

Biofortificación de la papa para contribuir a disminuir los niveles de desnutrición: avances y perspectivas



Gabriela Burgos, Merideth Bonierbale, Walter Amoros y Thomas zum Felde
Centro Internacional de la Papa, Lima, Peru

Taller Internacional:
La Papa en la Seguridad Alimentaria y en la Calidad de la Nutrición Humana
24 y 25 de Junio de 2013, Bogota, Colombia

¿ Que es la Biofortificación?



- **Una estrategia para reducir la desnutrición, mediante la adopción y consumo de cultivos de alimentos básicos mejorados como fuente rica en micronutrientes.**
- **Complementaria a la diversificación de la dieta, suplementación y fortificación alimentaria.**
- **Se obtienen beneficios nutricionales de los cultivos sin costos adicionales → estrategia sostenible.**

Biofortificación para alto Fe & Zn en papa

- Concentración de Fe & Zn es relativamente baja, pero
- Biodisponibilidad de Fe puede ser mayor debido a:

Alta concentración de vitamina C

Baja concentración de fitatos

Nutrientes objetivo primarios: Fe & Zn

□ **Nutrientes objetivo secundarios:**
Promotores: vitamina C y carotenoides
Inhibidores: compuestos fenólicos



Consideraciones para orientar la Biofortificación

**Ingesta del cultivo
(g/ día)**

**Concentración del
nutriente después**

**almacenamiento y
procesamiento**

**Concentración
del nutriente
objetivo en el
cultivo**

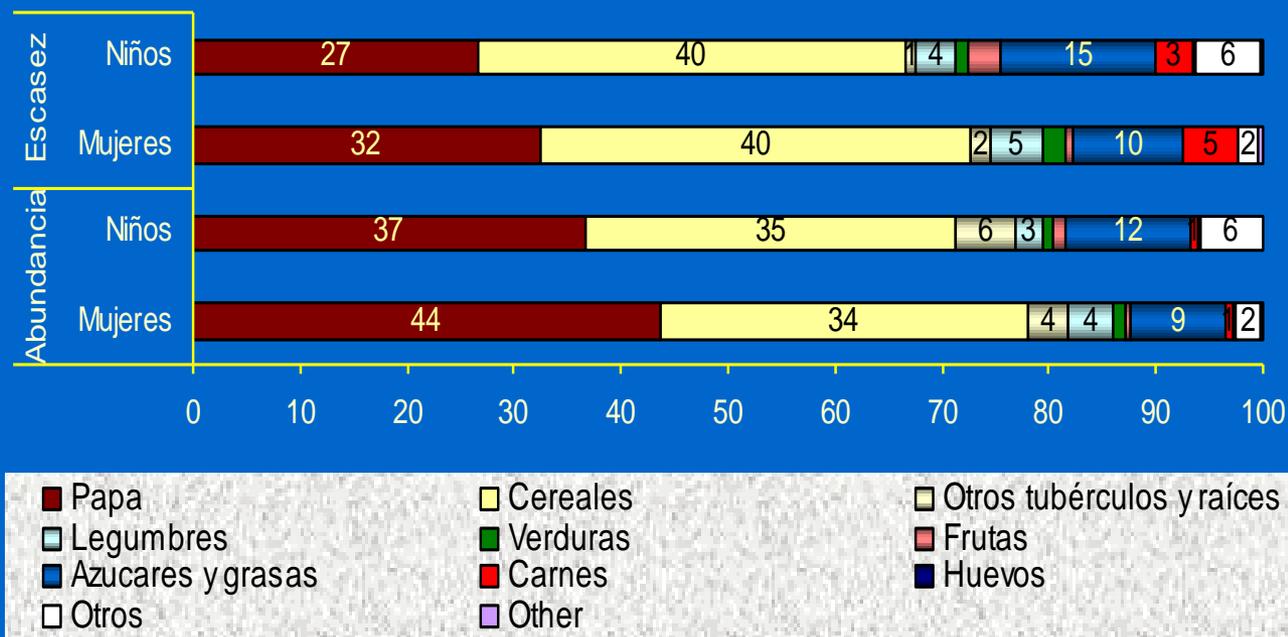
**Incremento
requerido del
nutriente**

**Biodisponibilidad
del nutriente**



Zonas objetivo para la biofortificación de la papa: Poblaciones en riesgo de desnutrición con alto consumo de papa

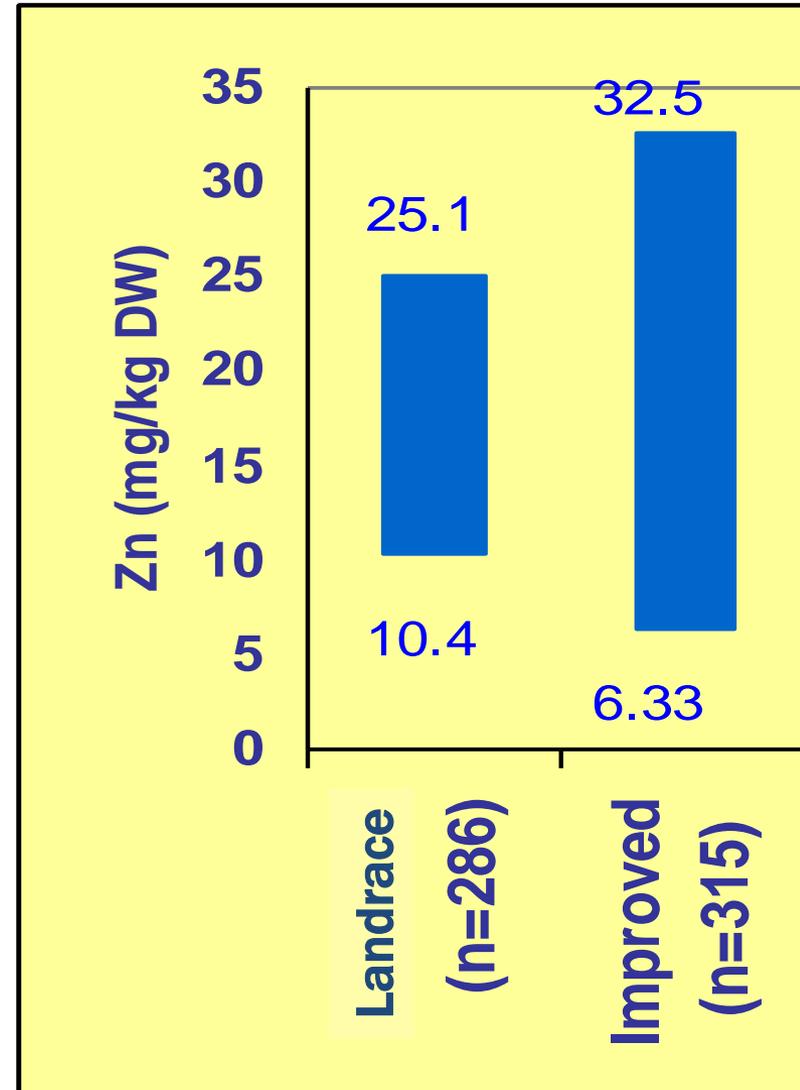
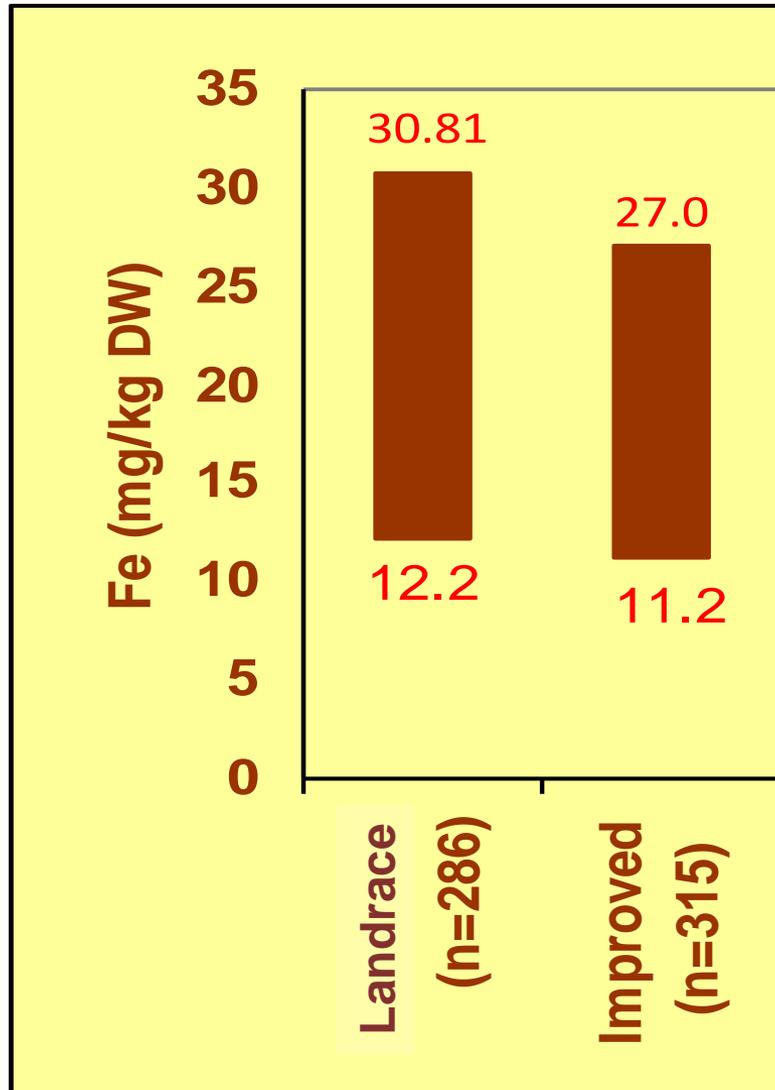
Contribución de la papa y de otros alimentos a la ingesta total de energía en niños y mujeres de Huancavelica, Perú.



