

Evaluación biológica de un sustituto lácteo para el escolar, a base de harina de trigo cruda refinada, sometida a hidrólisis enzimática*

Gladys Barrera¹, Vivien Gattás² y Ricardo Uauy³

Unidad de Nutrición Clínica, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile

RESUMEN. Se realizó una evaluación biológica de un sustituto lácteo experimental, a base de harina de trigo cruda refinada sometida a hidrólisis enzimática, en comparación a un producto testigo basado en harina extruída y proteína de leche. El trabajo utilizó 35 escolares de un internado, con una edad promedio de 8.6 ± 0.6 años. Las niñas fueron alimentadas con dieta habitual durante dos períodos consecutivos de 14 y 12 días cada uno, reemplazando en forma aleatoria, mediante un estudio doble ciego cruzado, el sustituto lácteo en ese momento en uso en la institución, por los sustitutos testigo y experimental. Se evaluó la absorción aparente de proteína, energía, calcio y fósforo. La ingestión nitrogenada promedio fue significativamente más baja con el sustituto experimental (223 vs. 244 mg/Kg/día, $p < 0.0001$), lo que reflejó menor nitrógeno absorbido (187 vs. 203 mg/Kg/día, $p < 0.0001$). La ingestión energética y la excreción fecal fueron similares con ambos sustitutos, observándose un 96% y 95% de absorción con el producto experimental y testigo respectivamente. La ingestión promedio de calcio fue significativamente inferior con el sustituto experimental (39.7 vs. 60.2 mg/kg/día, $p < 0.0001$), y el calcio absorbido fue de un 50% en relación al obtenido con el sustituto testigo (20.7 vs. 39.5 mg/Kg/día, $p < 0.0001$). La ingestión de fósforo fue significativamente menor con el producto experimental (22.0 vs. 27.8 mg/Kg/día) y lo absorbido fue 13.1 vs. 16.5 mg/kg/día respectivamente. Con ambos sustitutos se obtuvo una buena tolerancia. Concluimos, que las voluntarias que ingirieron el producto a base de harina de trigo cruda refinada, no presentaron diferencias importantes en la digestibilidad de las proteínas y energía en relación al testigo; sin embargo, la absorción de calcio y fósforo fue significativamente inferior al consumir el producto experimental, lo cual limita su uso en los programas de alimentación escolar.

SUMMARY. Biological quality of a milk substitute for school children based on refined wheat flour subjected to enzymatic hydrolysis. The biological quality of an experimental milk substitute based on raw wheat flour subjected to enzymatic hydrolysis in comparison to a control product based on extruded flours and milk protein was studied in 35 «healthy» female school age children. The girls were fed their customary diet during 2 consecutive 14 and 12 day periods, and randomized to the experimental and control products in a double blind crossover fashion. Apparent absorption of protein, energy, calcium and phosphorus was evaluated. Mean nitrogen intake from the experimental product was significantly lower (223 vs 244 mg/Kg/d $p < 0.0001$). Absorbed nitrogen was also lower (187 vs 203 mg&kg/d $p < 0.0001$). Energy intake and excretion were similar with both products; 96 and 95% of intake was absorbed for experimental and control products respectively. The mean calcium intake was significantly lower with the experimental product (39.7 vs 60.2 mg/kg/d $p < 0.0001$). Absorbed calcium from the experimental product was 50% of control (20.7 vs. 39.5 mg/Kg/d $p < 0.0001$). Phosphorus intake was also lower with the experimental product relative to control (22.0 vs 27.8 mg/Kg/d $p < 0.0001$) and absorbed P was 13.1 vs 16.5 mg/Kg/d respectively. Both products were well tolerated. We conclude that the experimental product based on wheat flour does not differ significantly in protein and energy digestibility but calcium and phosphorus absorption and digestibility are significantly lower limiting its use in school feeding programs.

INTRODUCCION

La desnutrición proteico-energética, problema importante en los países en vías de desarrollo, se ha asociado con un bajo nivel socio-económico y situaciones deficitarias de saneamiento ambiental (1). De allí, que el uso de alimentación

¹ Profesor Asistente, INTA

² Profesor Asociado, INTA

³ Profesor Titular INTA.

