

INVESTIGACION

El consumo y la producción familiar de frijol, maíz, yuca, batata y arroz en un municipio rural en Colombia: evaluación de la posibilidad de implementar la biofortificación de cultivos

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA
ISSN 0124-4108 Vol. 10 No. 1 Enero-Junio de 2008
Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia págs. 11-21

Artículo recibido: 16 de abril de 2008
Aceptado: 3 de junio de 2008

María del Mar Muñoz López

Ing Agroindustrial
Universidad del Cauca
mariadelmay@yahoo.es

Martha Cecilia Revelo

Ing. Agrónoma
Corporación para el Desarrollo y la Paz del Valle (Vallepaz), Cali
martharevelo@yahoo.com

Helena Pachón

PhD en Nutrición
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali
h.pachon@cgiar.org

Resumen

Objetivo: conocer las características de producción y consumo de cinco cultivos y evaluar la posibilidad de biofortificación como una estrategia viable en una zona rural colombiana. **Materiales y métodos:** de 60 familias seleccionadas aleatoriamente, se encuestó a la persona encargada de la preparación de alimentos y (si era diferente) a la persona encargada de la producción agrícola acerca de la compra, el consumo y la producción de los cultivos. **Resultados:** el 100% reportó haber consumido arroz en la última semana, el 96,9% frijol, el 89,1% yuca, el 81,3% maíz y el 9,4% batata. Los cultivos provenían principalmente de la compra en graneros (frijol, maíz, arroz) y de la autoproducción (yuca, batata). La yuca fue cultivada por el mayor número de productores (56,6%) seguido por el maíz (46,6%), el frijol (43,3%) y la batata (16,6%); el arroz no fue producido. **Conclusión:** sustituyendo la producción con cultivos biofortificados se aportaría, a la dieta, entre 10 y 16% más hierro, zinc y vitamina. Debido a su impacto nutricional potencial, se amerita investigar la adaptabilidad y la aceptabilidad de los cultivos biofortificados en la comunidad.

Palabras clave: consumo de alimentos, alimentos fortificados, cultivos, seguridad alimentaria y nutricional, deficiencia de nutrientes, hierro, zinc, β -caroteno, vitamina A, proteína.

Consumption and production of beans, maize, cassava, sweet potato and rice by families living in a rural Colombian areas: assessing the option to implement crop bio-fortification

Abstracts

Objective: to determine the characteristics and consumption by Colombian families of five different non-biofortified staple crops and to evaluate the option to use bio-fortification as a production strategy for this population. **Materials and methods:** population was randomly selected (60 families). In each home, persons in charge of crop production or either food preparation were asked about crop purchase, consumption, and production. **Results:** all people that prepared food (100%) reported to have eaten rice, 96.9% bean, 89.1 % yucca, 81,3 % corn and 9,4 % batata in the last week previously to interview. Crops that were mostly buying (bean, corn and rice) , yucca and batata were grown by themselves at home. Most farmers reported to grow mainly yucca (56.6%), followed of corn (46.6 %), bean (43.3%) and batata (16.6%), but they didn't produce rice. **Conclusion:** bio-fortification could be a strategy to improve diet for this population and more studies are necessary to find out the nutritional impact and the acceptability of these products by the community

Key words: food consumption, food, fortified, biofortification, crops, food security, nutrient deficiency, iron, zinc, β -carotene, vitamin A, protein.

INTRODUCCIÓN

En la evaluación de la ingesta dietética de los colombianos realizado en el año 2005 se encontró que el 58% de personas que viven en el departamento del Cauca se encuentran en riesgo por deficiencia en la ingesta de proteína, el 45% de vitamina A y el 81% de zinc (1). Además se encontró que la deficiencia de hierro (indicado por un nivel bajo en ferritina sérica) afectaba el 53% de la población pacífica colombiana de 1 a 4 años, el 32% de 5 a 12 años y el 46% de mujeres de 13 a 49 años. Finalmente, la encuesta concluyó que un 48% de hogares en los departamentos de Nariño y Cauca, excluyendo el litoral pacífico, sufre de inseguridad alimentaria y nutricional.

