

Maíz peruano de alta calidad proteica: Digestibilidad y utilización en niños malnutridos.

Enrique Morales¹ y George G. Graham²

RESUMEN. Un maíz de alta calidad proteica (maíz mejorado) ha sido obtenido en el Perú a base del desarrollado inicialmente en México. Se llevó a cabo un estudio en el que participaron seis niños en recuperación de malnutrición, con cada uno como su propio control, recibiendo tres dietas: maíz mejorado (MM), maíz común (MC) y caseína (C). Todas proporcionaban 6,4% de las calorías como proteínas, 10% como grasas y 83,6% como carbohidratos. El MM proporcionó 67% de las calorías de su dieta, con 14.1 mg de triptofano, y 51,7 de lisina por 100 Calorías; el MC (por su mas alto contenido de proteína) proporcionó sólo el 62% de las calorías, con 12,5 mg de triptofano y 36,5 de lisina. Se determinó la digestibilidad y calidad proteica de las tres dietas comparándolas entre si por el método de balance metabólico. Los resultados mostraron una mejor calidad proteica del MM, con mayor retención de nitrógeno (N), $29 \pm 4\%$ de la ingesta, y mayor ($P < 0,05$) valor biológico, $39 \pm 7\%$ comparada con la del MC: $20 \pm 10\%$ y $24 \pm 11\%$, pero menor ($P < 0,05$ y $< 0,01$) que la de caseína, $39 \pm 6\%$ y $50 \pm 8\%$. La absorción aparente de N del MM, $73 \pm 5\%$, fué menor ($p < 0,05$) a la de la dieta de caseína $78 \pm 4\%$; sorpresivamente, la absorción de N del MC la mayor: $80 \pm 5\%$. No hubo diferencias en la absorción de energía y carbohidratos así como en la eliminación de hidrógeno espirado entre los dos maíces. Por su mejor calidad proteica el MM podría ser utilizado, con el agregado de pequeñas cantidades de grasa, para prevenir la malnutrición y como de ablactancia en niños de regiones que dependen en grado elevado del maíz para cubrir sus requerimientos de proteína y energía.

INTRODUCCION

La falta de disponibilidad de alimentos apropiados para la época del destete es uno de los factores mas decisivos en la etiología de la malnutrición infantil y pre-escolar. En lugares en los que la proteína de origen animal es escasa y cara, los grupos humanos más necesitados dependen de alimentos vegetales: cereales o tubérculos, generalmente uno solo, para cubrir sus principales requerimientos. La mayoría de los alimentos vegetales son deficientes en uno o mas aminoácidos (aa) esenciales. Dietas de destete a base de estos productos no alcanzarían a cubrir los requerimientos de dichos aa y por lo tanto los niños se verían limitados en su crecimiento, en contra de lo manifestado por Stewart y otros (1,2) quienes sostienen que una vez alcanzados los requerimientos de energía, automáticamente se alcanzan los de proteínas, o que "la falta de proteínas es un mito". Esto puede ser cierto para los adultos pero difícilmente un niño

podría ingerir tanta cantidad de trigo (3), arroz (4) o maíz (5) como para cubrir sus requerimientos de aa esenciales, ni aún que la transformación tecnológica permita obtener alimentos más concentrados en proteínas (6,7); sólo se podrían alcanzar dichos requerimientos si la dieta contiene simultáneamente una fuente de los aa escasos o si la mejora genética eleva el contenido de ellos como en el caso del maíz Opaco 2 (8) haciéndolo más utilizable por los niños de corta edad (9), o su derivado, el maíz de alta calidad proteica (Quality Protein Maize, QPM) (10) como el que nos ocupa.

El contenido típico de proteína del maíz común (9,5%) no sería tan crítico si no fuera por su bajo contenido de los dos aminoácidos esenciales: lisina y triptofano.

En 1964 Mertz y colaboradores (8) identificaron un gene en el maíz que le proporciona un alto contenido de lisina y triptofano; le llamaron Opaco - 2 por su aspecto a través de la luz, por ser blando y no vítreo como el maíz común. Desafortunadamente, tenía un menor rendimiento (10% menos), era susceptible al ataque de plagas de insectos y hongos, difícil de moler y no era duro como la mayoría de agricultores preferían. (11).