* Financiado en parte por el Programa de Investigación de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas

suplementaria en niños en riesgo de desnutrición y en etapa de crecimiento rápido, es de especial importancia. Con el fin de aumentar el aporte proteico-energético de estos niños se ha estudiado una serie de mezclas, las que incluyen leche, adición de grasas no saturadas, soya, arroz, lupino y trigo, entre otros (2,3,4,5). La elaboración industrial de estos productos habitualmente está basado en el procesado por extrusión, lo que le da características de solubilidad y homogeneidad.

Un enfoque tecnológico novedoso, de importancia práctica, ha sido la hidrólisis enzimática y el uso de la harina de trigo cruda, entendiéndose por esta última, la harina de trigo refinada con un máximo de 80% de extracción y tamaño de gránulo de 200 mallas (6). La utilización de este enfoque se justifica siempre y cuando el producto final sea seguro y eficaz en proveer los nutrimentos necesarios. Si a ello, le sumamos el hecho de que sea económico y de fácil preparación, se obtendrá una mejor relación costo beneficio.

Por otra parte, el Programa de Alimentación Escolar, administrado por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), organismo dependiente del Ministerio de Educación de Chile, tiene como objetivo mejorar el nivel nutricional de sus beneficiarios: niños y jóvenes estudiantes de bajo nivel socio-económico, contribuyendo a disminuir problemas de repitencia, deserción y ausentismo escolar, a modo de aumentar su rendimiento, buscando finalmente favorecer la igualdad de oportunidades frente a la educación (7).

La optimización de los recursos económicos que el Estado dispone, es uno de los factores prioritarios a considerar en la mejoría de la eficacia del Programa, posibilitando que la alimentación planificada pueda ser consumida en forma adecuada y que aporte el suministro requerido de nutrimentos para cubrir las necesidades nutricionales del escolar (8,9,10).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar, en un grupo de niñas escolares, sanas, la absorción de proteínas, energía, calcio y fósforo, de un sustituto lácteo a base de harina de trigo cruda refinada, sometida a hidrólisis enzimática, mediante la técnica de balance metabólico. Para tal efecto, se le comparó con un sustituto lácteo (producto testigo) de uso habitual dentro de los programas oficiales de alimentación del Gobierno chileno.

Para ello, se estudió el efecto del producto experimental en cuanto a volumen fecal, peso seco y tolerancia, así como la absorción aparente de energía, proteínas, calcio y fósforo, en relación al sustituto testigo, utilizando un diseño de doble ciego cruzado.

MATERIAL Y METODOS

Sujetos: Se seleccionaron 35 escolares de sexo femenino, de 7 a 9 años, pertenecientes al Internado Tucapel Vallejos, ubicado en el área sur de la ciudad de Santiago, Chile. Para descartar patologías agudas y/o crónicas, se realizó una evaluación clínica al momento de iniciar el estudio. Previamente, el protocolo experimental fue revisado y aprobado por el

Comité de Ética del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) y posteriormente, por los ejecutivos del Consejo de Defensa del Niño, institución de la cual depende dicho internado. Luego se informó en forma detallada de la naturaleza del estudio al grupo objetivo, obteniéndose de cada niña su aceptación a participar como voluntarias en el mismo, como también, la autorización de la representante legal de ellas, mediante consentimiento escrito.

El estado de salud se evaluó mediante exámenes clínico y de orina. Este último incluyó determinaciones de densidad, leucocitos, nitritos, pH, proteína, glucosa, cuerpos cetónicos, urobilinógeno y bilirrubina mediante test COMBUR 10(11). La Tabla 1, muestra la edad y las características antropométricas de los sujetos al comenzar el trabajo.

TABLA 1
CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE LAS
NIÑAS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO (N=35)

Características	X ± DS
Edad (años)	8.6 ± 0.6
Peso (Kg)	24.5 ± 2.6
Talla (cm)	121.9 ± 4.9
P/T ² (Kg/m ²)	16.5 ± 1.1
Talla/Edad (puntaje Z) ^α	-1.3 ± 0.6
Peso/Edad (puntaje Z) ^α	-0.7 ± 0.5
Peso/Talla (puntaje Z) ^α	0.6 ± 0.6
Grasa Corporal (%) ^Δ	19.5 ± 2.1
Grasa Braquial (%) [•]	21.2 ± 3.9

^α Estándar NCHS (14)

^Δ Referencia 17

[•] Referencia 15

Las 35 participantes se dividieron en dos grupos de acuerdo al diseño de doble ciego cruzado, es decir, un grupo comenzó con ingestión de sustituto testigo y el otro con sustituto experimental, para intercambiarse en la segunda etapa. Del total que inició el estudio con sustituto testigo, se descartó una de ellas por presentar constipación extrema, en tanto que, por un motivo similar se prescindió de dos niñas con el sustituto experimental. Otra voluntaria terminó su participación en la investigación, después de finalizar satisfactoriamente el período con el sustituto testigo, por ser entregada en adopción.

