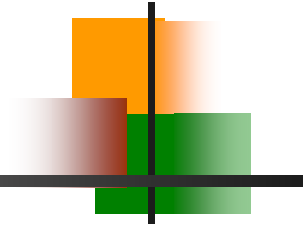




La Estrategia Propuesta para Evaluar el Impacto Nutricional de Cultivos Biofortificados en el Proyecto AgroSalud



Helena Pachón

Proyecto AgroSalud

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Octubre 2006

México

El Problema

Las deficiencias de micronutrientes en la dieta humana son un problema de salud pública especialmente en países menos desarrollados económicamente





Una Solución

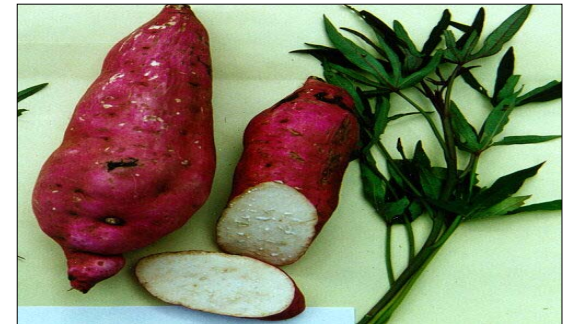
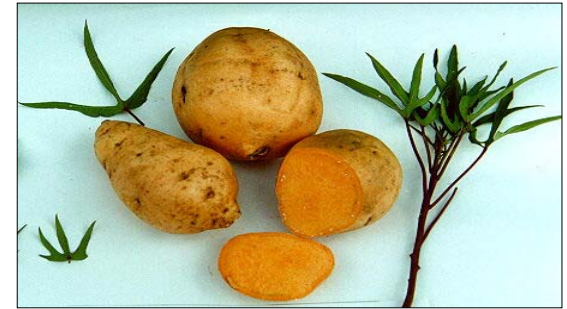
La *biofortificación* de cultivos se plantea como una estrategia para disminuir la deficiencia por micronutrientes a través de los alimentos, de forma sostenible y enfocada en los pobres



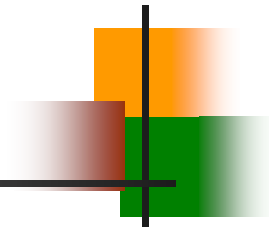
¿Qué es la Biofortificación?

La *biofortificación* consiste en aplicar técnicas de fitomejoramiento que aprovechan la variabilidad existente en las diferentes variedades de las especies cultivadas respecto a su contenido de nutrientes, para aumentar el nivel de éstos en los cultivos

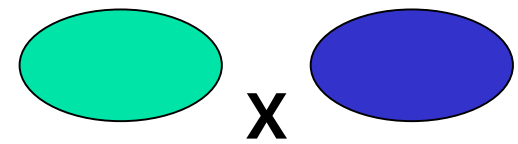
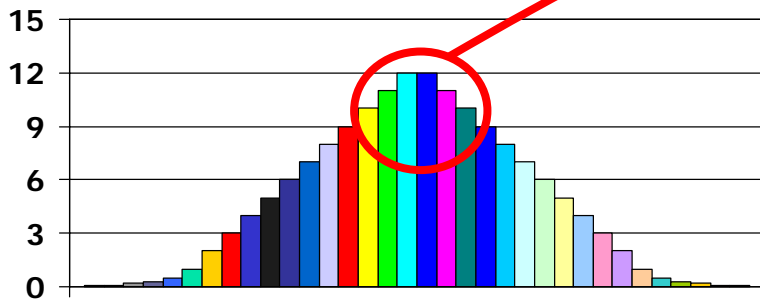
(Nestel et al., 2006; Gregorio, 2002)



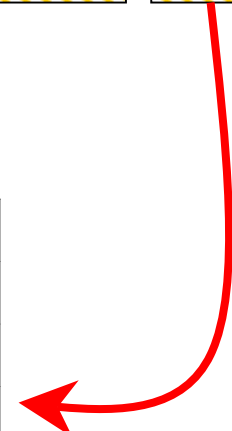
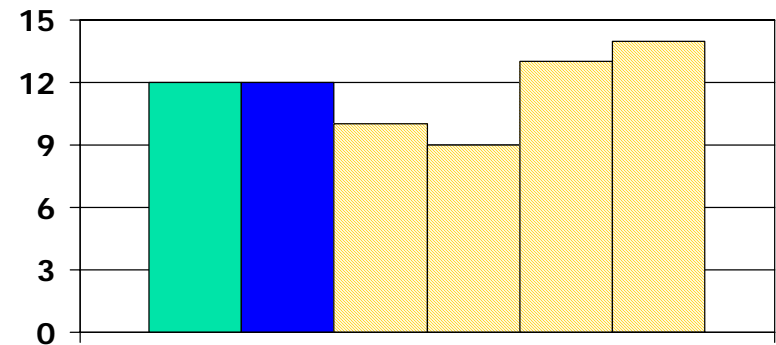
¿Qué es la Biofortificación?



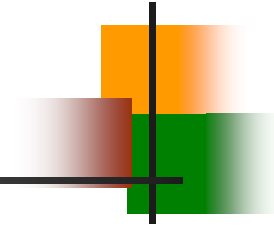
Variabilidad en el Valor Nutricional de Variedades de Yuca



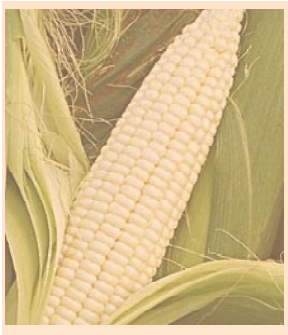
Valor Nutricional en Nuevas Variedades de Yuca



¿Cómo Funciona la Biofortificación?



Variedades con características de interés para...



Agricultor

Alto rendimiento
Resistencia a plagas
Tolerancia a estreses



Consumidor

Apariencia
Sabor
Tiempo de cocción



Nutricionista

Alto valor
nutricional

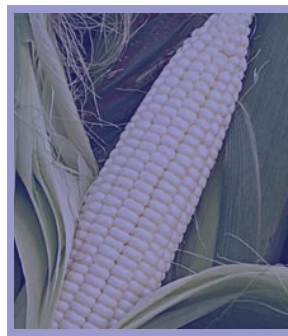
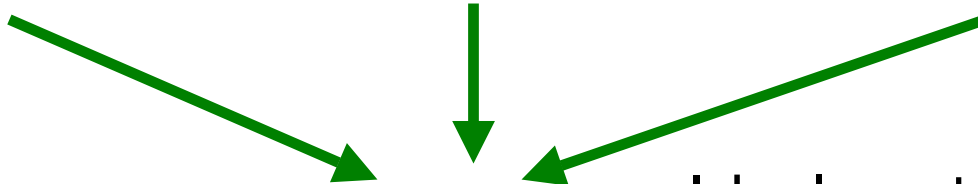
¿Cómo Funciona la Biofortificación?



X



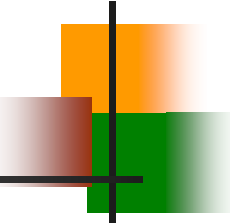
X



Idealmente:

Con las características que desean los agricultores, consumidores y nutricionistas

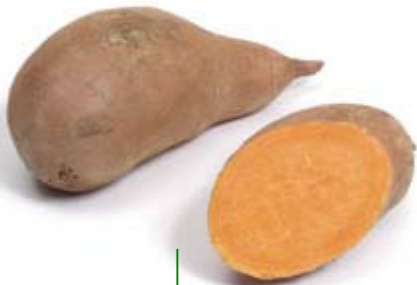
NO son Cultivos Transgénicos (GM)