En el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, siguieron trabajando en modificar el maíz opaco 2 para corregir sus limitaciones y desarrollaron el maíz de alta calidad proteica al que llamaron QPM (12), que se está produciendo en diversas partes del mundo, un maíz con alto contenido de lisina y triptofano que conserva las otras características del maíz común: vítreo, duro, resistente a las plagas y de igual rendimiento por hectárea. El producido en Guatemala, ya se probó que es de buena digestibilidad y mejor calidad proteica que el maíz común, y útil en la recuperación de niños malnutridos (10). El maíz mejorado, producido en el Perú (Tarapoto) fué desarrollado al igual que en el CIMMYT, mediante la introducción de los genes de la proteína mejorada, y ha sido probado en dos estudios, uno de uso prolongado (13) en el que se demostró que era capaz de permitir un crecimiento compensatorio, similar al producido por la ingesta de dieta a base de leche, en niños en recuperación de malnutrición severa y otro de digestibilidad y calidad proteica que se describe a continuación.

1. Instituto de Investigación Nutricional Apartado 18-0191 - Lima 18, Perú

2. Instituto de Investigación Nutricional, Lima - Perú y The Johns Hopkins University Baltimore, Maryland 21205.

MATERIALES Y METODOS

En un estudio dietético controlado, dos dietas a base de los maíces mejorado y común se compararon con una dieta de caseína.

Las tres dietas se ofrecen a los 6 sujetos participantes constituyendo cada uno su propio control. Se hacen colecciones de heces y orina para determinar la calidad proteica y digestibilidad de las dietas siguiendo el método de balance metabólico de nutrientes (14).

En la Tabla 1 se detalla la composición química y el contenido de amino ácidos esenciales limitantes de las dos variedades de maíz (*Zea mays*) evaluados: el maíz Tarapoto 87-A de alta calidad proteica (maíz mejorado MM) fué desarrollado en el país a base del congegido en el CIM-MYT en México y cultivado en el valle de Tarapoto, en la selva del Perú. El maíz Tarapoto 87-A común (MC) resultó ser particularmente alto en contenido proteico, 10,1 %, así como en grasas, 6,97 %, incluso es más alto que lo usual en contenido de triptofano: 0,78g /100 g de proteína y relativamente bajo en fibra 1,73 %. Ambas variedades de maíz fueron molidas como grano completo.

Dietas

En la Tabla 2 se especifica la composición de las 2 dietas de estudio a base de MM y MC, así como la dieta de comparación a base de caseína (C). Las tres dietas tuvieron una distribución energética igual en cuanto a aporte de nutrientes: 6,4% de calorías como proteínas, 10% como grasas y 83,6% como carbohidratos; y un agregado de minerales y vitaminas para alcanzar o sobrepasar las recomendaciones dietéticas del Comité de Alimentación y Nutrición (FNB, Food and Nutrition Board) del Consejo Nacional de Investigación (NRC, National Research Council) de Estados Unidos (15). El nivel de calorías como proteínas usado es el recomendado por la Comisión Asesora de Proteínas (Protein Advisory Group) de la FAO /OMS (14) para evaluar la calidad de proteína de una dieta, y lo hemos utilizado en otros estudios en niños mayores de 6 meses de edad.

El MM proporcionó 67% de calorías totales para proveer el 6,4% de calorías como proteínas de la dieta; en cambio, el MC, debido a su alto contenido en proteínas proporcionó sólo 62% de calorías totales. La dieta de MM proporcionó 14,1 mg de triptofano y 51,7 mg de lisina por 100 Calorías; la de MC proporcionaba 12,5 y 36,5 mg respectivamente. La mayor parte de las grasas provenían del maíz: 73% del MM y 90% del MC, la diferencia fué proporcionada por cantidades de aceite vegetal para completar el 10% de las calorías grasas de la dieta. Los carbohidratos provenían del maíz MM en 63,4% del MC en 55,8%, la diferencia fue proporcionada por sacarosa y sólidos de jarabe de maíz en partes iguales para completar el 83,6% de las calorías totales de la dieta.