La biofortificación es el mejoramiento del contenido nutricional y de las propiedades agronómicas de

cultivos a través del fitomejoramiento convencional (2,3). Es decir, se hacen cruces entre diferentes variedades de la misma especie para lograr nuevas variedades con las características de interés. Vale enfatizar que los cultivos biofortificados no son transgénicos. En los Proyectos AgroSalud (www.AgroSalud.org) y HarvestPlus (www.HarvestPlus.org) se están aumentando los niveles de hierro, zinc, -caroteno y/o lisina y triptófano en cinco cultivos (frijol, maíz, yuca, batata, arroz). Con estos cultivos biofortificados se espera aumentar la ingesta nutricional en aquellas personas que más consumen dichos cultivos y que tienen mayor riesgo de padecer deficiencias nutricionales.

Muchos factores influyen en el impacto nutricional que puedan tener los cultivos biofortificados (2): la actual producción y consumo de variedades no-biofortificadas, ya que se pretende hacer una

sustitución de variedades no-biofortificadas por biofortificadas, mas no promover cultivos que no hacen parte del patrón de producción y consumo de una población; el aporte nutricional de variedades no-biofortificadas en la dieta para estimar si el aporte adicional de nutrientes en las variedades biofortificadas será significativa frente a la problemática nutricional que tenga la población; la adaptabilidad de las variedades biofortificadas en los terrenos de las familias porque si no se adaptan correctamente, las familias agrícolas no tendrán razón para sembrarlas frente a otras variedades que se comportan bien agrónomicamente; la aceptabilidad sensorial de variedades biofortificadas ya que una variedad que no genere positivas respuestas organolépticas a los consumidores, tendrá menos probabilidades de mantenerse en la minuta familiar; si los mecanismos existentes para la distribución de semilla suplirá la demanda de semilla biofortificada, ya que sin semilla no se puede sembrar y nadie podrá consumir las variedades biofortificadas.

Como primer paso para considerar la posibilidad de que cultivos biofortificados pudieran ser una estrategia viable en una zona rural en el departamento del Cauca en Colombia, se adelantó el presente estudio encaminado a evaluar a) la producción familiar y el consumo individual de frijol, maíz, yuca, batata y arroz y b) el aporte nutricional potencial de variedades biofortificadas con base en los alimentos que producen las familias en esta zona y que se destinan al consumo familiar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la producción y el consumo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.), yuca (*Manihot esculenta* C.), batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y arroz (*Oryza sativa* L.) se realizó un estudio descriptivo de corte transversal entre los meses de octubre y diciembre de 2006. El proyecto fue avalado por el Comité de Ética para la Investigación Científica de la Universidad del Cauca.

El municipio de Santander de Quilichao tiene un área total de 518 km², está ubicado al norte del departamento del Cauca, entre los pisos térmicos frío y cálido, entre 1.000 y 1.200 msnm. La temperatura oscila entre 12 y 24 C, el promedio anual de precipitación es de 1.362 mm y la humedad relativa fluctúa entre el 60 y 70% (4).

La población de referencia eran las familias de la zona rural del municipio de Santander de Quilichao atendidas por el proyecto Centros de Coexistencia y Paz de la organización no gubernamental VallenPaz. La selección de las cinco comunidades encuestadas se hizo de forma aleatoria simple entre las nueve veredas y resguardos que componen la zona rural de este municipio: Se seleccionaron nuevas comunidades a entrevistar hasta cumplir con el tamaño de muestra deseado. Se quiso encuestar ~25% de las 250 familias que habitan estas comunidades y por ende se seleccionaron, de forma aleatoria simple, 60 familias a encuestar. El criterio de inclusión fue participación de la familia en el proyecto Centros de Coexistencia y Paz de Vallenpaz. En las familias seleccionadas se entrevistaron a dos personas, la encargada de la preparación de alimentos y aquella encargada de la producción agrícola de alimentos.

Inicialmente se realizó una reunión grupal con los líderes de cada una de las comunidades escogidas y posteriormente con las familias seleccionadas. Se les explicó detalladamente la finalidad del trabajo de investigación, se obtuvo su aprobación verbal y por escrito, y se les dio a conocer las encuestas. Inicialmente se trabajó con 10 familias a manera de prueba piloto para identificar algunos cambios y/o ajustes a realizar en los instrumentos de recolección de información. Una vez se evaluó esta prueba y se determinó su viabilidad, se procedió a adelantar la toma de datos al resto de familias seleccionadas.