Biofortificación



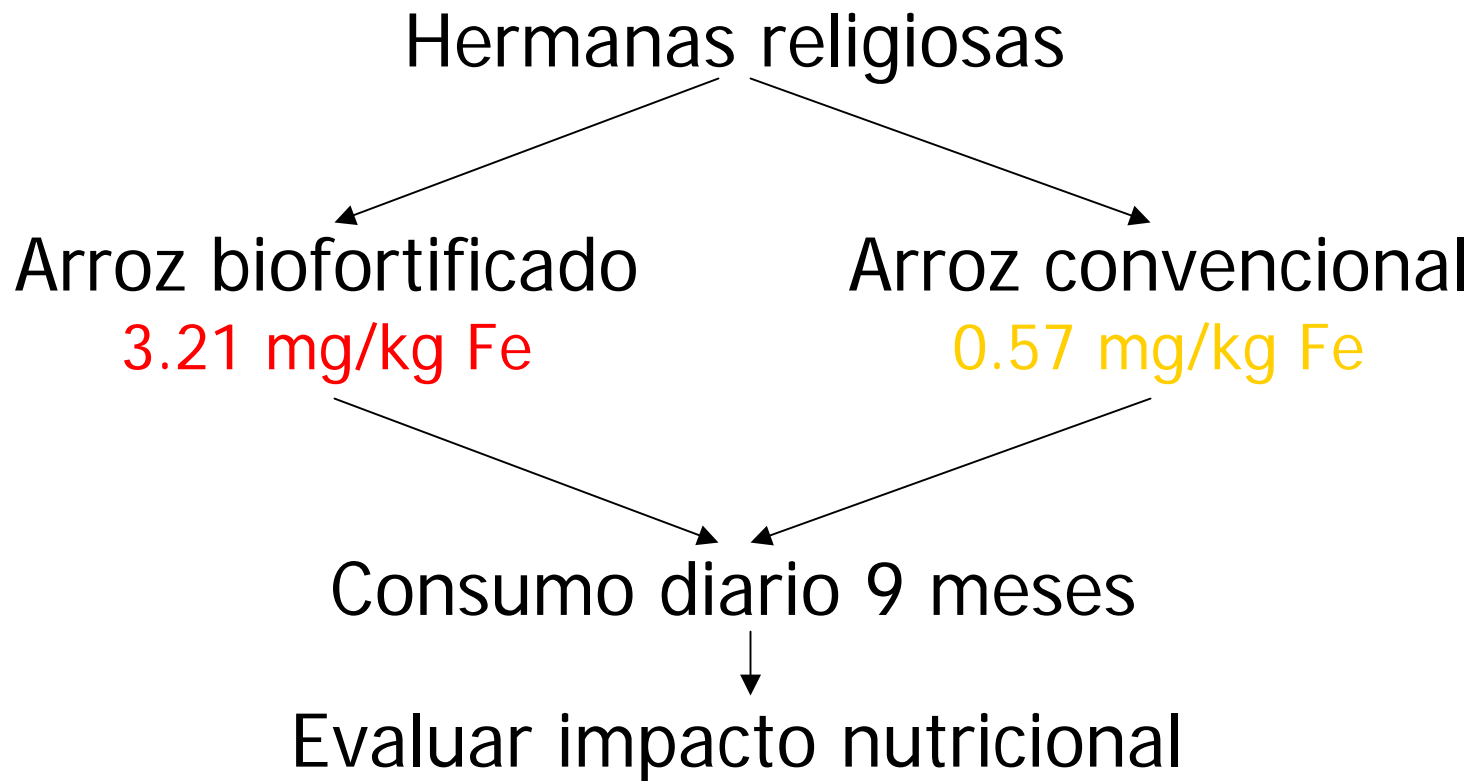
GM





La Biofortificación Mejora el Estado Nutricional

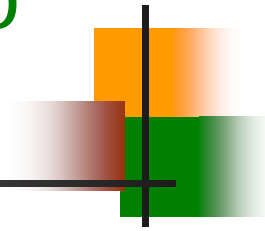
■ Arroz biofortificado con hierro (Filipinas)



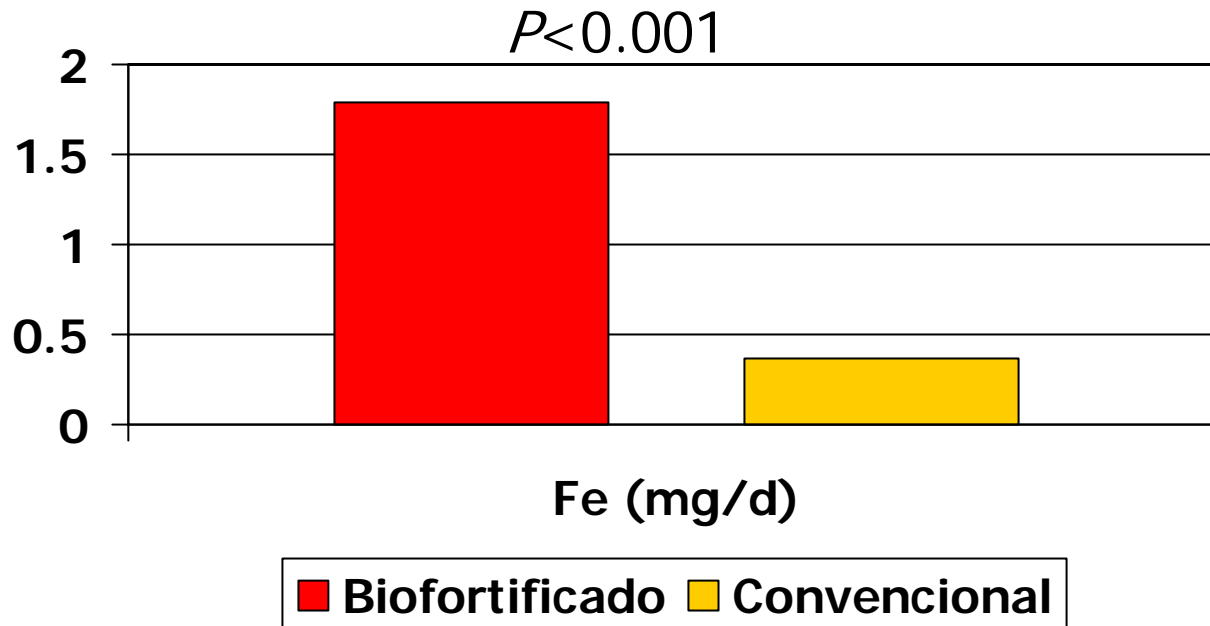
(Haas et al., 2005)



La Biofortificación Mejora el Estado Nutricional



Consumo de Hierro del Arroz (promedio de 9 meses)



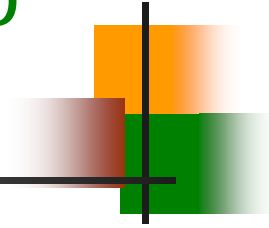
(Haas et al., 2005)

Requerimiento mediano: 8.1 mg/d

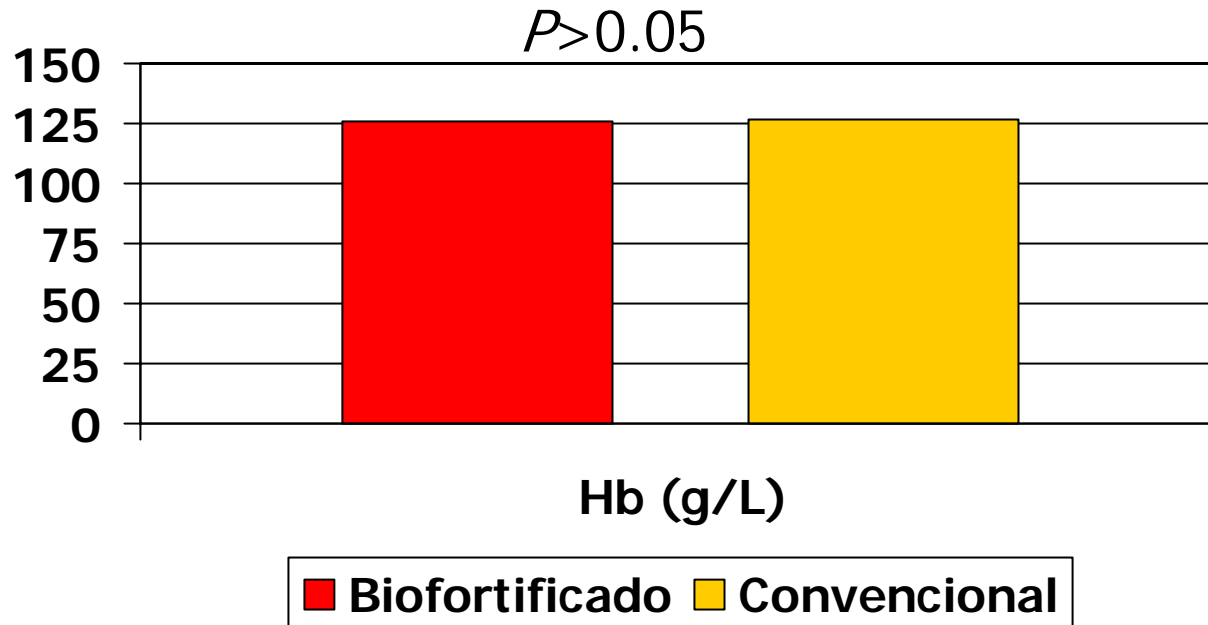
RDA: 18 mg/d



La Biofortificación Mejora el Estado Nutricional



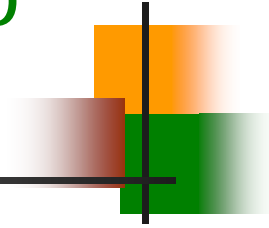
Concentración de Hemoglobina (>9 meses)



