



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y
Toxicología
Chile

Sinisterra R., Odalis; Fontes F., Flavia; Carrasco A., Yeny; Pons C., Emérita; Ulloa E., Dimas; Lay F.,
Lyda; Ramírez R., Max R.; Ríos C., Israel; Olivares G., Manuel

Efectividad de un cereal de maíz precocido fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina o
bisglicinato ferroso sobre el estatus de hierro de niños de 24 a 59 meses

Revista Chilena de Nutrición, vol. 40, núm. 4, diciembre-, 2013, pp. 369-375

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46929416007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Efectividad de un cereal de maíz precocido fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina o bisglicinato ferroso sobre el estatus de hierro de niños de 24 a 59 meses

Effectiveness of a precooked maize-based cereal fortified with ferrous gluconate stabilized with glycine or ferrous bisglycinate on iron status of children 24-59 months of age

ABSTRACT

Food fortification is the most effective and sustainable strategy to combat iron deficiency anemia (IDA). The objective of this was to evaluate the effectiveness of a precooked corn-based cereal (Nutricrema®) fortified with ferrous gluconate stabilized with glycine or ferrous bisglycinate chelate on iron status in of preschool children. A prospective, double-blind, cluster-randomized trial was conducted in a rural and indigenous area of Panama. During a six month period, 36 rural community soup-kitchens were divided into two groups randomly assigned to receive either: Group-A: 90 g of cereal with 10 mg of iron as ferrous gluconate stabilized with glycine; or Group-B (n=129): 90 g of cereal with 10 mg of iron as ferrous bisglycinate chelate. A total of 393 children aged 24 to 59 months of both sexes were recruited. Before and after the fortification trial iron status was evaluated. Two hundred and fifty-four children ended the follow-up (125 and 129 in groups A and B, respectively). Prevalence of IDA in group A was 29.6% and 26.4% (NS) before and after the trial, respectively; the corresponding figure for group B was 32.6% and 10.9% ($p < 0.05$), respectively. In conclusion, the precooked corn-based cereal fortified with ferrous bisglycinate is effective in reducing the prevalence of IDA, while the cereal fortified with ferrous gluconate stabilized with glycine did not have a significant effect on the prevalence of IDA.

Key words: preschool children; iron deficiency anemia; fortification; ferrous bisglycinate; ferrous gluconate.

Odalis Sinisterra R. (1)
Flavia Fontes F. (1)
Yeny Carrasco A (1)
Emérita Pons C. (1)
Dimas Ulloa E. (1)
Lyda Lay F. (2)
Max R. Ramírez R. (3)
Israel Ríos C. (4)
Manuel Olivares G. (5)

(1) Departamento de Salud Nutricional del Ministerio de Salud, Ciudad de Panamá, Panamá.

(2) Laboratorio Central de Referencia de Salud Pública del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios en Salud, Ciudad de Panamá, Panamá.

(3) Fundación Pro Niños del Darién, Ciudad de Panamá, Panamá.

(4) Unidad de Planificación, Políticas y Relaciones Externas, Programa Mundial de Alimentos, Naciones Unidas, Ciudad de Panamá, Panamá.

(5) Laboratorio de Micronutrientes del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, de la Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Dirigir la correspondencia a:

Nutr. Odalis Sinisterra
Departamento de Salud Nutricional
Ministerio de Salud de Panamá

Calle Gorgas, Edificio 238

Corregimiento de Ancón

Apartado Postal: 0816, Zona Postal: 0681

Ciudad de Panamá, República de Panamá

Email: odalisin@gmail.com

Este trabajo fue recibido el 2 de Julio de 2013
y aceptado para ser publicado el 28 de Agosto de 2013.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro es la carencia nutricional más prevalente en el mundo, siendo un problema relevante de salud pública en los países en vías de desarrollo y en algunos grupos poblacionales de los países industrializados. Aproximadamente 1,62 mil millones de personas en el mundo presentan anemia, de las cuales un 50% son atribuibles a la deficiencia de hierro (1,2). Los grupos más vulnerables a desarrollar una deficiencia de hierro son los niños, las mujeres en edad fértil y las embarazadas, debido al incremento de las demandas de hierro impuestas por el crecimiento, las pérdidas mens

truales y el embarazo (2). En los países en vías de desarrollo la deficiencia de hierro habitualmente coexiste con otras condiciones que también pueden generar anemia, entre ellas algunas deficiencias vitamínicas tales como de vitamina A, ácido fólico, vitamina B12, la desnutrición calórico proteica, así como con procesos infecciosos y en las áreas tropicales con las infestaciones parasitarias y hemoglobinopatías (1,3).

