



# Laboratorio de Calidad Nutricional: Una herramienta en pro de la nutrición humana en Latinoamérica

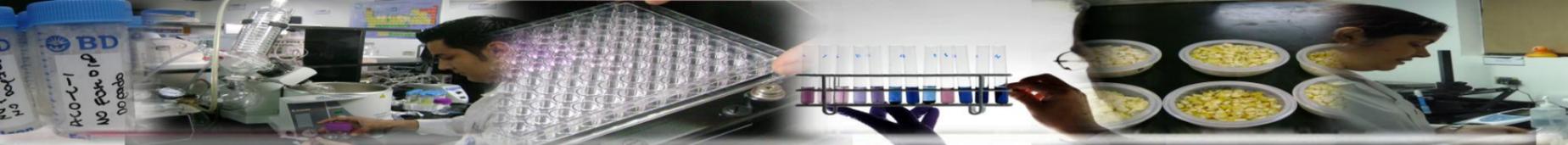
D Ortiz<sup>1</sup>, T Sánchez<sup>1</sup>, I Aragón<sup>1</sup>, D Gutiérrez<sup>1</sup>, L López<sup>2</sup>, S Pazos<sup>1</sup>, X Rivas<sup>1</sup>, JL Moreno<sup>3</sup>, H Pachón<sup>1</sup>, H Ceballos<sup>1</sup>, M Sánchez<sup>2</sup>, D Dufour<sup>1, 4</sup>, A González<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT (Palmira-Colombia)

<sup>2</sup>Cooperación Biotec (Palmira-Colombia)

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira (Palmira-Colombia)

<sup>4</sup>Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique Pour le Développement (Montpellier-Francia)



# Financiamiento

## CIAT

Programa de Agrobiodiversidad  
Programa de Frutas Tropicales  
Programa de Mejoramiento de Yuca  
Programa de Frijol  
Programa de Arroz  
Fondo para el Desarrollo Humano  
Japan-CGIAR Fellowship

## OTRAS INSTITUCIONES

Corporación BIOTEC  
Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot) Costa Rica  
Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)  
Colciencias  
Grupo de Investigación Biológica Integrativa (BINTE) Universidad del Valle  
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Ecuador



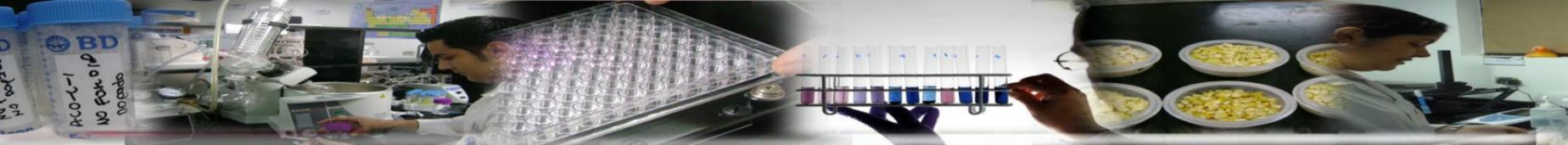
MONSANTO FUND



Centro Internacional de Agricultura Tropical  
International Center for Tropical Agriculture  
Consultative Group on International Agricultural Research



HarvestPlus  
Breeding Crops for Better Nutrition



# Nace un laboratorio para combatir la desnutrición

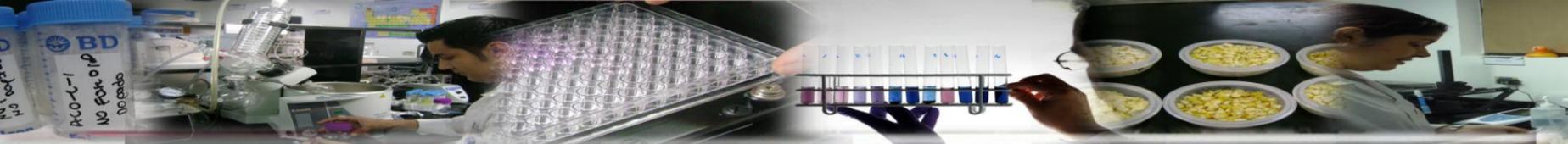
Químicos, nutricionistas e ingenieros agroindustriales le meterán mano a la yuca, el arroz y el frijol y hasta a platos ya preparados para saber cuánto nutre lo que están consumiendo los colombianos.

PALMIRA (VALLE)

El menú de los colombianos es amplio; sin embargo, no hay duda de que el arroz, el frijól, la yuca y el maíz son de esos ingredientes que nunca faltarán en la dieta. Pero, ¿qué tan nutritivos son realmente?

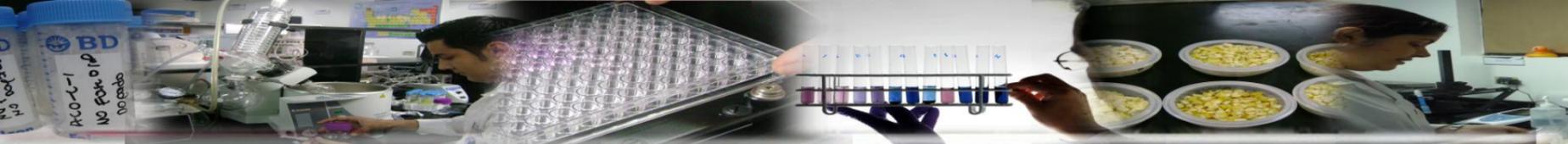
Ese es el interrogante que busca resolver un grupo de investigadores del Laboratorio de Calidad Nutricional, que hace parte del Proyecto Agrosalud del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y que trabaja en el me-





# Propósito del Laboratorio

Evaluar la calidad nutricional de cultivos de manera rápida, confiable y precisa, con un énfasis especial en cultivos mejorados nutricionalmente



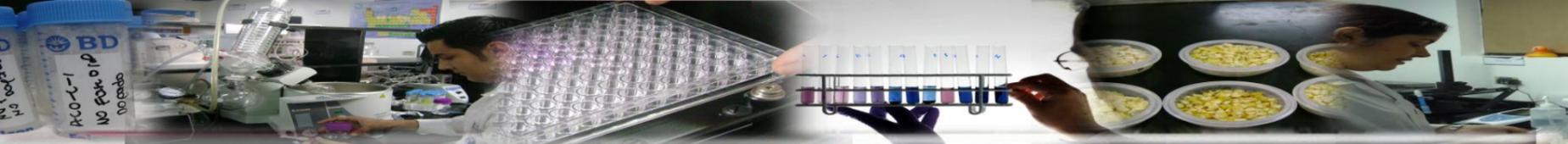
# Lo Novedoso del Laboratorio

Primero en Suramérica en aplicar el método CIMMYT 2008, el más moderno utilizado en México y África, para medir la concentración de triptófano

Primero en Latinoamérica en aplicar los métodos de punta para evaluar la biodisponibilidad *in vitro* de hierro (Universidad de Grecia) y vitamina A (Universidad de Ohio)

Primero en Latinoamérica en ofrecer el conjunto de métodos de concentración y biodisponibilidad *in vitro* de hierro, zinc, vitamina A y proteína lo que permite evaluar la calidad nutricional de cultivos mejorados nutricionalmente para América Latina, África y Asia

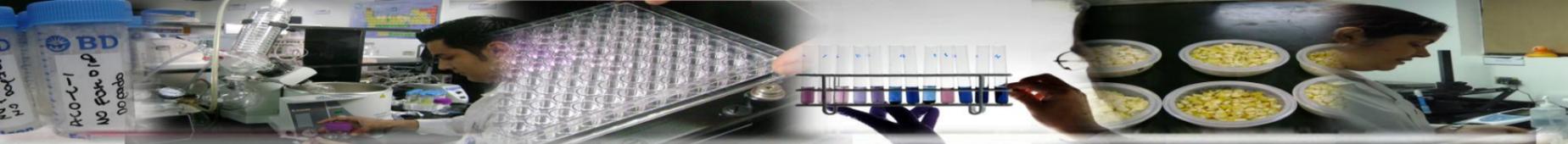




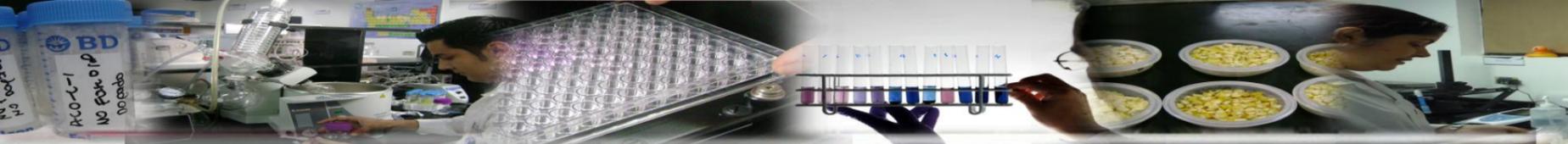
# Actividades Principales

*A servicio del CIAT, programas gubernamentales y no gubernamentales, universidades y otros investigadores, nutricionistas y profesionales de salud pública*

1. Cuantificar la concentración de nutrientes
2. Medir la biodisponibilidad de nutrientes
3. Realizar investigación innovadora
4. Asegurar la calidad de los resultados emitidos
5. Capacitar a investigadores y estudiantes

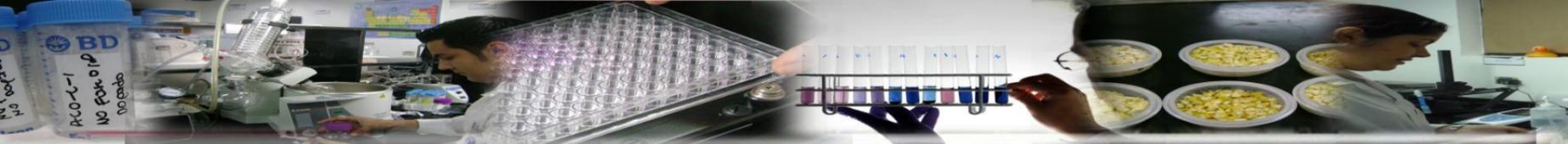


# Metodologías de análisis implementadas por el Laboratorio de Calidad Nutricional



# Metodologías de análisis implementadas y validadas

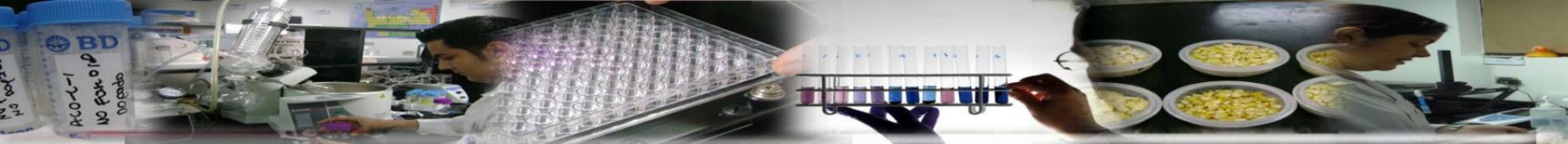
Metodología	Técnica de cuantificación	Año de implementación	Validada
Determinación de la dializabilidad <i>in vitro</i> de hierro	Espectrofotometría UV-VIS	2008	✓
Cuantificación de fitatos totales	Espectrofotometría UV-VIS	2008	✓
Cuantificación de triptófano asociado a proteína	Espectrofotometría UV-VIS	2008	✓
Cuantificación de proteína soluble	Espectrofotometría UV-VIS	2008	✓
Digestibilidad <i>in vitro</i> de proteína	pHmetría	2008	✓
Bioaccesibilidad <i>in vitro</i> de carotenos	HPLC	2008	✓
Identificación y cuantificación de carotenoides	HPLC	2008	✓



# Metodologías de análisis implementadas y validadas

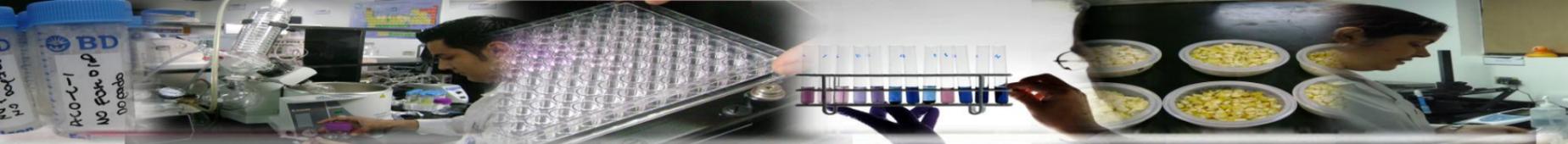
Metodología	Técnica de cuantificación	Año de implementación	Validada
Cuantificación de polifenoles totales	Espectrofotometría UV-VIS	2010	✓
Cuantificación de flavonoides totales	Espectrofotometría UV-VIS	2010	✓
Determinación de actividad antioxidante por el método de ORAC	Espectrofotometría UV-VIS	2010	✓
Determinación de la actividad antioxidante por el método de ABTS	Espectrofotometría UV-VIS	2010	✓
Identificación y cuantificación de vitamina C	HPLC	2010	✓
Identificación y cuantificación de ácidos orgánicos y azúcares	HPLC	2010	✓





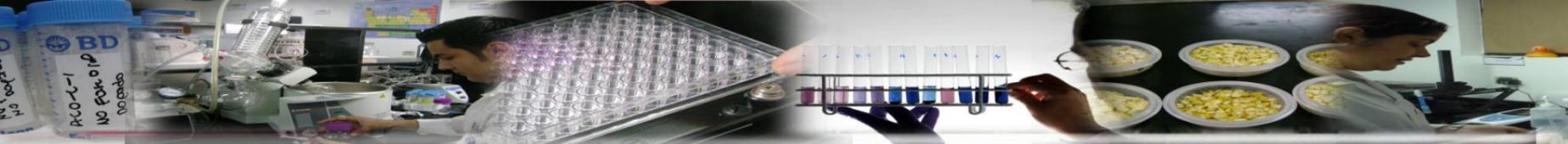
# Metodologías de análisis implementadas y validadas

Metodología	Técnica de cuantificación	Año de implementación	Validada
Identificación y cuantificación de 23 aminoácidos	HPLC	2010	✓
Cuantificación de inhibidores de tripsina	Espectrofotometría UV-VIS	2010	✓



# Proyectos de investigación ejecutados en el Laboratorio de Calidad Nutricional

2008-2010



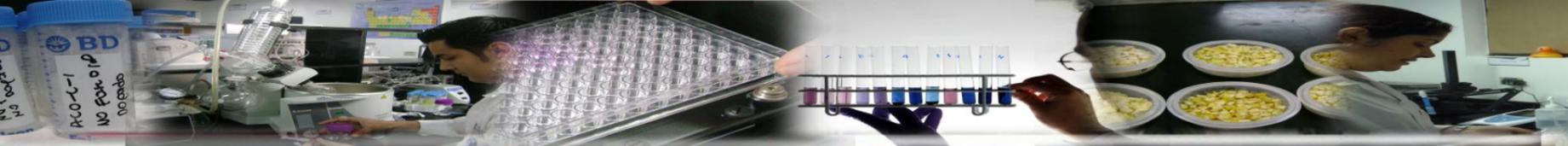
## Biodisponibilidad *in vitro* de hierro, zinc y proteína en frijoles y maíz biofortificado

Publicado en la Revista *Journal of Food Science*



Universidad del Valle, FIDAR





**Guarderías**

**Fríjol y maíz biofortificado**

(n=2)

**Fríjol y maíz  
convencionales**

(n=3)