Se diseñó una encuesta para la recolección de la información. La primera parte se dirigió a las encargadas(os) de la preparación de los alimentos

en el hogar, a quienes se preguntó acerca de la frecuencia semanal en el consumo de los alimentos objeto de estudio (y su respectiva procedencia), la cantidad de compra para consumo familiar, los sitios de adquisición y formas de preparación. La segunda parte de la encuesta se dirigió a los encargados(as) de la producción, a quienes se les preguntó acerca de la producción de los cultivos objeto de estudio, áreas establecidas para cada uno, sistema de siembra, los cultivos con los cuales estaban asociados, las variedades cultivadas, los ciclos por semestre, la producción semestral y de ésta la cantidad destinada para el autoconsumo y para la venta.

Para conocer los sitios de compra de los alimentos, se definió como tienda el establecimiento donde se venden al público artículos al por menor; granero como el sitio donde se venden granos; supermercado como el establecimiento comercial donde se venden todo tipo de artículos, en especial de alimentación con sistema de autoservicio; y mercado como el lugar público destinado en forma permanente o diaria a vender y comprar alimentos.

Para estimar el aporte nutricional potencial de variedades biofortificadas a la dieta, con base en la producción actual de variedades no-biofortificadas que se destina para consumo familiar, se calculó la producción en gramos por persona por día destinada al consumo familiar multiplicando la producción destinada al consumo familiar (kg/semestre) por el número de semestres en el año ($n=2$); éste valor se dividió por el número promedio de personas por familia ($n=5,1$), el número de días en el año ($n=365$) y el número de gramos en un kg ($n=1.000$). Ésta cifra se multiplicó con el hierro, zinc y vitamina A adicionales (en $\mu\text{g/g}$) que aportarán los cultivos biofortificados: 50, 35, 25 y 44 μg hierro/g y 15, 9, 18 y 11 μg zinc/g para el frijol, el maíz, la yuca y la batata, respectivamente. Para el maíz la meta es aportar 15,0 μg pro-vitamina A/g más que variedades no-biofortificadas y para la yuca y batata, aportar 15,0

y 75,0 μg β -caroteno/g más, respectivamente. La contribución adicional de pro-vitamina A o β -caroteno se dividió por el factor de bioconversión a retinol conservador ($n=12:1$) para calcular el aporte de vitamina A del cultivo (5). Luego, se calculó el aporte adicional de hierro, zinc y vitamina A con relación a las cifras más conservadoras de la ingesta recomendada de los EEUU y Canadá (6) para adultos excluyendo a las embarazadas y lactantes: 18.000, 11.000 y 900 $\mu\text{g/día}$ hierro, zinc y vitamina A, respectivamente.

Una vez concluida la fase de levantamiento de la información de campo, se procedió a organizarla, tabularla y sistematizarla mediante el programa SPSS v 11.5 (Estados Unidos, 2002). Específicamente, se generaron estadísticas descriptivas de las variables de interés: promedio, desviación estándar (DE) o frecuencias.

RESULTADOS

Características sociodemográficas de los participantes en el estudio: las dos partes de la encuesta se aplicaron a miembros de 60 familias; hubo entre 9 y 14 familias entrevistadas por cada una de las cinco comunidades. La población estudiada correspondió a 84 personas (54 mujeres y 30 hombres). Del total de encuestados, 30 mujeres y 6 hombres respondieron las dos encuestas acerca del consumo y la producción de los cultivos objeto de estudio, sólo 24 mujeres respondieron exclusivamente la parte de la encuesta correspondiente al consumo y 24 hombres únicamente la parte correspondiente a la producción. El rango de las edades en las mujeres era entre 20 y 71 años con un promedio de $42,7 \pm 13,2$ años, y de los hombres la edad se encontró entre 25 y 86 años con un promedio de $45,6 \pm 15,0$ años.

De las 84 personas encuestadas, el 59.5% eran afrodescendientes y el resto indígenas. En su totalidad reportaron saber leer y escribir. El grado de

escolaridad de las mujeres fluctuaba entre 1 y 11 años de estudio con un promedio de $4,7 \pm 3,1$ años al igual que los hombres ($4,7 \pm 2,7$ años) donde el grado de escolaridad se encontraba entre 2 y 16 años. Las familias en esta zona estaban compuestas en promedio por $5,1 \pm 1,9$ personas y los habitantes en el último mes eran aproximadamente $5,8 \pm 2,6$ personas, entre amigos y familiares que visitaban a las familias.