La más alta prevalencia de anemia se observa en los niños menores de 5 años, estimándose a nivel mundial que 47 % de ellos presenta anemia (1). En Panamá la anemia constituye un problema relevante de salud pública. Una encuesta nacional

realizada el año 2005, mostró una prevalencia de anemia de 41,8% en niños de 16 a 59 meses (4). Las estrategias utilizadas para combatir este problema severo de salud pública, han consistido en educación alimentaria, entrega de alimentos fortificados con hierro a las poblaciones en riesgo y suplementación con hierro medicamentoso a los grupos más vulnerables (1).

Existe consenso que la fortificación de los alimentos con hierro constituye una estrategia costo efectiva y sustentable para combatir la deficiencia de hierro (1). En Darién, una provincia rural de Panamá, con una alta prevalencia de desnutrición crónica y anemia (5,6), la organización no gubernamental sin fines de lucro, "Fundación Pro Niños del Darién", financia la compra de un alimento basado en maíz extruido y fortificado con micronutrientes, que los niños reciben durante todo el año, en comedores infantiles administrados voluntariamente por miembros de la comunidad.

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de este alimento a base de maíz precocido, fortificado con gluconato ferroso, estabilizado con glicina o bisglicinato ferroso, sobre el estado de nutrición de hierro, en niños panameños de 24 a 59 meses de edad, de comunidades indígenas de la provincia de Darién.

SUJETOS Y MÉTODOS

Se trata de un estudio experimental, prospectivo, aleatorizado por conglomerado, doble ciego, realizado entre Junio - Julio de 2006 y Diciembre - Enero de 2007 en comunidades indígenas de la provincia de Darién, provincia rural

de Panamá, ubicada en un área de difícil acceso, con altos niveles de pobreza.

Sujetos

En estas comunidades, la Fundación Pro Niños del Darién atiende a 1200 niños quienes asisten diariamente y durante todo el año a los 36 comedores infantiles que dispone la fundación. De los asistentes, 393 cumplían el requisito de tener una edad de entre 24 a 59 meses, no estar cursando ningún proceso agudo o crónico (excepto desnutrición crónica), no tener anemia severa ($Hb < 70 \text{ g/L}$), estar asistiendo regularmente al comedor y contar con el consentimiento informado de sus padres (figura 1). De los ingresados al estudio se perdieron del seguimiento 139 niños principalmente por trashumancia del grupo familiar y 2 niños fallecieron; por lo que solamente 254 niños finalizaron el estudio. Previamente se había calculado un tamaño muestral de 125 niños por grupo, para encontrar una diferencia de 10% en la prevalencia de anemia, con un α de 0,05 y un poder de 80%.

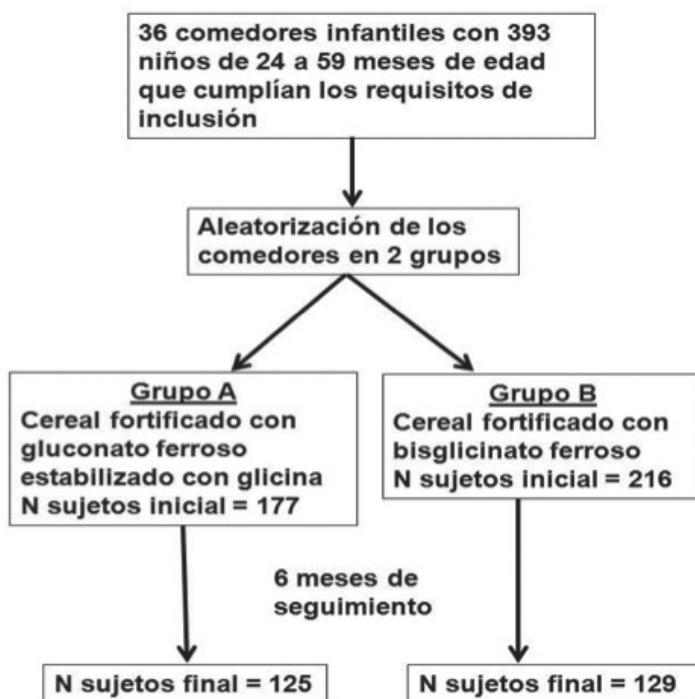
Previo al estudio se obtuvo consentimiento informado firmado por el apoderado legal de los niños, así como también la aprobación por el Comité Nacional de Bioética de la Investigación del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud de Panamá.