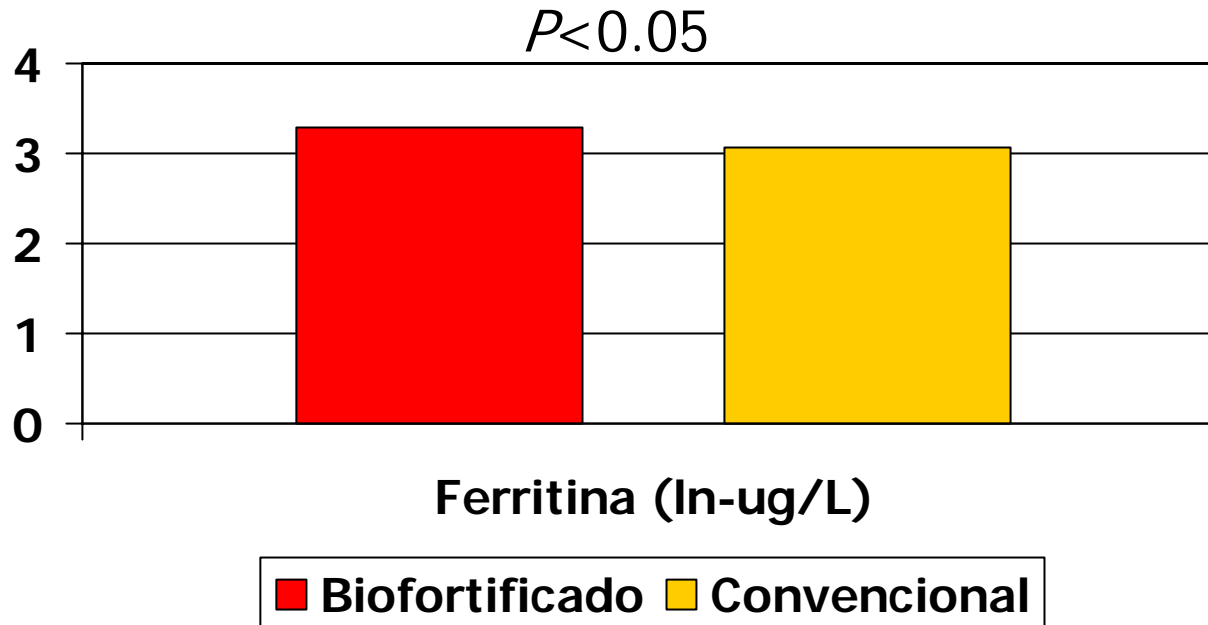
(Haas et al., 2005)



La Biofortificación Mejora el Estado Nutricional



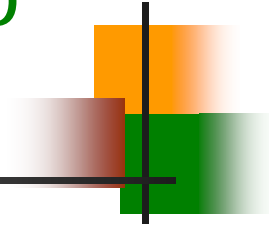
Mujeres No-anémicas: Ferritina Sérica (>9 meses)



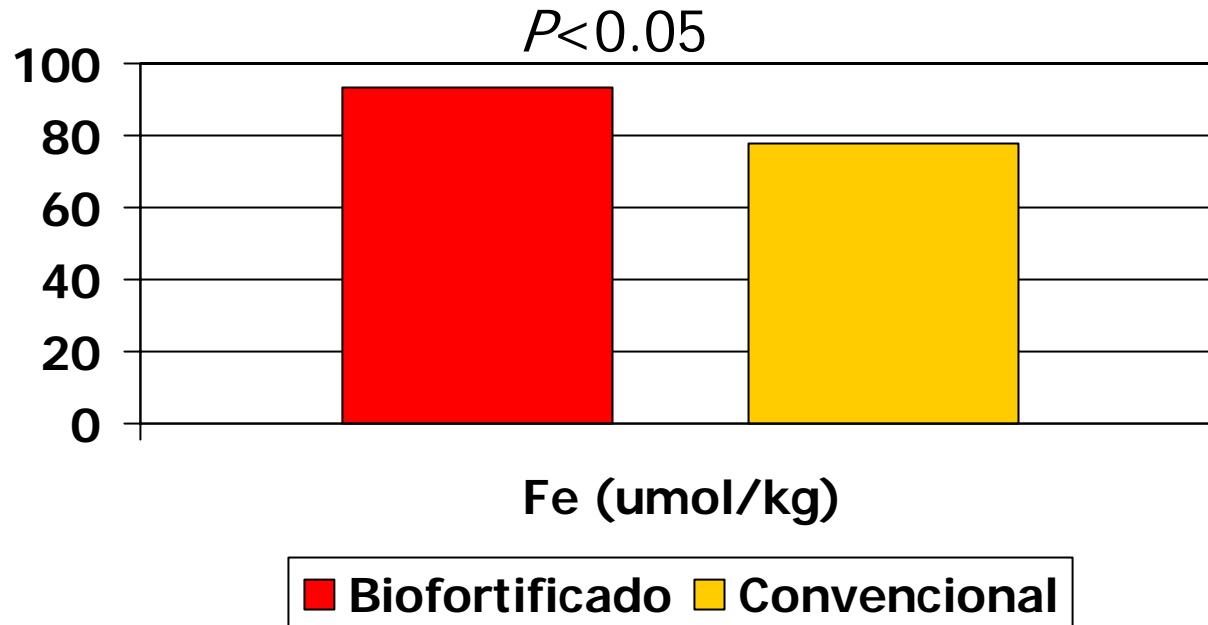
(Haas et al., 2005)



La Biofortificación Mejora el Estado Nutricional



Mujeres No-anémicas: Fe Corporal (>9 meses)



(Haas et al., 2005)



La Biofortificación Mejora el Estado Nutricional

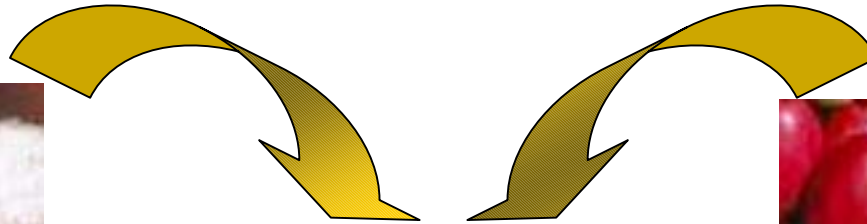
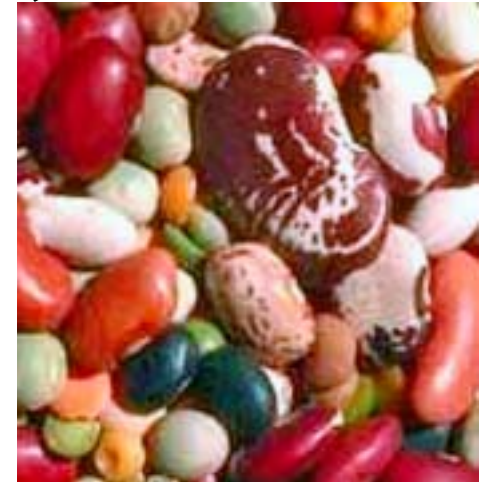
- Arroz biofortificado con hierro
- ~5 veces más hierro que convencional
- Contribuyó ~10% del RDA de hierro
- En mujeres no-anémicas, mejoró el estado de hierro



(Haas et al., 2005)

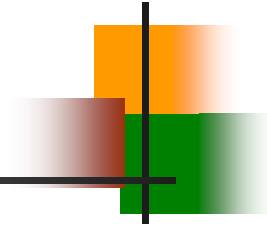
La Biofortificación: Estrategia Basada en Alimentos

- Consumo de un alimento biofortificado
- Consumo de varios alimentos biofortificados





La Biofortificación: Estrategia Sostenible



- No hay dependencia externa en la obtención de semilla
 - Después de primera distribución, el agricultor puede guardar su propia semilla para la próxima siembra
- No representa un cambio en el comportamiento del consumidor
 - Desde que el cultivo mantenga todas las características deseables