Materiales genéticos: colección mundial de papas mejoradas y nativas y poblaciones mejoradas por el CIP

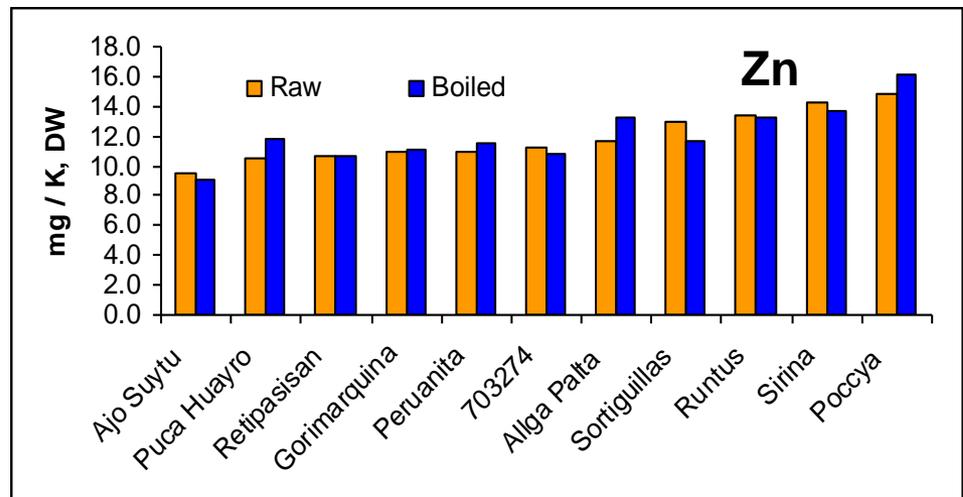
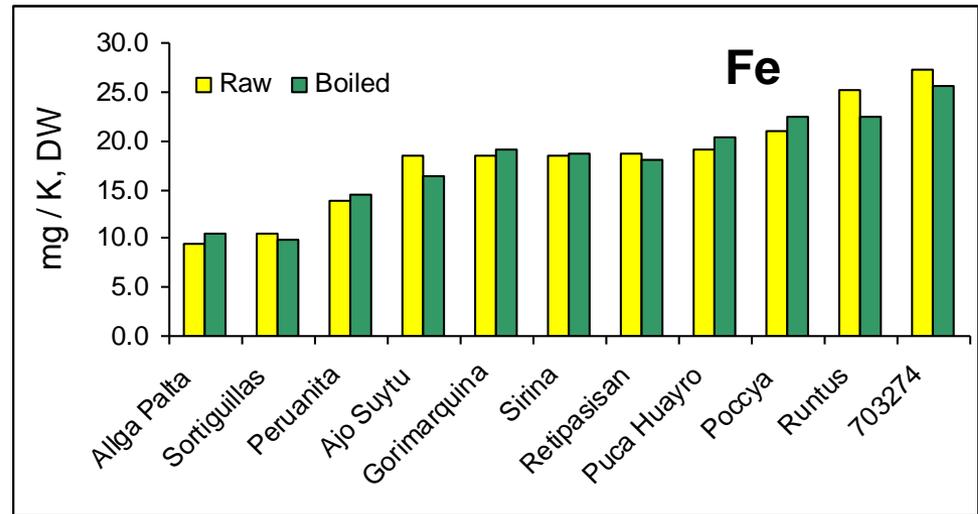


Variabilidad en recursos genéticos de papa para concentraciones de Fe & Zn



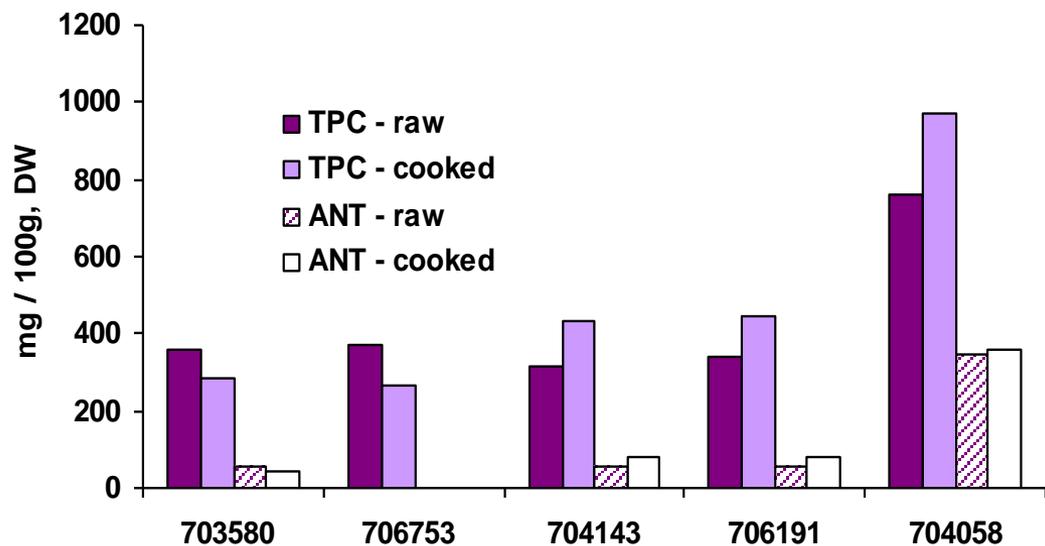
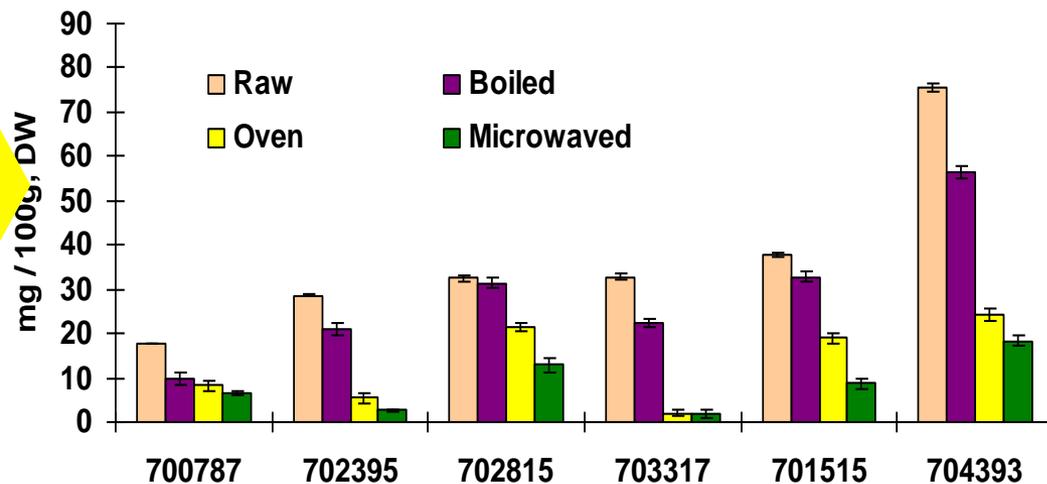
Retención de Fe & Zn tras la ebullición