Cereal fortificado

El cereal instantáneo de maíz precocido Nutricrema® (Demasa SA, Atalaya, Veraguas, Panamá) se fortificó con 5

FIGURA 1

Diseño experimental



mg de hierro por porción de 45 g, como gluconato ferroso estabilizado con glicina (Lipotech SA, Buenos Aires, Argentina) o como bisglicinato ferroso (DSM Nutritional Products Inc, Kaiseraugst, Switzerland.). La composición del cereal y cobertura de las ingestas nutricionales recomendadas de micronutrientes y algunos macrominerales con el consumo de una porción de 45 g se muestra en la tabla 1. Una porción de este alimento proporciona 157,5 kcal.

Diseño experimental

Los 36 comedores fueron aleatorizados mediante un sorteo en 2 grupos (Figura 1), para que le distribuyeran a los niños asistentes al comedor un cereal fortificado con hierro como gluconato ferroso estabilizado con glicina (comedores A) o bisglicinato ferroso (comedores B). Los empaques de los alimentos se codificaron de acuerdo a los grupos de intervención. Tanto los administradores de los comedores, los supervisores de terreno y el equipo de investigadores desconocían el tipo fortificante de hierro que contenía el cereal. Los niños recibieron dos porciones diarias de 45 g cada una (total 90 g) durante un período de seis meses, consumido como una crema, siendo supervisada la ingesta y anotada diariamente en un formulario de registro.

Antropometría

La antropometría se evaluó al inicio y final del seguimiento. El peso se midió con una balanza pediátrica (Model 727, Seca Electronic Baby Scale, Seca Corporation, Columbia. MD) con una precisión de 0,1 kg. La talla se determinó en posición vertical, utilizando un infantómetro portátil (Model 417, Seca

Mobile Measuring Board, Seca Corporation, Columbia. MD) con una precisión de 0,1 cm. Los niños fueron pesados y tallados con el mínimo de vestuario posible y sin calzado, y manteniendo la posición de Frankfurt. Para la obtención del peso y la talla se tomaron tres medidas y se promediaron los valores. Los puntajes Z para peso-edad, talla-edad y peso-talla se obtuvieron utilizando el programa OMS ANTHRO versión 3.2.2.

Determinaciones hematológicas y bioquímicas

Con 5 ml de sangre en el período basal y al final de la intervención se determinaron los marcadores del estado de la nutrición de hierro de los participantes y un marcador de infección/inflamación. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio Central de Referencia de Salud Pública del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios en Salud. La hemoglobina (Hb) y volumen corpuscular (VCM) se midieron con un analizador hemático MAXM (Beckman Coulter, Inc. Brea, CA, USA); la zinc-protoporfirina eritrocitaria (Zpp) utilizando un hematofluorímetro (Protofluor-Z, Helena Laboratories, Beaumont, Texas, USA); la ferritina sérica (FS) por ELISA utilizando un Immunoanalizador Access (Beckman Coulter, Inc. Brea, CA, USA) y el receptor de transferrina sérica (RTf) se cuantificó utilizando el kit Ramco (enzyme-linked immunosorbent assay, Ramco Laboratories Inc., Houston, TX, USA); y las concentraciones de proteína C reactiva (PCR) por turbidimetría. Se definió anemia como Hb <110 g/L (1); anemia por deficiencia de hierro como anemia más dos o más marcadores alterados (FS <30 µg/L (1); Zpp >80 µg/dL de RBC (7); VCM <79 fL (7); RTf >8.5 mg/L (8); deficiencia de

TABLA 1

Análisis del aporte de micronutrientes y algunos macrominerales del cereal instantáneo precocido basado en maíz, en una ración de 45 g, comparado con la Ingesta Recomendada de Nutrientes (RNI) para niños pequeños (1 a 3 años de edad).

Nutrientes	Aporte en 45 g	RNI*	%RNI en 45 g
Vitamina A (µg)	99,90	400,0	25,0%
Vitamina D (µg)	0,00	5,0	0,0%
Vitamina E (mg)	0,95	15,0	18,9%
Vitamina C (mg)	0,00	30,0	0,0%
Tiamina (mg)	0,18	0,5	36,0%
Riboflavina (mg)	0,20	0,5	40,5%
Niacina (mg)	2,70	6,0	45,0%
Vitamina B6 (mg)	0,23	0,5	45,0%
Vitamina B12 (µg)	0,23	0,9	25,0%
Ácido fólico (µg)	16,20	150,0	10,8%
Biotina (µg)	0,00	8,0	0,0%
Ácido pantoténico (mg)	0,00	2,0	0,0%
Hierro (mg)	5,00	11,6	43,1%
Zinc (mg)	5,00	8,3	60,2%
Cobre (mg)	0,00	0,6	0,0%
Selenio (µg)	0,00	17,0	0,0%
Calcio mg	112,50	500,0	22,5%
Yodo µg	23,40	90,0	26,0%
Fósforo (mg)	28,80	460,0**	6,3%
Magnesio (mg)	0,00	60,0	0,0%