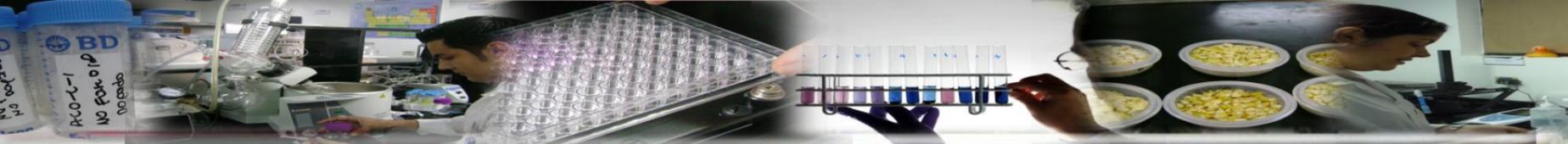
**Recetas**



**Mazamorra**



**Fríjoles guisados**



<b>Recetas de Fríjol</b>	<b>Fe (mg/kg)</b>	<b>Dializabilidad <i>in vitro</i> Fe (%)</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>	<b>Relación molar Fitato:Zn</b>
Biofortificado	45.15 (3.79)	9.52 (0.66)	24.28 (1.29)	36.28 (4.35)
Convencional	45.83 (2.59)	9.72 (1.32)	20.15 (0.33)	46.75 (3.41)
Valor P	0.76	0.46	0.005	0.07

[Fe]: biofortificado=convencional

Biodisponibilidad: biofortificado=convencional

➤ **Fríjol mejorado no aumentará Fe absorbido**

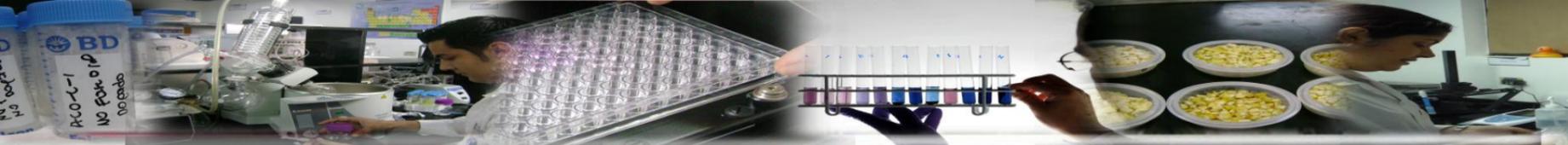
[Zn]: biofortificado=convencional

Biodisponibilidad: biofortificado=convencional

➤ **Fríjol mejorado aumentará Zn absorbido**



Nutrition Quality Laboratory



<b>Recetas de Maíz</b>	<b>Triptófano (%)</b>	<b>Lisina (%)</b>	<b>Digestibilidad <i>in vitro</i> de proteína (%)</b>	<b>PDCAAS* (%)</b>
Biofortificado	0.13 (0.01)	0.54 (0.03)	83.01 (0.35)	64.1
Convencional	0.09 (0.01)	0.31 (0.02)	82.30 (0.37)	43.6
Valor P	0.02	< 0.0001	0.19	

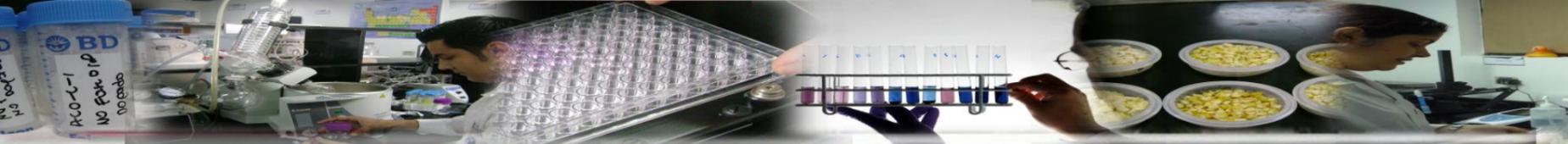
[Aminoácidos]: biofortificado > convencional

Biodisponibilidad: biofortificado = convencional

➤ **Maíz mejorado aumentará la calidad de la proteína asimilada (PDCAAS)**

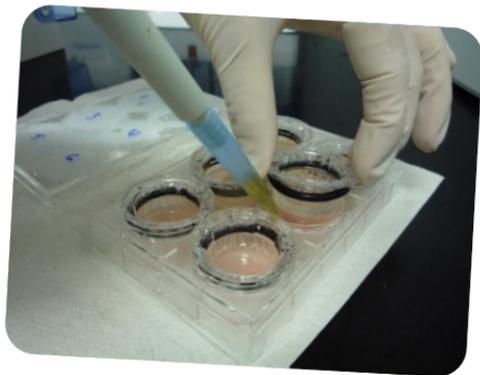
\*PDCAAS = Protein digestibility-corrected amino acid score = Puntaje de aminoácidos corregido por la digestibilidad de la proteína

(Ortiz et al., 2008)

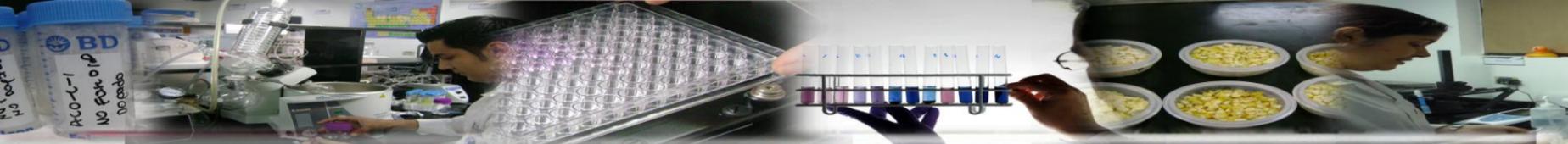


# Validación de un método de digestión *in vitro* para la evaluación de dializabilidad de hierro en cultivos biofortificados

**En preparación**



**Universidad  
del Valle**

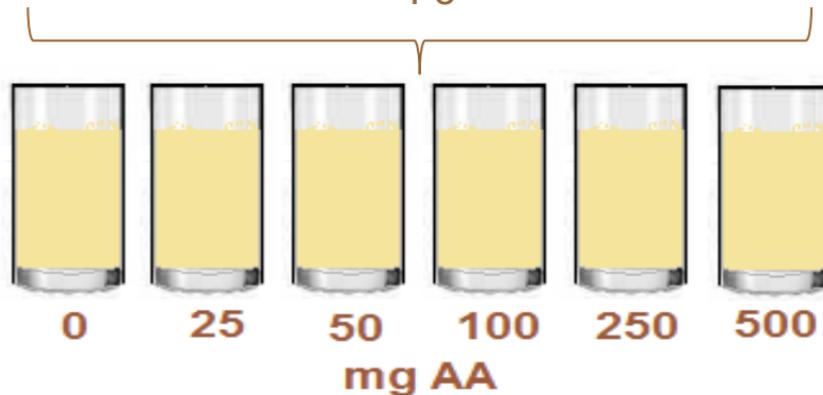


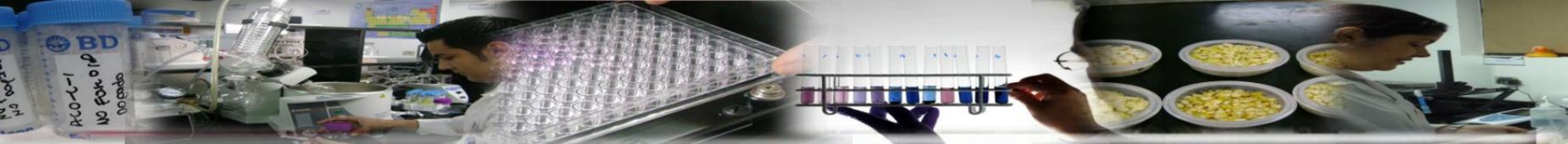
# Estudio de Cook y Monsen (1977)

Comida  
semisintética

Contenido nutricional de una comida estándar americana, compuesta de carne, papa, harina de maíz, durazno, leche, pan y margarina.

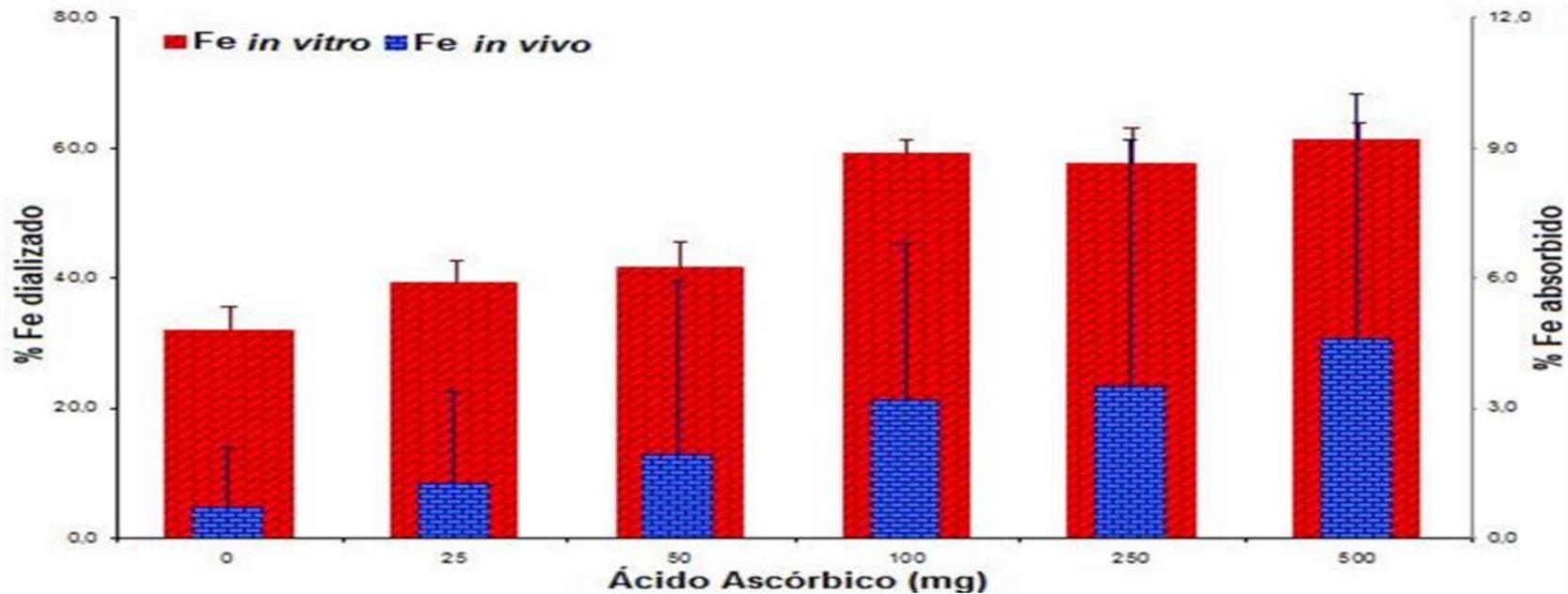
Albúmina huevo  
Dextrimaltosa  
Aceite maíz  
Fosfato calcio  
Fosfato potasio  
Fe





# Resultados

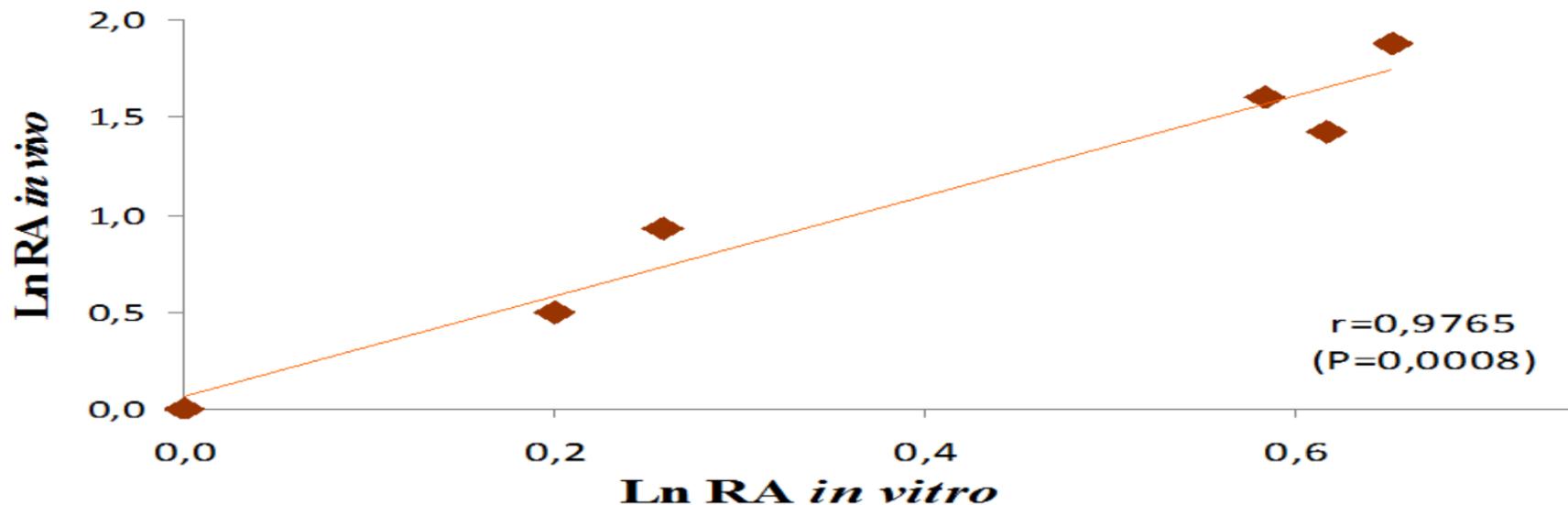
Comparación de % Fe dializable (*in vitro*) vs % Fe absorbido (*in vivo*)



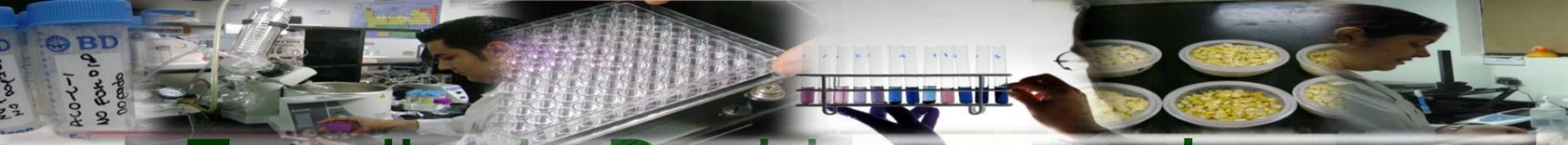


# Resultados

Correlación entre el método *in vivo* e *in vitro*



\*RA= Radios de Absorción, obtenidos entre el porcentaje de Fe a un nivel de AA dividido por el porcentaje de Fe sin A