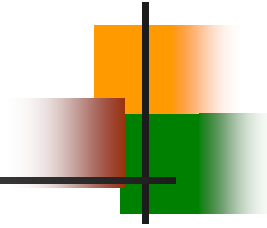
Alimentos Biofortificados

- Mejores características agronómicas
 - Mayor rendimiento de grano y/o raíces
 - Mayor tolerancia a estreses bióticos y abióticos
- No son transgénicos (GM)
- Mayor valor nutricional
- Mejoran el estado nutricional
- Una estrategia sostenible basada en alimentos

- **¿Cómo desarrollar y evaluarlos?**



HarvestPlus



Un consorcio internacional que participa en el desarrollo de cultivos biofortificados, enfocado en los cultivos de mayor consumo e importancia para Africa y Asia

(<http://www.harvestplus.org/>)



HarvestPlus
Breeding Crops for Better Nutrition

Biofortificación con enfoque en los cultivos de mayor importancia en Latinoamérica y el Caribe

yuca



camote



arroz



maíz

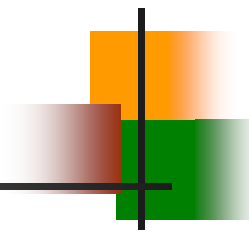


fríjol





Instituciones Líderes en AgroSalud



CIMMYT
(México)

CLAYUCA
(Colombia)

CIAT
(Colombia)

EMBRAPA
(Brasil)

CIP (Perú)



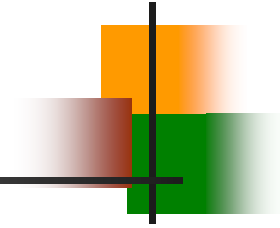
Nutrientes y Cultivos Prioritarios

- Hierro (arroz, camote, fríjol)
- Zinc (arroz, camote, fríjol)
- Beta-caroteno (camote, maíz, yuca)
- Triptófano, lisina (maíz)