La dieta de comparación se preparó a base de caseína (Casec proporcionado por Mead Johnson, Evansville, IN USA) como única fuente de proteína y con el agregado de aceite vegetal, sacarosa, almidón y sólidos de jarabe de maíz manteniendo la misma distribución calórica de los macronutrientes de las dietas de maíz en estudio.

La cantidad de maíz calculada para cada día se cocinó en agua hervida por 20 minutos aproximadamente hasta obtener la gelatinización, luego se le agregaron los otros ingredientes: azúcar, aceite, minerales y vitaminas y todo se homogeneizó en una mezcladora; enseguida se le agregó agua hasta completar el volumen deseado y se dividió en seis tazones o biberones según la densidad de la dieta. Las dietas de MM que tenían mayor cantidad de harina, salían más espesas y eran ofrecidas con cucharita a los niños; las de MC, en tres niños de menos peso se les pudo dar en biberón al igual de las dietas a base de caseína porque resultaron casi líquidas. Se registró el tiempo que demoró el niño en terminar cada comida.

Sujetos

Las características de los seis niños varones en recuperación de malnutrición al inicio de su participación en el estudio figuran en la Tabla 3. La edad promedio fué de 19,2 meses (rango 13,5 a 27 meses); todos estaban por encima de -2 desviaciones standard de peso para la talla según la población de referencia del National Center for Health Statistics (NCHS), con un rango de 0 a -1,8 de puntaje Z, indicando un grado relativamente avanzado de recuperación nutricional; igualmente, los niveles séricos de albúmina estuvieron por encima de 3,65 g/dL; todos libres de infecciones, parásitos y signos clínicos de deficiencia de nutrientes y de malabsorción de macronutrientes y estaban ganando peso en forma consistente. Todos los niños participaron con el consentimiento de sus padres, previa información detallada del método de estudio. El protocolo fué aprobado por el Comité de Ética de Investigación del Instituto de Investigación Nutricional.

Diseño metodológico y análisis.

El estudio consistió en tres períodos de dietas de siete días cada uno, siendo los tres primeros días de acostumbramiento y los cuatro finales de balance de nutrientes. Las dietas se ofrecieron a los niños en dos secuencias al azar en las que la dieta de caseína precedía a las dietas en prueba, con el objeto de obtener datos basales de utilización de nutrientes, y las dos dietas de maíz se alternaban de manera que tres niños recibieron primero el maíz MM y los otros tres el MC, cruzándose las dietas en el último período, esto con el objeto de evitar sesgos en los resultados, por posibles deficiencias de nutrientes. Así, al recibir todos los niños las tres dietas, cada uno se constituyó en su propio control.

Los niños recibieron una ingesta energética que varió entre 110 y 135 Cal/Kg/día, calculada previamente para mantener una ganancia de peso constante que los llevara al o mantuviera en el 50 percentil de peso para la talla (NCHS). Los niños eran pesados diariamente en ayunas para luego calcular la ganancia de peso en cada período de dieta.

Balance de nutrientes

Durante los últimos cuatro días de cada período de dieta se hicieron colecciones de orina y heces, para lo cual los niños fueron colocados en cama metabólica en las horas de descanso y en coche metabólico en las horas de actividad.

En las colecciones de orina y heces se determinó el volumen y peso total (húmedo) cada 24 horas y luego se guardaron alícuotas en dos períodos de 2 días. El contenido total de nitrógeno en heces, orina y dieta fué determinado según el método de ultramicro Kjeldahl descrito por Smit EM (16).

La determinación de grasa total en heces, incluyendo lípidos y ácidos grasos de cadena media fué llevada a cabo según el método de Esteves (17).

La determinación de energía en dietas, así como la eliminada en heces se hizo empleando un calorímetro adiabático marca Parr (Parr Instruments Co. Moline, Ill. 61265, USA). (18).

