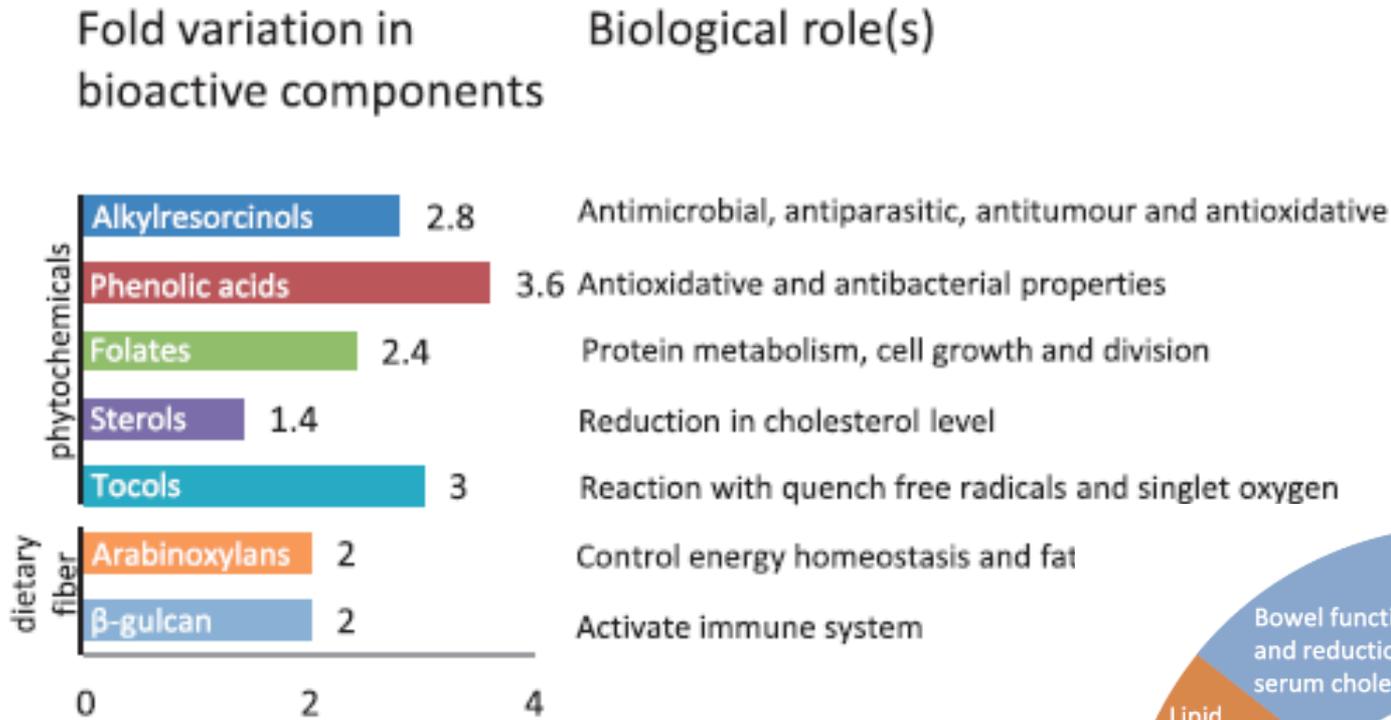
- **Problemas digestivos**

- **Obesidad**

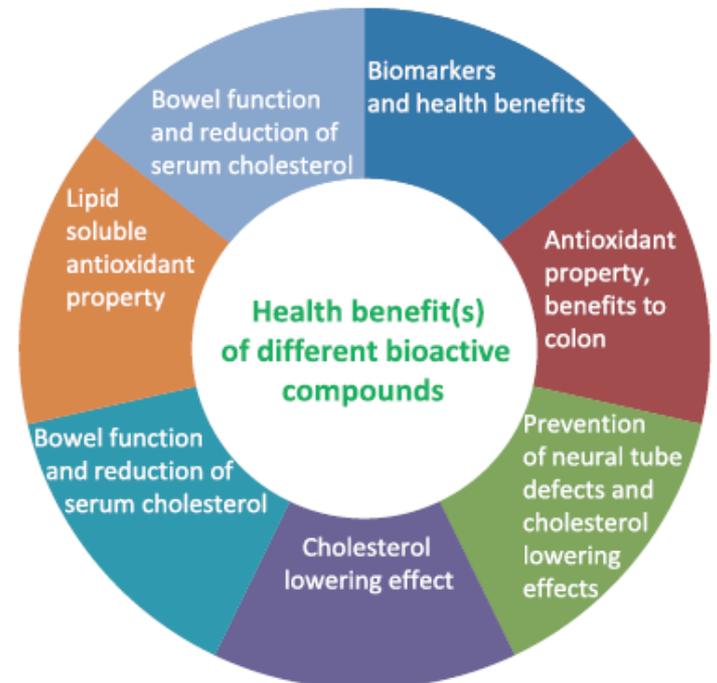
- **Cancer**

- **Enfermedades mentales**

VARIACIÓN GENÉTICA DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS EN TRIGO