Dietas: Cada niña se sometió a dos períodos sucesivos de alimentación habitual, usando las minutas programadas en forma mensual por el Departamento de Nutrición del Consejo de Defensa del Niño y preparadas en dicho internado, reemplazándose el sustituto lácteo en ese momento en uso en el internado, por los sustitutos testigo y experimental, otorgados por la JUNAEB.

Ambos productos contenían materias primas de consumo

habitual en Chile, tales como: leche, harinas de cereales y de leguminosas, materia grasa hidrogenada, azúcar y mezcla de vitaminas y minerales. La diferencia entre ambos sustitutos, radicó en los ingredientes utilizados en cada uno de ellos. Además, el sustituto experimental poseía un complejo enzimático constituido por alfa beta amilasa y no fue sometido a ningún proceso de cocción previo; en tanto, el sustituto testigo en su elaboración fue secado mediante un proceso de atomización. La composición química y los ingredientes del sustituto testigo y experimental se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2
COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUSTITUTOS
EN ESTUDIO
(Por 100g de producto)

Componente	SUSTITUTO	
	Testigo ¹	Experimental ²
Proteína (g)	13.2	8.5
Energía (Kcal)	412	440
Calcio (mg)	1380	650
Fósforo (mg)	420	220

Ingredientes:

- ¹ Leche y suero de leche: 40g, harina de cereales (trigo): 16g, azúcar: 39g, vitaminas y minerales.
- ² Leche y suero de leche: 26.5g, harina de cereales (trigo): 18g, harina de leguminosas (soya o lupino): 10g, materia grasa hidrogenada: 8.9g, azúcar: 32.7g, complejo enzimático, vitaminas y minerales.

Cada ración de sustituto, tanto testigo como experimental aportó 35g de producto y se ingirió dos veces al día (desayuno y once). El sustituto se disolvió en agua hervida tibia, para evitar la formación de grumos y luego se batió energicamente para obtener una dilución homogénea del producto; a continuación se agregó agua hirviendo para activar el complejo enzimático, hasta completar un volumen de acuerdo al número de raciones a entregar (volumen individual 200cc). Se dejó reposar durante cinco minutos antes de servirse. Los sustitutos, una vez preparados, no fueron hervidos ni recalentados a ninguna temperatura.

Cada sustituto se codificó, guardándose las claves en sobre sellado, el cual se procedió a abrir sólo después de terminados los análisis. El orden de asignación a cada producto se realizó al azar, en forma ciega.

Se registró toda la información relacionada con la alimentación proporcionada por el internado mediante protocolos estructurados, así como también se consignó en forma individual los alimentos extras, consumidos por cada niña durante los períodos de balance metabólico. Se realizó recolección y toma de muestras de las preparaciones diarias y de los alimentos de consumo individual, con el objeto de realizar análisis químico proximal.

Los productos se elaboraron en industrias establecidas que cumplen con todas las normas de higiene sanitaria y control de calidad de los alimentos para consumo humano y, cuentan con la respectiva autorización, otorgada por el Ministerio de Salud de Chile. Los sustitutos se presentaron en envases unitarios de polietileno de alta densidad, de un Kg de peso, contenidos en una bolsa de polietileno antideslizante con capacidad de 10 unidades; los cuales se mantuvieron en un ambiente fresco y seco (20°C, 60% de humedad relativa).

La calidad microbiológica sanitaria de ambos sustitutos fue adecuada, de acuerdo al Reglamento Sanitario de los Alimentos Chilenos (12). Los resultados mostraron un recuento total de aerobios mesófilos inferior a 50×10^3 UFC/g, Coliformes totales (NMPP) menor a 10 col/g y levaduras inferior a 100 UFG/g. Además, los ensayos demostraron ausencia de los siguientes patógenos: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* y hongos.