No hay reducciones significativas en la concentración de Fe & Zn tras la ebullición



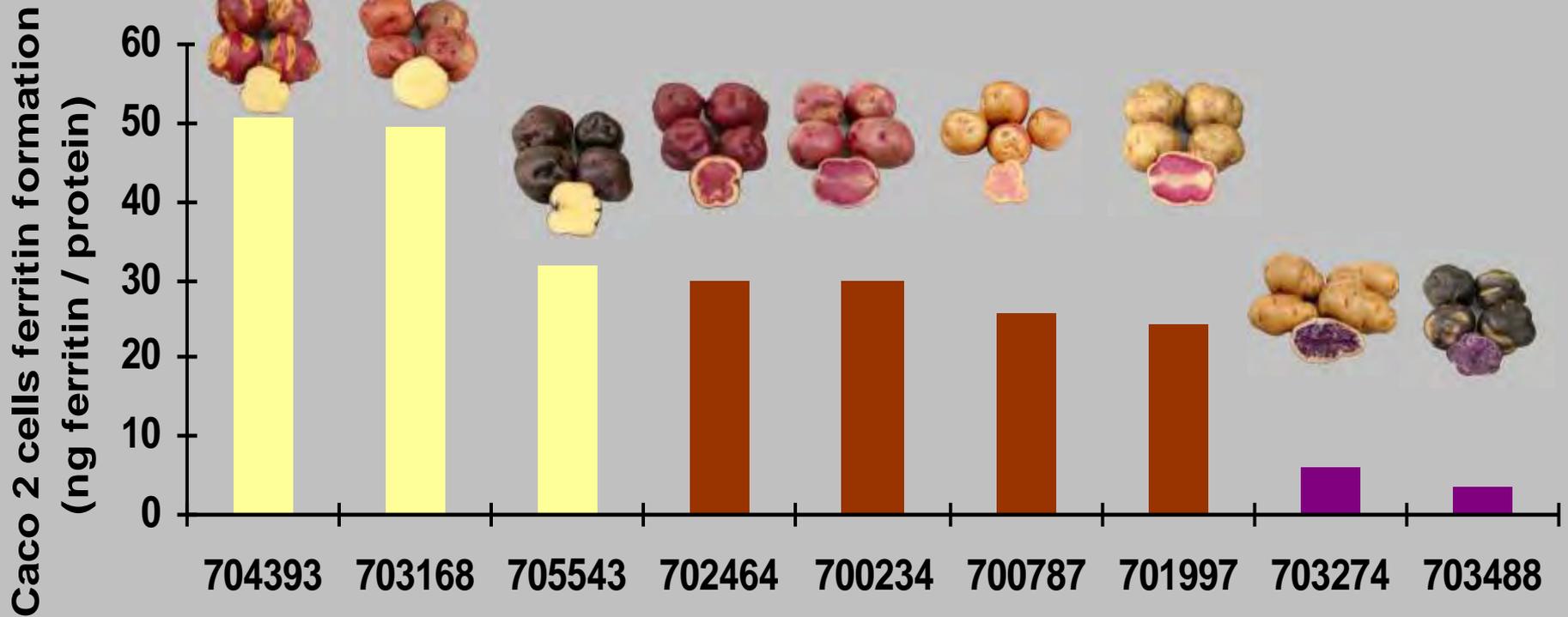
Retención de ácido ascórbico y compuestos fenólicos tras la cocción

La reducción en la concentración de ácido ascórbico depende del método de cocción y la variedad



La concentración de fenólicos puede disminuir o aumentar con la cocción

Biodisponibilidad de Fe en papas nativas (ensayo in vitro con células Caco-2)