Regiones Prioritarias

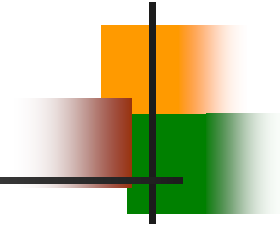


- Centroamérica
- Región Andina
- El Caribe

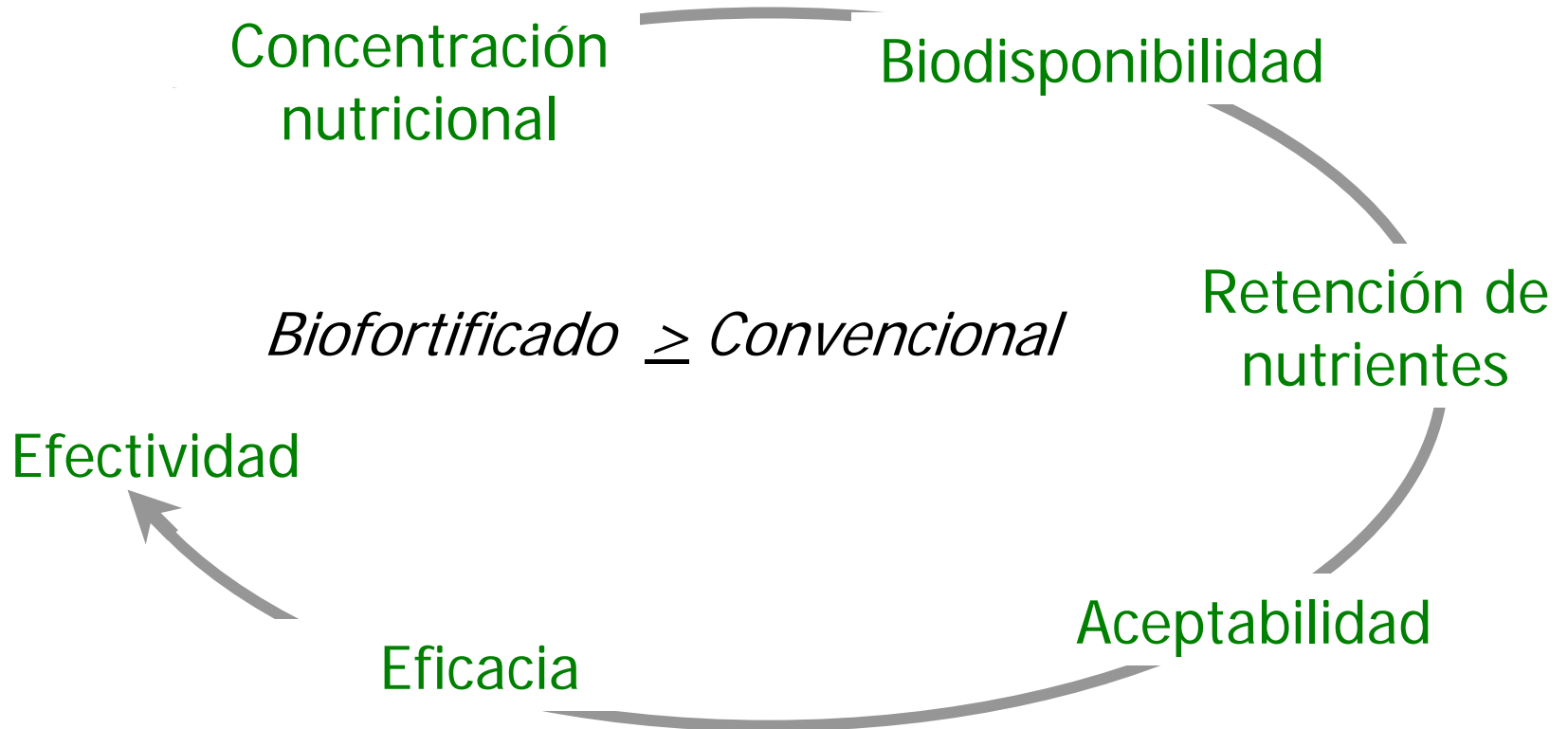




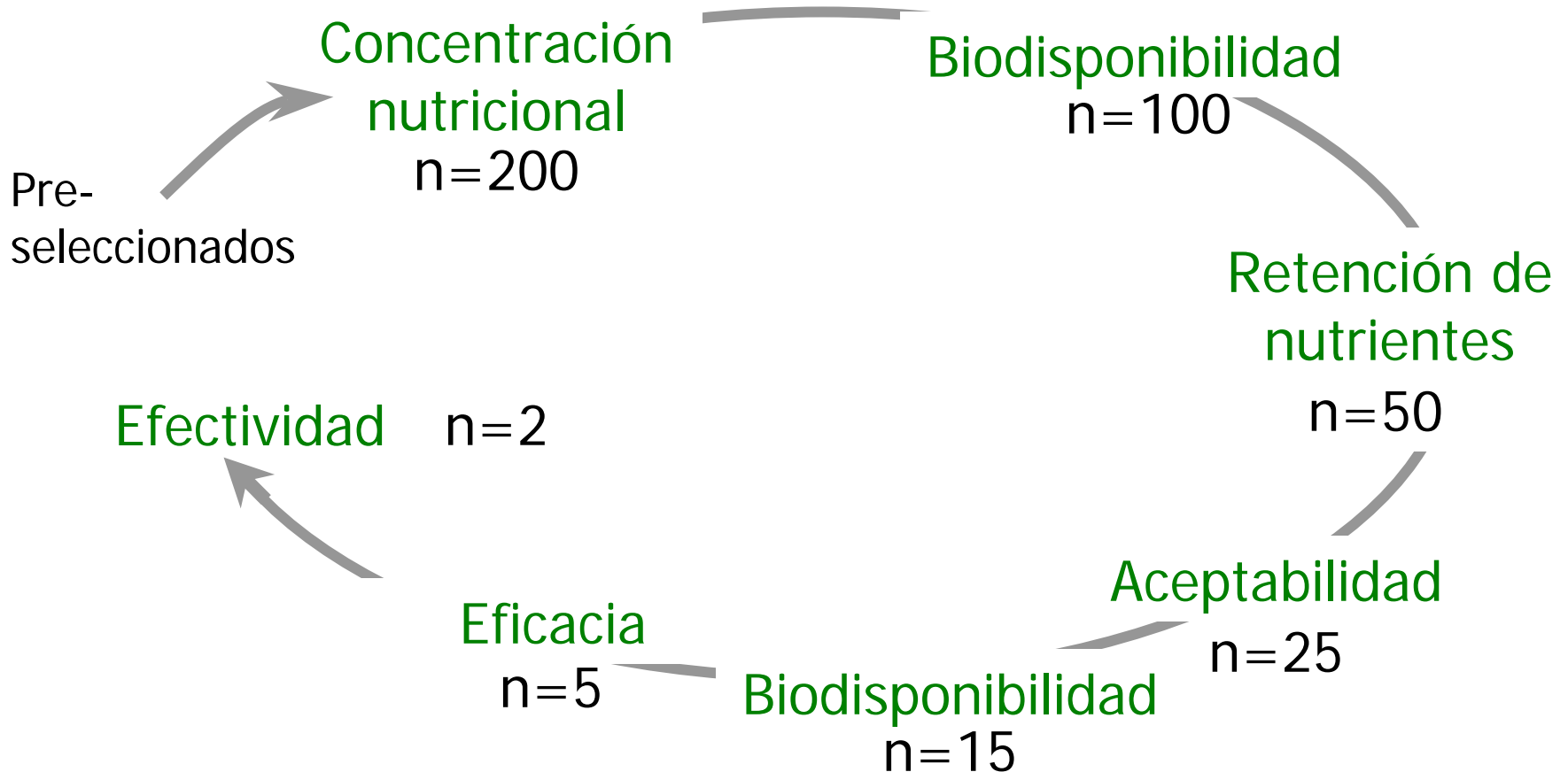
Estrategia para Evaluar Impacto



Crear una cadena de evidencia...



...e ir seleccionando líneas promisorias



Un Ejemplo: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

- 40+ años de investigación
 - Gen opaco-2
 - Más: triptófano, lisina
 - Igual: proteína total
 - Características agrónomas





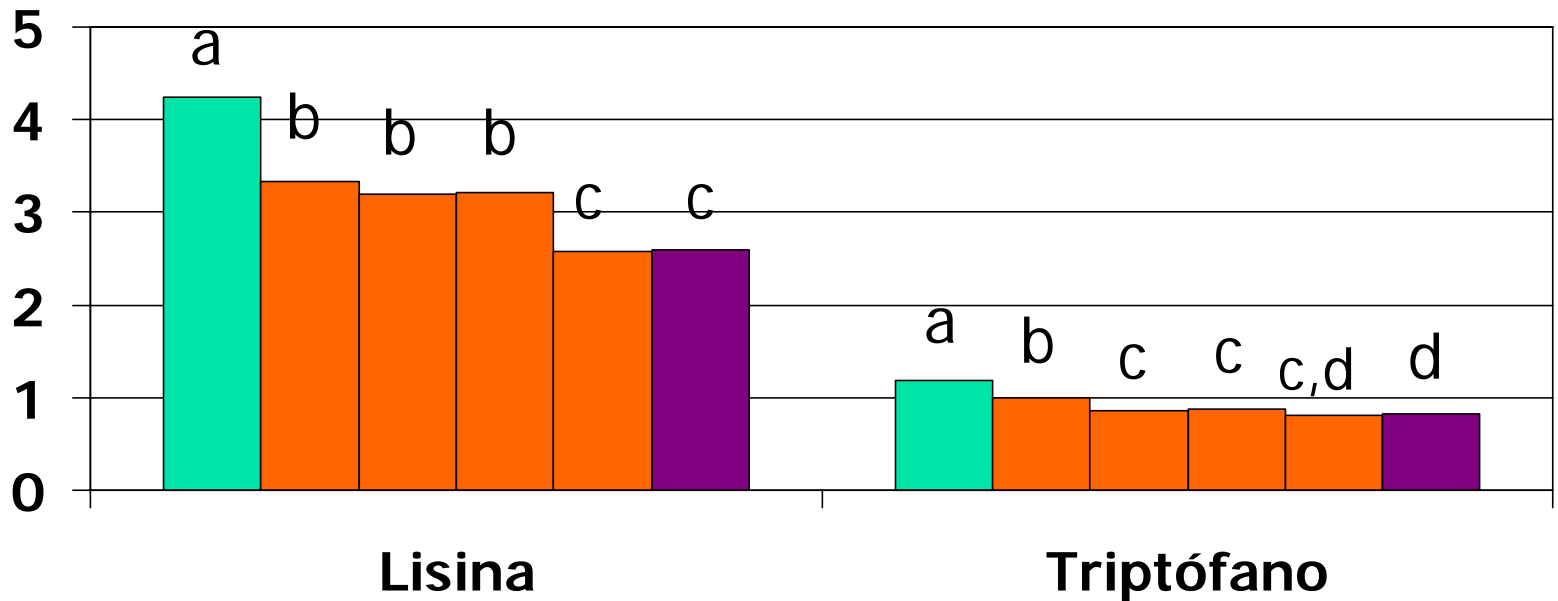
Concentración Nutricional

- Hierro y zinc
 - Absorción atómica
- Beta-caroteno
 - HPLC
- Triptófano
 - Colorimétrico con ácido acético
- Lisina
 - Colorimétrico basado en 2-chloro-3,5-dinitropyridine
- Explorando para Fe, Zn, beta-caroteno
 - NIRS



Concentración Nutricional: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

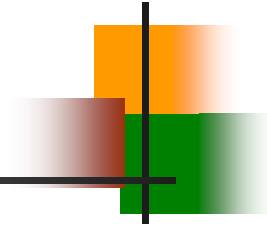
Lisina y triptófano (g/100 g proteína) en QPM BH542, 4 híbridos de alto rendimiento y 1 variedad local



(Fufa et al., 2003; Etiopía)



Biodisponibilidad



■ Inicial (n=100)

¿Cocinar?

In vitro

- Fe: dializabilidad o Caco-2
- Beta-caroteno: digestión
- Proteína: digestibilidad
- Zn: no existe

■ Posterior (n=15)

Cocinar

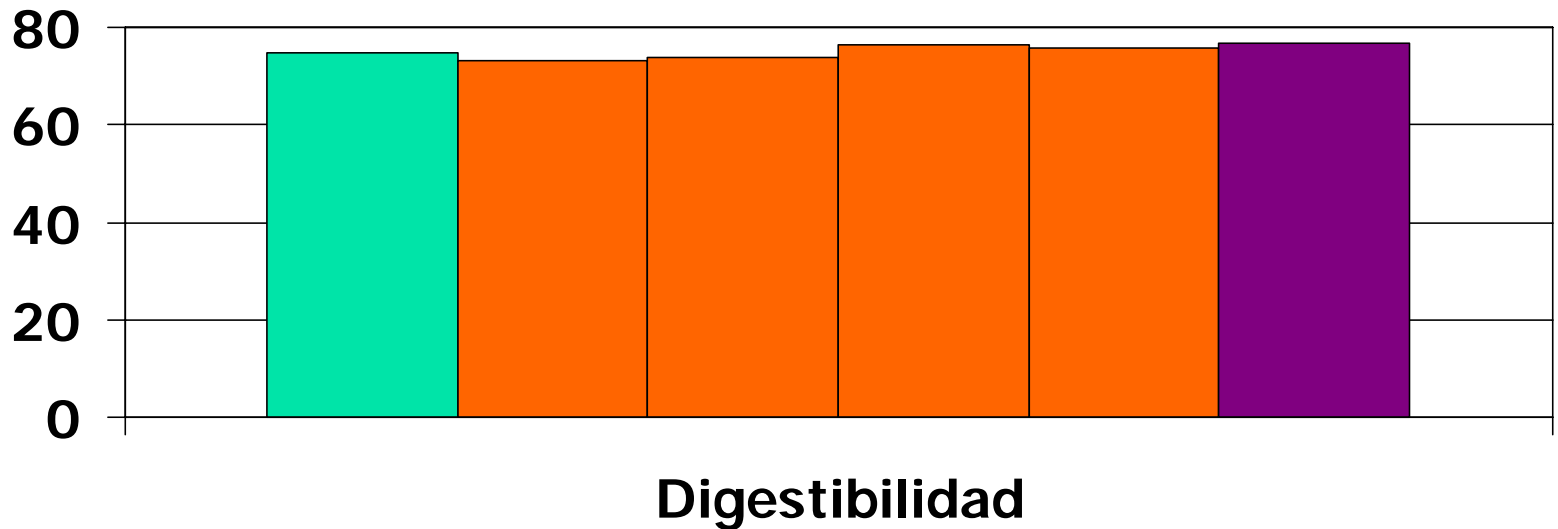
In vivo

- Fe: ERH en ratas
- Beta-caroteno: biodisponibilidad en gerbils
- Proteína: digestibilidad en ratas
- Zn: no existe