Mediciones: Todas las niñas se pesaron diariamente a las 7:00 h, antes de desayuno, con un mínimo de ropa y con vejiga vacía, utilizando una balanza digital marca Seca con una sensibilidad de 100g, la cual se calibró diariamente con una pesa patrón. Se realizaron mediciones de talla, perímetro de brazo y pliegues cutáneos tricipital, bicipital, subescapular y suprailíaco, al inicio del estudio, y al término de cada período de balance metabólico, utilizando técnicas debidamente estandarizadas (13) y comparando los resultados de peso y talla con los estándares NCHS (14). La composición corporal total se evaluó utilizando metodología de Frisancho y las ecuaciones de Durnin y Womersley (15,16,17).

Cada período de balance metabólico tuvo una duración de 14 y 12 días, respectivamente, la diferencia estuvo determinada por la finalización del calendario escolar. Los primeros 5 correspondieron a adaptación al sustituto y los siguientes días a recolección completa de deposiciones.

Durante la realización del estudio las niñas continuaron su rutina diaria de actividades, que incluía la asistencia al colegio, ubicado dentro del mismo recinto; en ese período fueron cuidadosamente supervisadas por la enfermera y personal auxiliar con el objeto de controlar y registrar la ingestión y la completa recolección de las heces.

El comienzo y final de cada período de balance metabólico se marcó mediante la administración de 300 mg. de azul brillante estéril, de acuerdo a método previamente descrito (18,19,20). Asimismo, se registró las características de las deposiciones, tales como color, consistencia y olor. El peso fresco de las heces se efectuó en una balanza analítica (METTLER AC-100), y éstas se homogenizaron en licuadora de acero inoxidable; posteriormente, se secaron en estufa MEMMERT U50 a 75°C durante 24 horas, para obtener el peso seco.

Se tomaron alícuotas de las deposiciones, dietas y de los sustitutos testigo y experimental, para determinar los contenidos de nitrógeno mediante el método de Microkjeldahl,

energía a través de bomba calorimétrica, calcio por espectrómetro de absorción atómica y fósforo mediante método colorimétrico, utilizando técnicas debidamente estandarizadas (21,22,23,24).

El tránsito intestinal se midió controlando el tiempo transcurrido entre la ingestión del marcador (azul brillante) y su excreción fecal al final del período de balance metabólico.

La tolerancia se evaluó mediante protocolos estructurados para tal efecto, consignando signos o síntomas atribuibles al consumo del sustituto lácteo, tales como trastornos gastrointestinales, alergias u otros signos o síntomas que se manifestaron durante la experiencia.

Análisis Estadístico: Los resultados obtenidos se analizaron utilizando estadística descriptiva (promedio, desviación estándar) para todas las variables. La significancia de las diferencias entre grupo testigo y experimental se calculó mediante los test de t Student independiente y pareado para variables con distribución normal y chi cuadrado como prueba no paramétrica (25).

RESULTADO

El estado nutricional, medido al ingreso a través del índice peso para la talla, fue normal en todos los casos; sin embargo, se observó déficit de talla en relación a la edad. Tanto, el índice de masa corporal como el contenido de grasa, según sumatoria de cuatro pliegues y antropometría braquial, se encontraron dentro de los límites de normalidad, de acuerdo a los estándares para estas edades (14,15,26). Al analizar estos indicadores, según sustituto ingerido, no se observaron diferencias significativas al aplicar t independiente a los cambios observados durante el estudio.

La frecuencia y contenido de materia seca de las heces de los sujetos, fueron semejantes al consumir ambos sustitutos, mientras que, el peso fecal diario tendió a ser mayor con el sustituto testigo, sin alcanzar significación estadística (Tabla 3).

TABLA 3
FRECUENCIA, PESO Y MATERIA SECA DE
DEPOSICIONES SEGUN SUSTITUTOS

Componente	SUSTITUTO	
	Testigo (N=34)	Experimental (N=32)
Frecuencia (n/día)	1.3 ± 0.6*	1.2 ± 0.5
Peso (g/día)	76.8 ± 32.0	68.0 ± 35.5
Materia Seca (%)	19.7 ± 3.6	19.9 ± 4.8

* Promedio ± DS
t pareado de Student: NS

Los valores obtenidos en la medición del tránsito intestinal, según sustituto consumido, resultaron similares, correspondiendo al producto testigo un promedio de 16.07±8.7 h y al producto experimental 16.6 ± 8.8h.