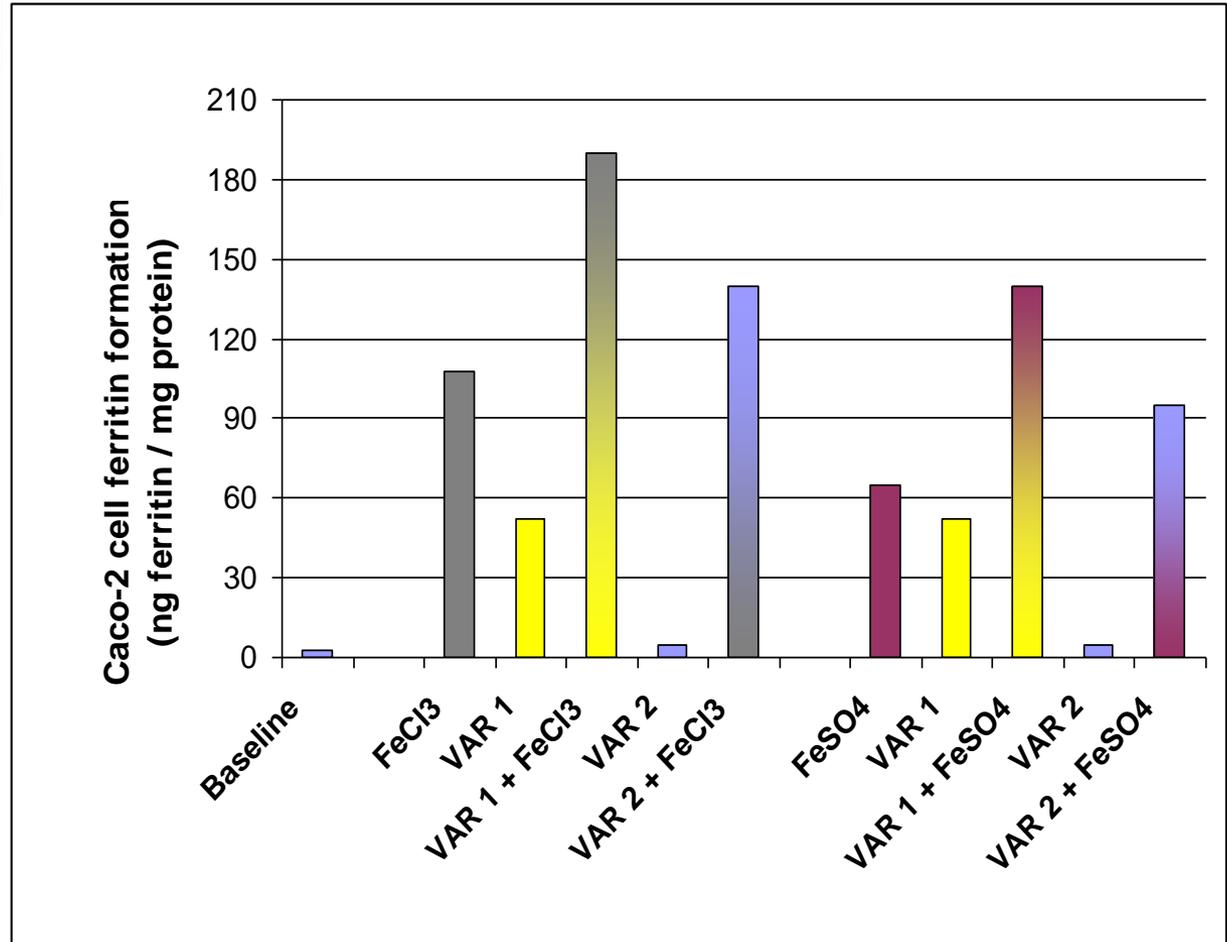


En colaboración con Cornell University

Complementariedades entre cultivos: Implicancias de la dieta en la biodisponibilidad



La papa mejora la biodisponibilidad de Fe de fuentes extrínsecas



Mejoramiento: Fases de la biofortificación

- 1. Identificación de la variación genética útil y de los progenitores más prometedores.**
- 2. Programas de cruzamiento de largo plazo y cruzamientos recurrente.**
- 3. Entendimiento de la genética, la estabilidad y la influencia de los factores ambientales y de suelo .**
- 4. Selección adaptativa y participativa de los nuevos genotipos biofortificados bajo un rango de ambientes y prácticas locales.**

Grupo I



♂
703421
Stn



Grupo II

♂
703825
Gon



X

X

♀s

♀s



702815
Stn

703291
Phu

703825
Gon

704393
Gon

703168
Gon

703831
Gon

703352
Gon

701165
Phu



303846



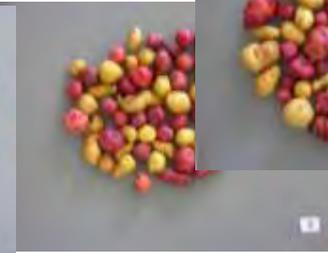
303845



303842



303841



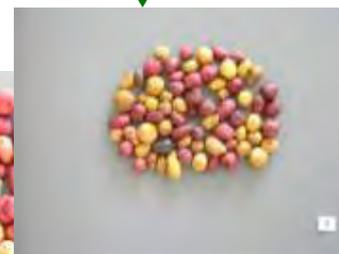
303832



303826



303828



303835



Selección recurrente para incrementar Fe & Zn

Mejoramiento a nivel tetraploide (4x)

- Cruces
Resistencia a enfermedades +
tolerancia al stress abiótico x Fe & Zn
- Evaluación de la familia – Tamizado de Fe & Zn
- Tamizado de los clones seleccionados para resistencia a enfermedades y Fe & Zn

Mejoramiento a nivel diploide (2x)

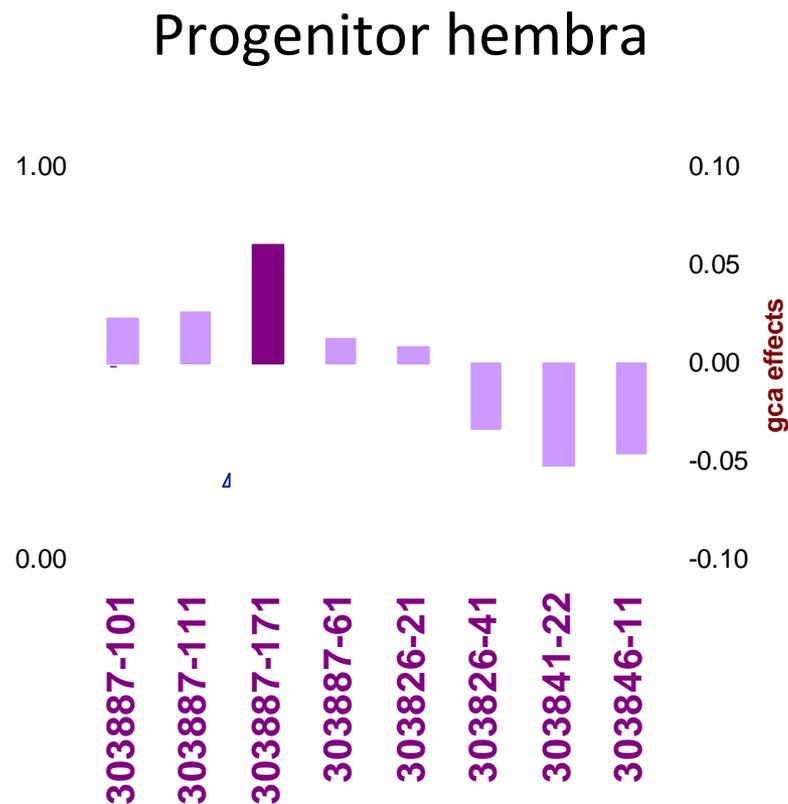
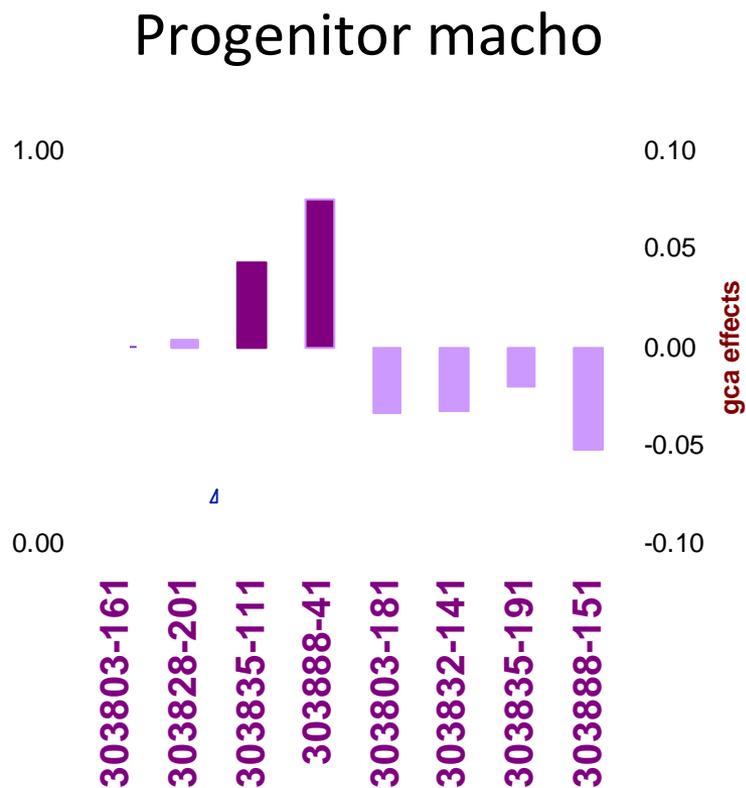
- Población base y entrecruzamiento para el ciclo I
- Cruces
Clones diploides seleccionados con alto Fe & Zn del ciclo II
- Evaluación de la familia & tamizado de Fe & Zn
- Evaluación de clones diploides seleccionados con alto Fe & Zn