Los carbohidratos en heces se calcularon por diferencia, según la fórmula (19):

$$\text{CHOg} = \frac{E - (\text{Ng} \times 6.25 \times 5.65 + \text{Gg} \times 9.4)}{4.15} \text{ donde,}$$

CHOg = carbohidratos en gramos

E = energía fecal total determinada por bomba calorimétrica

Ng = Nitrógeno fecal en gramos

Gg = grasa fecal en gramos, y 5,65; 9,4 y 4,15 factores de conversión de energía aceptados para proteína, grasa y carbohidratos respectivamente.

En dos oportunidades, durante las colecciones metabólicas se hizo determinación de hidrógeno espirado en ayunas y cada 30 minutos después de la primera comida y cada 60 minutos después de la segunda comida hasta las 7 horas; se empleó un cromatógrafo de gases marca Quintron 12 (Quintron Instruments Co. Milwaukee, Wisconsin 53215, USA).

La absorción aparente de N, se calculó restando del N de la dieta, el N de heces y expresado como porcentaje del N ingerido. La retención aparente de nitrógeno se calculó restando al N de la dieta el N de heces y de orina y expresándolo como porcentaje del N ingerido.

Los resultados de estos parámetros en dietas de caseína y cada una de las dietas de maíz se compararon uno con otro mediante la prueba de "Student" pareado, aceptando valores de $P < 0.05$ como significativos.

TABLA 1
COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL Y CONTENIDO DE TRIPTOFANO Y LISINA DISPONIBLE DE LAS DOS VARIETADES DE MAIZ: MEJORADO (MM), COMUN (MC) Y DE CASEINA (C)
VALORES POR 100 g

		Maíz Mejorado (MM)	Maíz Común (MC)	Caseína ¹ (C)
Proteína (N x 6.25)	g	9.08	10.11	88.0
Humedad	g	7.30	6.40	5.5
Grasa	g	4.90	6.47	2.0
Ceniza	g	1.25	1.50	4.5
Fibra cruda	g	2.23	1.73	-
Carbohidratos	g	75.24	73.79	-
Energía	Kcal	381.38	393.83	370
Amino ácidos (g/100 g Prot.)				
Triptófano	g	0.88 ²	0.78 ²	1.65
Lisina	g	3.23	2.28	8.29

1 Casec de Mead Johnson, Evansville, IN. USA.

2 Análisis llevado a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina - Lima - Perú.

MAIZ PERUANO DE ALTA CALIDAD PROTEICA: DIGESTIBILIDAD Y UTILIZACION EN NIÑOS MALNUTRIDOS.

TABLA 2
COMPOSICION DE LAS DIETAS A BASE DE MAIZ MEJORADO (MM), COMUN (MC), Y CASEINA (C)
VALORES POR 100 Kcal¹

		Maíz Mejorado (MM)	Maíz Común (MC)	Caseína ² (C)
Maíz Mejorado (MM)	g	17.6 (67) ³	-	-
Maíz Común (MC)	g	-	15.8 (62) ³	-
Caseína (C)	g	-	-	1.9
Aceíte vegetal	ml	0.3	0.1	1.2
Sacarosa	g	3.8	4.6	7.0
Sólidos de jarabe de maíz	g	3.9	4.8	7.2
Almidón de maíz	g	-	-	7.8

1 Distribución energética de las tres dietas: proteínas 6.4%, grasas 10% y CHO 83.6%.

2 Todas las dietas tuvieron agregado de mezcla mineral y vitamínica para alcanzar o exceder las recomendaciones dietéticas del Food and Nutrition Board del NRC de Estados Unidos de Norteamérica (15)

3 Porcentaje de energía total en paréntesis.

TABLA 3
CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE 6 NIÑOS AL INICIO DE SU PARTICIPACION EN EL ESTUDIO

IIN No	Edad	Peso	Edad Peso	Talla	Peso para Talla			Albúmina Sérica Inicial	
					Edad Talla	%1	Per- centil		Pun- taje Z
	m	kg	m	cm	m.			g/dl	
1097	14,1	6,81	4,1	68,5	6,3	86	5	-1,8	4,42
1284	19,8	7,94	6,25	72,7	9,3	86	5	-1,7	4,42
1274	19,3	10,58	13,5	77,8	13,5	100	50	0	3,97
1279	13,5	6,50	3,7	56,0	4,8	90	15	-1,0	3,66
1350	27,0	10,43	13,0	80,0	15,5	95	30	-0,5	3,78
1360	21,4	9,00	8,5	77,6	13,3	86	5	-1,6	3,65
X	13,2	8,54	8,2	73,7	10,4	91		-1,1	3,98
DS	±4,56	±1,61	±3,9	±5,3	±4,0	±5		±0,37	±0,33

