



Investigando para
transferir
conocimientos a la
agroindustria



PROYECTO CENTA-AGROSALUD

EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ELABORADOS CON CULTIVOS BIOFORTIFICADOS

Vilma Ruth Calderón de Zacatares

**LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL
"ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA"**

RESUMEN

La **Biofortificación** es el resultado de la selección y combinación de técnicas de mejoramiento convencional, para mejorar las características de un determinado cultivo como la productividad y el valor nutritivo. Es una estrategia sustentable para hacer los alimentos más nutritivos y para las personas que no tienen acceso a otro tipo de alimentos. La Biofortificación en América Latina y el Caribe se ha realizado con enfoque en los cultivos de mayor importancia y consumo: frijol (*Phaseolus vulgaris*), yuca (*Manihot esculentum*), maíz (*Zea mays*), arroz (*Oriza sativa*) y camote (*Manihot esculentum*), entre otros, los cuales han sido enriquecidos en cuanto a su calidad de proteína, contenido de mine-

rales como el hierro y el zinc y pigmentos como el beta-caroteno o provitamina A. CENTA ha evaluado agrónomicamente variedades de camote, frijol, y maíz biofortificado, algunas de estas variedades ya fueron liberadas y están disponibles para siembra: frijol Ferromás, maíz QPM, Oro blanco, Platino. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad nutricional de alimentos elaborados con cultivos biofortificados, sometiéndolos a diferentes procesos térmicos y recomendar nuevas formas de procesamiento que propicien la retención de nutrientes en estos alimentos. Los resultados muestran que todos los micronutrientes analizados se pierden a medida son sometidos a procesos que involucran ma-

yor temperatura. Las pérdidas durante los procesos de frituras son mayores en todos los cultivos analizados. La retención de alimentos molidos en crudo (procesamiento mínimo) es mayor y menor en productos que han sido tostados antes de la molienda. Las pérdidas en minerales durante la cocción de cereales maíz y frijol puede deberse además de la temperatura a las pérdidas en sólidos solubles, las cuales son grandes a medida aumenta el tiempo de cocción en los alimentos. La retención de hierro es mayor que la de zinc en frijol. Se recomienda consumir estos cultivos procesados mínimamente y/o disminuir los tiempos de cocción en cuanto sea posible para aumentar la retención e ingesta de nutrientes.



INTRODUCCION

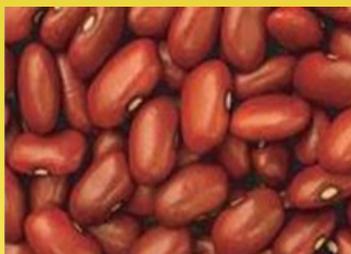
La biofortificación de cultivos es una estrategia para disminuir la deficiencia por micronutrientes a través de los alimentos, de forma sostenible. Consiste en aplicar técnicas de fitomejoramiento que aprovechan la variabilidad nutricional existente entre las diferentes variedades de especies cultivadas para incrementar su contenido y biodisponibilidad (Nestel et al., 2006.) La biofortificación mejora el estado nutricional de las personas que los consumen y es una estrategia sostenible que contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional. Esta técnica se ha realizado con enfoque en los cultivos de mayor importancia en Latinoamérica y el Caribe: frijol, yuca, maíz, arroz y camote. Los Nutrientes y cultivos prioritarios son:

Hierro (arroz, camote, frijol),

Zinc (arroz, camote, frijol),

Beta-caroteno (camote, maíz, yuca) y

Triptófano, Lisina (maíz) según CIAT, (2009).



La Tecnología de cultivos biofortificados se implementó en CENTA en el año 2008 con la introducción de los cultivos de maíz con alta calidad proteica, líneas de frijol para validación y 86 líneas de camote pulpa anaranjada provenientes de CIAT, en la búsqueda de resolver los problemas de Inseguridad Alimentaria y Nutricional (INSAN) que existen en diversas áreas del país. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad nutricional de alimentos elaborados a partir de materias primas biofortificadas, en relación a la retención de nutrientes después del procesamiento de alimentos.