# Estudio de Davidsson y colegas (2002)



## Estudio 1



1A

Fumarato  
ferroso



1B

Fumarato  
ferroso +  
 $\text{Na}_2\text{EDTA}$   
(1:1) Fe total

## Estudio 2



2A

Fumarato  
ferroso



Fumarato  
ferroso +  
 $\text{Na}_2\text{EDTA}$  (1:1)  
Fe fortificación

## Estudio 3



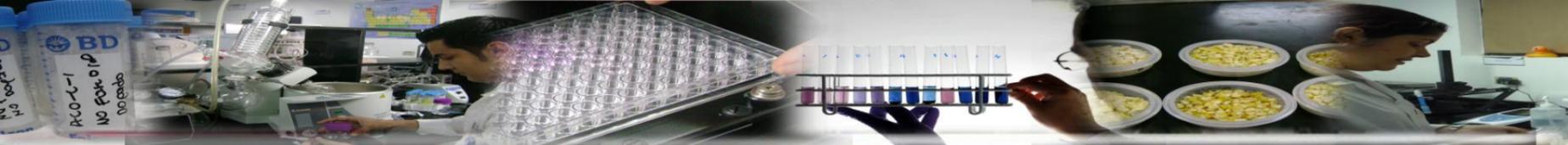
3A

Sulfato  
ferroso

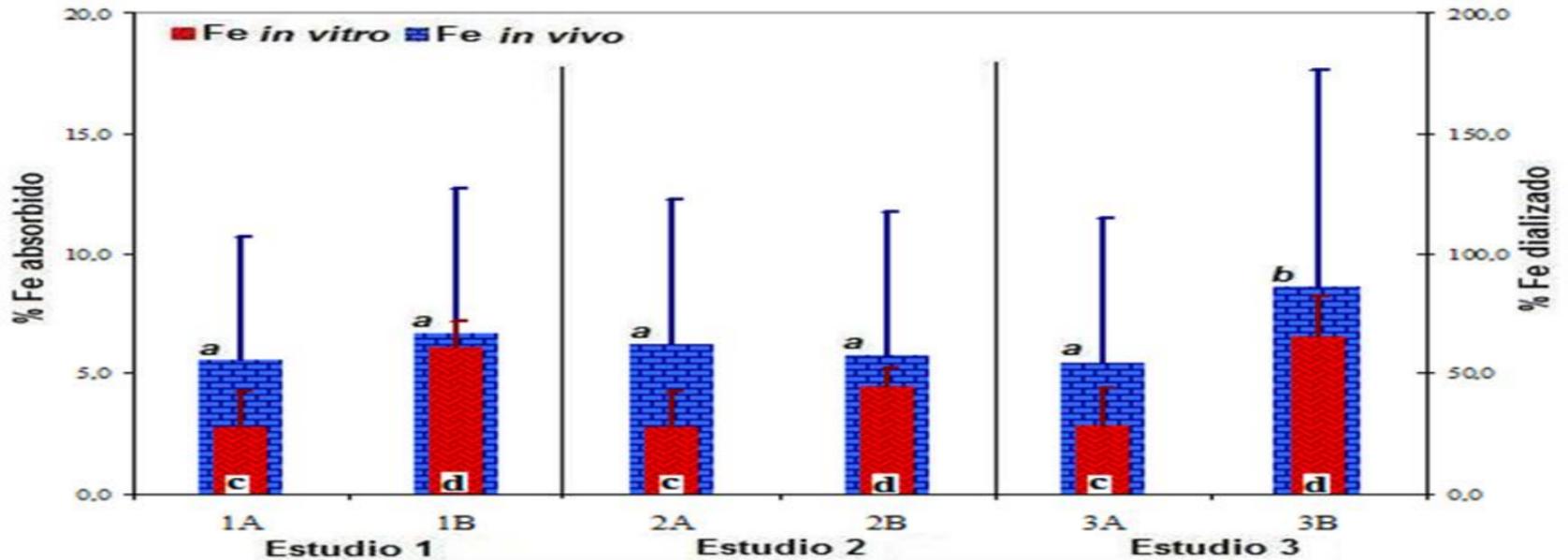


3B

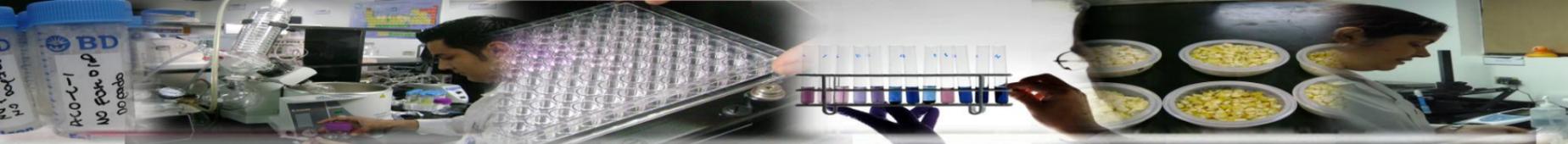
$\text{NaFeEDTA}$



## Comparación de % Fe dializable (*in vitro*) vs % Fe absorbido (*in vivo*)



1A=fumarato ferroso, 1B=fumarato ferroso + Na<sub>2</sub>EDTA (1:1) Fe total  
 2A=fumarato ferroso, 2B=fumarato ferroso + Na<sub>2</sub>EDTA (1:1) Fe fortificación  
 3A=Sulfato ferroso; 3B= NaFeEDTA



# Evaluación de calidad proteica de diferentes recetas del Cauca (Colombia), preparadas con maíz biofortificado

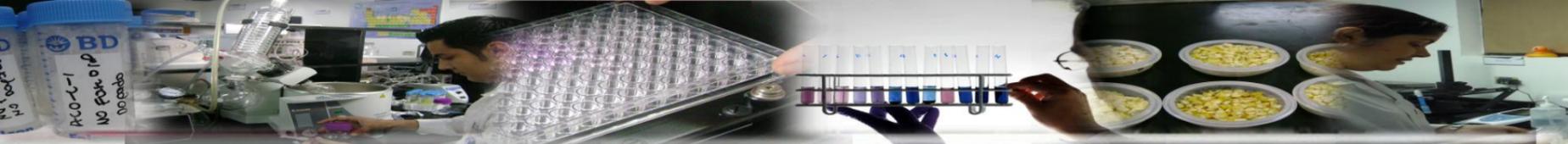
**Publicado en la Revista Salud Pública de México**



**Universidad del  
Cauca**







## Evaluación del valor nutricional de extractos foliares preparados a partir del follaje de diversos cultivos biofortificados

**En revisión por Revista Chilena de Nutrición**



**Universidad  
Industrial de  
Santander**

fríjol



Selección



Lavado



batata



yuca



fríjol



batata



yuca



Selección



Lavado



Trituración



fríjol



batata



yuca



Selección



Lavado



Trituración



Filtración



fríjol



Selección  
→  
Lavado



→  
Trituración



Filtración ↓



batata



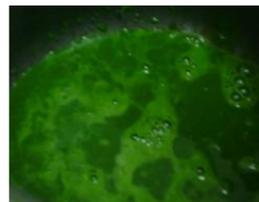
yuca



←  
Filtración



←  
Cocción



fríjol



Selección  
→  
Lavado



→  
Trituración



batata



→  
Liofilización



↓  
Filtración



yuca



←  
Filtración

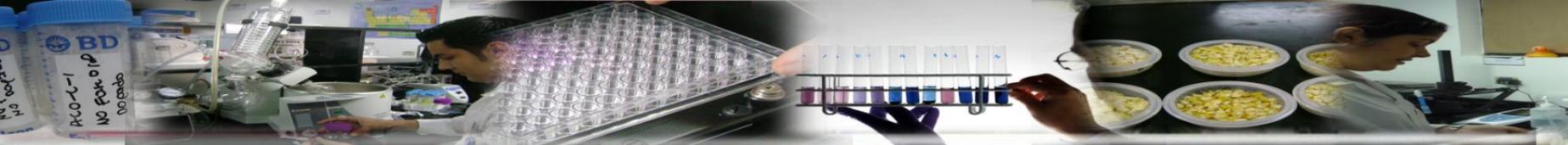


←  
Cocción





Falta



## Evaluación de la bioaccesibilidad de extractos foliares de fríjol, yuca, batata y alfalfa

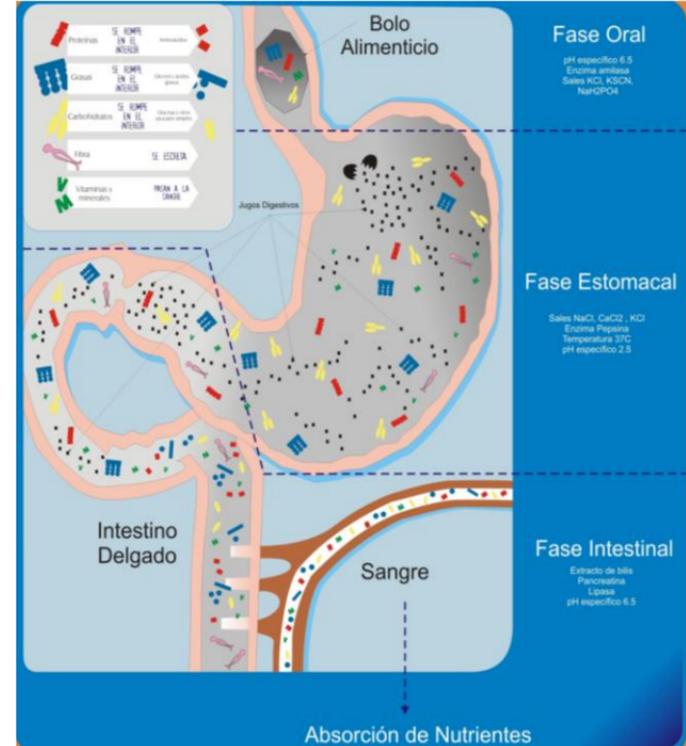
**En preparación**



**Ohio State University  
(Estados Unidos)**

# Bioaccesibilidad de carotenoides

Bioaccesibilidad de carotenoides es la determinación de la eficiencia de la incorporación de carotenoides dentro de las micelas que es un paso obligatorio para la absorción de compuestos lipofílicos.  
(Failla & Chitchumroonchokchai, 2005).



Fuente desconocida



## **Hojas / EF, Vehículo:Yogurt**

(Homogenización)

EF: Extracto Foliar



**Hojas / EF,**  
**Vehículo:Yogurt**  
(Homogenización)

$\alpha$ - Amilasa  
→  
Saliva Sintética



**Digestión Oral**  
(pH = 6.8, 10 min, 37 C)



**Hojas / EF,  
Vehículo:Yogurt**

(Homogenización)

$\alpha$ - Amilasa  
Saliva Sintética



**Digestión Oral**

(pH = 6.8, 10 min, 37 C)

Enzima Pepsina  
HCl 1M



**Digestión  
Gástrica**

(pH = 2.5, 1 h, 37 C)



**Hojas / EF,**  
**Vehículo:Yogurt**  
(Homogenización)

$\alpha$ - Amilasa  
Saliva Sintética



**Digestión Oral**

(pH = 6.8, 10 min, 37 C)

Enzima Pepsina  
HCl 1M



**Digestión  
Gástrica**

(pH = 2.5, 1 h, 37 C)

NaHCO<sub>3</sub> 1M  
Extracto de bilis, CEL  
Pancreatina, Lipasa



**Digestión  
Intestinal**

EF: Extracto Foliar  
CEL: Carboxyl ester lipase



**Hojas / EF,**  
**Vehículo:Yogurt**  
(Homogenización)

$\alpha$ - Amilasa  
Saliva Sintética



**Digestión Oral**

(pH = 6.8, 10 min, 37 C)

Enzima Pepsina  
HCl 1M



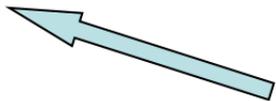
**Digestión  
Gástrica**

(pH = 2.5, 1 h, 37 C)

NaHCO<sub>3</sub> 1M  
Extracto de bilis, CEL  
Pancreatina, Lipasa



**Digestión  
Intestinal**



Filtración  
0.22  $\mu$ m

**Centrifugación**

(5,000g, 45 min,  
4 C)

EF: Extracto Foliar  
CEL: Carboxyl ester lipase



**Hojas / EF,**  
**Vehículo:Yogurt**  
(Homogenización)

$\alpha$ - Amilasa  
Saliva Sintética



**Digestión Oral**

(pH = 6.8, 10 min, 37 C)

Enzima Pepsina  
HCl 1M



**Digestión  
Gástrica**

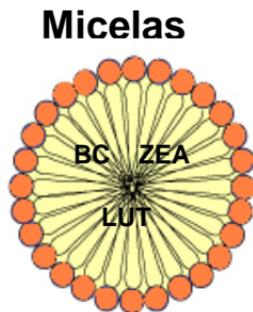
(pH = 2.5, 1 h, 37 C)

NaHCO<sub>3</sub> 1M  
Extracto de bilis, CEL  
Pancreatina, Lipasa



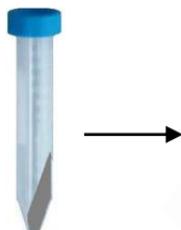
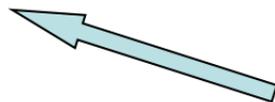
**Digestión  
Intestinal**

(pH = 6.5, 2 h, 37 C)



**Micelas**

Filtración  
0.22  $\mu$ m



**Centrifugación**

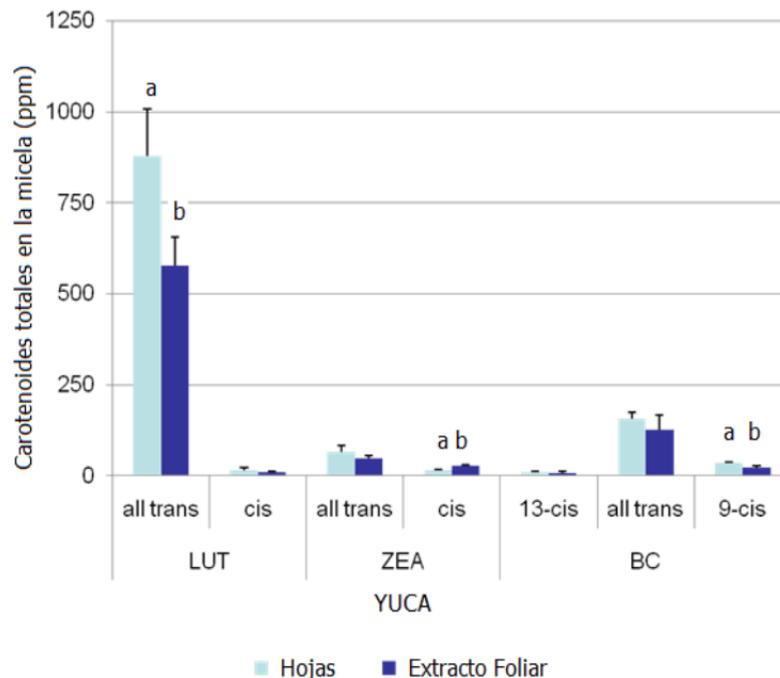
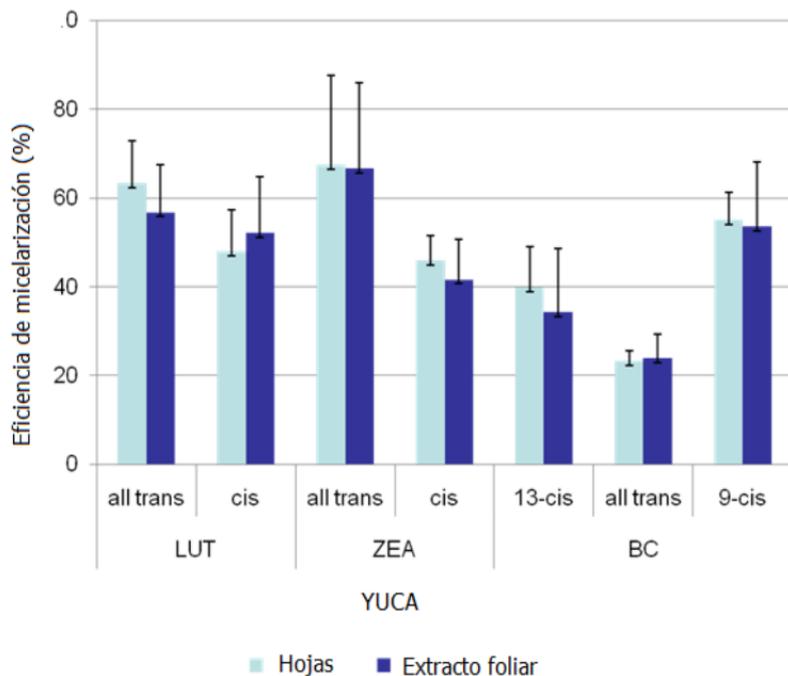
(5,000g, 45 min,  
4 C)