Biodisponibilidad: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

**Digestibilidad *in vitro* de la proteína (%)
en harina cruda de QPM BH542, 4
híbridos de alto rendimiento y 1 variedad
local**



(Fufa et al., 2003; Etiopía; sin estadísticas)

- Cocinar
 - Manera estandarizada
 - Según costumbre local
- Evaluar concentraciones nutricionales



Antes

Cocción /
Procesamiento

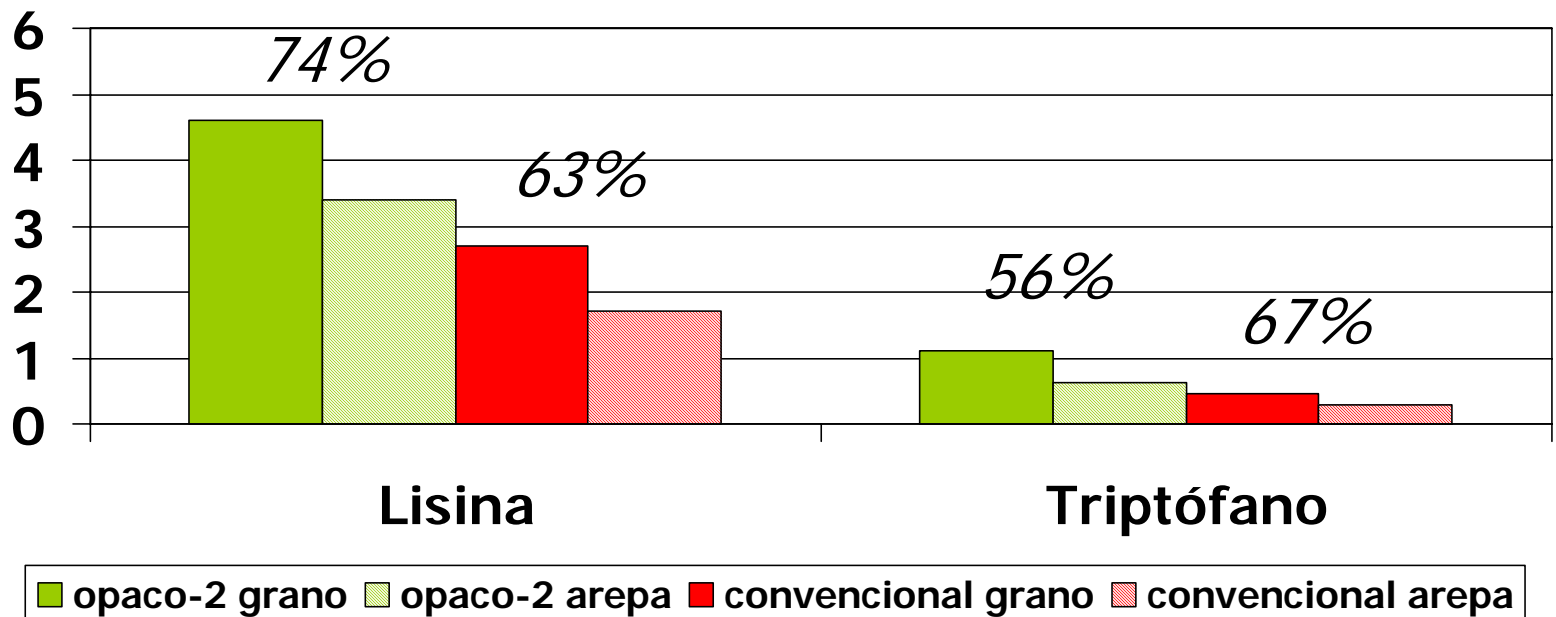


Después



Retención: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

Lisina y triptófano (g/16 g nitrógeno) en maíz opaco-2 y convencional, grano entero y arepa



(Chávez, 1972; Venezuela; sin estadísticas)

Variedades biofortificadas

Variedades convencionales

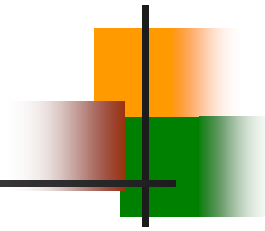
Preparar 3 recetas



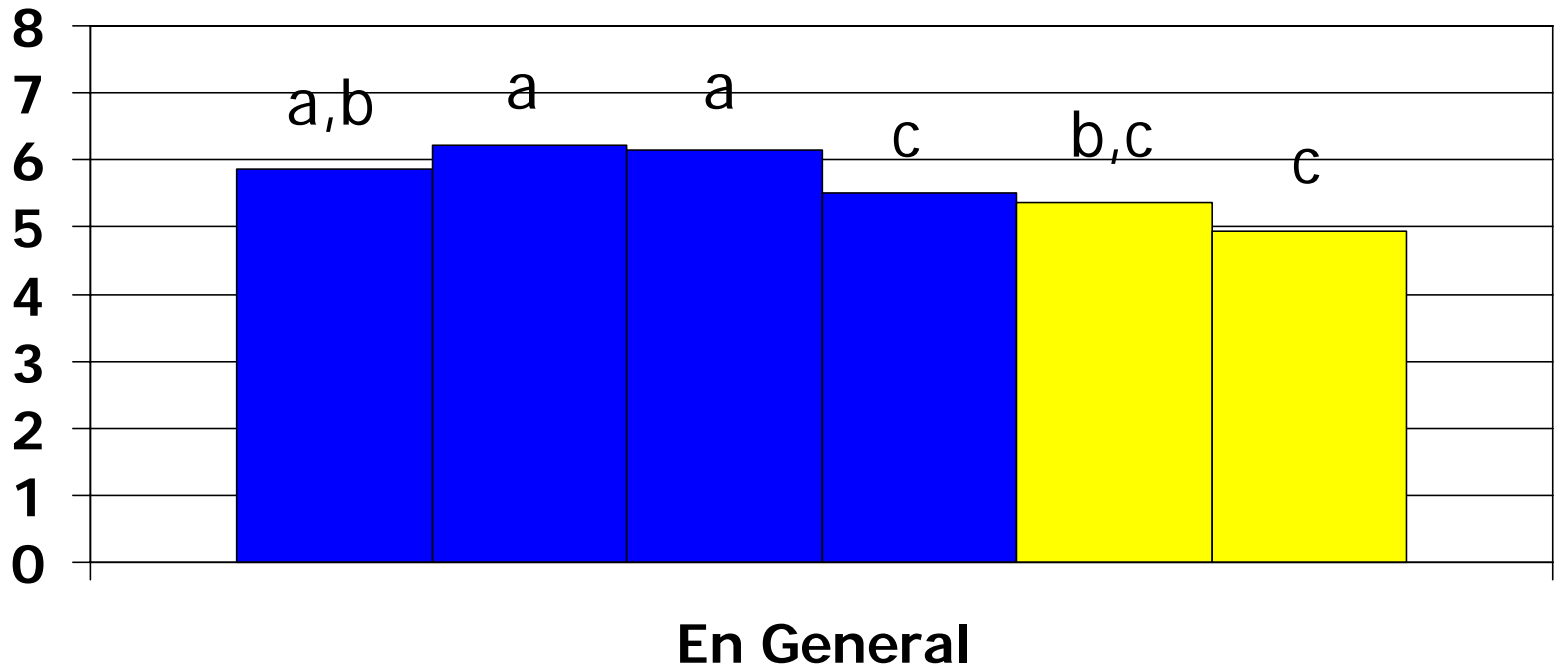
Comparar apariencia, sabor, textura, tiempo de cocción, etc.