- Cruces 4X x 2X (gametos 2n)
- Selección a nivel tetraploide para Fe & Zn y resistencia a enfermedades

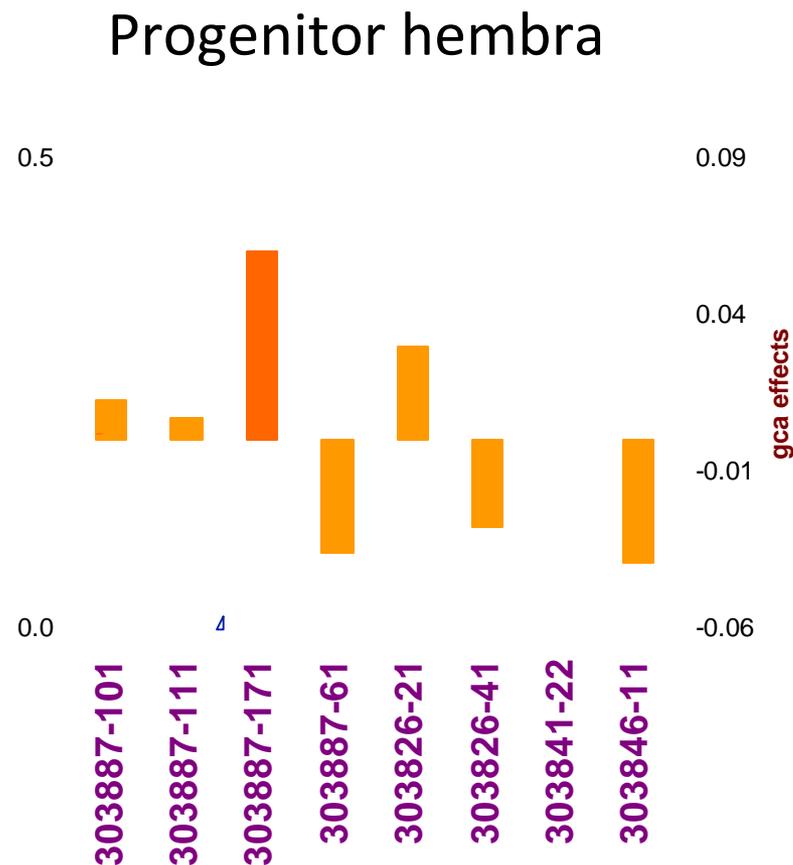
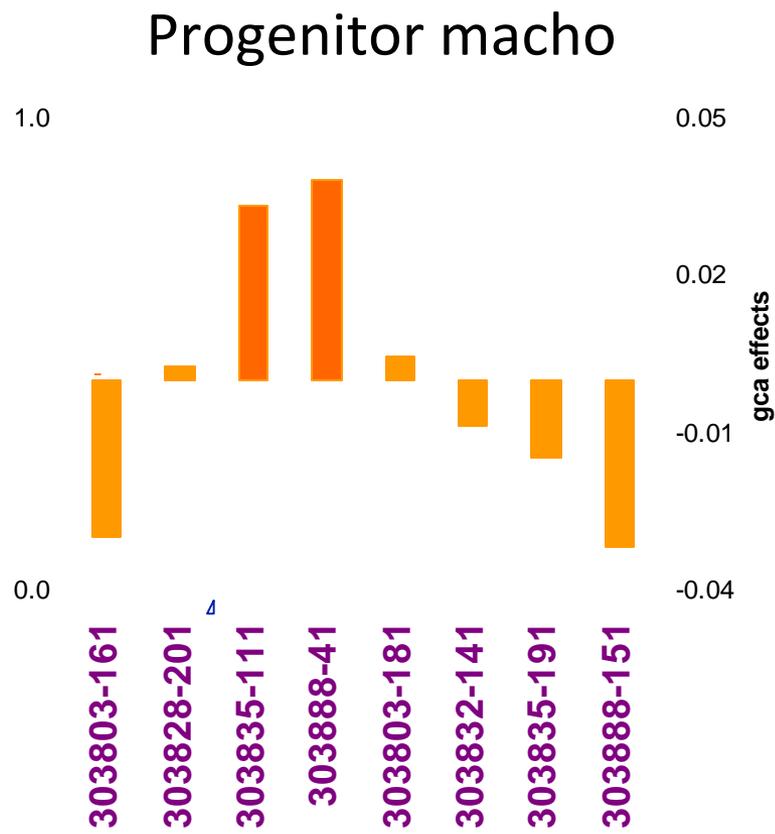
Selección de variedad diploide

Selección de variedad tetraploide

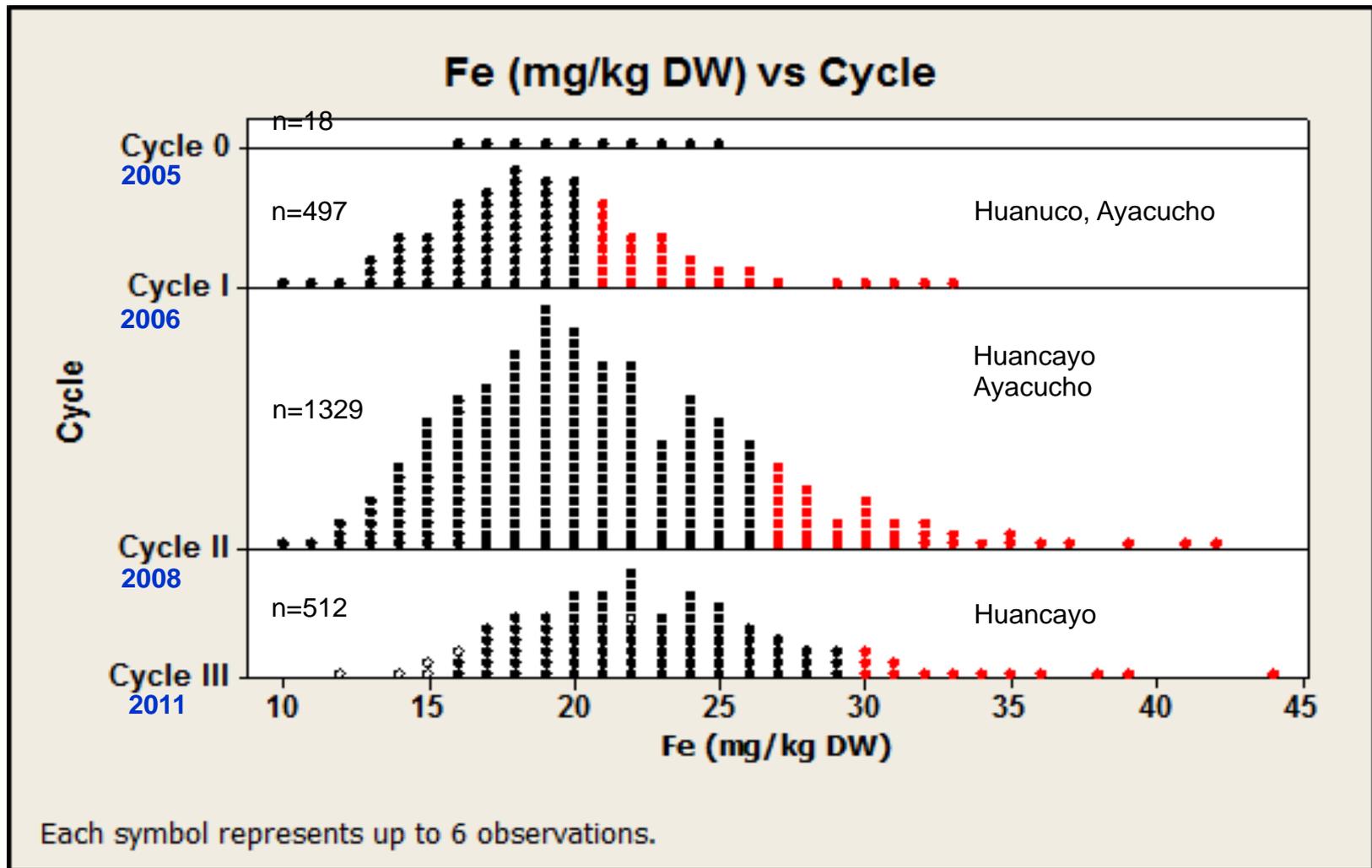
Efectos de la HCG en la concentración de Fe: selección de progenitores