EF: Extracto Foliar  
CEL: Carboxyl ester lipase



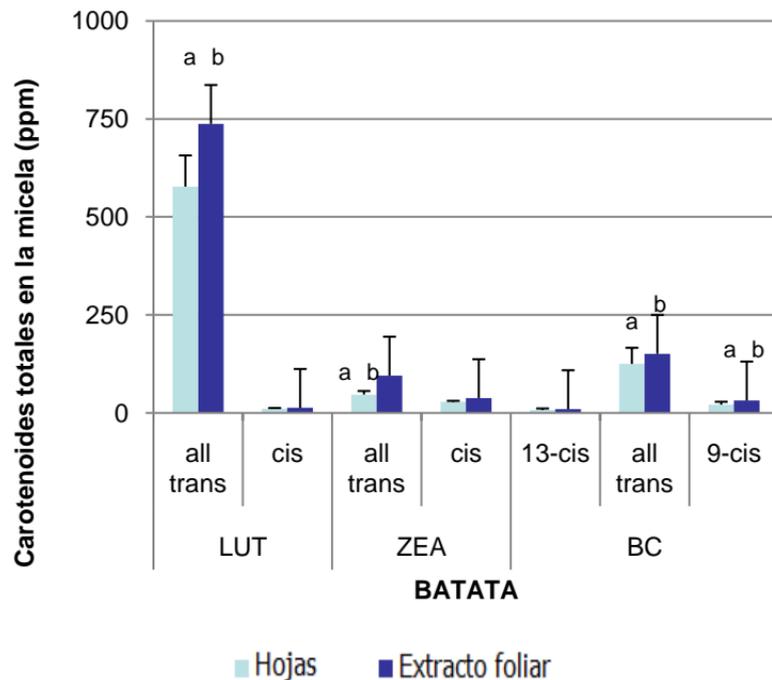
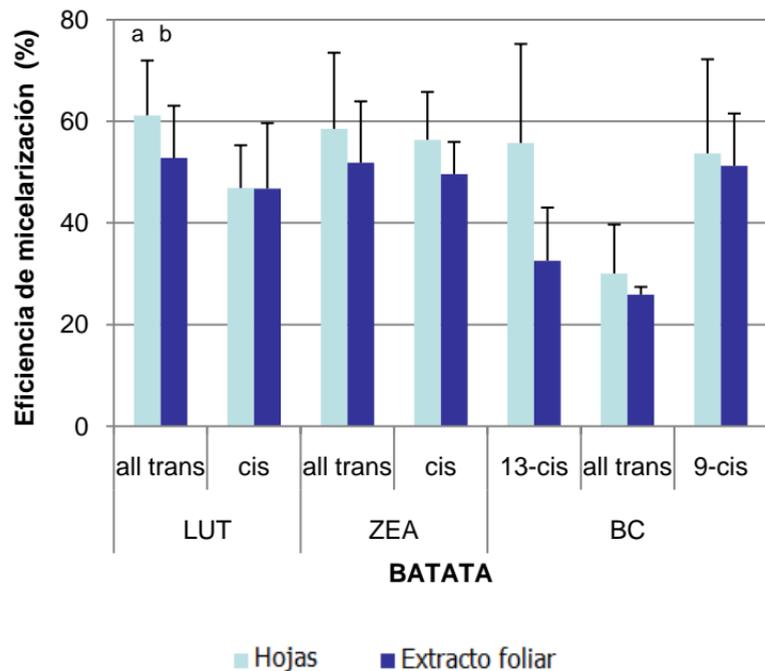
Nutrition Quality Laboratory

# Bioaccesibilidad en hojas y en extracto foliar de yuca



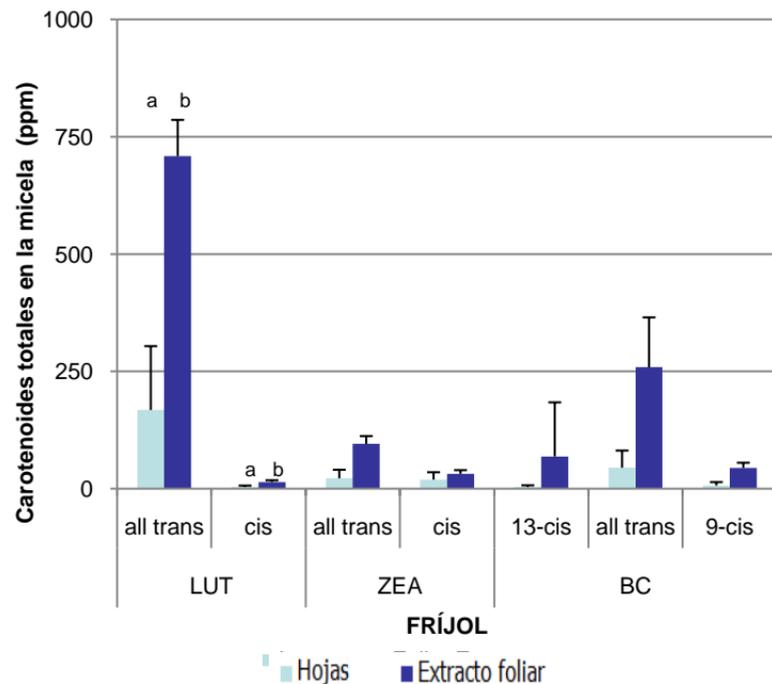
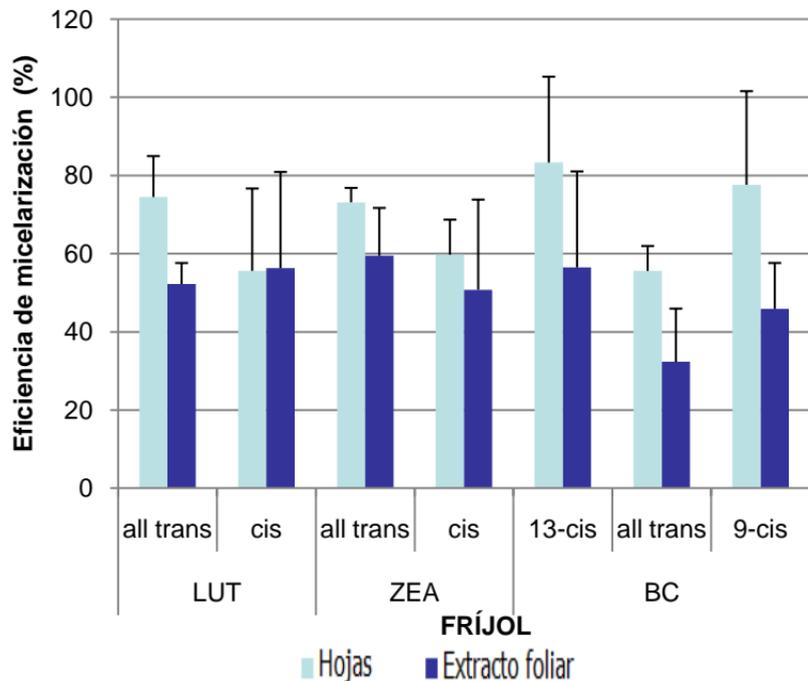
Datos son el promedio DE para 6 muestras independientemente digeridas. Promedios sin letra arriba de la columna no difieren significativamente y con letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

# Bioaccesibilidad en hojas y en extracto foliar de batata

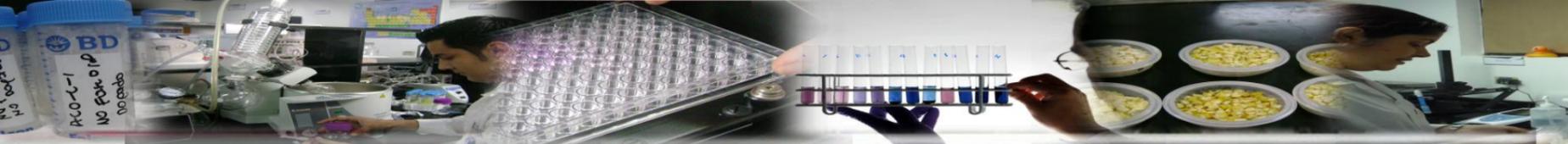


Datos son el promedio DE para 6 muestras independientemente digestadas. Promedios sin letra arriba de la columna no difieren significativamente y con letras diferentes difieren significativamente (P < 0.05)

# Bioaccesibilidad en hojas y en extracto foliar de fríjol



Datos son el promedio DE para 6 muestras independientemente digestadas. Promedios sin letra arriba de la columna no difieren significativamente y con letras diferentes difieren significativamente (P < 0.05)



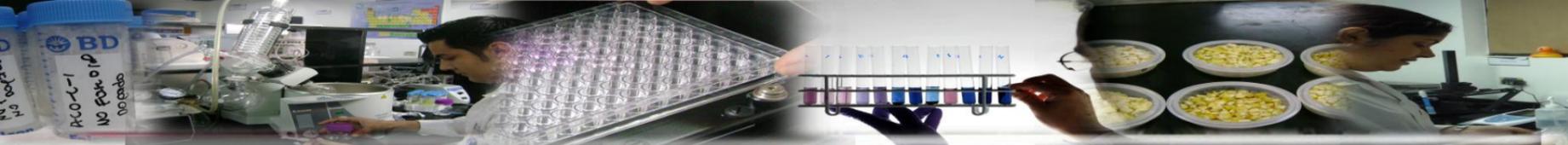
## Tolerancia al deterioro fisiológico postcosecha en raíces de yuca

**Publicado en la Revista Crop Science**



**Programa de  
Mejoramiento de  
Yuca-CIAT**





A nice “accident”: roots from GM 905-66 two months after harvest

Susceptible  
checks



2G 15-1



GM 905-66



AM 206-5  
(waxy)



## Tolerance to Postharvest Physiological Deterioration in Cassava Roots

N. Morante, T. Sánchez, H. Ceballos,\* F. Calle, J. C. Pérez, C. Egesi,  
C. E. Cuambe, A. F. Escobar, D. Ortiz, A. L. Chávez, and M. Fregene

### ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots spoil 2 to 3 d after harvest because of postharvest physiological deterioration (PPD), which has remained an unsolved problem. Roots from different sources of germplasm were evaluated 5, 10, 20, and 40 d after harvest and some were found to be tolerant to PPD. Three genotypes showed zero levels of PPD even 40 d after harvest. Tolerance to PPD in roots with high carotenoid levels may be explained by their antioxidant properties. Irradiation of seeds in mutagenized populations may have silenced one of the genes involved in the expression of PPD. The tolerance to PPD found in other sources cannot be properly explained. The identification of several sources of resistance (and at least two different modes of action) suggests that now there are alternatives available for solving this problem, benefiting millions of resource-limited farmers worldwide.

International Center for Tropical Agriculture (CIAT), A.A. 6713, Cali, Colombia. Received 11 Nov. 2009. \*Corresponding author (h.ceballos@cgiar.org).

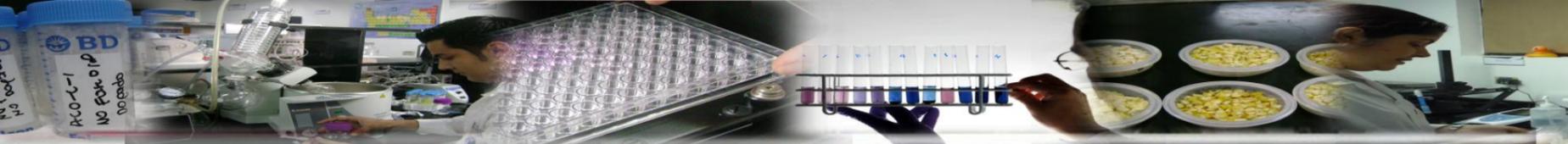
Abbreviations: CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical; PPD, postharvest physiological deterioration; RT, reaction type; TCC, total carotenoid contents.

About 70 million people in developing countries obtain >500 calories each day from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots. Compared with other staple foods, cassava offers the advantage of a flexible harvesting date, allowing farmers to keep the roots in the ground until needed (Iglesias et al., 1997). One of the most valued characteristics of this crop is its capacity to produce reasonable root yields under adverse climatic and soil conditions. Cassava is well recognized as being important for food security because of its tolerance to drought, infertile soils, and its ability to recover from disease and pest attacks. Although the starchy root is the primary product, fresh leaves are also used for animal and/or human consumption.

In addition to the important role cassava plays in food security, there is a growing demand for cassava roots by the starch, food, animal feed, and ethanol industries (Ceballos et al., 2007a). However, several factors affect the relative efficiency of cassava to satisfy these needs. Cassava is generally grown in marginal environments, frequently characterized by large distances to the processing centers and deficient transport infrastructure, specifically roads. Cassava roots are also bulky, containing approximately 65% water. To complicate matters further, cassava roots have a very short shelf life because of a process known as postharvest physiological deterioration (PPD).

Crop Science 50:  
1333-1338.





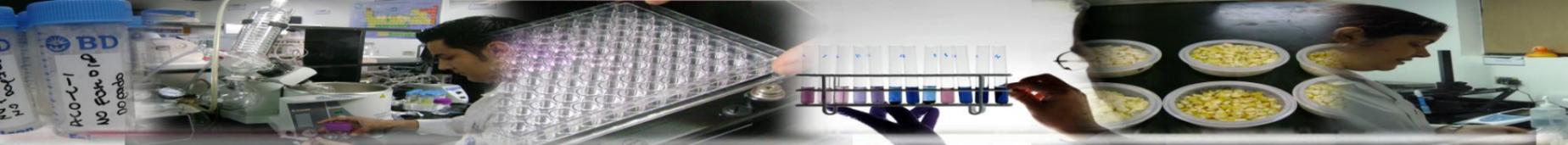
# Estrategias de muestreo para una adecuada cuantificación del contenido de carotenoides en programas de cosecha de ciclo rápido

**En revisión por Journal of Food Composition and Analysis**

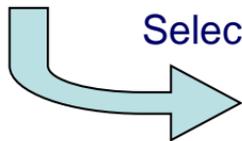


**Programa de  
Mejoramiento de  
Yuca-CIAT**

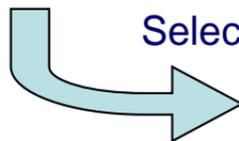




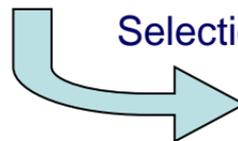
Original population



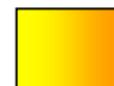
Selection based on color intensity



Selection using spectrophotometer



Selection using HPLC



# Phenotypic recurrent selection in cassava



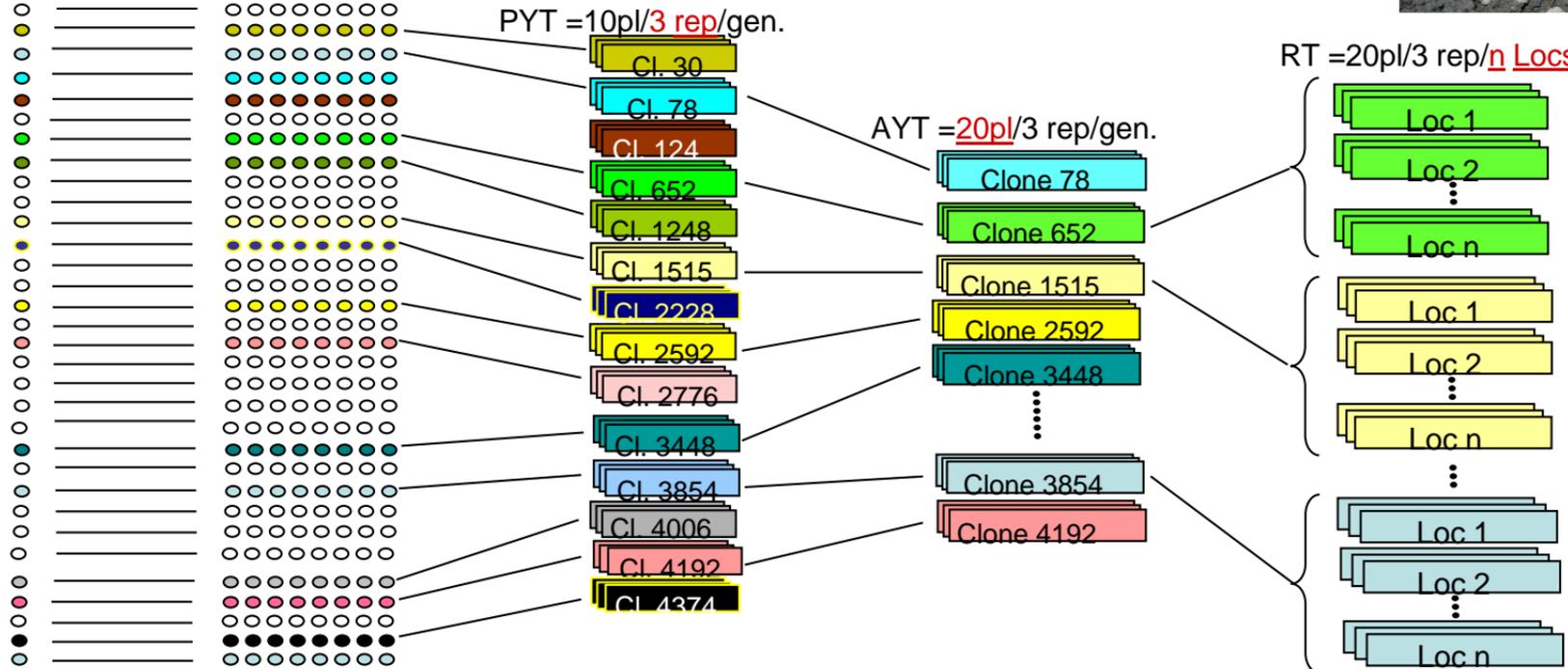
F1=1 pl/gen.