Retención: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)



Aceptabilidad de *tuo zafi* hecho con 4 variedades de QPM y 2 variedades locales

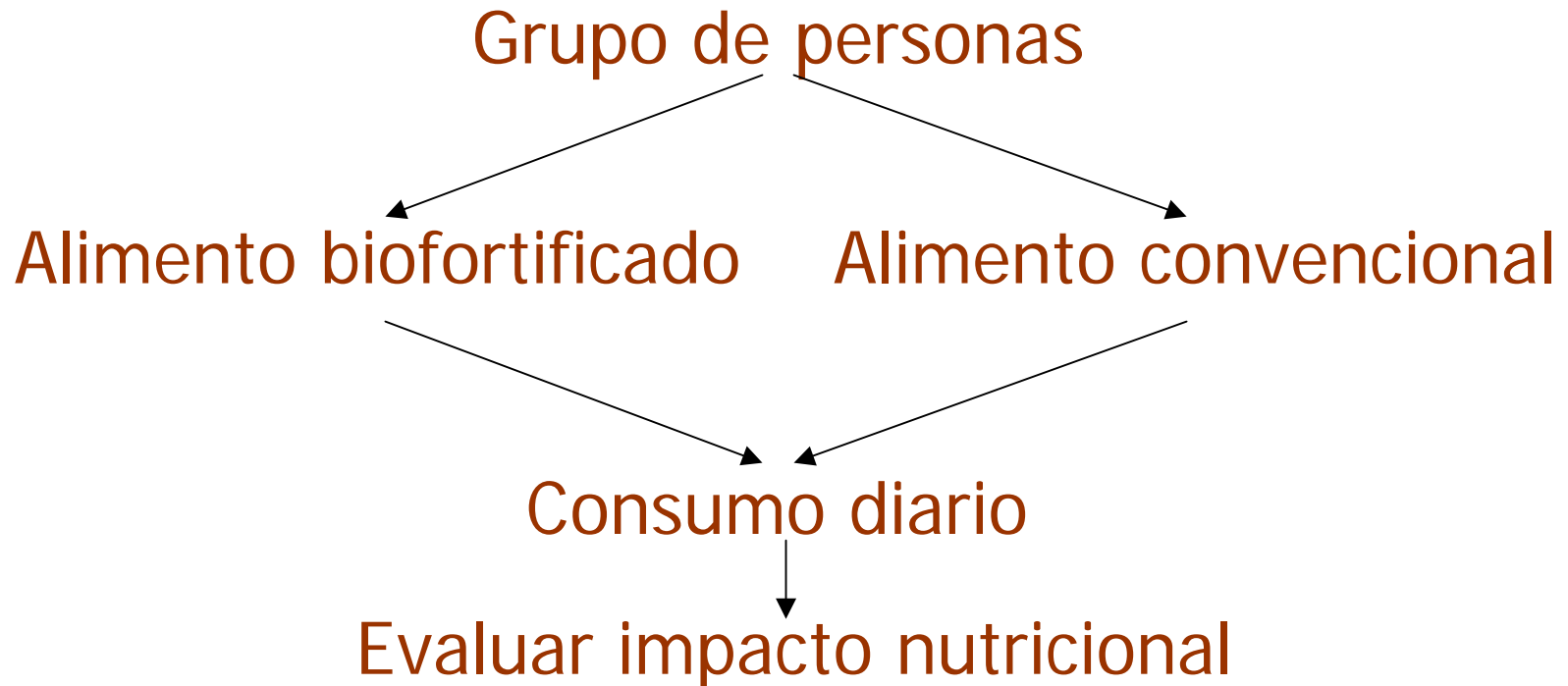


(Ahenkora et al., 1999; Ghana; escala 1-7)



Eficacia

- Cada cultivo biofortificado (¿combinaciones?)
- Metodología:





Eficacia: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

Efectos de la ingesta de maíz de alta calidad de proteínas versus maíz normal en el crecimiento y desarrollo físico de niños de 1 a 5 años

CAMBIOS POSITIVOS EN EL GRADO DE DESNUTRICIÓN SEGÚN INDICADOR PESO/EDAD EN AMBOS GRUPOS DE ESTUDIO

Cambios positivos en el grado de Desnutrición según el indicador P/E	Ingesta Maíz QPM		Ingesta Maíz Normal		Total	
	No	%	No	%	No	%
Si	16	66.7%	2	8.3%	18	37.5%
No	8	33.3%	22	91.7%	30	62.5%
Total	24	100%	24	100%	48	100%

Fuente: Primera, Segunda y Tercera Medición Antropométrica
(P = 0.000028, IC: 95%= 2.06-31.06)

(Ortega et al., 2006; Nicaragua; 3 meses)



Eficacia: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

Efectos de la ingesta de maíz de alta calidad de proteínas versus maíz normal en el crecimiento y desarrollo físico de niños de 1 a 5 años

CAMBIOS POSITIVOS EN EL GRADO DE DESNUTRICIÓN SEGÚN INDICADOR TALLA/EDAD EN AMBOS GRUPOS DE ESTUDIO

Cambios positivos en el grado de Desnutrición según el indicador T/E	Ingesta Maíz QPM		Ingesta Maíz Normal		Total	
	No	%	No	%	No	%
Si	7	29.2%	1	4.2%	8	16.7%
No	17	70.8%	23	95.8%	40	83.5%
Total	24	100%	24	100%	48	100%

Fuente: Primera, Segunda y Tercera Medición Antropométrica
($P = 0.023$, IC: 95%= 0.93-52.63)

(Ortega et al., 2006; Nicaragua; 3 meses)



Eficacia: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

Efectos de la ingesta de maíz de alta calidad de proteínas versus maíz normal en el crecimiento y desarrollo físico de niños de 1 a 5 años

CAMBIOS POSITIVOS EN EL GRADO DE DESNUTRICIÓN SEGÚN INDICADOR PESO/TALLA EN AMBOS GRUPOS DE ESTUDIO

Cambios positivos en el grado de Desnutrición según el indicador P/T	Ingesta Maíz QPM		Ingesta Maíz Normal		Total	
	No	%	No	%	No	%
Si	8	33.3%	3	12.5%	11	22.9%
No	16	66.7%	21	87.5%	37	77.1%
Total	24	100%	24	100%	48	100%

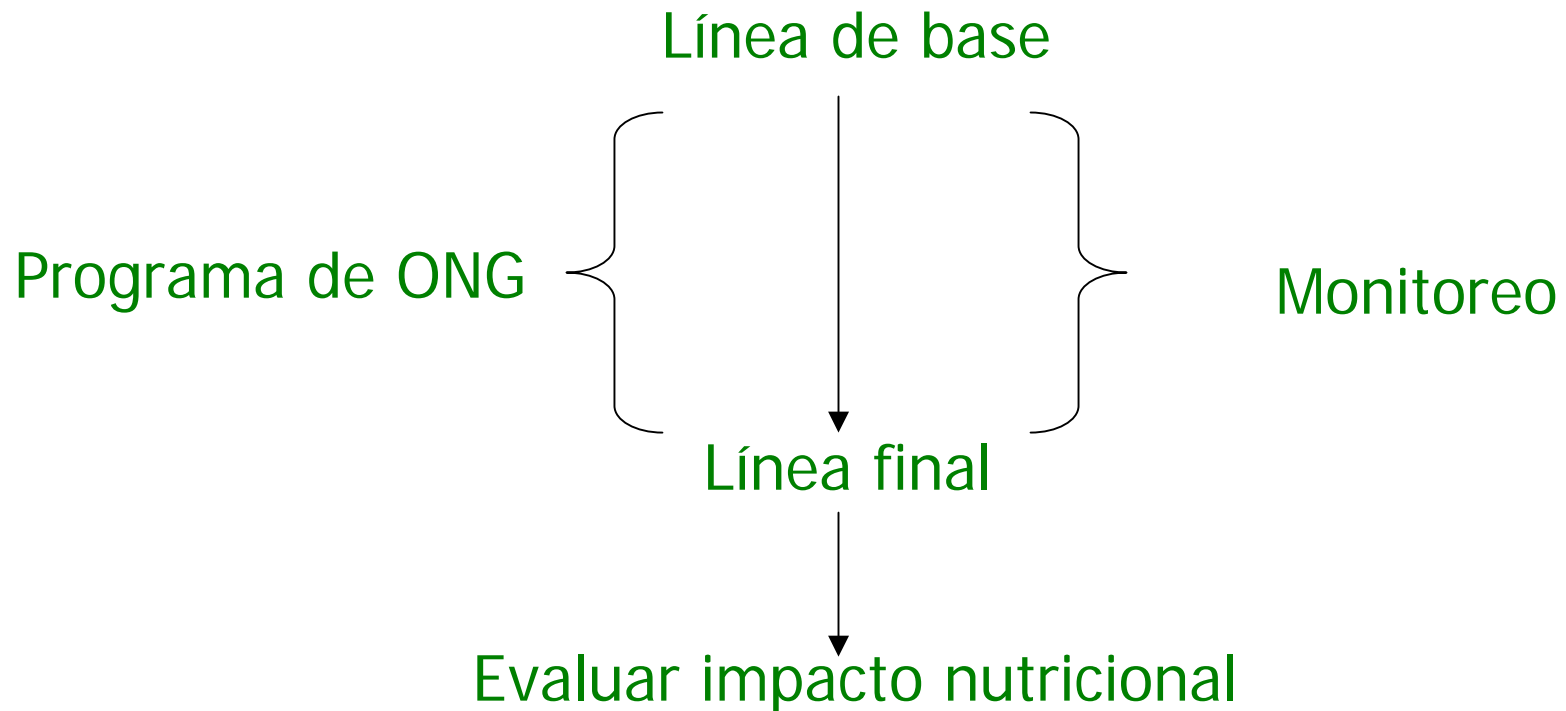
Fuente: Primera, Segunda y Tercera Medición Antropométrica
($P = 0.084$, IC: 95% = 0.8-8.85)