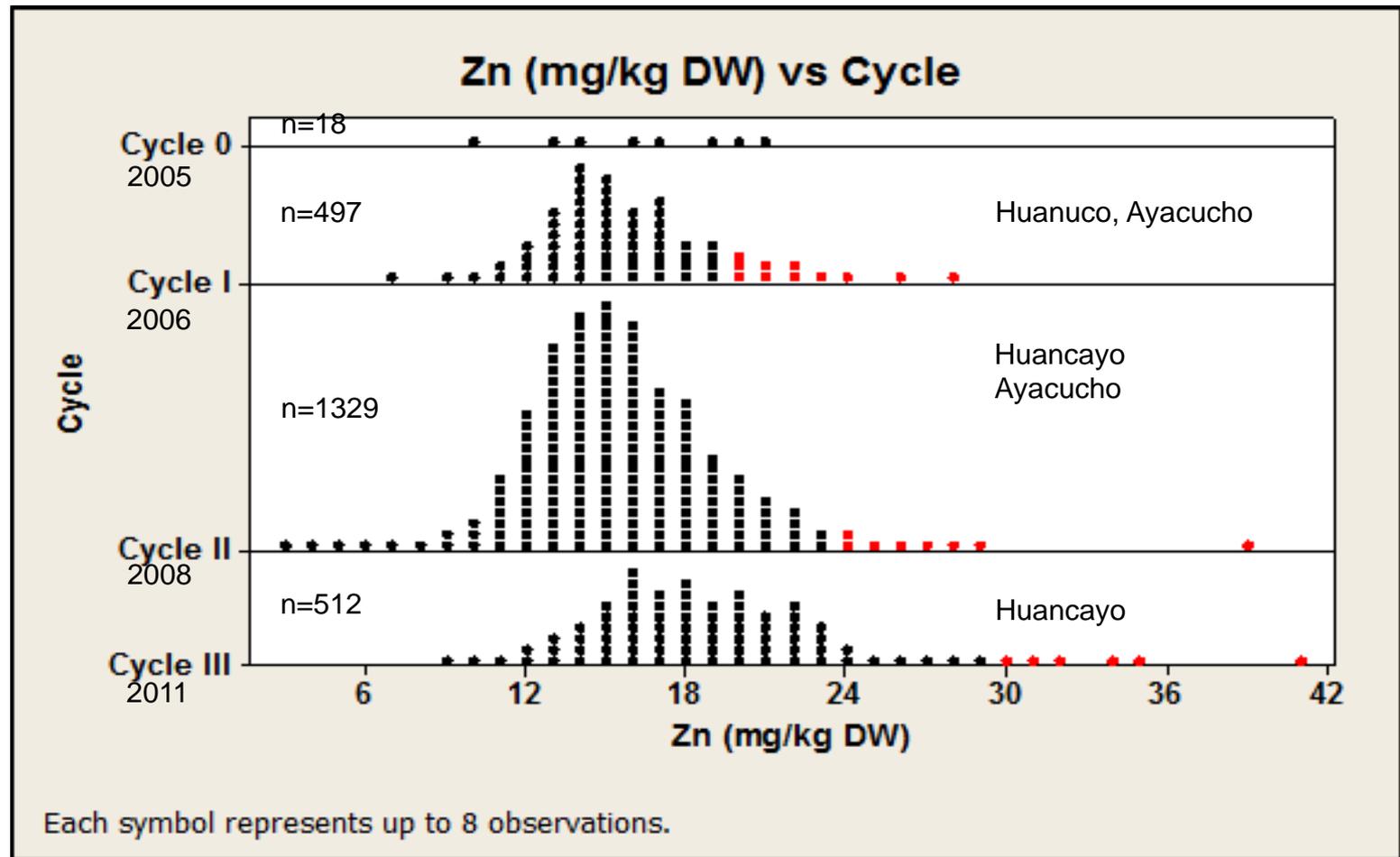
Efectos de la HCG en la concentración de Zn: selección de progrenitores



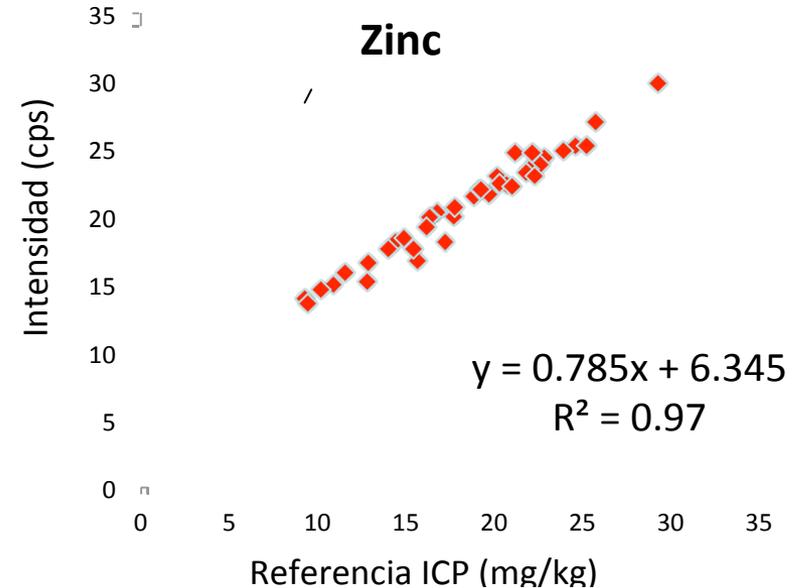
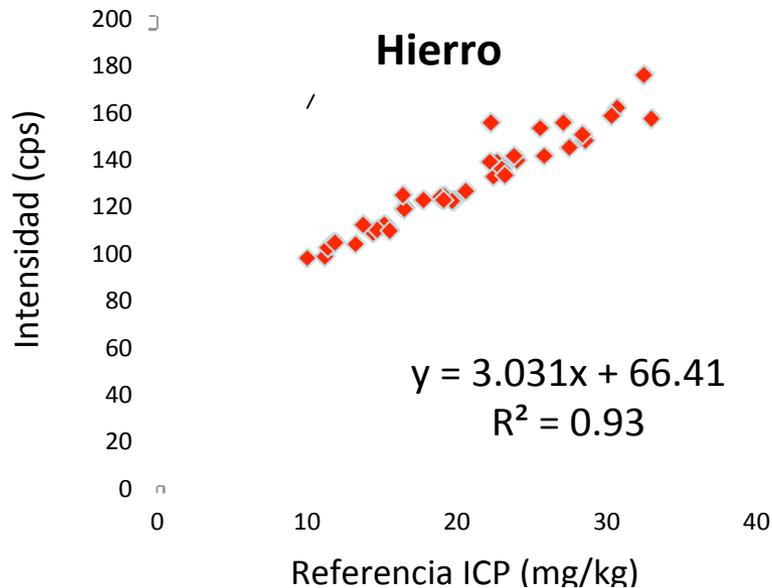
Ganancia genética para Fe a nivel diploide a través de 3 ciclos de selección recurrente



Ganancia genética para Zn a nivel diploide a través de 3 ciclos de selección recurrente



Calibración de XRF (espectroscopía de la fluorescencia de los rayos X) para papa molida y liofilizada



Característica	Nº	Rango (mg/kg)		Calibración	
		min	max	r ²	SEC
Hierro	40	10	33	0.93	1.44
Zinc	40	9	29	0.97	0.99

Calibraciones preliminares para la concentración de hierro y zinc en muestras de tubérculos de papa.