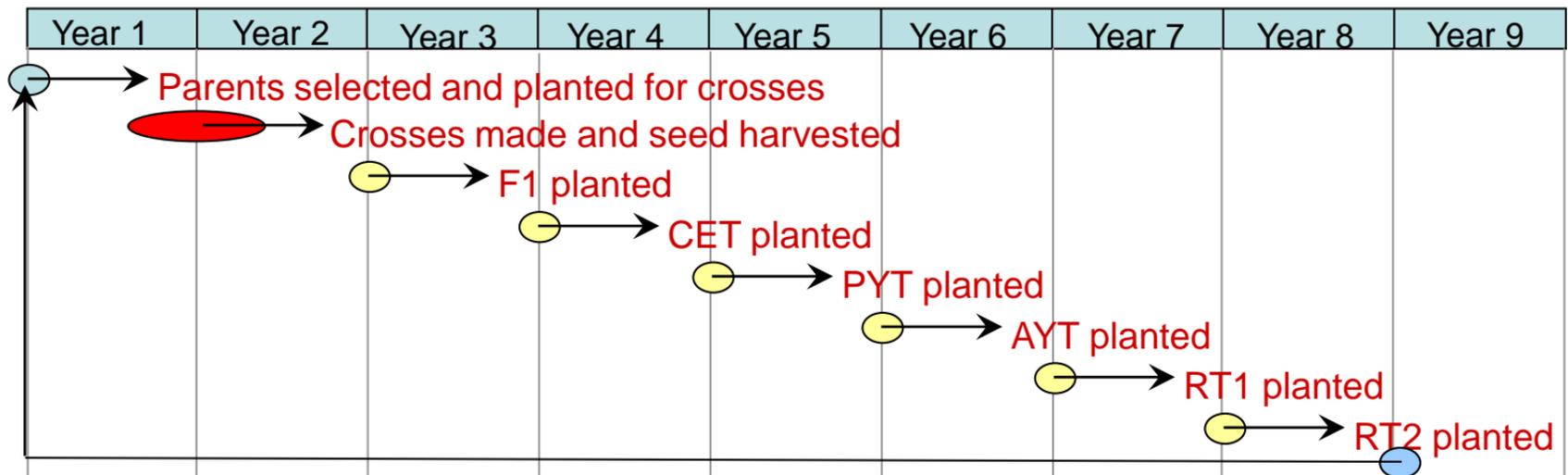
CET = 8 pl/gen

PYT = 10pl/3 rep/gen.

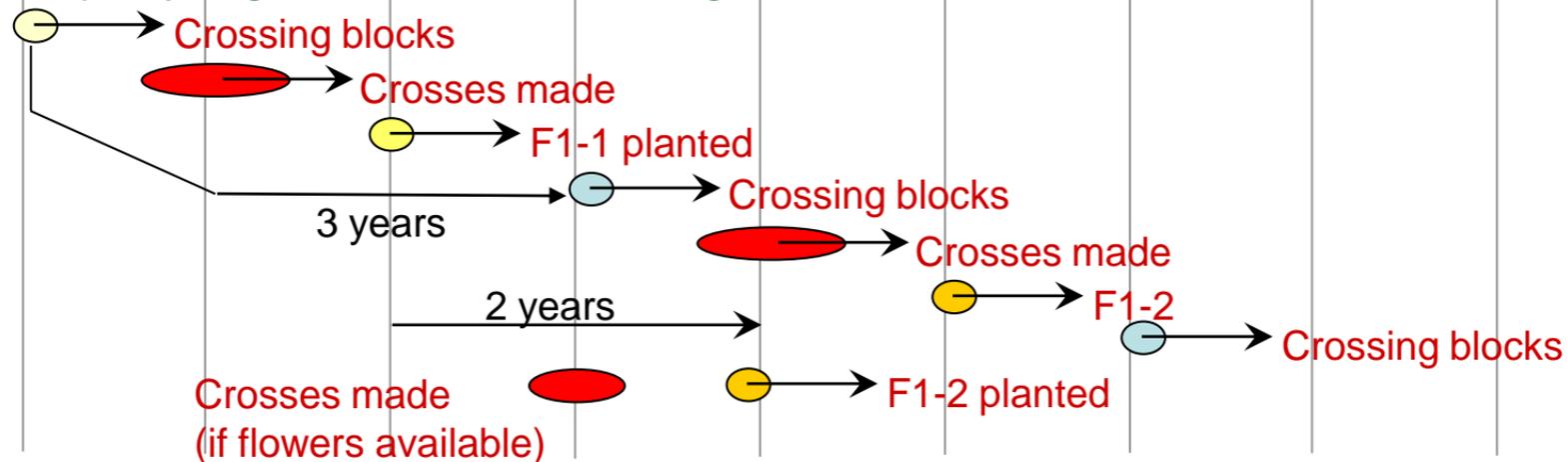
AYT = 20pl/3 rep/gen.

RT = 20pl/3 rep/n Locs

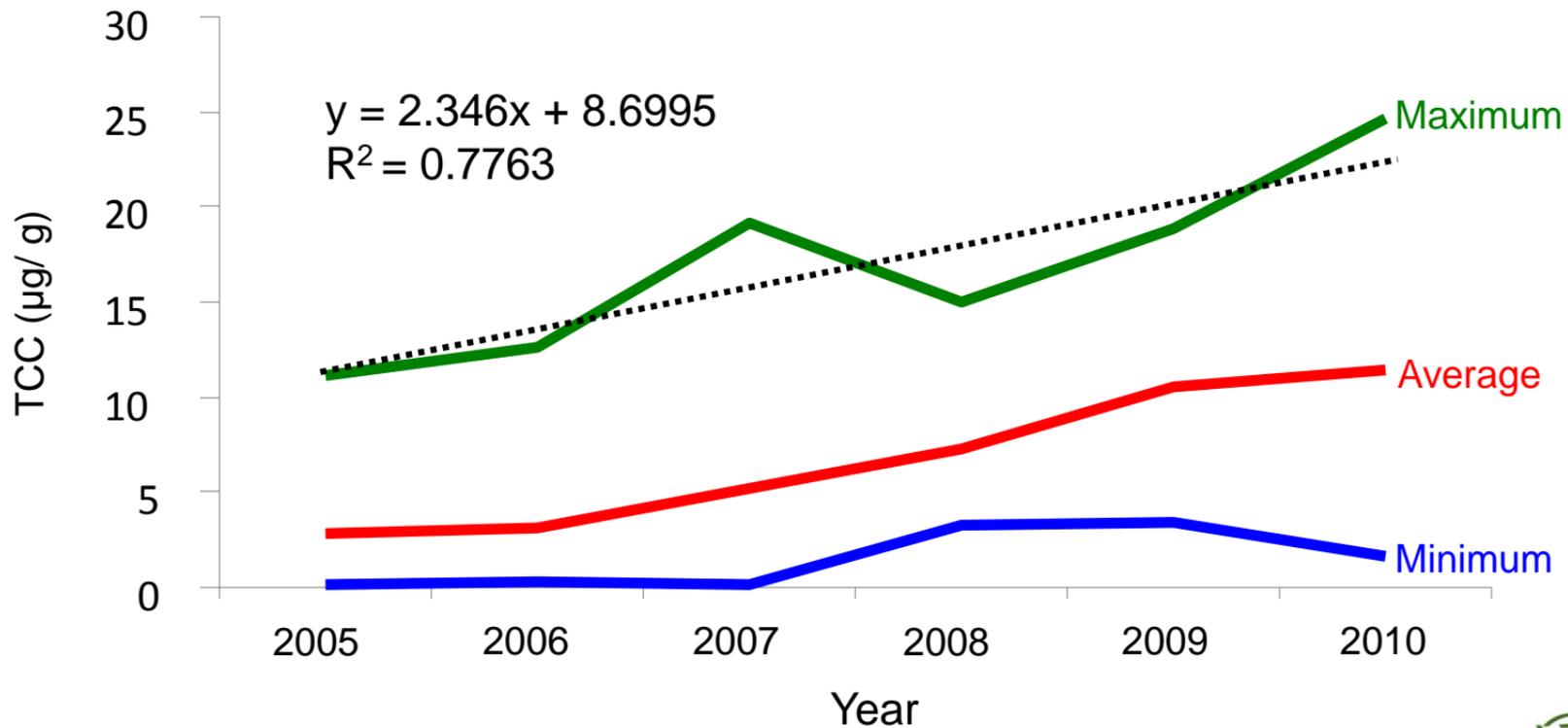


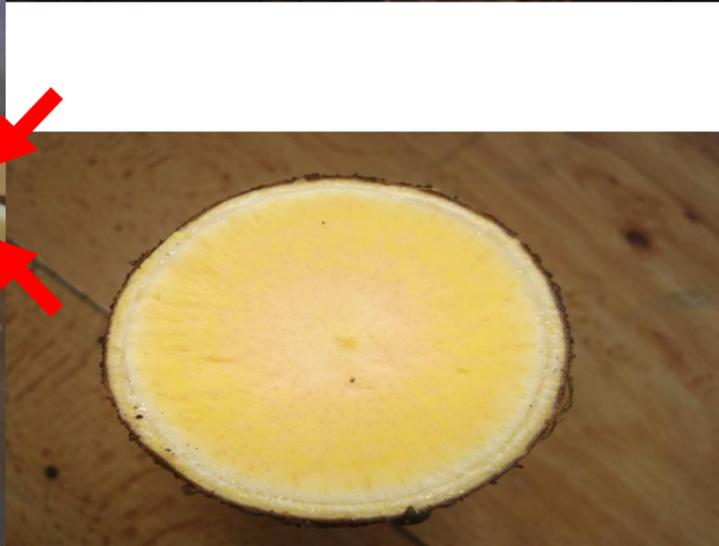


Rapid cycling recurrent selection for high-carotene content in cassava roots



# Progress in total carotenoids content in cassava roots during the last six years of breeding

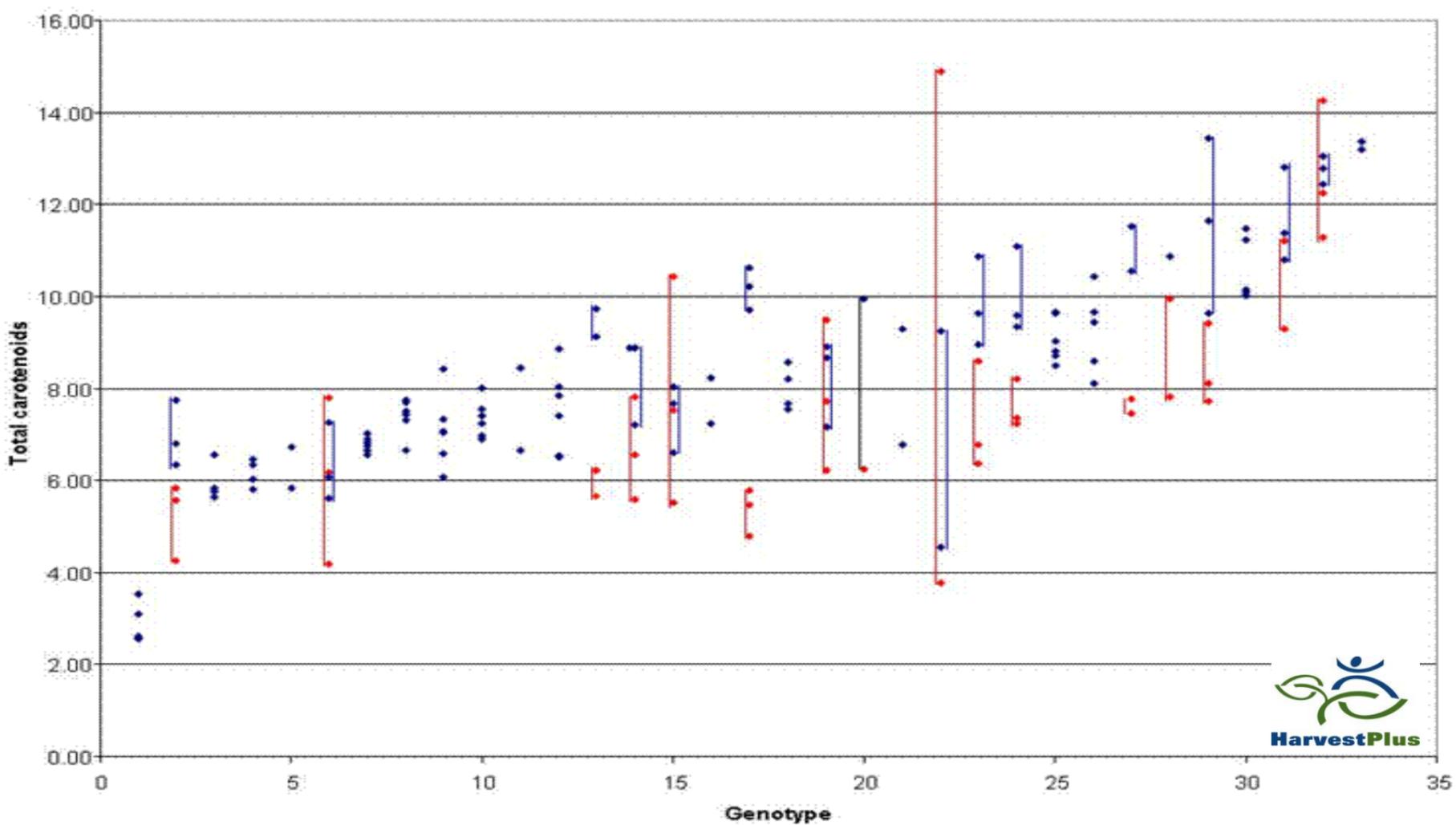




# Variation in color intensity in “mature” stems of cassava







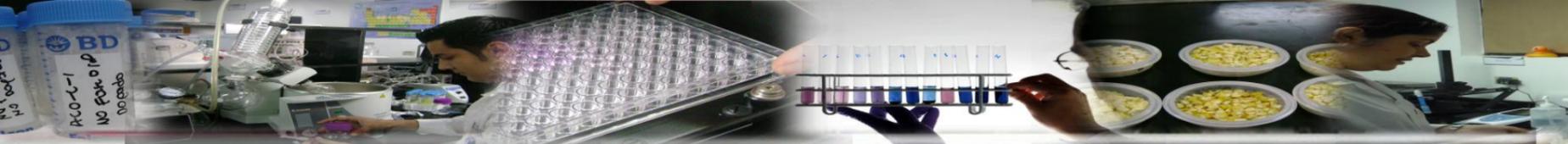
# SAMPLING STRATEGIES

Harvest the whole plant and take three commercial-size roots.