1 Porcentaje de la media de peso para talla de la población de referencia NCHS (24)

RESULTADOS

Los niños aceptaron las dietas de maíz con facilidad, aunque hubo una tendencia a demorar más en terminar las dietas de MC (9,2 ± 6,3 minutos por comida) que las de MM (5,4 ± 2,7) a pesar de que éstas últimas eran mas espesas y eran ofrecidas con cuchara y las otras en biberón, la diferencia no fue estadísticamente significativa, tampoco hubo diferencia con la dieta de comparación (4,0 ± 1,4).

Dos niños tuvieron problemas intercurrentes, uno de ellos el IIN-1097, durante el período de MM tuvo un proceso infeccioso respiratorio alto, tipo viral, pero sin fiebre; y luego en el segundo período de MC tuvo diarrea y vómitos y presentó estomatitis, por lo cual se tuvo que postergar el estudio un mes. Se le repiten los períodos de C y MC y presenta absorciones y retenciones de nitrógeno bajas. Probablemente el antecedente de diarrea prolongada que trajo antes de hospitalizarse se le estaba repitiendo.

El otro paciente IIN-1350, tuvo un período inicial de C con poco apetito y deposiciones semilíquidas abundantes, sin embargo el coprocultivo y parásitos en heces fueron negativos. Se le repitió el período de C después del MC y continuó con deposiciones abundantes y bajas absorciones de nitrógeno y grasas. En el último período de MM presentó vómitos y diarrea, nuevamente el coprocultivo y parásitos en heces fueron negativos. Se le discontinuó el estudio dos días antes de terminar.

Los parámetros de calidad proteica y digestibilidad de energía y nutrientes están resumidos en la Tabla 4.

La absorción aparente de nitrógeno (N) fue menor en la dieta de MM (73%) comparada con la dieta de caseína (78%) como era de esperarse; resultó sorprendente sin embargo, la mayor absorción de N durante la dieta de MC (80%) inclusive más alta que la dieta de caseína, resultados parecidos obtuvimos en un estudio anterior con maíz amiláceo de la sierra del Perú (19). La mayor cantidad de MM, necesaria para alcanzar el 6,4% de calorías proteicas, con significativamente más fibra, podría explicar la diferencia de digestibilidad proteica aparente con el MC. (Tabla 1).

Los resultados más importantes fueron la retención de N, mayor en MM (29%) que en MC (20%), aunque la diferencia no fue significativa ($P < 0.05$), pero menor que en la dieta de C (39%) con la que sí fue estadísticamente diferente ($P < 0.01$). La diferencia en calidad proteica sí se hizo estadísticamente significativa entre los maíces al dividir la retención entre la absorción de N, dando un valor biológico para el MM, 39 ± 6 , mayor que para el MC que fue de 24 ± 11 , aunque menor que para la dieta de caseína 50 ± 8 ($P < 0.05$).

El peso húmedo de heces fue mayor durante la dieta de MM que durante la dieta de C y mayor aún que la de MC, probablemente por la mayor cantidad de fibra del MM consumida. La diferencia entre los dos maíces fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

El peso seco de heces así como la pérdida de energía y carbohidratos en heces durante las dos dietas de maíz fueron mayores que en el período de C ($P < 0.01$), como era de esperarse. No hubo diferencia en estos parámetros entre las dos dietas de maíz.

La eliminación de grasas en heces fue baja en cifras absolutas en las tres dietas (1,8; 1,3 y 0,7 g/d respectivamente para C, MM y MC). Al ser expresadas como porcentaje de la ingesta parecerían relativamente altas debido a la baja ingesta de grasa (10% de las calorías totales).