Por ser mejorado en el año 2013

Ensayos multi-ambientes (EMAs) para Evaluar la estabilidad y efectos de GxA

6 ambientes, DBCA, 3 repeticiones en Perú



Collpaccasa
4067 m.s.n.m



Conayca
4178 m.s.n.m



Ccasapata
3765 m.s.n.m



Sotopampa 3754
m.s.n.m



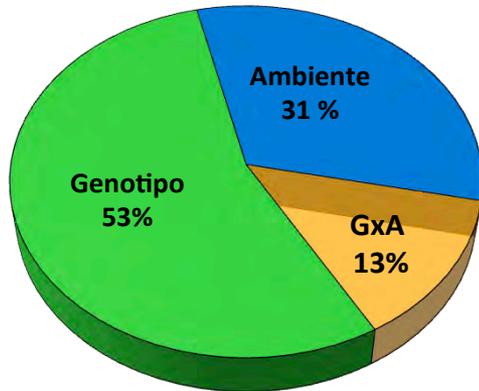
Rangra
3323 m.s.n.m



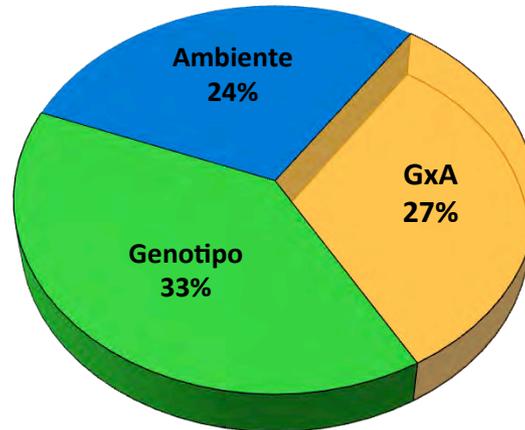
Huancayo
3265 m.s.n.m

Modelo de Efectos Principales Aditivos e Interacción Multiplicativa (AMMI) para evaluar la magnitud y naturaleza de la interacción GxA

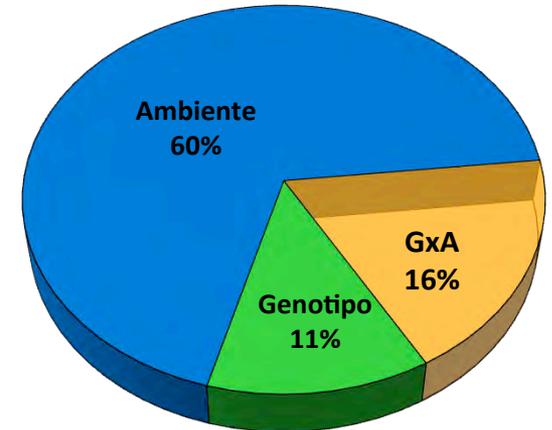
Vitamina C



Hierro



Zinc



Heredabilidad en sentido Amplio (H^2)

71 %

36 %

18 %

Objetivo del mejoramiento complejo

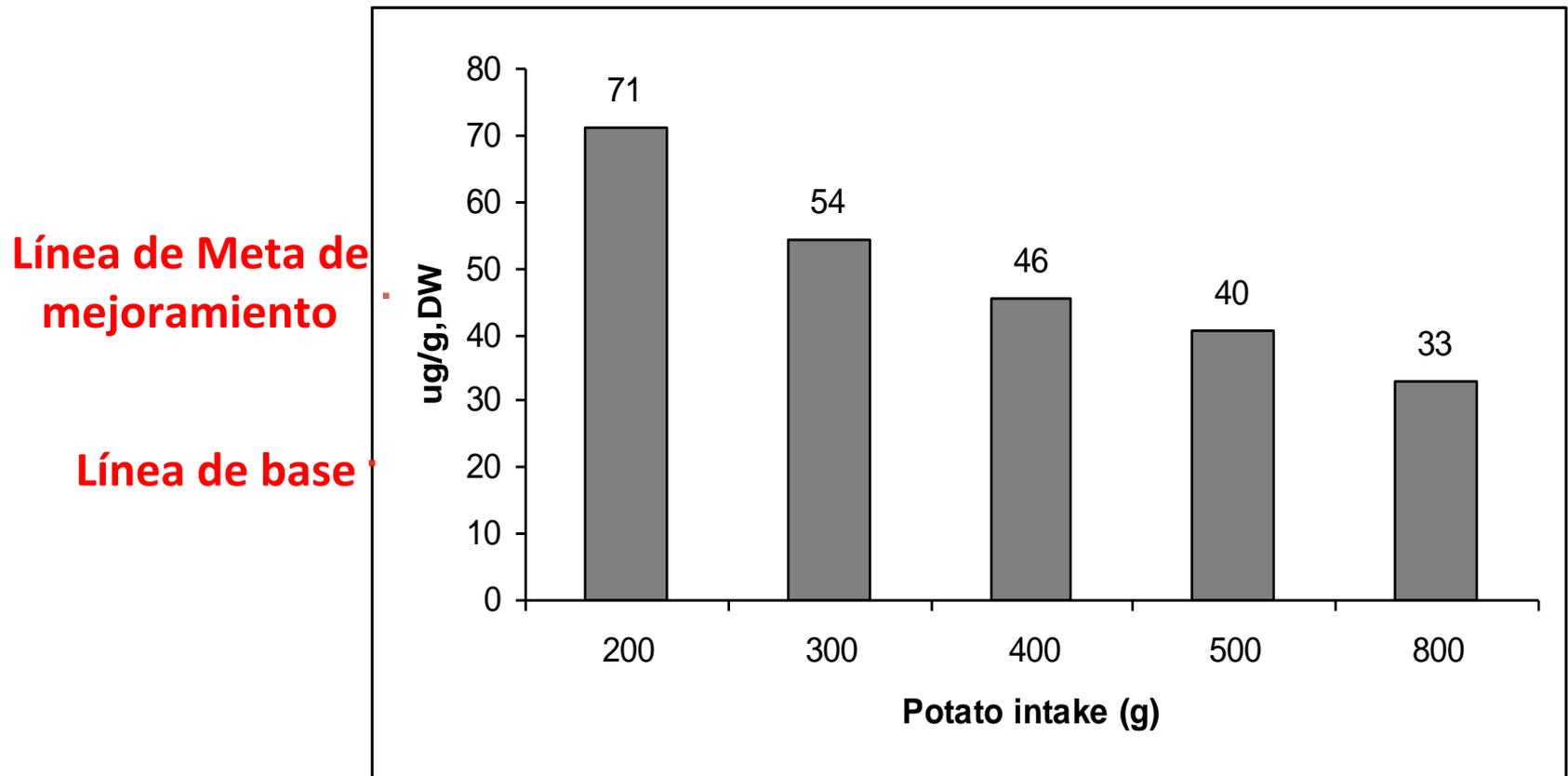


- Alto Fe
- Alto Zn
- Alta vitamina C
- Bajos compuestos fenólicos
- Incorporar ganancias genéticas realizadas a nivel 2x en poblaciones 4x de alto rendimiento y resistentes para el desarrollo de variedades