Each of the three roots are cut longitudinally in four quarters.

Combine two opposed quarters of the three roots in a well chopped and uniform sample for carotenoids extraction.

The remaining two opposed quarters of the three roots is used for other data such as dry matter content and cyanogenic potential.



## Efecto de cocción en la retención de variedades de yuca con alta concentración de carotenoides



Programa de  
Mejoramiento de  
Yuca-CIAT



# Retention of carotenoids after processing

*Journal of the Science of Food and Agriculture*

*J Sci Food Agric* 87:388–393 (2007)



## Retention of carotenoids in cassava roots submitted to different processing methods

AL Chávez,<sup>1,2</sup> T Sánchez,<sup>1,2</sup> H Ceballos,<sup>1,2,3\*</sup> DB Rodriguez-Amaya,<sup>4</sup> P Nestel,<sup>2</sup> J Tohme<sup>1,2</sup> and M Ishitani<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

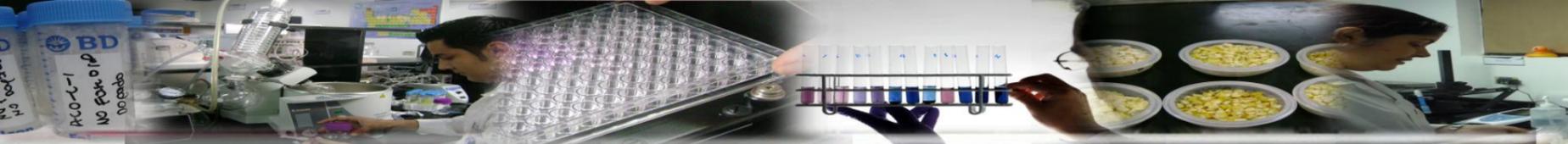
<sup>2</sup>HarvestPlus Program, Washington DC, USA

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia

<sup>4</sup>Universidade Estadual de Campinas, Brazil

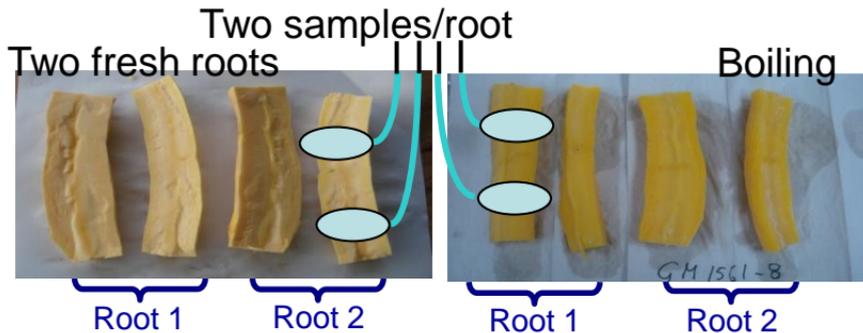
**Abstract:** Large genetic variation in carotenoid content has been reported after screening roots from thousands of cassava genotypes. Moreover, these pigments have to withstand different processing methods before cassava is consumed. True retention of  $\beta$ -carotene from cassava roots that had been boiled, oven-dried, sun-dried, shadow-dried, or used for gari preparation was measured. True retention was also measured after storing for 2 or 4 weeks some of the products of these processing methods. Oven-drying, shadow drying and boiling retained the highest levels of  $\beta$ -carotene (71.9, 59.2 and 55.7%, respectively) and gari the lowest (about 34.1%). Higher retention was observed when dried roots were kept as chips rather than as flour. Storage of flour packed in plastic bags under vacuum unexpectedly resulted in higher losses than storage of flour packed in plastic bags without the application of vacuum. Losses were higher during the first 2 weeks and tended to be considerably lower during the second 2 weeks of storage.

© 2006 Society of Chemical Industry



## Retention of carotenoids after processing

Type of processing	True retention (%)
Boiling roots	62.42 (20-90%)
Gari	37.33
Oven drying	76.77
Sun drying	44.25
Shadow drying	65.38

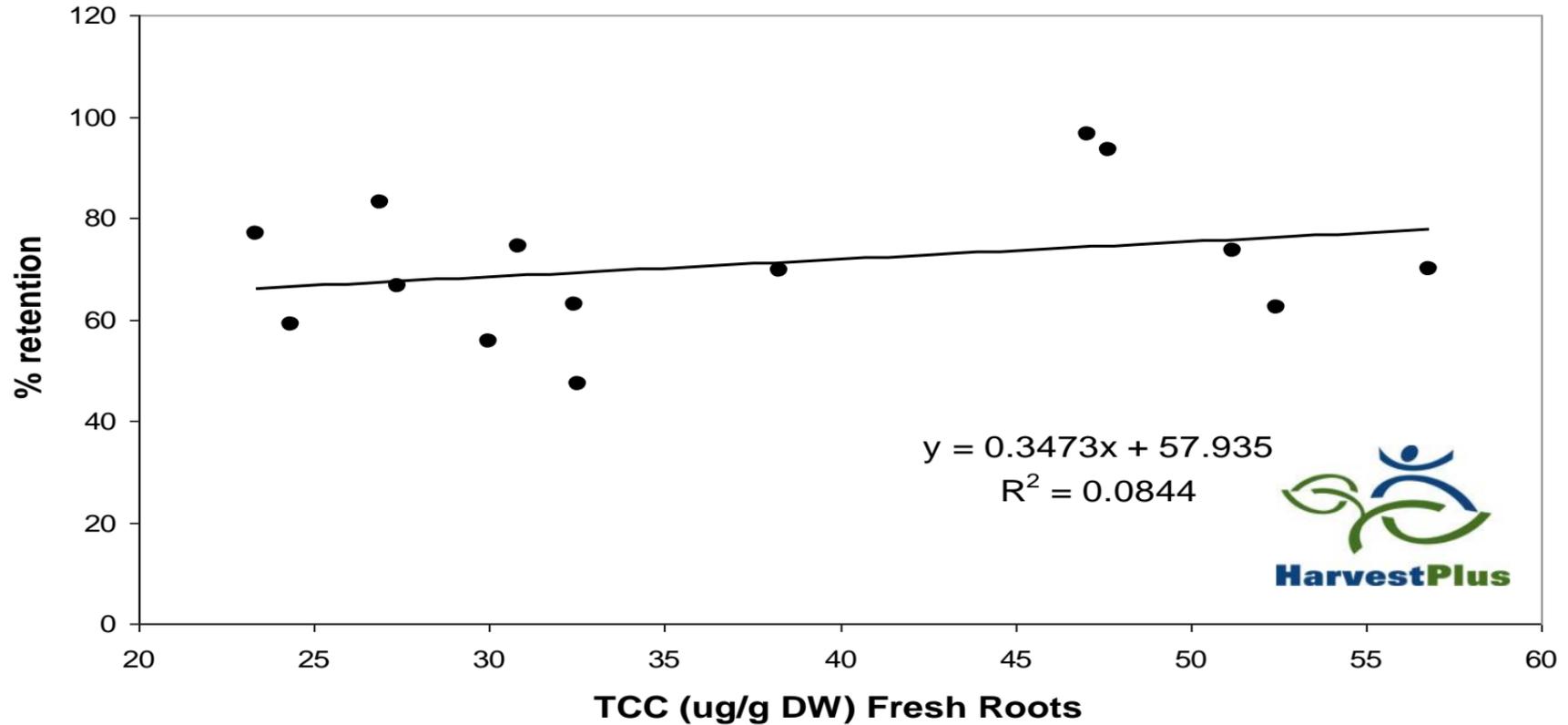


# Retention of carotenoids after processing

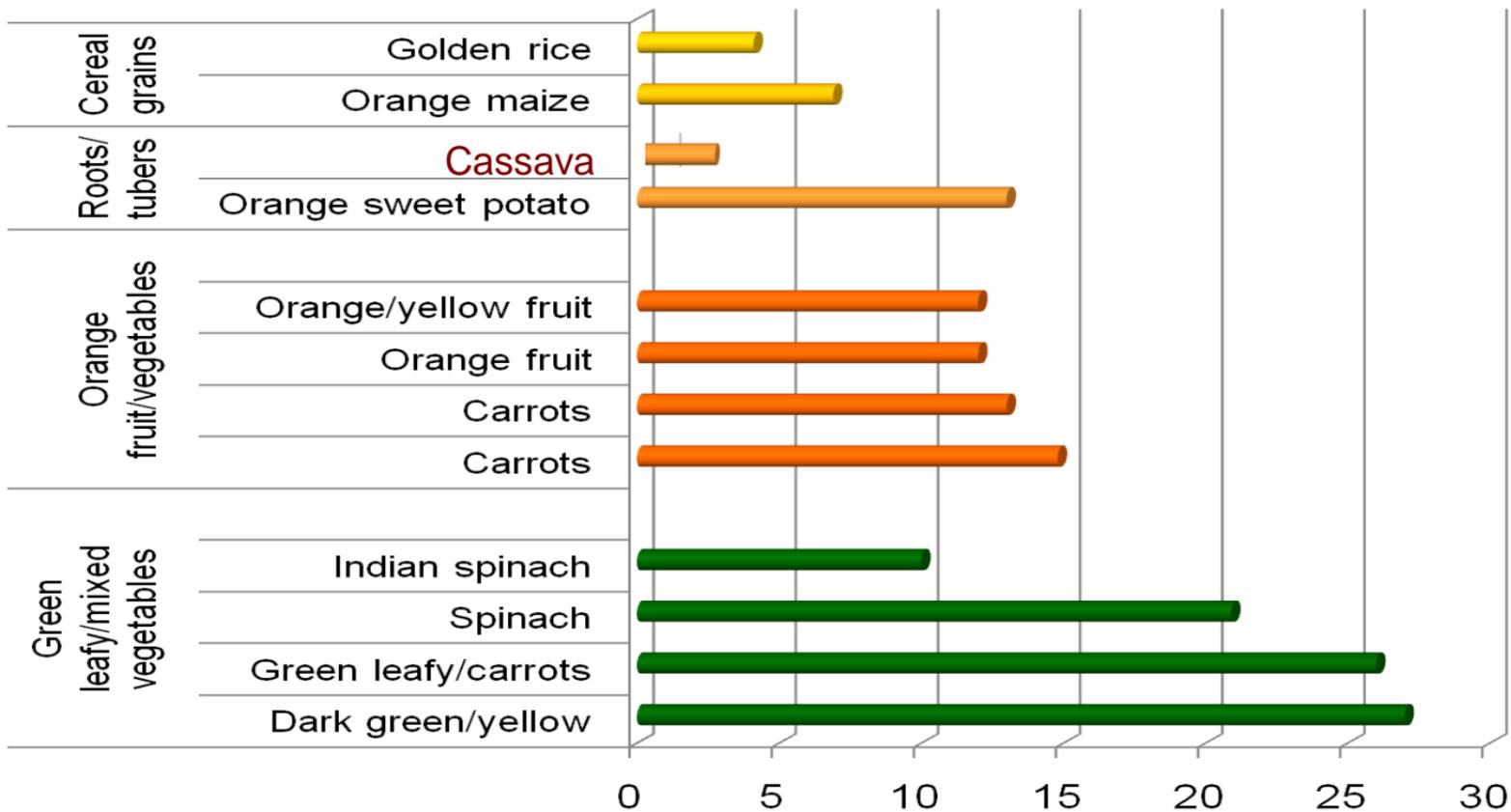
Clone	Root	Total carotenoids ( $\mu\text{g/g DW basis}$ )	True retention (%)
MCOL 2459	R1	30.81	74.45 
	R2	23.36	77.05
MCOL 2199	R1	26.89	 83.11
	R2	24.33	58.94
MBRA 1321	R1	32.45	62.99
	R2	27.39	66.68
GM 965-66	R1	32.53 	47.37
	R2	30.01	55.79
GM 3442-161	R1	56.80	69.84
	R2	51.22	73.67
GM 1817-35	R1	 52.44	62.49
	R2	38.27	69.67

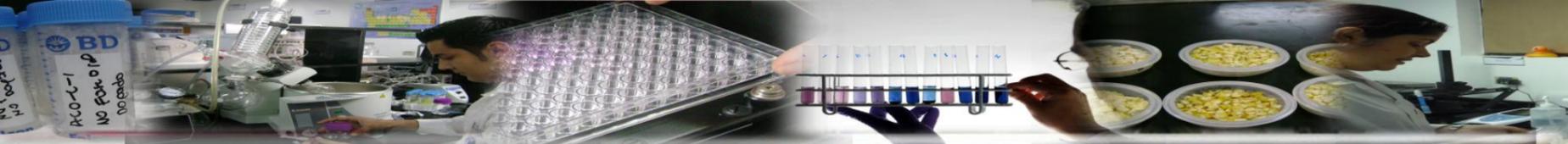
Mean 70.87 % (Range 52 - 91%)

# Retention of carotenoids after processing



# Retinol equivalents if pro-vitamin A rich food: human studies





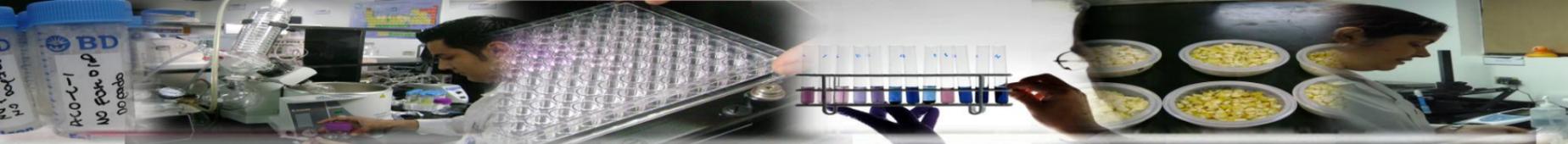
## Preinvestigación en la implementación de un procedimiento analítico para evaluar la capacidad antioxidante en cultivos biofortificados



**Universidad de Tokio  
(Japón)**

**Japan-CGIAR  
Fellowship**

**Programa de  
Mejoramiento de  
Yuca-CIAT**



# Evaluación de la actividad antioxidante y su relación con polifenoles y carotenoides en plátano (*Musa Paradisiaca*)



**Corporación BIOTEC**  
**Programa de Frutas**  
**Tropicales-CIAT**

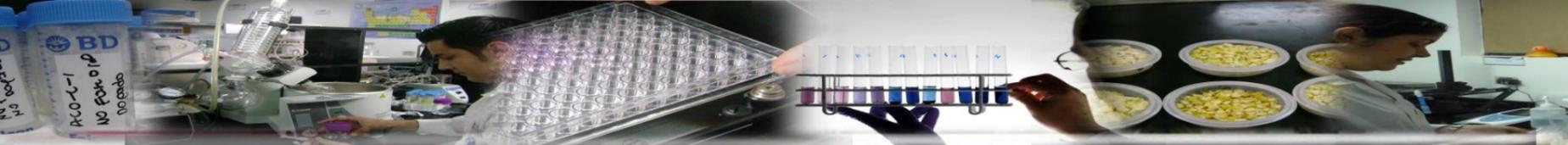
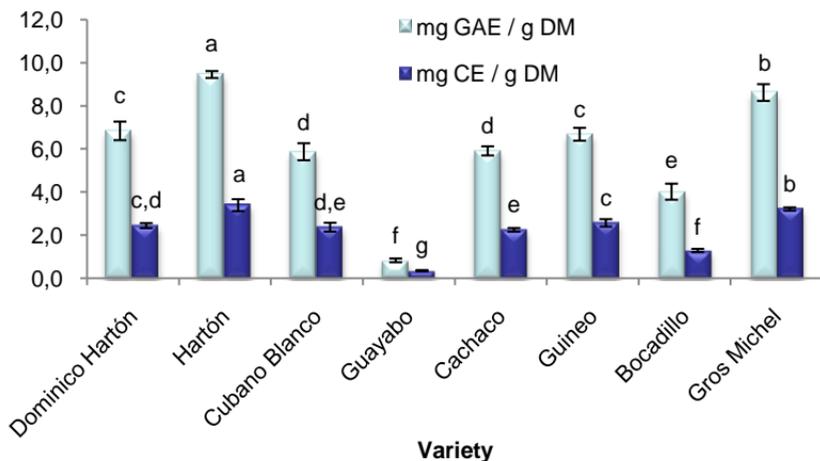