Asimismo, la consistencia de las deposiciones con los sustitutos testigo y experimental, no difirió significativamente al aplicar la prueba de chi cuadrado. Es así como, con el producto experimental se observó un 2.7% de deposiciones líquidas y un 6.1% de deposiciones disgregadas, en tanto que con el producto testigo éstas fueron de 2.4% y 5.7% respectivamente. El resto de las deposiciones con el sustituto experimental, es decir un 91.2%, se distribuyó en consistencias blanda, formada y dura, mientras que, con el sustituto testigo un 91.9% presentó tales características.

Debido a que el sustituto experimental tenía un menor contenido de nitrógeno, la ingestión promedio durante el período de balance metabólico, fue significativamente inferior que con el producto testigo. La excreción fecal y la absorción nitrogenada fue significativamente menor, en tanto que ambos productos no difirieron en su digestibilidad aparente, la que fue superior al 80% (Tabla 4).

TABLA 4
INGESTION Y EXCRECION NITROGENADA
Y ENERGETICA, SEGUN SUSTITUTOS

	NITROGENO (mg/kg/día)		ENERGIA (Kcal/kg/día)	
	Testigo Experimental (N=34)	Testigo Experimental (N=32)	Testigo Experimental (N=34)	Testigo Experimental (N=32)
Ingestión	244 ± 25 *	223 ± 29*	56.8 ± 6	57.3 ± 7
Excreción Fecal	41.1 ± 12 **	35.8 ± 13	2.9 ± 1	2.6 ± 1
Absorción Aparente	203.1 ± 26 *	187.0 ± 26	53.8 ± 5	54.7 ± 6
Digestibilidad				
Aparente (%)	83 ± 5	84 ± 5	95 ± 2	96 ± 3

* Promedio ±DS
t pareado de Student: *p<0.0001; **p<0.05

No hubo diferencias significativas respecto al comportamiento de ambos sustitutos en términos de ingestión, excreción y absorción energética, como tampoco se observó efecto de secuencia de los sustitutos en los resultados obtenidos.

Conforme al menor contenido de calcio del sustituto experimental, la ingestión y absorción de este nutrimento, fue significativamente inferior, alcanzando esta última a 20.7 ± 5.6 mg/Kg/día respecto al sustituto testigo, que registró 39.5 ± 7.5 mg/Kg/día (p<0.0001). Sin embargo, la diferencia en excreción fecal no alcanzó significación estadística (Tabla 5).

TABLA 5
INGESTION Y EXCRECION DE CALCIO Y FOSFORO
SEGUN SUBSTITUTOS

	CALCIO (mg/kg/día)		FOSFORO (mg/kg/día)	
	Testigo Experimental (N=34)	Testigo Experimental (N=32)	Testigo Experimental (N=34)	Testigo Experimental (N=32)
Ingestión	60.2 ± 6.8 *	39.7 ± 5.1•	27.8 ± 2.9 *	22.0 ± 2.9
Excreción Fecal	20.7 ± 6.0	18.9 ± 6.2	11.3 ± 3.3 **	8.9 ± 3.4
Absorción Aparente	39.5 ± 7.5 *	20.7 ± 5.6	16.5 ± 3.7 *	13.1 ± 2.5
Absorción Aparente (%)	66 ± 9.6 *	52 ± 13.9	59 ± 11.4	60 ± 12.2

• Promedio ±DS

t pareado de Student: *p<0.0001; **p<0.005

En relación al balance de fósforo, la ingestión promedio de este nutrimento fue significativamente menor con el sustituto experimental, obteniéndose una absorción y excreción fecal estadísticamente inferior ($p<0.0001$ y $p<0.005$ respectivamente). Se observó una correlación positiva entre la absorción aparente de calcio y nitrógeno con ambos sustitutos; $r=0.801$, $p<0.001$ con el sustituto experimental y $r=0.883$, $p<0.001$ con el sustituto testigo. Asimismo, se obtuvo correlación positiva entre la absorción aparente de fósforo y nitrógeno, tanto con el producto experimental ($r=0.879$, $p<0.001$), como con el producto testigo ($r=0.854$, $p<0.001$).