Consumo de alimentos: de los 60 encargados de la preparación de los alimentos encuestados el 100% reportaron haber consumido arroz en la última semana, el 96,9% frijol, el 89,1% yuca, el 81,3% maíz y el 9,4% batata; los alimentos provenían de diferentes fuentes (Tabla 1). Los encuestados reportaron que ellos consumieron en el hogar en la última semana un promedio de $6,0 \pm 1,1$ veces el arroz, $3,7 \pm 2,2$ veces la yuca, $3,0 \pm 2,1$ veces el maíz, $2,5 \pm 1,7$ veces la batata y $1,7 \pm 0,7$ veces el frijol. Para consumo familiar, los encuestados reportaron comprar generalmente cada semana $4,7 \pm 1,9$ kg de arroz, $1,6 \pm 0,9$ kg de maíz, $1,1 \pm 0,8$ kg de yuca, $0,9 \pm 0,7$ kg de frijol y $0,8 \pm 0,5$ kg de batata. Esto representa 131,7 gramos/persona/día (g/p/d) de arroz, 44,8 g/p/d de maíz, 30,8 g/p/d de yuca, 25,2 g/p/d de frijol y 22,4 g/p/d de batata disponibles en el hogar para una familia promedio con 5,1 integrantes.

En cuanto a la procedencia de los alimentos, generalmente el frijol que consumían provenía de su compra en graneros (37,9%) y de su propia producción (27,6%) al igual que el maíz (39,6% y 29,2%, respectivamente) (Tabla 1). En cuanto a la yuca, generalmente las familias se autoabastecían (62,3%) y otro porcentaje la adquirían por intercambio (20,7%). Las pocas familias que consumían la batata era porque la cultivaban (83,3%) o por intercambio con otras familias (16,7%), caso contrario al arroz donde todos lo adquirían usualmente en los graneros (58,3%), los supermercados (15,0%), las tiendas (13,3%), la galería (11,7%) o el mercado

local (1,6%). Las formas de consumo habitual de los cultivos objeto de estudio variaban entre cada uno de ellos (Tabla 2). Por ejemplo, se preparaba el frijol principalmente como sopa, seco o guiso, el maíz como arepa, la yuca en sopa, el arroz como seco y la batata de otras maneras.

Producción de alimentos: de la segunda parte de la encuesta realizada a los encargados de la producción en el hogar se confirmó que la yuca era el producto que más se sembraba (por 34 de los 60 encuestados), seguido por maíz (46,6%), frijol (43,3%) y batata (16,6%) (Tabla 3). Los ciclos de cultivo de frijol variaban entre 1 y 2 por semestre con un promedio de $1,5 \pm 0,4$, los ciclos por semestre del maíz fueron de $1,1 \pm 0,3$ y el de la yuca y batata de $1,0 \pm 0,0$ ciclo por semestre.

En promedio, se sembraba la yuca en un área de $2 \pm 0,8$ plazas (donde 1 plaza equivale a $6,4 \text{ m}^2$), el maíz en $1,7 \pm 1,4$ plazas, seguido del frijol cultivado en $1,9 \pm 1,2$ plazas y la batata en $3,6 \pm 1,5$ plazas mientras que el arroz no se cultivaba en esta zona (Tabla 3). La producción más alta en el último semestre era la de maíz con $62,3 \pm 85,4$ kg/plaza, seguida por la de frijol $44,0 \pm 43,0$ kg/plaza y la de yuca $36,2 \pm 36,6$ kg/plaza; el cultivo de menor producción era la batata con $13,3 \pm 8,2$ kg/plaza. Uniendo éstas dos fuentes de información, la mayor producción en kg/semestre en orden descendiente corresponde al maíz seguido por el frijol, la yuca y la batata.

El frijol (76,9%), el maíz (75,0%) y la yuca (58,8%) se cultivaban generalmente asociados con otros cultivos, a excepción de la batata que se sembraba principalmente como monocultivo (60,0%). Según los encuestados, el frijol se asociaba principalmente con maíz (75,0%), yuca (10,0%) y plátano (10,0%); el maíz con frijol (66,6%), plátano (14,3%) y otros cultivos (14,3%); la yuca se asociaba principalmente con café (55,0%) y plátano (25,0%) y la batata se asociaba con plátano (50,0%) y otros cultivos (50,0%).