ANTECEDENTES

El Salvador es uno de los países con prevalencias de desnutrición altas en la región de América Latina y el Caribe, cuyo déficit de ponderación alcanza a 1 de cada 10 niños y niñas menores de cinco años y donde el retardo en talla que llega a casi un quinto de dicha población. Esto se da en un país que presenta una de las más bajas tasas de subnutrición de Centroamérica y donde aún cuando se ha tenido avances hacia el logro de la meta establecida en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, estos sólo han logrado

una velocidad equivalente a un tercio del necesario, con una indigencia que afecta a uno de cada cinco personas (CEPAL, 2005). De acuerdo con la última estimación disponible 83.000 de los niños y niñas de 1 a 59 meses de vida presenta desnutrición en las categorías “moderado” y “severo” de bajo peso para la edad. La biofortificación de cultivos representa una alternativa a los problemas de desnutrición que enfrentan los países en desarrollo. El CENTA se encuentra evaluando agrónomicamente variedades de maíz, camote, yuca y frijol biofortificado con el objetivo de desarrollar productos a partir de estos cultivos y proporcionarles valor agregado. El Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENTA ha desarrollado recientemente varios productos alimenticios con cultivos biofortificados entre ellos papilla para infantes hecha de camote, snacks de yuca y camote, harinas para diversos usos y otros. La retención de nutrientes en alimentos elaborados con materias primas biofortificadas ha sido tema reciente de investigaciones, ya que se desconoce cuanto afectan los factores involucrados como la temperatura, la presión, la pérdida de sólidos solubles etc. el contenido nutricional de estos alimentos.



Estudios de composición nutricional han demostrado que al ser mínimamente procesados, estos no muestran cambios en su composición y aumenta la absorción o biodisponibilidad de nutrientes, tal es el caso de la elaboración de harinas o deshidratación de alimentos. Por el contrario, al ser sometidos a un aumento de temperatura y tiempo de preparación, la cantidad de nutrientes presentes en los alimentos disminuye significativamente (Nestel, 2006).

Otros estudios muestran que nutrientes como el zinc, hierro, y algunas vitaminas como la C y A, no sobreviven procesos como el de la extrusión, horneado y tostado, donde se ve involucrada alta presión y temperatura. Además freír los alimentos a temperaturas muy altas puede destruir algunas vitaminas, solubilizar las fibras, disminuir los contenidos de minerales y producir componentes indeseables como ciertos carcinógenos. (White et al, 2005).

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la calidad nutricional de alimentos elaborados con cultivos biofortificados.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar los contenidos de micronutrientes en diferentes alimentos provenientes de cultivos biofortificados.
- Comparar el contenido nutricional de productos elaborados bajo diferentes procesos térmicos.
- Recomendar formas de procesamiento que propicien la retención de nutrientes en estos alimentos.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrollo en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENTA, durante el periodo de marzo a noviembre del 2011. Se recolectaron muestras de los materiales biofortificados, provenientes de tres localidades diferentes a nivel nacional.

Las materias primas utilizadas para la elaboración de alimentos fueron: **Maíz**

variedad Platino, Frijol variedad Ferromas y camote anaranjado Centennial, las cuales fueron proporcionadas por los programas de Granos Basicos y Hortalizas del CENTA. Los diferentes procesos térmicos a los que fueron sometidos los alimentos se muestran en el cuadro 1.

Se determino con ayuda del Laboratorio de Química Agrícola, CENTA, el contenido de nutrientes en los alimentos sometidos a los diferentes tipos de procesamiento. Se evaluó específicamente la retención de triptófano en maíz, hierro y zinc en frijol, betacarotenos y fibra cruda en camote anaranjado. El contenido de betacarotenos en camote se evaluó según intensidad de color en pulpa, de acuerdo a escala colorimétrica elaborada por Harvest plus, Int. (2010). La calidad nutricional de cada alimento se evaluó en base al porcentaje de retención de nutrientes en relación al contenido del producto en fresco.