La ganancia de peso fue bastante irregular durante los períodos de maíz, siendo en ambos maíces menor que durante el período de C. Este parámetro no es sensible para períodos cortos.

Los resultados de la concentración de hidrógeno (H) espirado están expresados en la Gráfica 1. Con excepción de los valores iniciales de las dos dietas de maíz, todos los demás puntos de observación de H espirado están por debajo de las 20 ppm consideradas dentro de lo normal. Solo un niño, el IIN - 1279 en dietas de MM y otro, el IIN - 1360 en la dieta de MC tuvieron valores altos de H durante casi todo el tiempo de observación, los cuales contribuyeron a dar desviaciones standard elevadas. El hecho de que los valores iniciales de H en las dietas de maíz estén algo elevadas sugiere que después de las seis comidas del día se hayan producido picos más elevados de H durante la noche por acción acumulativa que no los hemos detectado. Aparentemente hay mayor eliminación de H espirado en las dos primeras horas después de las dos comidas, y mayores valores se encontraron en la dieta de MM debido a la mayor cantidad de maíz consumido que en la dieta de MC, pero la diferencia no fue significativa. La mayoría de los valores de H espirado en la dieta de caseína estuvieron por debajo de los valores de ambas dietas de maíz, solo hubo diferencia significativa con el Maíz Común a nivel de 0.0 ($P < 0.01$) y 1.0 ($P < 0.05$) horas.

DISCUSION

La alta calidad proteica del maíz mejorado por su contenido elevado de lisina y triptofano fue demostrada anteriormente con uno cultivado en Guatemala (10); en el presente estudio se comprueba que el maíz MM cultivado en Tarapoto-Perú, tiene similares características demostradas por el más alto porcentaje de retención de nitrógeno y mejor valor biológico que el maíz común. Las absorciones y retenciones aparentes de N en el MM del presente estudio (73 y 29%) son muy similares a las obtenidas con el maíz mejorado de Guatemala (70 y 33%) (10) y también con el maíz opaco 2 (70.4 y 31.6%) (9), habiendo sido la diferencia estadísticamente significativa con los respectivos maíces comunes, aunque también diferentes a las dietas de control a base de caseína.

Estos datos mas el hecho de que cada niño es su propio control, ya que todos recibieron las tres dietas, permiten utilizar un número reducido de sujetos.

Probablemente, los dos niños que tuvieron infecciones intercurrentes contribuyeron con sus bajos resultados de absorciones y retenciones a que las diferencias no resultaran significativas con el maíz común.

El alto contenido de proteína (10.1%) y triptófano (0.78%) del maíz común de Tarapoto, así como su alta digestibilidad, permitieron una mejor utilización de la proteína contribuyendo a que la diferencia en calidad proteica con el maíz mejorado no fuese más notoria. Esta alta digestibilidad de la proteína también fue encontrada en otra variedad

MAIZ PERUANO DE ALTA CALIDAD PROTEICA: DIGESTIBILIDAD Y UTILIZACION EN NIÑOS MALNUTRIDOS.

de maíz común de la costa del Perú (5). La mejor absorción de grasas con dietas de origen vegetal la hemos comprobado en otros estudios (20, 21, 22), en este caso el contenido más alto de grasa en el MC contribuyó a que la digestibilidad fuese más alta que en el MM; a pesar de que la diferencia fue estadísticamente significativa, desde el punto de vista biológico no tuvo mayor trascendencia porque la cantidad de grasa eliminada en heces estuvo dentro de lo esperado para este tipo de dietas, en ambos maíces hubo mejores absorciones de grasa que en la dieta de caseína.