Tabla 1. Consumo individual y sitios de adquisición y cantidad de compra familiar de cultivos según los encargados de la preparación de los alimentos (n = 60)

Cultivo	Consumo por el encuestado en la última semana					Sitios donde adquirieron los cultivos para consumo familiar*							Cantidad de compra familiar semanal (kg)†
	Consumió el alimento*	Frecuencia de consumo (veces/semana)*	Auto-producción	Intercambio	Galería	Tienda	Granero	Supermercado	Mercado Local	Porcentaje total			
Frijol	58 (96,9)	1,7±0,7	16 (27,6)	1 (1,7)	9 (15,5)	2 (3,4)	22 (37,9)	7 (12,1)	1 (1,7)	100	0,9±0,7		
Maíz	48 (81,3)	3±2,1	14 (29,2)	1 (2,1)	6 (12,5)	3 (6,2)	19 (39,6)	5 (10,4)	Sd	100	1,6±0,9		
Yuca	53 (89,1)	3,7±2,2	33 (62,3)	11 (20,7)	6 (11,3)	sd	3 (5,7)	sd	Sd	100	1,1±0,8		
Batata	6 (9,4)	2,5±1,7	5 (83,3)	1 (16,7)	7	8	35	sd	Sd	100	0,8±0,5		
Arroz	60 (100)	6±1,1	sd*	sd	(11,7)	(13,3)	(58,3)	9 (15)	1 (1,6)	100	4,7±1,9		

* número (porcentaje) de personas. † promedio ± desviación estándar. * sd, sin dato.

Tabla 2. Formas de consumo habitual del frijol, maíz, yuca, batata y arroz

Cultivo (n encuestado)	Formas de consumo n* (%)							Porcentaje total
	Sopa	Seco	Guiso	Sopa, seco y guiso	Mazamorra	Arepas	Otras	
Frijol (58)	3 (5)	25 (41,6)	4 (6,6)	26 (43,3)	sd*	sd	sd	100
Maíz (48)	10 (16,6)	sd	sd	sd	13 (21,6)	15 (25)	10 (16,6)	100
Yuca (53)	28 (46,6)	5 (8,3)	2 (3,3)	18 (30)	Sd	sd	sd	100
Batata (6)	sd	Sd	1 (1,6)	sd	Sd	sd	5 (8,3)	100
Arroz (60)	sd	60 (100)	sd	sd	Sd	sd	sd	100

* n, número de sujetos; sd, sin dato.

Entre las variedades más cultivadas de frijol en esta zona se encontraron el frijol calima (61,5%), otras variedades (19,2%) y el frijol de año (11,5%). El maíz amarillo (75,0%), la yuca valluna (38,2%) y otras (35,3%) eran las más cultivadas. En cuanto a la batata las variedades que se encontraban en la zona eran de pulpa blanca (40,0%), morada (40,0%), amarilla (10,0%) y otras (10,0%).

Del total producido de estos cultivos en el último semestre, la cantidad destinada para el autoabastecimiento fue de 14,7±10,4 kg para el frijol, 26,1±31,1 kg para el maíz, 23,2±27,0 kg para la yuca y 9,4±4,3 kg para la batata; el resto de la producción se destinó para la venta o intercambio (Tabla 3).

Contribución potencial nutricional de los alimentos biofortificados: se estimó que si la misma producción actual destinada a consumo familiar se sustituyera con variedades biofortificadas, éstas podrían contribuir 2.838,7, 1.049,1 y 129,3 µg por persona por día más hierro, zinc y vitamina A, respectivamente, de lo que contribuyen variedades no-biofortificadas (Tabla 4). Esto representaría un aporte del 15,8%, 9,5% y 14,4% de la ingesta recomendada de hierro, zinc y vitamina A, respectivamente.