PROCESO TERMICO	PRODUCTO OBTENIDO	TEMPERATURA (°C- °F)
MOLIDO (todos los productos)	Harina cruda	18.3 °C (65 °F)
TOSTADO O ROSTIZADO (maíz y frijol)	Harina precocida	148.8 °C (300 °F)
COCIDO (todos los productos)	Granos y hortalizas cocidas	100.0 °C (212 °F)
FREIDO	Tortilla chips, chips	190.5 °C (375 °F)

Cuadro 1. Procesos térmicos a los que fueron sometidos los cultivos biofortificados y temperaturas involucradas en el proceso.



RESULTADOS Y DISCUSION

Retención de nutrientes en maíz

En el cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos en cuanto la retención de nutrientes en maíz biofortificado con triptófano. Se puede observar en la Gráfica 1, que a medida que el maíz es sometido a procesos que involucran mayor temperatura, el contenido de triptófano

va disminuyendo en relación al contenido en fresco.

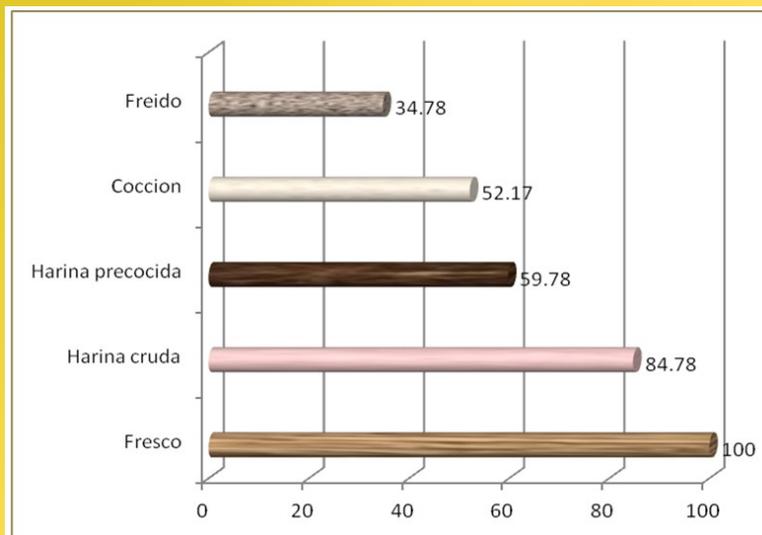
El triptófano es susceptible a las temperaturas altas, ya que es una proteína conjugada y sufre desnaturalización muy fácilmente. La mayor parte del contenido de triptófano es perdido durante el freído, ya que las temperaturas son muy altas y todo el contenido de agua

del producto, incluyendo los nutrientes hidrosolubles se pierde y son reemplazados por aceite. Varios estudios demuestran que la cocción de alimentos que contienen triptófano disminuye drásticamente sus contenidos. Ha sido demostrado que la solubilidad de la proteína aumenta cuando incrementa el tiempo de cocción (White et al, 2005).

Cuadro 2. Retención de Triptofano en maíz procesado.

TRIPTOFANO EN MAIZ (%)	PRODUCTO FRESCO	HARINA CRUDA	HARINA PRECOCIDA	COCCION CON CAL	SOLIDOS SOLUBLES CALDO	FREIDO
CONTENIDO	0.092%	0.078%	0.055%	0.048%	12%	0.032%
RETENCION	100 %	84.78%	59.78%	52.17%	—	34.78%

GRAFICA 1. Retención de triptófano en maíz, bajo diferentes procesos térmicos.





Retención de betacaroteno en camote anaranjado

Se analizó la retención de betacarotenos en camote anaranjado y los resultados se muestran en el cuadro 3.