*WHO/FAO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed. Geneva, World Health Organization, 2004. ** RDA, IOM 2001.

hierro sin anemia: $Hb \geq 110 \text{ g/L}$ más dos o más marcadores alterados (FS, Zpp, VCM o RTf); depleción de depósitos de hierro como únicamente ferritina sérica $<30 \mu\text{g/L}$; y estatus normal de hierro: $Hb \geq 110 \text{ g/L}$; $FS \geq 30 \mu\text{g/L}$, y no más de un marcador alterado (Zpp, VCM o RTf). Además se determinó el hierro corporal (HCT) total utilizando el método de Cook y cols. 2003 (9), con la siguiente ecuación: $HCT (\text{mg/kg}) = -[\log (\text{TfR:ferritin ratio}) - 2.8229]/0.1207$.

El punto de corte utilizado de ferritina es el recomendado por la OMS para grupos con una alta prevalencia de procesos infecciosos/inflamatorios (1).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizaron la prueba t de Student, Chi cuadrado, ANOVA de 2 vías para medidas repetidas, ANCOVA, prueba de McNemar y regresión múltiple. Debido a que la Zpp, FS y PCR tienen una distribución asimétrica, sus valores se convirtieron a sus logaritmos naturales para realizar en ellos los análisis estadísticos y para los resultados se retransformaron a sus antilogaritmos para recuperar sus unidades originales y se expresaron como promedio geométrico y rango de ± 1 desviación estándar (DE). Los datos se presentan como media \pm DE, excepto para las variables transformadas. Se con-

sideró significancia estadística cuando el valor p fue < 0.05 . Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Stata 11.0 (StataCorp, College Station, TX).

RESULTADOS

Ya que la pérdida de niños en la intervención fue elevada (35,4%), se realizó un análisis bivariado, para determinar si los sujetos que no finalizaron la intervención eran inicialmente comparables con aquellos que sí la finalizaron, en variables sociodemográficas, antropométricas y bioquímicas. Solamente existió una diferencia significativa en la PCR, la que fue más elevada en los niños que finalizaron el estudio (tabla 2).

No se encontraron diferencias significativas en las características iniciales de los 254 sujetos que finalizaron el estudio, 125 niños que recibieron el cereal fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina y 129 que recibieron el cereal fortificado con bisglicinato ferroso (tabla 3).

Los efectos de la intervención sobre los marcadores de estado de nutrición de hierro se muestran en la tabla 4. El consumo de cereal fortificado con bisglicinato ferroso aumentó significativamente la concentración de hemoglobina, lo que no ocurrió en el grupo que recibió el cereal fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina. Como exis-

TABLA 2

Características de los preescolares que finalizaron el estudio y los perdidos en el seguimiento.

Variable	Finalizados (n=254)	Perdidos (n=139)	p ^a
Edad (meses)	43,7 \pm 10,3	41,8 \pm 10,1	0,082
Sexo masculino	50,4 %	48,2%	0,678 ^b
Peso para edad (puntaje z)	-1,18 \pm 0,89	-1,21 \pm 0,81	0,767
Talla para edad (puntaje z)	-2,34 \pm 0,99	-2,41 \pm 1,05	0,474
Peso para talla (puntaje z)	0,30 \pm 1,00	0,31 \pm 0,83	0,921
Hb (g/L)	112 \pm 10	112 \pm 10	0,740
VCM (fL)	77 \pm 5	77 \pm 5	0,906
Zpp ($\mu\text{g/dL}$ GR) ^c	80,5 (60,0-107,9)	80,5 (60,7-106,7)	0,994
RTf (mg/L) ^c	5,2 (3,0-8,9)	5,4 (3,0-9,5)	0,591
FS ($\mu\text{g/L}$) ^c	16,3 (6,3-41,8)	14,3 (6,1-33,6)	0,182
PCR (mg/L) ^b	0,45 (0,07-2,87)	0,26 (0,05-1,49)	0,006

Abreviaciones: Abreviaturas: Hb, hemoglobina; VCM, volumen corporcular medio; Zpp, zinc-protoporfirina; RTf, receptor de transferrina; FS, ferritina sérica, PCR, proteína C reactiva.