Objetivo de mejoramiento para Fe en papa

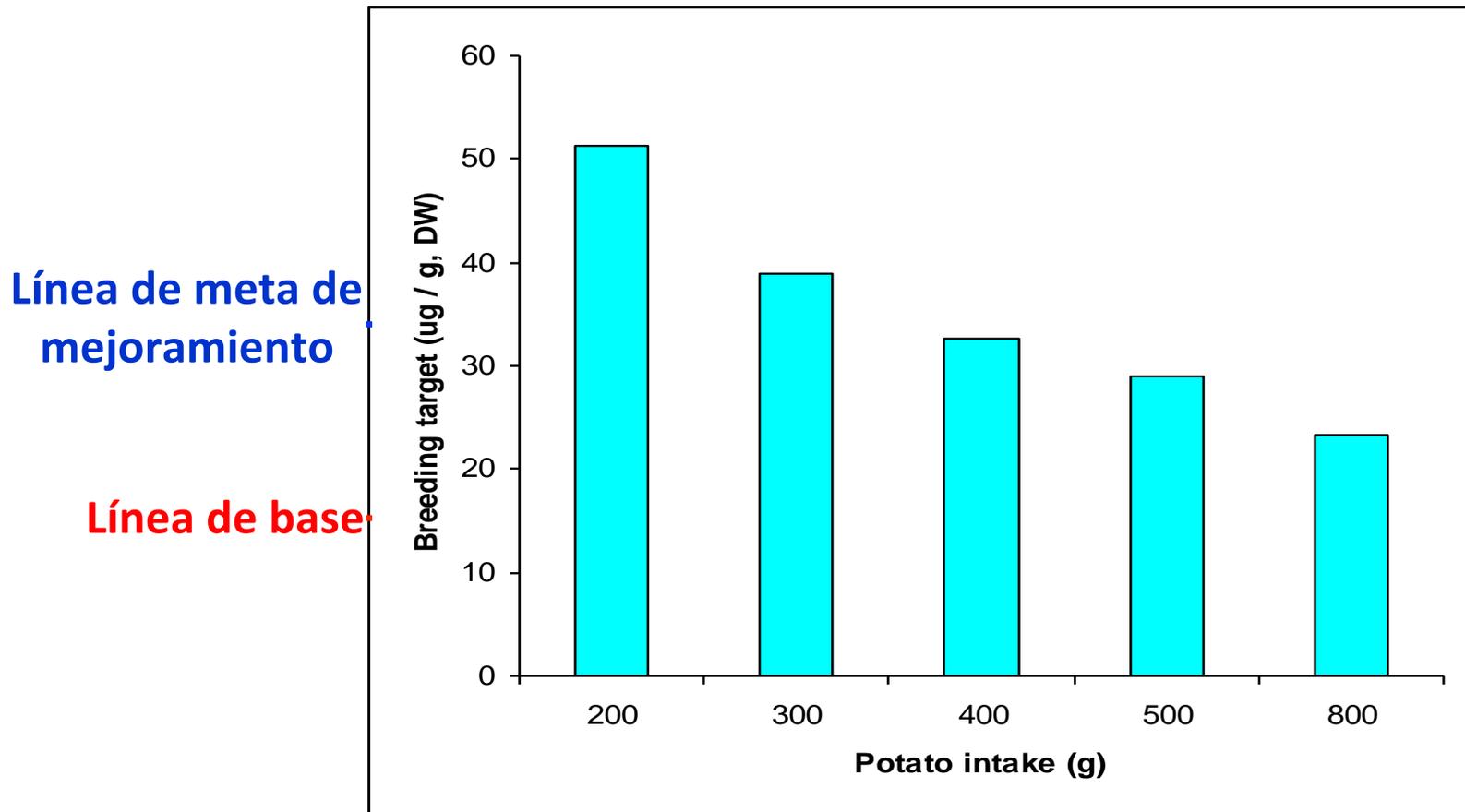
Mujeres en edad fértil

(considerando 15% de disponibilidad de hierro)

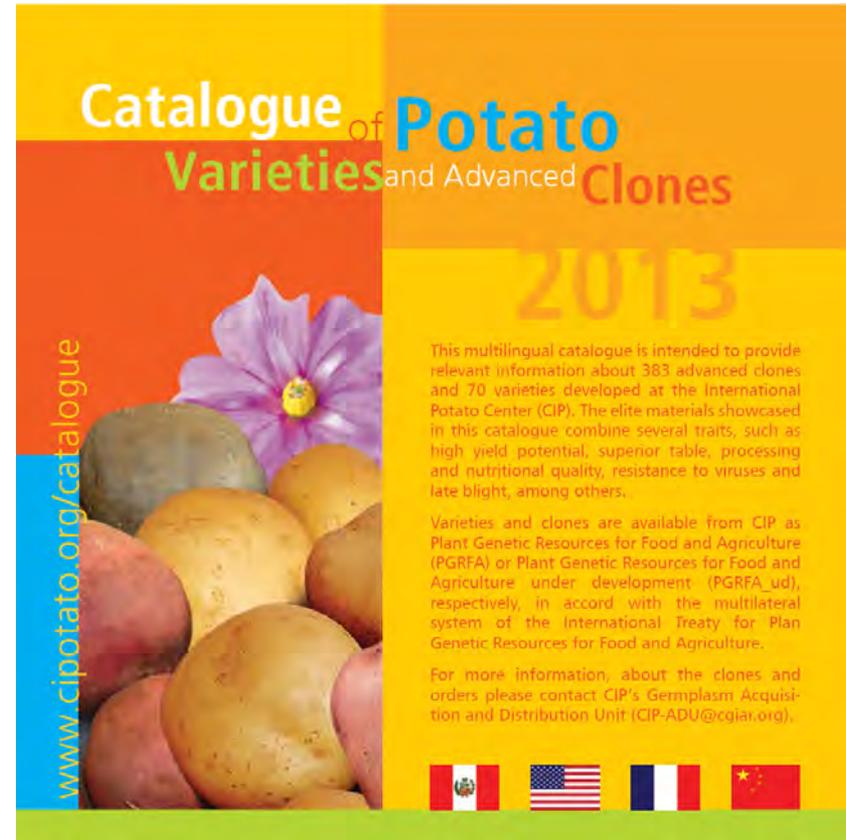


Objetivo de mejoramiento para Zn en papa

Mujeres en edad fértil (no lactando ni embarazadas)
considerando 35% de biodisponibilidad de zinc



Entrega de clones y progenies para la selección de variedades e investigación



Entrega: selección y lanzamiento de variedades ricas en micronutrientes en Perú

- *Evaluación agrónoma
- *Selección participativa de variedades
- *Producción de semillas
- *Lanzamiento de variedades
- *Diseminación de variedades



21

Criterio de los productores	Puntaje		
	Hombres	Mujeres	
Tamaño del tubérculo	25	23	
Alto contenido nutricional	17	27	
Resistencia a gorgojo	12	21	
Resistencia a enfermedades	18	13	
Buen rendimiento	12	6	
TOTAL	84	90	174



Conclusiones

- Después de 3 ciclos de mejoramiento se han conseguido ganancias significativas para la concentración de Fe y Zn.
- La biofortificación de papa podría contribuir a disminuir la desnutrición en zonas con consumo alto de papa.
- La selección participativa de las variedades o clones ricos en micronutrientes es importante a fin de asegurar la adopción de los mismos.