Según resultados obtenidos, hubo menor retención de betacarotenos durante el freído por degradación del pigmento y por ende del color del producto freído. La mayor retención pudo observarse en el producto procesado mínimamente, tal

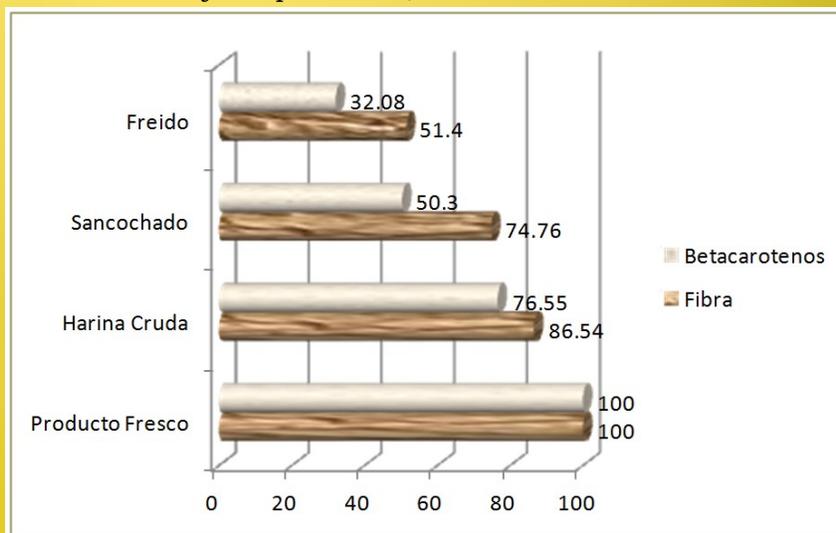
es el caso de la harina cruda y el producto cocido. Estos resultados concuerdan con los datos presentados por Delgado et al (2000), quien afirma que en ciertos casos la cocción ligera y rápida, puede mejorar la biodisponibilidad de betacarotenos, en cambio la cocción prolongada disminuye los contenidos, cambiando la forma estructural del carotenoide de su natural configuración

trans a una configuración tipo cis. Ejemplo: En zanahorias, cocidas y enlatadas, los betacarotenos representan un 73% del contenido original. Estructuralmente los betacarotenos se asocian a la fibra cruda del alimento, a medida que la fibra se solubiliza por la elevación de la temperatura, se pierde el betacaroteno, el cual solo queda retenido en la fibra insoluble (Grafico 2).

Cuadro 3. Retención de betacarotenos en camote anaranjado procesado.

BETACAROTENOS (%)	PRODUCTO FRESCO	HARINA CRUDA	HARINA PRECOCIDA	COCCION	SOLIDOS SOLUBLES CALDO	FREIDO
CONTENIDO	14.37	11.03	-	7.23	2.7	4.61
RETENCION	100	76.75	-	50.3	-	32.08

Grafica 2. Retención del contenido de Betacarotenos en camote anaranjado procesado, asociado al contenido de fibra.





Retención de hierro y zinc en frijol

Se analizó la retención de los minerales hierro y zinc en frijol y los resultados se muestran en el cuadro 4.

Según los resultados puede observarse que la mayor retención de minerales fue en el frijol mínimamente procesado, tal es el caso de la harina cruda, seguido de la harina precocida. La menor retención fue en el frijol frito y en el caldo

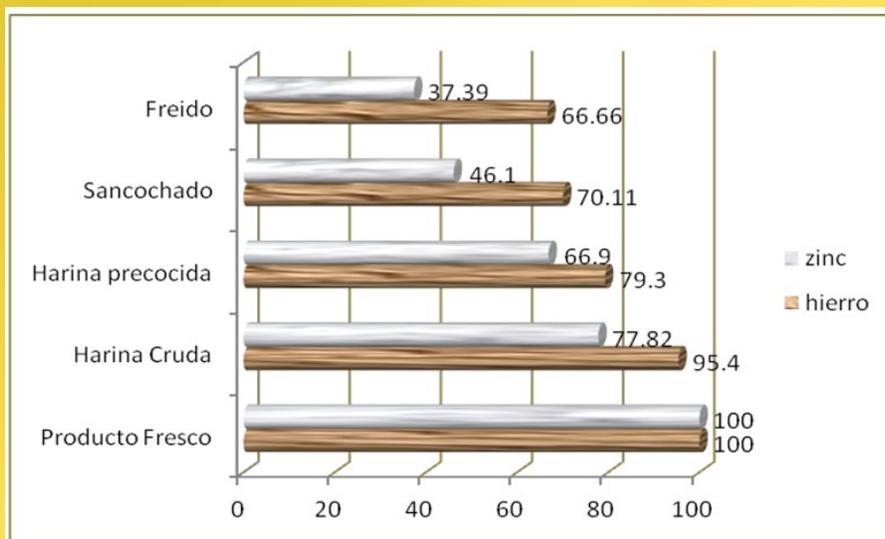
de frijol, donde únicamente se retiene un 9.19 % del contenido total. Según Nextel, et al (2005), los minerales son hidrosolubles, lo cual explica las pérdidas durante la cocción y la no presencia en caldo. Pudo observarse además que existe mayor retención de hierro que de zinc en los productos analizados. Esto puede deberse a la competencia interactiva de la