^aPrueba de t de Student. ^bChi cuadrado. ^cPromedio geométrico y rango de ± 1 DE.

TABLA 3

Característica generales al ingreso de los participantes que finalizaron el estudio de fortificación con un cereal en base a maíz enriquecido con gluconato ferroso estabilizado con glicina (A) o bisglicinato ferroso (B).

Característica	Grupo A (n=125)	Grupo B (n=129)	p ^a
Edad (meses)	43,1 \pm 10,3	44,3 \pm 10,2	0,366
Sexo masculino	48,0%	53,5%	0,382 ^b
Peso para edad (puntaje z)	-1,93 \pm 1,02	-2,10 \pm 0,95	0,164
Talla para edad (puntaje z)	0,28 \pm 1,35	0,30 \pm 0,83	0,875
Peso para talla (puntaje z)	-0,06 \pm 1,33	-0,09 \pm 0,87	0,813

^aPrueba de t de Student. ^bChi cuadrado.

tían diferencias en los valores iniciales de hemoglobina de los grupos, se realizó un análisis de covarianza del delta de hemoglobina entre los valores al término de la intervención y al inicio, en el que se utilizó como covariable la hemoglobina inicial, apreciándose un cambio significativamente mayor ($p < 0,0001$) en el grupo que consumió el cereal fortificado con bisglicinato ferroso. Por otra parte, la intervención determinó un aumento significativo del volumen corporcular medio, que fue mayor en el grupo que recibió el cereal fortificado con bisglicinato ferroso. Cabe destacar que el cereal fortificado, independientes del fortificante de hierro agregado, produjo un aumento significativo de la ferritina sérica, hierro corporal total y del receptor de transferrina sérica y un descenso de la zinc-protoporfirina eritrocitaria.

Respecto a la PCR, el grupo que recibió el cereal con gluconato ferroso estabilizado con glicina tuvo valores significativamente más elevados, sin embargo no existieron diferencias en este parámetro entre el período inicial y final del estudio. Al inicio del estudio, 51,2% de los niños del grupo que recibió el cereal fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina tuvo valores alterados de PCR ($>5 \text{ mg/L}$) y lo mismo ocurrió en 51,9% de los que recibieron el cereal fortificado con bisglicinato ferroso. Al final de la intervención esas frecuencias fueron de 60,5% y 49,6% (Chi cuadrado, $p < 0,01$) respectivamente.

Cabe señalar que los padres comunicaron que sus hijos habían recibido suplementación con dosis masiva de vitamina A (200.000 UI) en 81,6% y 90,7% de los casos de los grupos que recibieron el cereal fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina y bisglicinato ferroso (Chi cuadrado, NS), respectivamente. Con respecto al antecedente de haber recibido suplementación preventiva con 30 mg de hierro semanal como fumarato ferroso, fue 59,2% en el grupo con gluconato ferroso estabilizado con glicina y 72,1% en el con bisglicinato ferroso (Chi cuadrado, $p < 0,05$). Dado todos los antecedentes mencionados se realizó una regresión múltiple en que el delta entre la hemoglobina final e inicial fue la variable dependiente y las variables que entraron al modelo fueron el tipo de fortificante agregado al cereal, la hemoglobina inicial, PCR inicial y final, suplementación con vitamina A y suplementación con hierro, apreciándose un efecto significativo

solamente del tipo de fortificante ($p < 0,0005$) y hemoglobina inicial ($p < 0,0001$).

El consumo del cereal fortificado con hierro redujo significativamente la prevalencia de anemia, de anemia por deficiencia de hierro y de depósitos de hierro depleados en forma más marcada en el grupo en que se utilizó como fortificante el bisglicinato ferroso (tabla 5). En cambio en el grupo que consumió el cereal fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina hubo una reducción significativa de la prevalencia de deficiencia de hierro sin anemia, hecho que no ocurrió en el que consumió cereal fortificado con bisglicinato ferroso, en que la prevalencia disminuyó levemente, sin ser este cambio estadísticamente significativo.