Al no haber diferencia en la gestibilidad de energía y carbohidratos entre las dos dietas de maíz, se hace más im-

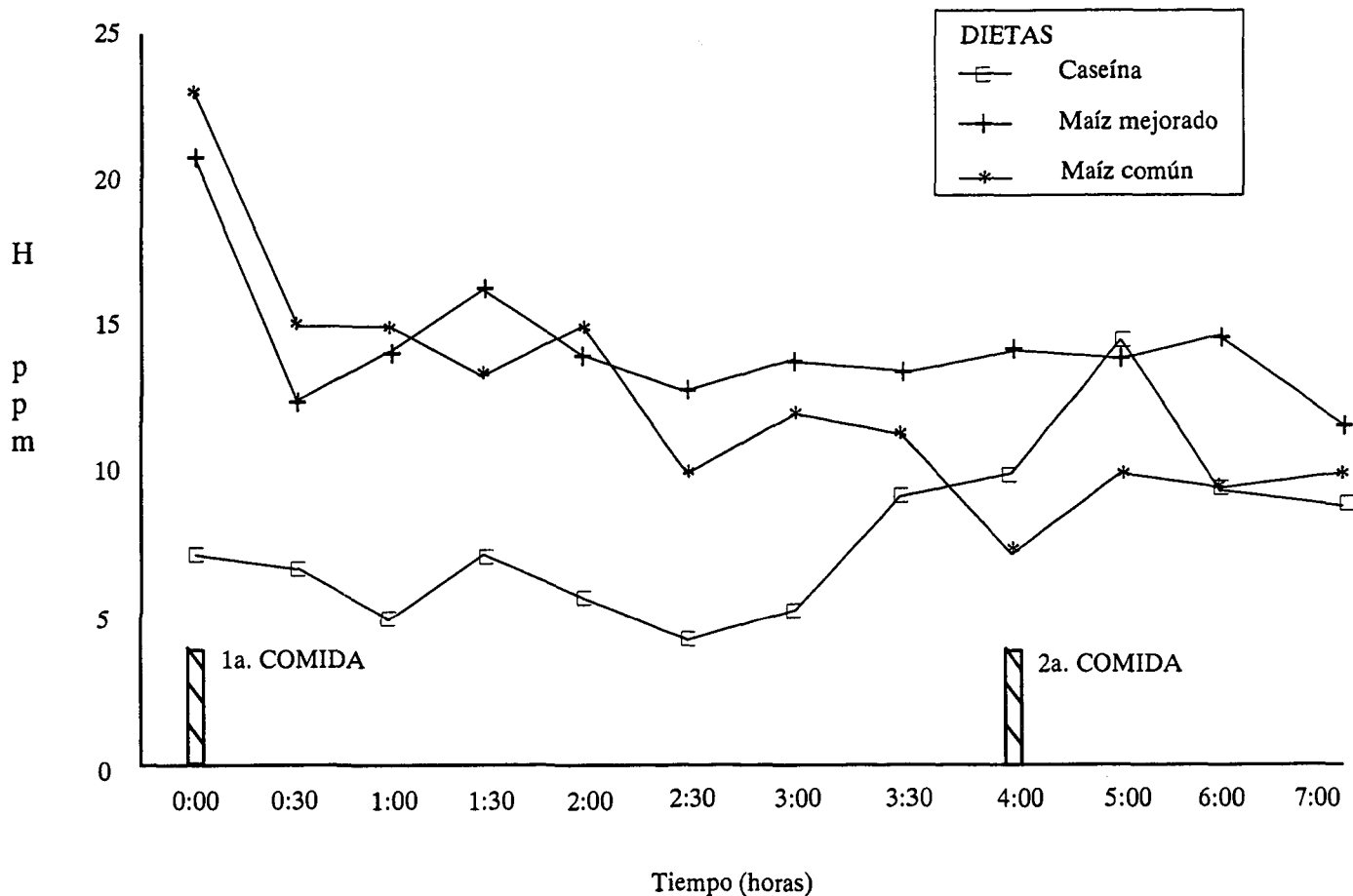
portante la ventaja de la mejor calidad proteica del MM Tarapoto, que puede ser aprovechada en la alimentación de las poblaciones que dependen en grado elevado del maíz para cubrir sus requerimientos de proteínas y energía. Esto ya ha sido probado precisamente con el MM Tarapoto (13), administrado a niños en recuperación de malnutrición por tres meses, como única fuente de proteína y grasa (10 % de las calorías de las dietas cada una) y proporcionando el 90 % de la energía total de la dieta; ésta les permitió a los niños tener un crecimiento compensatorio similar al obtenido con dieta a base de leche de vaca modificada para infantes. La mejor absorción de grasas con dietas de origen vegetal como el