En cuanto a tolerancia, ningún sujeto presentó signos o síntomas atribuibles al consumo de los dos sustitutos; como tampoco, se observó rechazo a los productos.

DISCUSION

Una de las condiciones que debe tener un sustituto lácteo, es que los compuestos contenidos en él sean absorbidos plenamente. En este estudio, el producto experimental, presentó una buena absorción nitrogenada y energética; en caso contrario, los hidratos de carbono no absorbidos habrían sido fermentado por la flora del colon causando síntomas clínicos como flatulencia, distensión abdominal o diarrea en las niñas y podría haberse asociado a una mayor pérdida fecal de agua y de otras sustancias (27,28). Los resultados obtenidos muestran que no se presentaron dichos problemas, no observándose diferencia significativa en los valores promedios de volumen fecal como tampoco en la frecuencia de las deposiciones entre producto testigo y experimental. Al mismo tiempo, las voluntarias al consumir ambos sustitutos presentaron deposiciones con un contenido de materia seca, consistencia y tránsito intestinal similar.

Aun cuando el sustituto experimental contenía un 36% menos de proteína, en relación al producto testigo, la ingestión nitrogenada total obtenida con la dieta habitual, incluyendo el sustituto, estuvo por sobre el límite seguro de ingestión para

estas edades. El nitrógeno absorbido fue suficiente para cumplir con las necesidades asociadas con la formación de tejidos a un ritmo compatible con condiciones normales de salud, observándose con ambos sustitutos una absorción aparente superior al 80%. Estas cifras concuerdan con valores nacionales obtenidos en niños de 8 a 10 años, en que una ingestión proteica de 1.2 g/Kg/día en una dieta predominantemente vegetal (75% origen vegetal, 25% origen animal), es considerada segura (29), siendo éstas coincidentes con las recomendaciones de FAO/OMS/UNU y con las del RDA del National Research Council/NAS USA, 1989.

En relación al balance energético, en las niñas alimentadas con ambos productos, se observó una ingestión y absorción energética diaria total similar. En todo caso, cabe hacer notar, que la ingestión energética en ambos casos cubrió en promedio alrededor del 75% de las recomendaciones establecidas pro FAO/OMS/UNU 1985, según edad y sexo para grupos con actividad física liviana y masa corporal normal (30).

Los valores obtenidos en los balances metabólicos de calcio y fósforo, en que la ingestión y absorción de ambos nutrimentos fueron significativamente inferiores en las niñas que consumieron el sustituto experimental, es importante destacar que este producto contenía un 50% menos de ambos nutrimentos, además, su digestibilidad fue significativamente menor. Como resultado final, el calcio absorbido fue solamente la mitad del observado al consumir el producto testigo. Este hallazgo presenta especial relevancia, ya que es sabido que el esqueleto se mineraliza progresivamente durante la niñez, siendo la etapa prepuberal crítica en el crecimiento óseo del sujeto (31).

La osificación endocondral crea y agrega nuevas travéculas y aumenta la longitud del hueso y, por otra parte, la acumulación de este mineral en la masa ósea corporal, permite una mejor preservación de ésta durante la vida adulta, previniendo o reduciendo las pérdidas de hueso con la edad, ya que la masa ósea máxima alcanzada en la adolescencia y la adultez temprana es la determinante más importante de la masa ósea en la adultez tardía y la vejez. De esta forma la dieta temprana puede influir en la masa ósea en la época madura de la vida y determinar el riesgo de sufrir fracturas osteoporóticas (31,32).

Evidencias actuales en diversas regiones del mundo sugieren que la ingestión de calcio durante la niñez y la adolescencia afecta la formación de masa ósea máxima, siendo la osteoporosis más severa y más precoz en esas regiones donde el consumo de calcio es menor. Estudios recientes demuestran que durante la adolescencia se requieren ingestiones de calcio del orden de 800-1200 mg/día para alcanzar retenciones de 400 mg/día; estas retenciones se asocian a una mayor ganancia de masa ósea. Las recomendaciones para la ingestión de calcio, de 1200 mg/día entregadas por NAS/NRC USA 1989 para adolescentes, están basadas en esta evidencia y no en las cifras necesarias para alcanzar un balance equilibrado de calcio o retención de éste necesaria para compensar la acreción ósea promedio (33).