DISCUSIÓN

La fortificación de los alimentos con hierro es la estrategia más costo efectiva para prevenir la deficiencia de hierro en una población (1). En nuestro estudio el consumo diario de 90 g de un cereal en base a maíz precocido que aportaba 10 mg como gluconato ferroso estabilizado con glicina o bisglicinato ferroso mejoró significativamente el estatus de hierro de los preescolares de esta población de Panamá. El cereal fortificado con bisglicinato tuvo un mayor impacto que el fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina. La prevalencia total de anemia cayó significativamente desde 47% a 19% en el primer grupo, mientras con gluconato ferroso estabilizado con glicina lo hizo solamente de 34% a 32%. En el total de niños estudiados 67% de las anemias era por deficiencia de hierro, algo más elevado del 50% que la OMS atribuye a esta etiología (1). Posiblemente la mayor parte de las anemias de otra etiología observada en nuestros niños, sean secundarias a procesos infecciosos, basado en la alta prevalencia de valores anormales de PCR encontrados. Es bien sabido que los procesos infecciosos, incluso leves, son capaces de producir una anemia transitoria (10). Con relación a la prevalencia de la anemia ferropriva, que es la etapa más severa de la carencia de hierro, descendió en el grupo que recibió el cereal con bisglicinato ferroso desde 33% a 11% y en el que recibió el cereal con gluconato ferroso estabilizado con glicina lo hizo de 30% a 26%, diferencia no significativa. Hay que mencionar que un elevado porcentaje de los niños (60 a 70%) recibió

TABLA 4

Marcadores de estado de nutrición de hierro y proteína C reactiva antes y después de seis meses de fortificación con un cereal a base de maíz fortificada con gluconato ferroso estabilizado con glicina (grupo A) o bisglicinato ferroso (grupo B).

Marcador	Grupo A (n=125)		Grupo B (n=129)		ANOVA de 2 vías para medidas repetidas (p)		
	Antes	Después	Antes	Después	Grupo	Tiempo	Interacción
Hb (g/L)	113,3 \pm 9,8	113,0 \pm 7,8	110,9 \pm 9,6	115,8 \pm 7,2	NS	<0,001	<0,001
VCM (fL)	71,4 \pm 9,5	76,9 \pm 3,7	70,3 \pm 8,2	77,8 \pm 3,4	NS	<0,001	<0,05
Zpp ($\mu\text{g/dL GR}$) ^a	82,0 (60,5-111,1)	63,1 (46,0-86,5)	78,8 (59,3-104,7)	59,3 (43,4-81,1)	NS	<0,001	NS
RTf (mg/L) ^a	4,9 (3,2-7,4)	7,5 (4,5-12,4)	5,5 (2,9-10,5)	7,2 (4,5-11,5)	NS	<0,001	NS
FS ($\mu\text{g/L}$) ^a	15,6 (6,3-38,7)	28,4 (14,5-55,6)	16,6 (6,3-43,5)	28,8 (13,9-59,8)	NS	<0,001	NS
HCT ($\mu\text{g/Kg}$)	2,7 \pm 3,6	3,3 \pm 3,1	2,5 \pm 4,5	3,5 \pm 3,2	NS	<0,005	NS
PCR (mg/L) ^a	0,5 (0,1-2,6)	0,7 (0,1-4,8)	0,4 (0,1-3,1)	0,4 (0,1-2,5)	<0,01	NS	NS

Abreviaturas: Hb, hemoglobina; VCM, volumen corporcular medio; Zpp, zinc-protoporfirina; RTf, receptor de transferrina; FS, ferritina sérica, HCT, hierro corporal total, PCR, proteína C reactiva.

^aPromedio geométrico y rango de $\pm 1 \text{ DE}$.

suplementación con hierro, desconociendo la duración y cumplimiento de esta suplementación y 82 a 91% recibió una suplementación masiva con vitamina A, lo que podría haber contribuido a la reducción de la prevalencia de anemia, sin embargo en un análisis de regresión múltiple se observó que estas suplementaciones no influyeron en el aumento en la concentración de hemoglobina al final del estudio.

La fortificación mejoró significativamente todos los parámetros indicadores del estatus de hierro, excepto el receptor de transferrina sérico que en vez de disminuir, inexplicablemente aumentó significativamente. Es bien conocido que este parámetro aumenta solamente en la deficiencia de hierro y en algunas anemias hemolíticas crónicas (11).

Los productos basados en maíz tienen un alto contenido de fitatos, compuesto que tiene un marcado efecto inhibitorio de la absorción de hierro no hem, es por ello que en su fortificación se recomienda la utilización del FeNaEDTA que es menos inhibido por los fitatos o el fumarato ferroso en una dosis doble a la utilizada en la harina de trigo refinada (12,13). También hay evidencias que el bisglicinato ferroso, también es menos sensible al efecto inhibitorio de los fitatos (14-17) compuestos abundantes en el maíz, no existiendo estudios con relación al comportamiento del gluconato ferroso estabilizado con glicina en este tipo de alimento. Los únicos estudios de absorción del hierro de este compuesto, en humanos, son en derivados lácteos (18).