Figura 1. Actividad antioxidante y concentración de polifenoles totales y flavanoles totales en 8 variedades de *Musa paradisiaca* en el primer estado de maduración

### Total Polyphenols and Flavonoids



### Antioxidant Activity

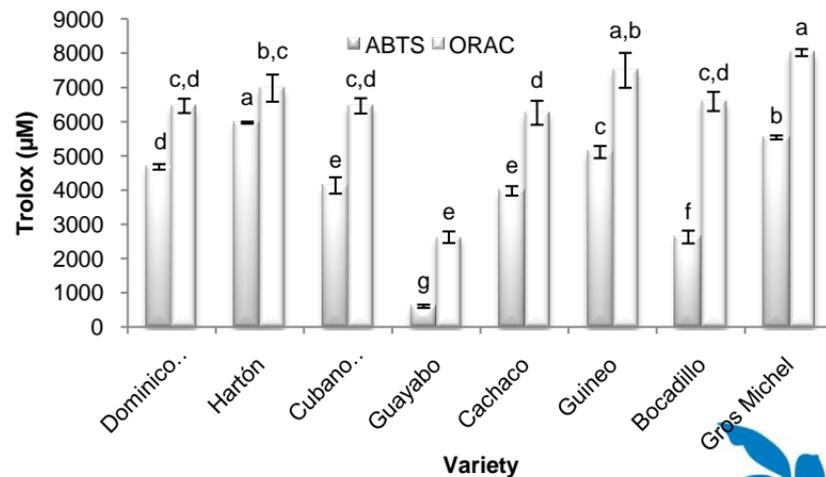


Figura 2. Concentración de polifenoles totales y flavanoles totales en *Musa paradisiaca* Hartón en seis estados de maduración

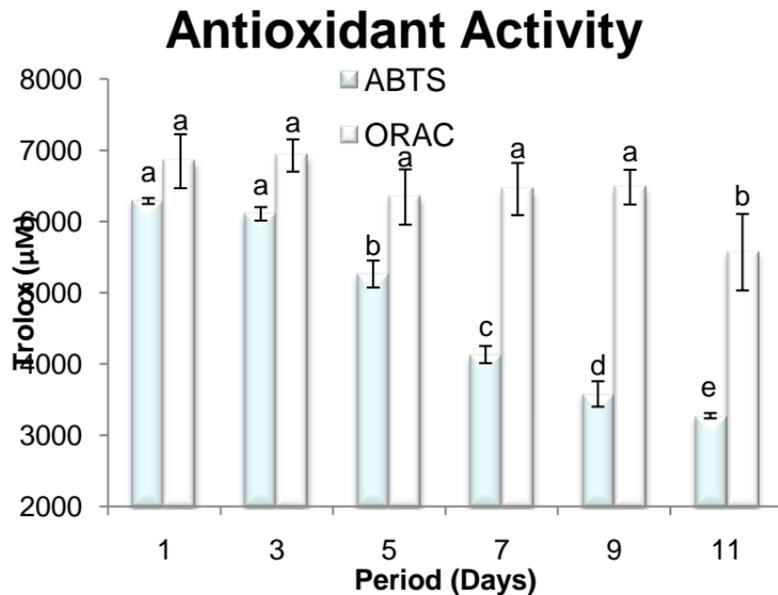
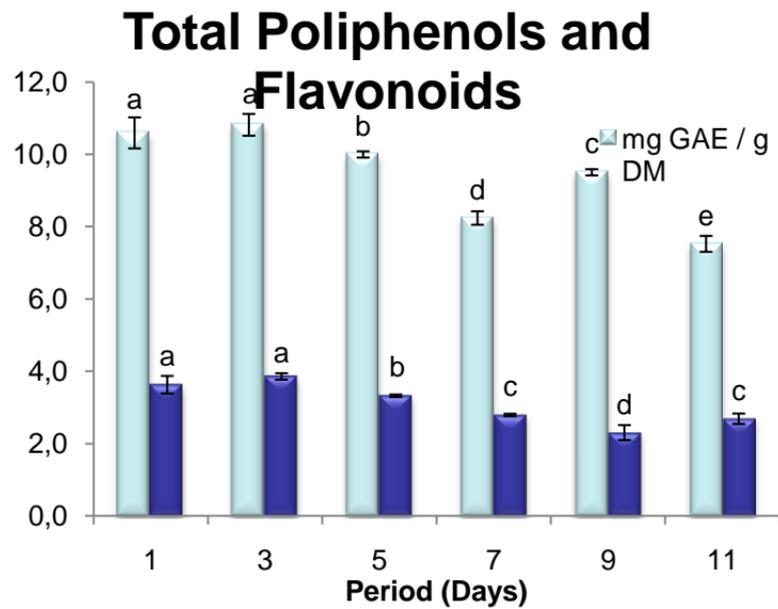
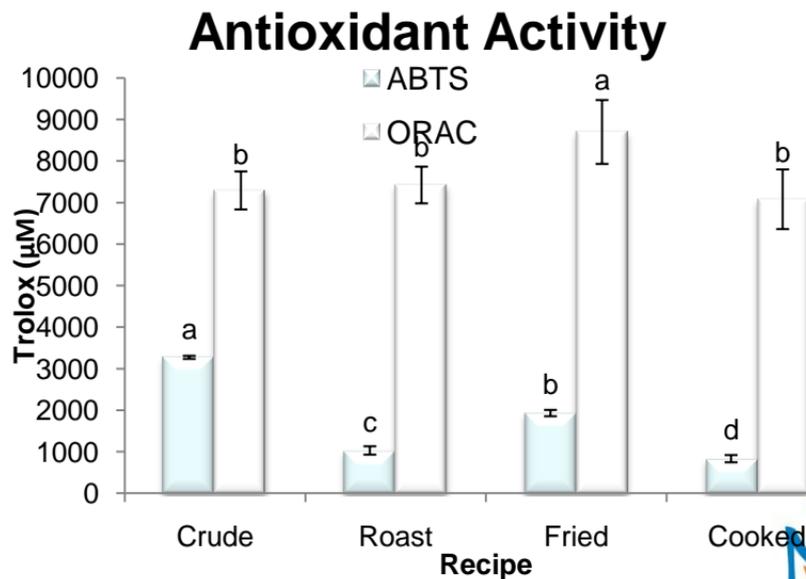
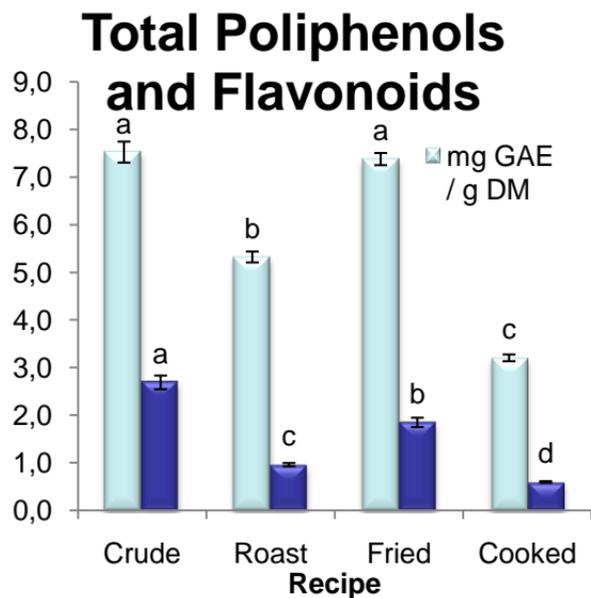
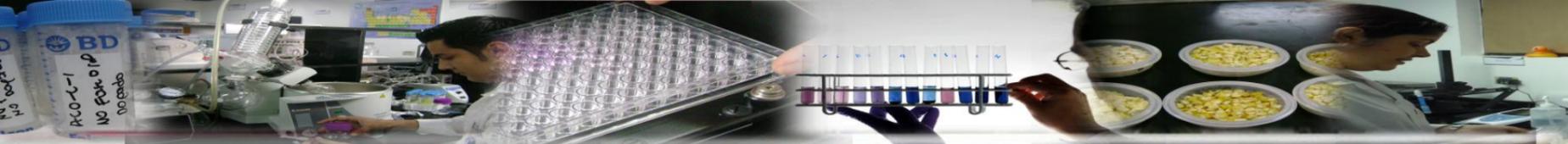




Figura 3. Concentración de polifenoles totales y flavanoles totales en *Musa paradisiaca* Hartón en el sexto estado de maduración para tres tipos de cocción





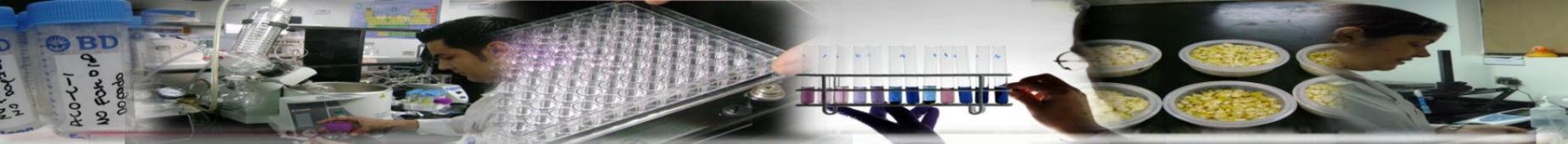
## Determinación de la composición nutricional de los alimentos autóctonos de mayor consumo entre la población indígena colombiana



**Instituto Colombiano  
de Bienestar Familiar-  
ICBF**

**OIM**

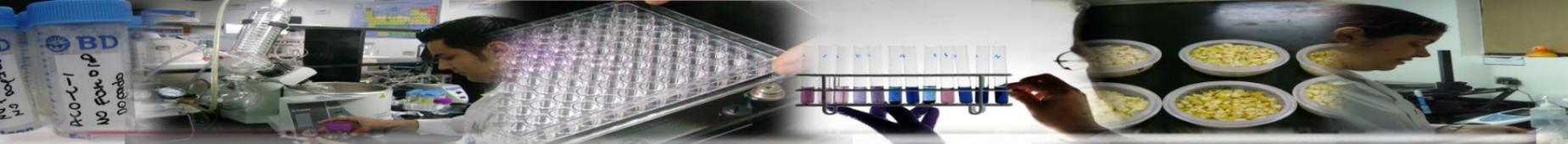
**USAID**



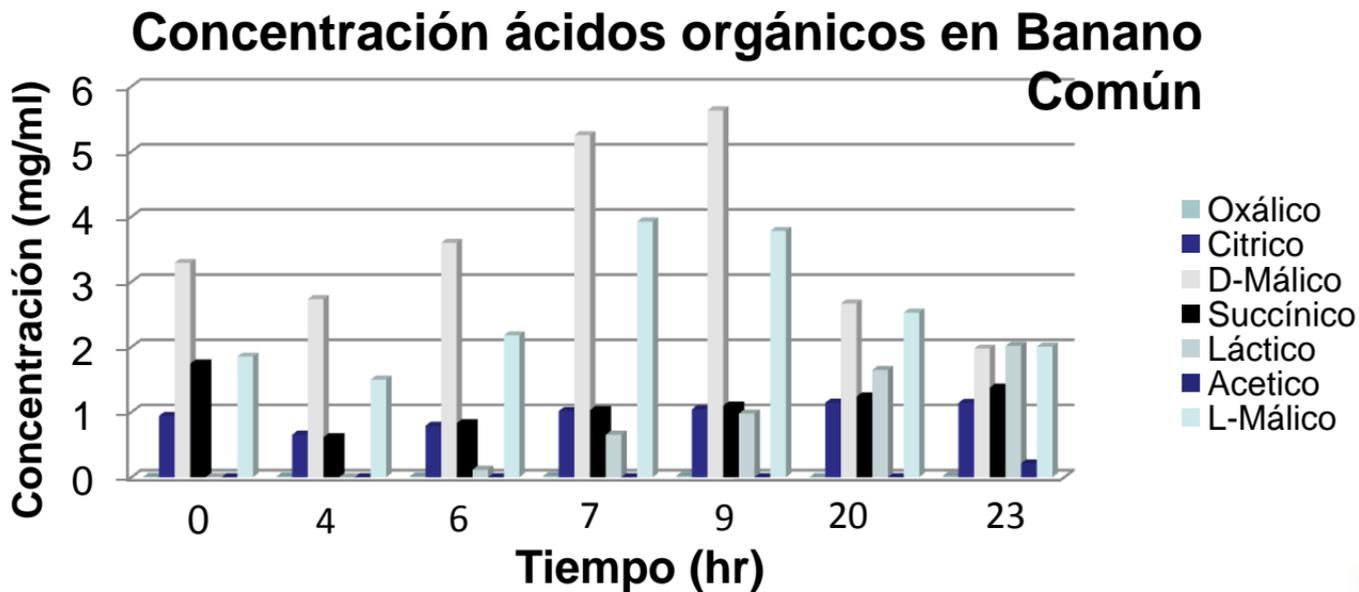
## Estudio de la diversidad de los bananos y plátanos de Colombia, Costa Rica y Ecuador en términos de azúcares fermentables y ácidos orgánicos, para la producción de bioetanol

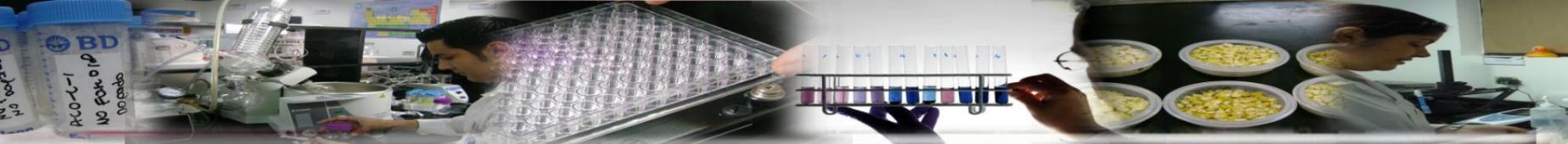


Proyecto Fontagro

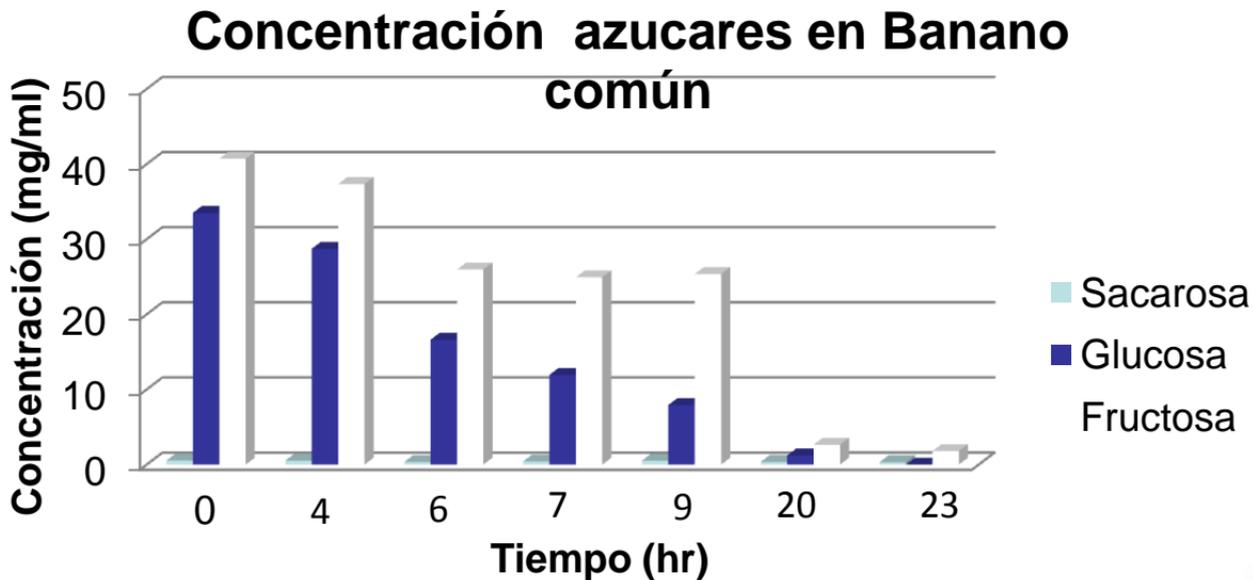


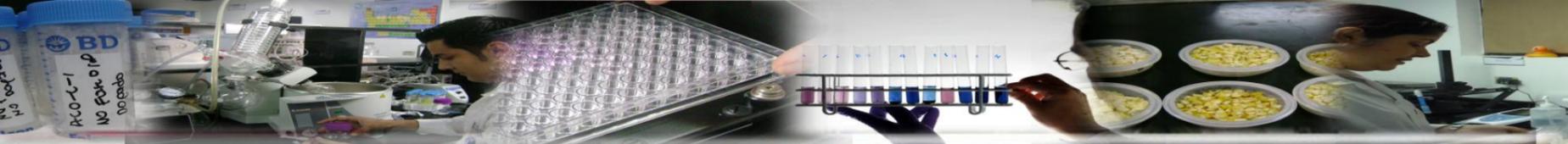
## Evaluación de la fermentación por HPLC