Un estudio en doble ciego, publicado recientemente (34) y realizado en 70 pares de mellizos monozigotos, es decir, con igual patrimonio genético, demostró que la suplementación con 1000 mg de malato/citrato de calcio por sobre la ingestión habitual por un período de 3 años aumentó en forma significativa, un 5% la densidad mineral ósea. En promedio la ingestión dietaria habitual del grupo era de 908 mg/día (cifra cercana a la recomendación NAS/NRC), la cual se mantuvo en el grupo control, mientras que, en el grupo experimental alcanzó un total de 1612 mg de calcio elemental.

CONCLUSIONES

Los sujetos que ingirieron el sustituto lácteo a base de harina de trigo cruda refinada previa hidrólisis enzimática, así como el sustituto testigo, no presentaron manifestaciones clínicas adversas. Ambos productos fueron bien tolerados por las niñas estudiadas. A su vez, con el sustituto experimental, no presentaron diferencias importantes en la digestibilidad aparente de proteínas y energía en relación al sustituto testigo. La absorción aparente de calcio y fósforo fue significativamente inferior en los sujetos que consumieron el producto experimental.

RECOMENDACION

Rediseñar el producto para asegurar un aporte y absorción de calcio y fósforo que permita cumplir con los requerimientos de estos nutrimentos, condición necesaria para que el producto pueda ser incluido como sustituto lácteo en la alimentación escolar.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros sinceros agradecimientos a las niñas participantes en este estudio, al Consejo de Defensa del Niño que a través de sus ejecutivos y Sra. Gloria del Villar, hicieron posible la realización del trabajo en el Internado Tucapel Vallejos, a la Directora de dicho internado Sra. Rosa Fuentes, quien dio las facilidades para su ejecución. Asimismo, cabe destacar la labor de coordinación del Sr. Antonio Cossio de la JUNAEB y la disposición de las Sras. Ana María Aburto y María Cristina Fuentes de esta misma institución, por su colaboración en la elección del lugar más adecuado para la ejecución del estudio y, en especial a los Sres. Hugo Riffo y Patricio Segovia del INTA, por su valiosa contribución en la realización de todos los análisis químicos.

REFERENCIAS

1. Franco R. Desarrollo, pobreza y necesidades básicas en América Latina. ILPES/UNICEF, 1982.
2. Jury G.; C. Castillo-Durán; S. Atalah; R. Puentes; J. Riumalló Crecimiento, aceptación y tolerancia con una nueva fórmula láctea. Rev. Chil. Pediatr. 62 (2): 87-93, 1991.
3. Vargas E.; A. Blanco; C. Lastreto; A. Román. Evaluación biológica de un alimento infantil a base de soya, arroz y banano. Arch. Latinoamer. Nutr. Vol XXXV (1): 90-104, 1985.
4. Catricheo R.; F. Sánchez; M. Aguayo; D. Ballester; E. Yáñez. Desarrollo y evaluación química y nutricional de un alimento infantil a base de lupino dulce, trigo y leche. Arch. Latinoamer. Nutr. Vol. XXXIX (2): 141-149, 1989.
5. Vargas E.; R. Bressani; L. Elías; J. Braham. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. Arch. Latinoamer. Nutr. 32: 579-600, 1982.
6. Hermann Schmith-Hebbel. Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Santiago, Chile. Editorial Salesiana, 1981.
7. Atalah E. Análisis de las políticas, programas e intervenciones que influyen en el estado nutricional de la población chilena. Rev. Chil. Nutr. Vol. 19, N° 3 169-180, 1991.
8. Zacarías I.; M. Aguayo; E. Guzmán; Ballester D.; E. Yáñez. Valor Nutritivo de raciones entregadas a escuelas básicas en el área Metropolitana de Santiago. Rev. Chil. Nutr. Vol. 15, N° 15, N°2: 93-100, 1987.
9. López I.; M. Castillo; CG. Herrera; M. Colombo. Asignación del PAE y alimentación en el hogar. IX Congreso Chileno de Nutrición. La Serena (Chile). Rev. Chil. Nutr. 18(2): 100, (Resumen 15), p.100, 1990.
10. Uauy R.; V. Gattás; J. Riumalló; Barrera G. Impacto funcional del aporte de energía en el escolar. Informe Técnico JUNAEB, Diciembre, 1992.
11. Laboratorio Boehringer. Instrucciones de empleo Combur 10 Test.
12. Reglamento Sanitario de los Alimentos, Ministerio de Salud, República de Chile, 1982.
13. Lohman T.G.; A.F. Roche & R. Martorell. Anthropometric Standardization Reference Manual. Abridged Edition. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1988.
14. National Center for Health Statistics. NCHS Growth Charts, 1976.
15. Frisancho R. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. Am J. Clin. Nutr. 34: 2540-2545, 1981.
16. Durnin J.V.G.A.; M.M. Rahaman. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. B.J. Nutr. 21:681-689, 1967.
17. Durnin J.V.G.A.; J. Wommersley. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br. J. Nutr. 32: 77-96, 1974.
18. Lutwak L. & B.T. Burton. Fecal dye markers in metabolic balance studies. The use of brilliant blue and methylcellulose for accurate separation of stool periods. Am J. Clin Nutr. 14: 109-111, 1964.
19. Egaña J.I.; V. Uauy; X. Cassoria; G. Barrera & E. Yáñez. Sweet lupin protein quality in young men. J. Nutr. 122: 2341-2347, 1992.
20. Yáñez E.; R. Uauy; I. Zacarías & G. Barrera. Long term validation of 1g. of protein per kilogram body weight from predominantly vegetable mixed diet to meet the requirements of young adult males. J. Nutr. 116: 865-872, 1986.
21. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis 13th ed. AOAC, Washington, 1980.