biodisponibilidad de iones de hierro y zinc en los alimentos. Previos estudios realizados por Delgado et al., (2000) demuestran pérdidas mínimas en la retención de hierro y zinc durante la cocción en hortalizas, pero pérdidas mayores en cereales debido a la presencia de ácido fítico, el cual es un inhibidor del hierro biodisponible en los alimentos. Grafico 3.

Cuadro 4. Retención de betacarotenos en camote anaranjado procesado.

CONTENIDOS DE HIERRO Y ZINC	PRODUCTO FRESCO		HARINA CRUDA		HARINA PRECOCIDA		COCCION		SOLIDOS SOLUBLES CALDO		FREIDO	
	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN
MINERALES	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN	FE	ZN
CONTENIDO	8.7	4.6	8.3	4.5	6.9	4.0	6.1	3.5	0.8	0.3	5.8	3.1
RETENCION	100	100	95.40	77.82	79.3	66.9	70.11	46.1	9.19	3.44	66.66	37.39

Grafica 3. Retención de hierro y zinc en alimentos elaborados con frijol biofortificado.



CONCLUSIONES

Todos los micronutrientes analizados se pierden a medida son sometidos a procesos que involucran mayor temperatura.

Las pérdidas durante los procesos de frituras son mayores en todos los cultivos analizados.

La retención de alimentos molidos en crudo (procesamiento mínimo) es mayor y menor en productos que han sido tostados antes de la molienda.

El betacaroteno se degrada a medida se solubiliza la fibra mas que todo durante la cocción.

Las pérdidas en minerales durante la cocción de cereales maíz y frijol puede deberse además de la temperatura a las pérdidas en sólidos solubles.

La retención de hierro es mayor que la de zinc en el cultivo de frijol.

RECOMENDACIONES

Para consumirse y su mejor aprovechamiento, los productos elaborados con biofortificados deben ser procesados mínimamente (harinas de productos crudos).

La cocción o sancochado de los productos elaborados con biofortificados, debe realizarse de forma rápida, para evitar las pérdidas de nutrientes debido al tiempo y las pérdidas en sólidos solubles por reblandecimiento de los tejidos.

Se recomienda la ingesta de bebidas instantáneas, atoles, refrescos, papillas o purees en el caso de maíz y camote ya que pueden elaborarse con harinas crudas.

No es recomendable consumir alimentos biofortificados en productos o snack fritos ya que pierden la mayor cantidad de nutrientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Comisión Económica para América Latina y El Caribe. CEPAL. Informe Anual Ejecutivo 2010, 58 p. www.cepal.org

Delgado-Vargas F, A.R. Jimenez, O. Paredes-Lopez. Natural pigments: carotenoids, Anthocyanins, and betalains- characteristics, biosynthesis, processing, and stability. Crit Rev Food Sci Nutr, 2000 May; 40(3):173-289. PMID: 15150.

Nestel P., H.E. Bouis, J.V. Meenakshi, W. Pfeiffer. Biofortification on of staple food crops. J Nutr. 2006; 136:1064-7.

White P.J., and M.R. Broadley. Biofortifying crops with essential mineral elements. Trends Plant Sci. 2005; 10:586-93.