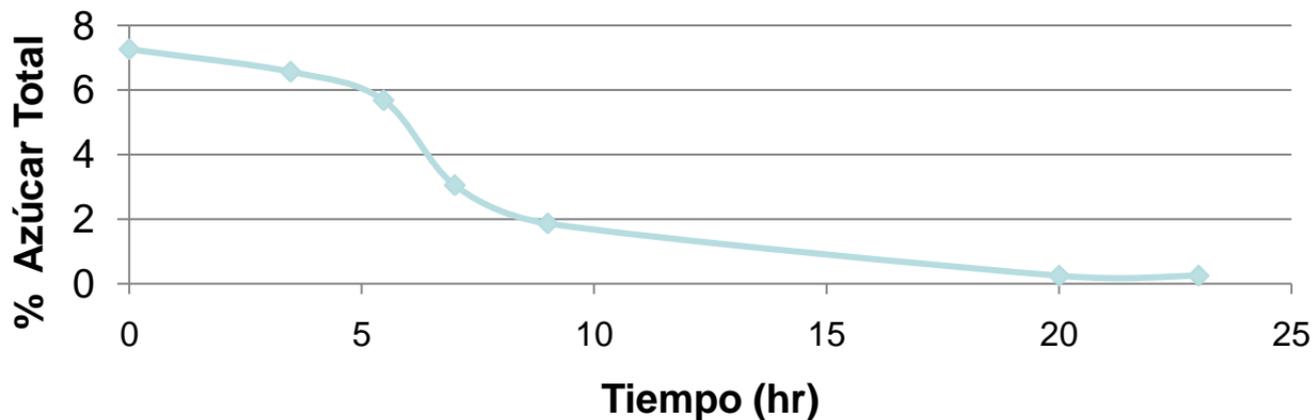
# Evaluación de la fermentación por HPLC

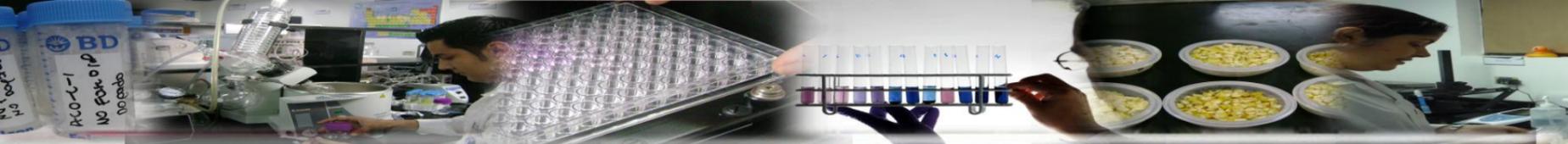




# Evaluación de la fermentación por HPLC

## Cinética de Consumo





# Capacitación en manejo de la técnica NIRS y creación de una red de usuarios

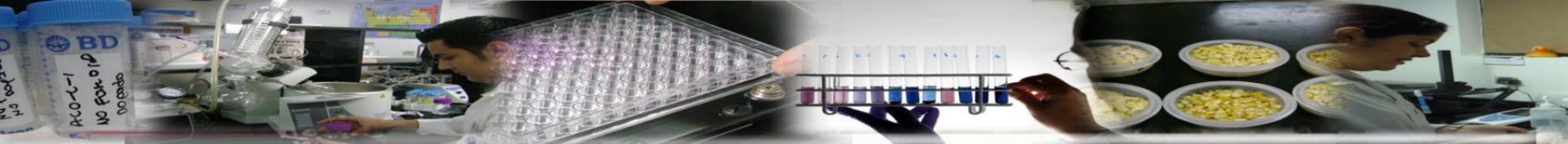
## Perú

- 1-Empresa Agroindustrial Laredo SAA (EALSAA)
- 2-Centro Internacional de la Papa (CIP)

## Participantes Nacionales

- 1-ALMACAFE COLOMBIA
- 2-Buen Café Liofilizado de Colombia – Federación Nacional de Cafeteros
- 3-Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CENICAÑA)
- 4-Federación Nacional de Investigaciones de Café (GENICAFE)
- 5-Federación Nacional de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ)
- 6-CIAT/FLAR
- 7-CIAT/INVEMAR
- 8-INGENIO LA CABAÑA S.A.
- 9-INGENIO MAYAGUEZ S.A.
- 10-Purificación y Análisis Fluidos Ltda.
- 11-QUIMICONTROL S.A.
- 12-Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
- 13-TECNOQUIMICAS S.A.
- 14-Universidad Nacional de Colombia (Sede Palmira)
- 15-Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT





## Gestión de documentación

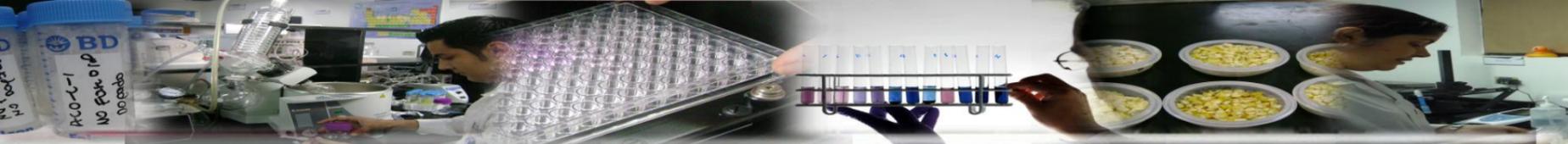


Versión 2009



Versión 2010

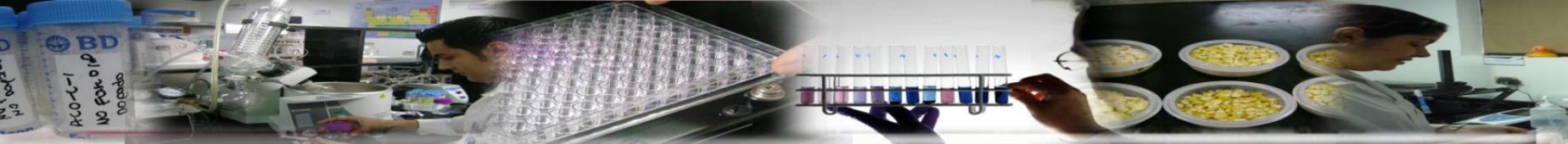
El laboratorio cuenta con los manuales de sus procedimientos técnicos y de gestión, los cuales se actualizan periódicamente para garantizar la correcta ejecución de las actividades técnicas y administrativas.



## Gestión de documentación

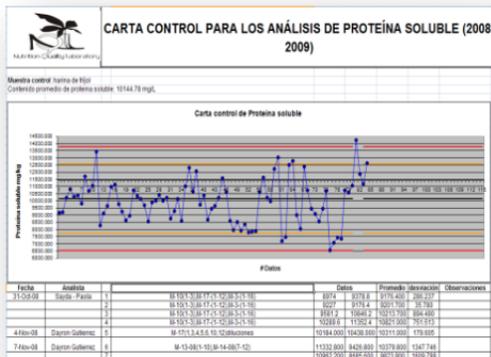


Actualmente el 90% de los equipos del laboratorio posee su respectivo manual de operación. Esto estandariza y asegura la adecuada manipulación de los mismos.



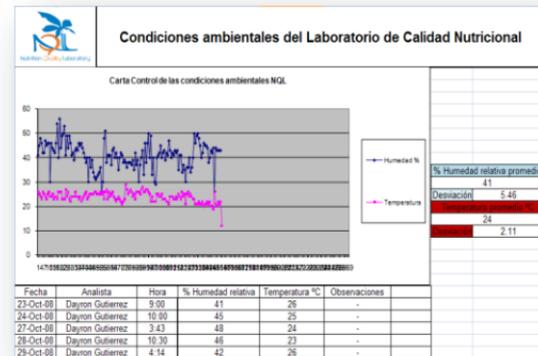
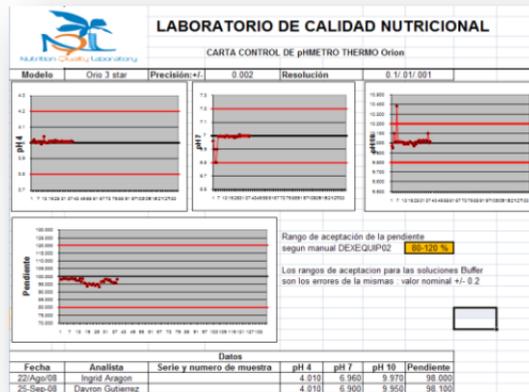
# Cartas control para asegurar la calidad

En análisis



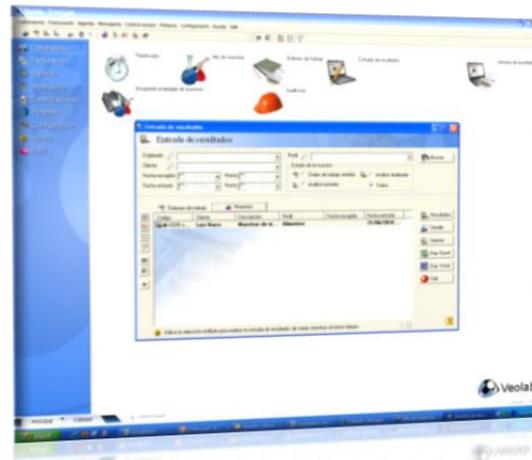
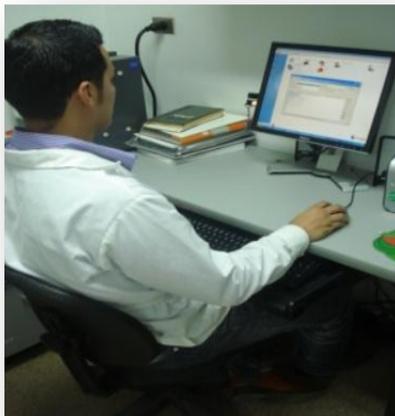
Monitoreo de condiciones ambientales

Monitoreo de condiciones de equipos

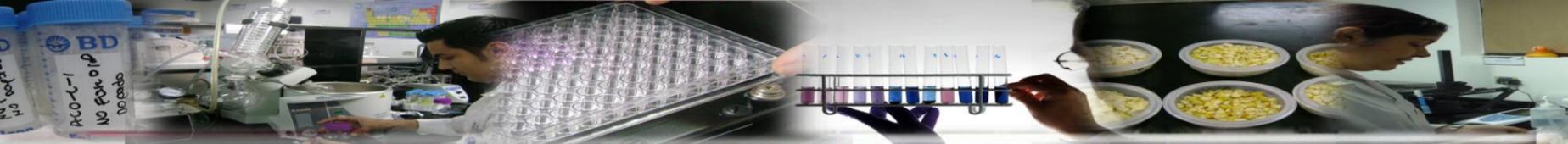




## Administración de la información en el laboratorio



Gracias a proyectos en conjunto con otras instituciones, el Laboratorio de Calidad Nutricional logró adquirir un LIMS (Laboratory Information Management System). Con este programa se administran algunos procesos de gestión y resultados de análisis.



# Coordinación de estudio interlaboratorio (ensayos de aptitud)

## Instituciones participantes

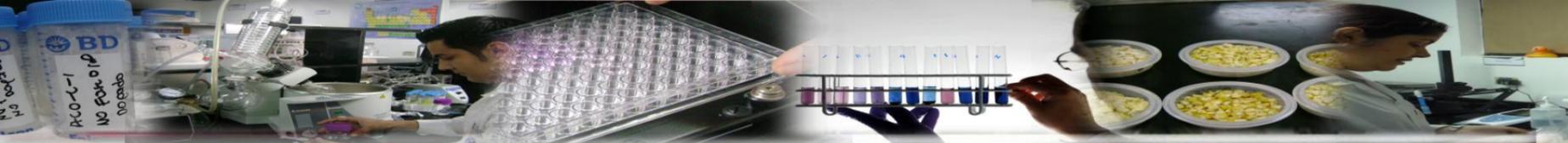
- ❖ CIMMYT - México
- ❖ INIAP - Ecuador
- ❖ CENTA - El Salvador
- ❖ EMBRAPA - Brasil
- ❖ Universidad Simón Bolívar - Venezuela
- ❖ Agricultural University of Athens - Grecia
- ❖ Cornell University – Estado Unidos
- ❖ Tecnimicro Laboratorio de Análisis - Colombia
- ❖ CIAT - Colombia
- Laboratorio de Calidad Nutricional
- Laboratorio de Servicios Analíticos
- Laboratorio de Bioquímica

## Análisis realizados

- ❖ Hierro total
- ❖ Triptófano asociado a proteína
- ❖ Nitrógeno total
- ❖ Proteína soluble
- ❖ Dializabilidad *in vitro* de hierro
- ❖ Digestibilidad *in vitro* de proteína

Además se participó en un interlaboratorio liderado por EMBRAPA para el análisis de carotenos totales y  $\beta$ -caroteno. Aún se encuentra en proceso la entrega de resultados.





## Resultados

Lab	Hierro % muestras que cumplen con los criterios de aceptación		Triptófano asociado a proteína % muestras que cumplen con los criterios de aceptación		Nitrógeno % muestras que cumplen con los criterios de aceptación		Proteína soluble % muestras que cumplen con los criterios de aceptación		Hierro dializable % muestras que cumplen con los criterios de aceptación		Digestibilidad de proteína % muestras que cumplen con los criterios de aceptación	
	Z score < 2	Mediana ± 20%	Z score < 2	Mediana ± 20%	Z score < 2	Mediana ± 20%	Z score < 2	Mediana ± 20%	Z score < 2	Mediana ± 20%	Z score < 2	Mediana ± 20%
A			100%	100%								
NQL			100%	100%			100%	0%	100%	100%	100%	100%
C	75%	100%	50%	0%	100%	100%						
D			75%	25%								
E			100%	50%								
F	100%	100%							75%	0%		
G									25%	25%		
H							100%	0%			100%	100%
I							100%	0%				
J	100%	75%			100%	100%	0%	0%			50%	50%
K	100%	100%			50%	100%						



# Para Mayor Información

[www.AgroSalud.org](http://www.AgroSalud.org)

Darwin Ortiz

[d.a.ortiz@cgiar.org](mailto:d.a.ortiz@cgiar.org)



Nutrition Quality Laboratory

Helena Pachón

[h.pachon@cgiar.org](mailto:h.pachon@cgiar.org)

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Cali, Colombia

Teléfono: 2 445 0000