DISCUSIÓN

Características sociodemográficas: la población estudiada estaba compuesta por grupos afrodescendientes e indígenas, lo que demuestra la riqueza de culturas de esta región donde cada etnia representa el 22% de la población caucana (7). La mujer tiene un rol muy importante en la parte de producción y preparación de los alimentos ya que el 55% de ellas se encarga de ambas actividades. Como un indicador indirecto de la jefatura del hogar, es mayor al 28% obtenido a nivel departamental para el Cauca en el último censo nacional (8). Con respecto al número de personas que integran el

núcleo familiar, el promedio de 5,1 personas es aproximadamente 1 persona más que el promedio departamental (8) y municipal (9) de 4 personas por hogar.

Consumo de alimentos: el alimento más consumido por las familias y con la mayor frecuencia semanal fue el arroz, seguido por la yuca y el maíz. Expresado en g/p/d, la cantidad que se compra de estos cultivos supera la cantidad que se autoproduce. Según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) (1), el arroz, yuca, frijol y maíz se encontraban entre los 50 alimentos de mayor consumo entre la población el día anterior a la encuesta; la batata no apareció en esta lista. El patrón de consumo de estos cinco alimentos es similar entre nuestra encuesta y la ENSIN, sin embargo, la frecuencia de consumo del frijol es menor a la reportada en la zona rural del municipio de Medellín (10) donde más del 90% de las familias consumían leguminosas (principalmente el frijol) una o más veces por semana. En Santander, el 20,3% de madres rurales reportaron haber consumido frijol verde el día anterior (11), una proporción inferior al 96,9% en nuestro estudio reportaron haberlo consumido en la última semana.

Producción de alimentos: la costumbre de cultivar el maíz, el frijol y la yuca se asemeja entre los grandes, medianos y pequeños productores caucanos encuestados por el gobierno entre 2000 y 2005 (12) y los pequeños agricultores encuestados. En comparación con los otros cultivos se reportó baja producción de la batata, tanto en porcentaje de personas sembrándolo como en la producción semestral. Sin embargo es el cultivo que ocupó una mayor extensión. No existen datos oficiales de la producción de la batata a nivel departamental o nacional (13). Las bajas extensiones territoriales destinadas a la siembra de estos cultivos (<4,0 plazas/cultivo) apuntan a que los encuestados representaban pequeños agricultores de la zona.

Tabla 3. Áreas destinadas a la producción, producción en el último semestre y de ésta, los kilogramos destinados al consumo de los cultivos de frijol, maíz, yuca y batata según los encuestados acerca de la producción (n = 60)

Cultivo	Lo cultivado n* (%)	Área cultivada en plazas†		Producción (kg/semestre/plaza) Promedio±DE	Producción para el consumo (kg) Promedio±DE
		Promedio±DE*	na		
Frijol	26 (43,3)	1,9 ± 1,2	na	44 ± 43	14,7 ± 10,4
Maíz	28 (46,6)	1,7 ± 1,4	na	62,3 ± 85,4	26,1 ± 31,1
Yuca	34 (56,6)	2 ± 0,8	na	36,2 ± 36,6	23,2 ± 27
Batata	10 (16,6)	3,6 ± 1,5	na	13,3 ± 8,2	9,4 ± 4,3
Arroz	0 (0)	na*	na	na	Na

* n, número de sujetos; DE, desviación estándar; na, no aplica.

† 1 plaza = 6,4 m² = <1% de 1 hectárea.

Tabla 4. La contribución potencial de la biofortificación a la dieta de las familias encuestadas de los nutrientes adicionados a la producción de cultivos destilados para consumo familiar hierro (Fe), zinc (Zn) y vitamina A (VA)

Cultivo	Producción para consumo (g/p/d)*	Nutrientes adicionados a los cultivos por el proceso de la biofortificación		Aporte de nutrientes adicionados por el proceso de la biofortificación			
		Fe (µg/g)	Zn (µg/g)	Fe (µg/p/d)	Zn (µg/p/d)	VA (µg/p/d)	RDA Fe (%)† RDA Zn (%)† RDA VA (%)†
Frijol	15,8	50	15	789,7	236,9	na	4,4 2,2 na
Maíz	28,0	35	9	981,5	252,4	35,1	5,5 2,3 3,9
Yuca	24,9	25	18	623,2	448,7	31,2	3,5 4,1 3,5
Batata	10,1	44	11	444,4	111,1	63,1	2,5 1,0 7,0
Total				2838,7	1049,1	129,3	15,8 9,5 14,4

* La producción destinada al consumo familiar (kg/semestre) multiplicado por el número de semestres en el año (2) y dividido por el número promedio de personas por familia (5,1), el número de días en el año (365) y el número de gramos en un kilogramo (1000).