Las diferencias en el impacto en la prevalencia de anemia ferropriva del cereal fortificado podrían deberse a que el fortificado con bisglicinato tenga una mejor absorción de hierro que el fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina, ya que la concentración de hierro en ambos cereales fue similar y no existieron diferencias en el consumo de este alimento fortificado.

Como fortalezas del actual estudio cabe señalar el hecho que fue un estudio aleatorizado y doble ciego y sus debilidades principales fueron la alta proporción de sujetos perdidos en el seguimiento y la falta de detalles de la suplementación diaria con hierro medicinal, lo que podría haber interferido en los resultados obtenidos.

Con respecto al impacto de la fortificación sobre el estatus de hierro, este tipo de intervención produce cambios relativamente lentos en la nutrición de este mineral, de tal modo que posiblemente si el período de administración del alimento fortificado se hubiera extendido probablemente se hubiera

apreciado una mayor reducción de la prevalencia de anemia ferropriva. Por otra parte para incrementar este impacto habría que implementar otras medidas complementarias tales como saneamiento ambiental para reducir la prevalencia de infecciones, modificaciones de la dieta de este grupo poblacional, la cual es muy monótona y está basada principalmente en el consumo de plátano y pescado en pequeñas cantidades; además, favorecer el consumo de alimentos más ricos en hierro o con un hierro de mejor absorción como es el hemínico contenido en las carnes y alimentos que faciliten la absorción de hierro no hemínico. También sería conveniente revisar en esta comunidad el cumplimiento de la suplementación con hierro, de modo que si existieran falencias implementar medidas correctivas.

La OMS establece que una prevalencia de anemia de 5 a 19% es un problema leve de salud pública, moderado entre 20 a 39,9% y severo a partir de 40% (1). Los niños que recibieron el cereal con bisglicinato ferroso pasaron de tener un problema severo a uno leve de salud pública, mientras los que recibieron el cereal fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina mantuvieron la condición de tener un problema moderado de salud pública.

En conclusión, el cereal basado en maíz precocido fortificado con bisglicinato ferroso es efectivo en reducir la prevalencia de anemia ferropriva en preescolares, lo que no ocurre con el cereal fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina. Por tanto, el bisglicinato ferroso es un compuesto a considerar en la fortificación de cereales basados en maíz precocido.

RESUMEN

La fortificación de los alimentos es la estrategia más efectiva y sustentable para combatir la anemia por deficiencia de hierro (ADH). El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de un alimento basado en maíz precocido (Nutricrema®) fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina o bisglicinato ferroso sobre la nutrición de hierro de preescolares. Se realizó un estudio prospectivo aleatorizado por grupos, doble ciego, en un área rural indígena de Panamá. Treinta y seis comedores infantiles se asignaron aleatoriamente en dos grupos para que los niños recibieran, durante 6 meses, 90 g de cereal fortificado con 10 mg de hierro como gluconato ferroso estabilizado con glicina (grupo comedores A) o con 10 mg como bisglicinato ferroso (grupo comedores B).

TABLA 5

Estado nutricional de hierro antes y después de seis meses de fortificación con un cereal a base de maíz fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina (grupo A) o bisglicinato ferroso (grupo B).

Variables	Grupo A (n=125)		Grupo B (n=125)	
	Antes (%)	Después (%)	Antes (%)	Después (%)
Total de anemia ^a	34,4	32,0	47,3 ^b	19,4
-AOC	4,8	5,6	14,7 ^b	8,5
-ADH ^a	29,6	26,4	32,6 ^b	10,9
DHSA	39,2	36,0	34,9	40,3
DHD ^a	15,2 ^b	4,0	7,0	14,7
Normal	11,2 ^b	28,0	10,8 ^b	25,6

Abreviaciones: AOC, anemia por otras causas; ADH, anemia por deficiencia de hierro; DHSA, deficiencia de hierro sin anemia; DHD, depósitos de hierro depleados.

^aDiferencia significativa entre grupo tratamiento después de seis meses de intervención (Chi²) p<0,05.

^bDiferencia significativa de la prevalencia antes vs después en el grupo (prueba de McNemar), p<0,05.

B). Se reclutaron 393 niños de 24 a 59 meses de ambos sexos. Se evaluó la nutrición de hierro antes y después de la intervención. Doscientos cincuenta y cuatro niños finalizaron el estudio (125 y 129 en los grupos A y B). La prevalencia de ADH en el grupo A fue 29,6% y 26,4% (NS) antes y después de la intervención; las prevalencias correspondientes en el grupo B fueron 32,6% y 10,9% ($p < 0,05$). En conclusión, el cereal precocido basado en maíz fortificado con bisglicinato ferroso es efectivo en reducir la prevalencia de ADH, mientras el fortificado con gluconato ferroso estabilizado con glicina no tuvo un impacto significativo sobre la prevalencia de ADH.