22. Castillo-Durán C.; G. Barrera; V. Gattás; J. Riumalló; F. Alliende; S. Jarpa. Estudio metabólico de una nueva fórmula infantil (LPM) para el Programa Nacional de Alimentación Complementaria. *Rev. Ch. Ped.* 62: 8-13, 1991.
23. Gattás V.; G. Barrera; J. Riumalló & R. Uauy. Protein-energy requirements of boys 12-14 y old determined by using the nitrogen-balance response to a mixed-protein diet. *Am J. Clin. Nutr.* 56: 499-503, 1992.
24. Castillo-Durán C.; V. Marín; G. Barrera; V. Gattás & R. Uauy. Absorción de minerales de una nueva fórmula láctea propuesta para el Programa Nacional de Alimentación. *Rev. Chil. Ped.* Vol 63(5), 1992.
25. Snedecor GW & W.G.Cochran. *Statistical Methods*, 6th ed., p703. Iowa State University Press, Ames, IA., 1967.
26. Must A.; G.E. Dallal & Wh. Dietz. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²)-a correction. *Am J Clin Nutr* 54: 773, 1991.
27. Mayes P.A. Carbohydrates. En: *Harper's Review of Biochemistry*. Martin D.W., Mayes P.A., Rodwell V.W. Lange Medical Publications, p:141-151. 1981.
28. Soriano H. y J. Macaya. Síndrome diarreico agudo sin deshidratación. En: *Pediatría Meneghello J.* 3ra. ed. Publicaciones Técnicas Mediterráneo Ltda. Santiago, Chile, p981-991, 1985.
29. Gattás V.; G. Barrera; J. Riumalló & R. Uauy. Protein-energy requirements of prepuberal school-age boys determined by using the nitrogen-balance response to a mixed protein diet. *Am J. Clin Nutr* 52: 1037-1042, 1990.
30. Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations University. *Energy and protein requirements.* World Health Organization Tech. Rep. Ser. 724: 1-206, 1985.
31. Pumarino H. Raquitismo. En: *Pediatría.* Meneghello J. 3ra. ed. Publicaciones Técnicas Mediterráneo Ltda. Santiago, Chile, p.167-179, 1985.
32. Matrovic V.; K. Kostial; I. Simonovic; V. Brodarec; R. Buzina. Influence of calcium intake, age and sex on bone. *Calcif Tissue Res.* 22: Suppl: 393-396, 1977.
33. Matrovic V. Calcium intake and peak bone mass. *N. Engl. J. Med.* 327(2): 119-120, 1992.
34. Johnston CC.; J.Z. Miller; CW. Slemenda; TK. Reinter; S. Hui; J.C. Christian and M. Peacock. Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. *N. Engl. J. Med.* (2):82-87, 1992.

Recibido: 18-01-1994

Aceptado: 29-08-1994