† Se utilizó la cifra más conservadora del Recommended Dietary Allowance (RDA) de los EEUU y Canadá (6) para adultos (excluyendo las embarazadas y lactantes): 18.000 µg/d hierro, 11.000 µg/d zinc y 900 µg/d vitamina A.

‡ na, no aplica.

Impacto potencial de los alimentos biofortificados: el hierro, el zinc y los precursores de la vitamina A que se adicionan a los cultivos biofortificados podrían aportar entre 10 y 16% del RDA de estos nutrientes en la comunidad de estudio asumiendo a) una sustitución con las biofortificadas de las variedades de frijol, maíz, yuca y batata actualmente sembradas y destinadas para el consumo humano y b) que la misma cantidad de la producción anual de estos cultivos que se destina al consumo familiar no cambie. Los mayores aportes lo harían el hierro adicional en el maíz biofortificado, el zinc adicional en la yuca biofortificada y el β -caroteno adicional en la batata biofortificada. En esta zona del país donde la ingesta de estos nutrientes es deficitaria (1), estos aportes podrían mejorar el estado nutricional de personas que consumen los cultivos biofortificados como se encontró en las Filipinas con hermanas religiosas que consumieron arroz biofortificado con más hierro, y que a lo largo de 9 meses de consumo diario aportó un 10% al RDA de las mujeres y logró aumentar en 20% los niveles de ferritina sérica y hierro corporal en mujeres no-anémicas, mas no afectó la prevalencia de anemia por ésta tener múltiples causas, no solamente la deficiencia de hierro (14).

Además habría sinergias nutricionales a aprovechar entre los diferentes nutrientes que proveen los cultivos biofortificados. Por ejemplo, se encontró que fuentes comerciales de vitamina A y β -caroteno promueven la absorción del hierro no heme en arroz, trigo y maíz (15); esto también se observó cuando la fuente de β -caroteno fue un alimento, específicamente la batata (16). En otro ejemplo, se encuentra que una dieta adecuada en zinc permite que aminoácidos mejoren el crecimiento longitudinal de niños y viceversa (Kenneth Brown, University of California Davis, comunicación personal). Además, como la ENSIN indica (1) y se ha encontrado en otros países en vía de desarrollo (17), es probable que confluyan múltiples deficiencias nutricionales

en los miembros de familias de bajos recursos y una estrategia que pueda proporcionar varios nutrientes simultáneamente es preferible a una que sólo provee uno.

Limitaciones y fortalezas del estudio: una limitación del estudio es que no se midieron las áreas de producción, kg de producción ni consumo en gramos de los cultivos. Por tal motivo, se dependía de los datos que reportaron las familias y que podrían ser sesgados porque al momento de la encuesta la organización Vallenpaz implementaba el proyecto Centros de Coexistencia y Paz. Sin embargo, como el enfoque principal de ese proyecto era la reactivación económica y social de las familias mediante el establecimiento de proyectos productivos, de los cuales el 90% de los mismos tiene énfasis pecuario y únicamente el 10% énfasis agrícola enfocado principalmente al mejoramiento de café en zonas altas y establecimiento de tomate, habichuela y plátano en zonas planas, es poco probable que sus respuestas a las preguntas sobre cultivos básicos fueran sistemáticamente sesgadas. El estudio también se hubiera fortalecido con datos cuantitativos de la dieta para evaluar la contribución independiente y en combinación de los cultivos básicos a la ingesta de diferentes nutrientes. Una fortaleza del estudio fue que consideró tanto aspectos agronómicos como nutricionales para evaluar la posibilidad de que una intervención agronómica mejorara el estado nutricional de una población. Además proporcionó un modelo básico del tipo de información que se podría y debería recolectar para evaluar la factibilidad de implementar una estrategia de cultivos biofortificados en una población.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta comunidad rural en el norte del departamento del Cauca conformada por afrodescendientes e indígenas, se reporta una alta prevalencia de consumo de arroz, frijol, yuca y maíz, con