(Ortega et al., 2006; Nicaragua; 3 meses)



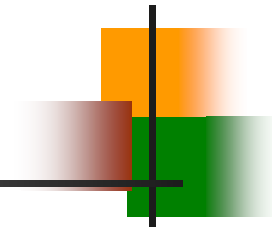
Efectividad

- Cada cultivo biofortificado (¿combinaciones?)
- Metodología:

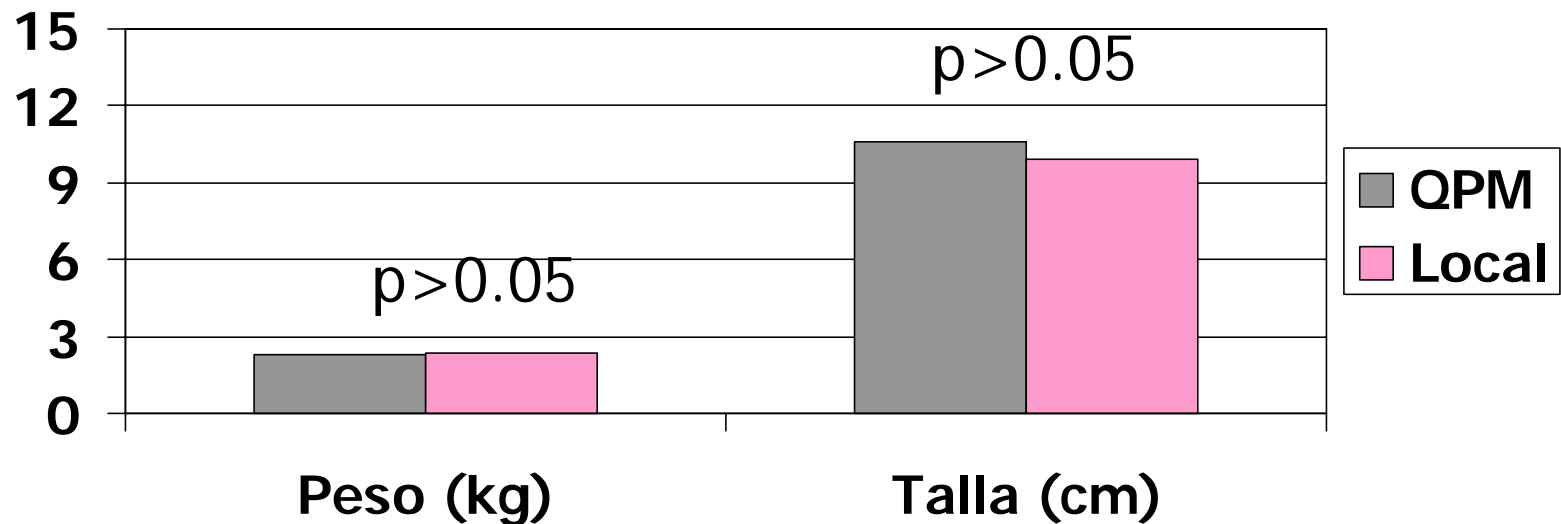




Efectividad: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)



Ganancia en peso y talla en 83 niños de 4-23 m después de un programa de 12 m que distribuyó semilla y dio apoyo técnico



(Akuamoaa, 2002; Ghana)



Un Caso Especial: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

- 40+ años de investigación
 - ¿Son necesario más estudios?
- Deficiencia de proteína
 - ¿Un problema de salud pública?
 - ¿Un problema en lugares aislados?
- “Plataforma” para otras mejorías
 - >Fe, Zn, beta-caroteno





Estrategia para Evaluar Impacto: Factores a Considerar

- Tiempo
 - Para alimentar las decisiones de los fitomejoradores en el periodo que requieren
- Secuencia
 - Para reducir el número de variedades de forma eficiente
- Costo
 - Para preparar, enviar, cocinar y analizar muestras
- Estudios
 - De cultivos independientes o combinados



Agradecimientos

■ Financiamiento

- Canadian International Development Agency
- Centro Internacional de Agricultura Tropical
- Programas nacionales de países socios

■ Imágenes

- www.gardenguides.com; www.hormel.com;
www.ralfkort.net; www.cdc.gov;
www.waynescomputerworld.com;
www.theproducehunter.com; www.sou.edu;
www.macrobyte.net; www.thomhackett.com;
www.recipesindian.com; www.annettelarkins.com; www.el-halal.co.uk; www.texascooking.com; CLAYUCA; CIP; Róger Urbina; Reyna Liria

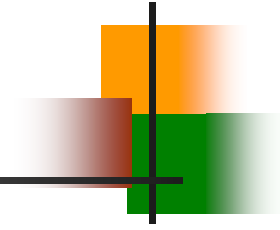
Para Mayor Información



www.AgroSalud.org

Helena Pachón

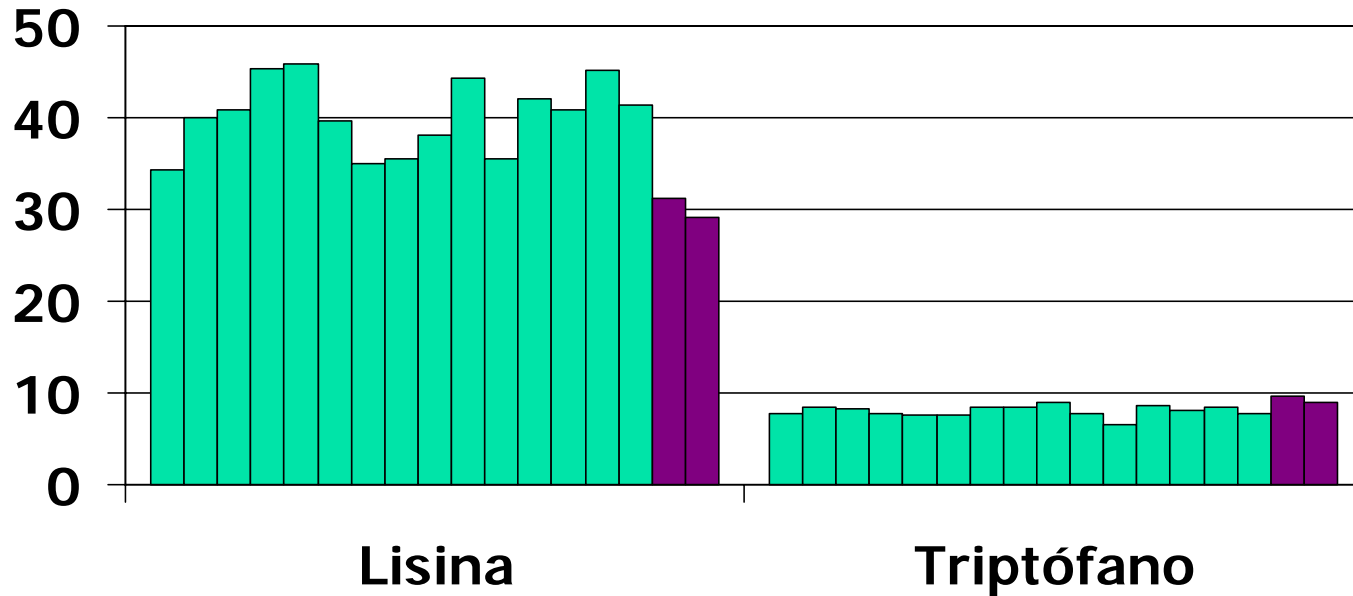
h.pachon@cgiar.org





Concentración Nutricional: Maíz de Alto Valor Proteico (QPM)

Lisina y Triptófano (g/100 g proteína) en 15 Líneas de QPM y 2 Variedades Comerciales



(Zarkadas et al., 2000; Northern adapted cultivars)