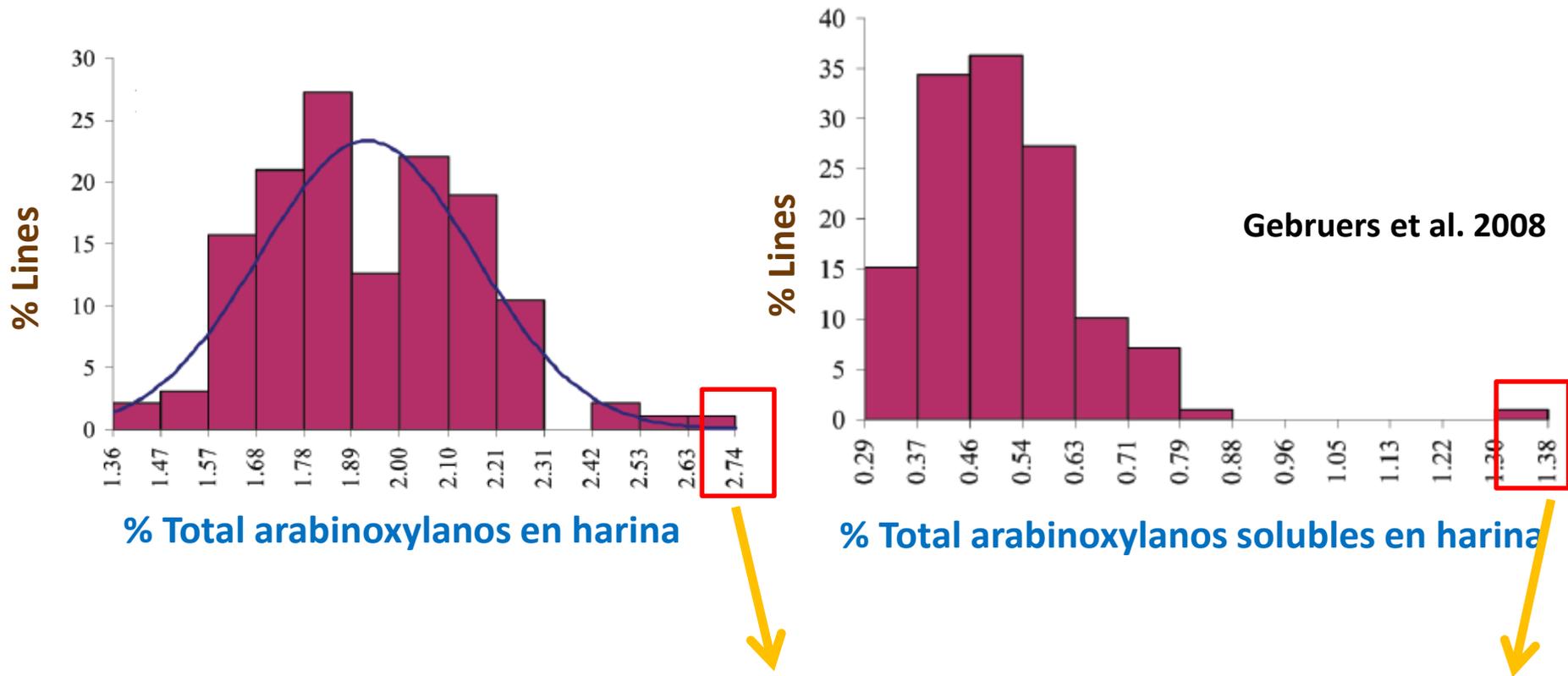


Estudio hecho solo con 150 variedades de trigo (Shewry 2009)



MEJORAMIENTO PARA FIBRA DIETÉTICA EN HARINAS REFINADAS

- Las harinas integrales no son siempre aceptadas por los **consumidores**. El contenido en fibra se debería incrementar en **las harinas refinadas**.



Chinese variety Yumai 34

FINANCIACIÓN Y APOYO AL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN CIMMYT

Bill & Melinda Gates & DFID :

- DGGWProject
- HarvestPlus Project

Goverments:

- MasAgro, SAGARPA, Mexico
- CRP Wheat

Farmers associations:

Agrovegetal, España
GRDC, Australia (ACRCP & CAIGE Projects)
Patronato-Sonora, Mexico

Industry:

- Grupo BIMBO



CRP - WHEAT





**¡Gracias
por su
atención!**

c.guzman@cgiar.org

Photo Credits (top left to bottom right): Julia Cumes/CIMMYT, Awais Yaqub/CIMMYT, CIMMYT archives, Marcelo Ortiz/CIMMYT, David Hansen/University of Minnesota, CIMMYT archives, CIMMYT archives (maize), Ranak Martin/CIMMYT, CIMMYT archives.