Palabras clave: niños preescolares; anemia por deficiencia de hierro; fortificación; bisglicinato ferroso; gluconato ferroso.

Agradecimientos: Este estudio fue financiado por el organismo Internacional de Energía Atómica, Proyecto ARCAL RLA6-053 y Fundación Pro Niños del Darién, Panamá.

Agradecemos al personal administrativo y técnico de la Fundación Pro Niños del Darién, la Oficina OPS/Panamá y el Proyecto de Gestión del Conocimiento de la Alianza Panamericana por la Nutrición y el Desarrollo (APND) bajo financiamiento del Fondo para el Logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (F-ODM), por el apoyo prestado al proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. *CDC, WHO. Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005.* de Benoist B, McLean E, Egli I, Cogswell M, eds. Geneva:WHO; 2008
2. *UNICEF, UNU, WHO. Iron deficiency anaemia: assessment, prevention, and control: a guide for programme managers.* Geneva: WHO; 2001.
3. Olivares M, Walter T, Hertrampf E, Pizarro F. Anaemia and iron deficiency disease in children. *Brit Med Bull* 1999; 55:534-48.
4. Sinisterra O, Pons E, Fontes F, Lagrutta F, Carrasco Y, Olivares M. Evaluación del programa de suplementación con hierro en Panamá. En: Alfaro E, Murillo S., editores. *Avances de investigación en seguridad alimentaria y nutricional (SAN).* Costa Rica: Universidad de Costa Rica, INCAP; Publicación INCAP Número ME/11. 2006. p.58-67.
5. Ministerio de Salud. *Encuesta Nacional de Vitamina A y Anemia.* Panamá: Ministerio de Salud; 1999.
6. Ministerio de Economía y Finanzas. Ministerio de Salud. *Encuesta Niveles de Vida 2008. Estado nutricional de los niños menores de cinco años de la República de Panamá.* Panamá; 2009.
7. *Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations to prevent and control iron deficiency in the United States.* MMWR 1998;47:1-29.
8. Skikne BS, Flowers CH, Cook JD. Serum transferrin receptor: a quantitative measure of tissue iron deficiency. *Blood* 1990;75:1870-6.
9. Cook JD, Flowers CH, Skikne BS. The quantitative assessment of body iron. *Blood* 2003 101:3359-64.
10. Olivares M, Walter T, Osorio M, Chadud P, Schlesinger L. The anemia of a mild viral infection: the measles vaccine as a model. *Pediatrics* 1989; 84: 851-5.
11. Flowers CH, Skikne BS, Covell AM, Cook JD. The clinical measurement of serum transferrin receptor. *J Lab Clin Med.* 1989;114:368-77.
12. WHO, FAO, UNICEF, GAIN, MI, FFI. *Recommendations on wheat and maize flour fortification. Meeting Report: Interim Consensus Statement.* Geneva, World Health Organization, 2009. (http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/wheat_maize_fort.pdf, accedido [13-06-2013]).
13. WHO, FAO. Allen L, de Benoist B, Dary O, Hurrell R. *Guidelines on food fortification with micronutrients.* Geneva, World Health Organization and Food and Agricultural Organization of the United Nations; 2006.
14. Layrisse M, Garcia-Casal MN, Solano L, Baron MA, Arguello F, Llovera D, et al. Iron bioavailability in humans from breakfasts enriched with iron bis-glycine chelate, phytates and polyphenols. *J Nutr.* 2000;130:2195-9.
15. Bovell-Benjamin A, Viteri F, L. A. Iron absorption from ferrous bisglycinate and ferric trisglycinate in whole maize is regulated by iron status. *Am J Clin Nutr.* 2000;71:1563-9.
16. Allen LH. Advantages and limitations of iron amino acid chelates as iron fortificants. *Nutr Rev.* 2002;60:S18-21.
17. Hertrampf E, Olivares M. Iron aminoacid chelates. *Int J Vitam Nutr Res.* 2004;74:435-43.
18. Pizarro F, Boccio J, Salgueiro M, Olivares M, Carmuega E, Weill R, Marque S, Frereux M, Noirf F. Bioavailability of stabilised ferrous gluconate with glycine in fresh cheese matrix: a novel iron compound for food fortification. *Biol Trace Elem Res.* 2013;151:441-5.