una frecuencia semanal de tres o más veces con el arroz, la yuca y el maíz. Los cultivos que más pequeños agricultores reportan producir son la yuca, el maíz y el frijol. La mayor producción por semestre corresponde al maíz, seguido por el frijol, la yuca y la batata; el arroz no se produce. Hay mayor disponibilidad de los cultivos para el consumo familiar a través de la compra que de la autoproducción. Si la producción se sustituyera con cultivos biofortificados, éstos podrían aportar 10-16% más hierro, zinc y vitamina A a los requerimientos diarios de las personas. Los siguientes pasos son evaluar la adaptabilidad de los cultivos biofortificados en los suelos de la comunidad, probar su aceptación agronómica por los productores y sensoriales por los consumidores, y cuantificar el consumo de estos cultivos, su variabilidad según época del año, y la energía y nutrientes consumidos por éstos y el resto de la dieta. Si estos resultados apuntan a una buena posibilidad de que algunos

de los cultivos biofortificados puedan mejorar la ingesta nutricional de las personas, el impacto en la seguridad alimentaria y nutricional de esta intervención se pondría a prueba.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen de manera especial a las 60 familias que participaron en el presente estudio, a la Universidad del Cauca, Facultades de Ciencias de la Salud y Ciencias Agropecuarias, Diplomado en Seguridad Alimentaria y Nutrición por sus valiosos aportes al protocolo, a los Ingenieros Álvaro Albán y Fredy Salázar del CIAT por su ayuda con la interpretación de los datos agronómicos, y a la Comunicadora Social Marlene Rosero del CIAT por la edición del manuscrito. Este proyecto fue financiado por el Proyecto AgroSalud (CIDA 7034161) como Premio al Espíritu de Investigación en Biofortificación para la Nutrición Humana y por Vallenpaz.

Referencias

1. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia, 2005. Bogotá: ICBF; 2006.
2. Nestel P, Bouis HE, Meenakshi JV, Pfeiffer W. Biofortification of staple food crops. *J Nutr.* 2006;136:1064-7.
3. White PJ, Broadley MR. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends Plant Sci.* 2005;10:586-93.
4. Central de Cooperativas Agropecuarias. Plan de ordenamiento territorial para el año 2002. Santander de Quilichao: Central de Cooperativas Agropecuarias; 2002.
5. International Vitamin A Consultative Group (IVACG). Conversion factors for vitamin A and carotenoids. Washington DC: IVACG Secretariat; 2004.
6. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Washington DC: National Academy Press; 2001.
7. Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Colombia una nación multicultural: su diversidad étnica. Bogotá; 2007.
8. Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Censo general 2005: jefatura del hogar. Bogotá; 2005.
9. Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Resultados censo general 2005. Bogotá; 2005.

10. Álvarez Uribe MC, González Zapata L. Prácticas alimentarias en las familias del área rural de Medellín-Colombia. Arch Latinoamer Nutr. 2002;52:55-62.
11. Prada GE, Soto A, Herrán OF. Consumo de leguminosas en el departamento de Santander, Colombia, 2000-2003. Arch Latinoamer Nutr. 2005;55:64-70.
12. Cauca (Colombia). Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Fomento Económico. Evaluaciones agrícolas: 2000-2005. Popayán; 2005.13. Heredia P, Del Castillo S, Bejarano P, Gordillo M. Información nutricional para tres regiones de Colombia: Costa Atlántica, Nariño, Cauca y Valle. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 2007.
14. Haas JD, Beard JL, Murray-Kolb LE, Del Mundo AM, Felix A, Gregorio GB. Iron-biofortified rice improves the iron stores of nonanemic Filipino women. J Nutr. 2005;135:2823-30.
15. García-Casal MN, Layrisee M, Solano L, Barón MA, Arguello F, Llovera D, et al. Vitamin A and β -carotene can improve nonheme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. J Nutr. 1998;128:646-50.
16. Ariza-Nieto M, Hu Y, Burgos G, Bonierbale M, Kapinga R, Welch RM, et al. Fe bioavailability and sweet potato (*Ipomoea batatas*). FASEB J. 2005; resumen 846.3.
17. Albalak R, Ramakrishnan U, Stein AD, van der Haar F, Haber MJ, Schroeder D, et al. Co-occurrence of nutrition problems in Honduran children. J Nutr. 2000;130:2271-3.