TABLA 4
BALANCE DE NITROGENO, DIGESTIBILIDAD DE ENERGIA Y NUTRIENTES EN 6 NIÑOS QUE RECIBIERON DIETAS DE MAIZ MEJORADO (MM), MAIZ COMUN (MC) Y CASEINA (C)

	Maíz Mejorado (MM)	Maíz Común (MC)	Caseína (C)
Balance de Nitrógeno			
Ingesta (mg/d)	2725 ^b	2727 ^{a-b}	2661 ^a
	±428	±366	±387
Absorción Aparente	73 ^a	80 ^b	78 ^b
% de la Ingesta	±5	±5	±4
Retención Aparente	29 ^b	20 ^b	39 ^a
% de la Ingesta	±4	±10	±6
Valor Biológico	39 ^b	24 ^c	50 ^a
Ret. como % de Abs.	±7	±11	±8
Peso de heces:			
Húmedo (g/d)	168 ^a	114 ^b	133 ^{ab}
	±73	±40	±72
Seco (g/d)	29 ^b	24 ^b	16 ^a
	±8	±7	±5
Energía:			
Ingesta (Kcal/d)	1063 ^b	1066 ^{ab}	1023 ^a
	±167	±143	±150
Absorción % de Ingesta	89 ^b	91 ^b	94 ^a
	±2	±3	±2
Grasas:			
Ingesta (g/d)	12 ^b	12 ^{ab}	11 ^a
	±2	±2	±2
Absorción % de ingesta	89 ^a	94 ^b	84 ^a
	±3	±2	±7
Carbohidratos:			
Ingesta (g/d)	222 ^b	223 ^{ab}	215 ^a
	±35	±30	±30
Absorción % de Ingesta	92 ^b	93 ^b	98 ^a
	±1	±3	±1

Valores en la misma línea con letras distintas son significativamente diferentes uno de otro (P<0.50)

GRAFICO 1
ESTUDIO COMPARATIVO MAIZ TARAPOTO
HIDROGENO (H) ESPIRADO EN PPM



Caseína vs Maíz Común Diff: 0:00 y 1:00

maíz puede aprovecharse para que con pequeñas cantidades de aceite o margarina se alcancen los requerimientos de energía, especialmente de los niños en edad de ablactancia, que es la etapa de más riesgo para ellos de padecer malnutrición por déficit de ingesta de energía y proteínas. (23).

REFERENCIAS

1. Stewart A M, (1974) Protein Requirement. Lancet, 2: 1026, 1974.
2. MacLaren DS, The great protein fiasco. Lancet 2:93- 96. 1974
3. Graham G G, Mac Lean Jr W C, López de Romaña G, Prolonged consumption by infants of wheat - based diets with and without casein or lysine supplementation. J Nutr 111: 1917 - 1927. 1981
4. MacLellan Jr. W C, Klein GL, López de Romaña G. Massa E. and Graham G G, Protein quality of conventional and high protein rice and digestibility of glutinous and non-glutinous rice by preschool children. J Nutr 108, 1740 - 1747. 1978
5. Graham GG, Lembcke J, and Morales E: Protein value for children of soft - endosperm maize, alone and with toasted amaranth flour. Nutr Res 9: 859:866. 1989
6. MacLean Jr W C, López de Romaña G, and Graham G G, Protein quality of high protein wheats in infants and children, J Nutr 106: 363 - 370. 1976
7. Juliano BO and Beachell HM, Status of rice protein improvement. IN: CIMMYT/Purdue University, High Quality Protein Maize p 457, Dowden, Hutchison and Ross, Inc. Stroudsburg, Pa. 1976
8. Mertz E T, Bates L S, Nelson OE: Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science 145: 279 - 281. 1964

MAIZ PERUANO DE ALTA CALIDAD PROTEICA: DIGESTIBILIDAD Y UTILIZACION EN NIÑOS MALNUTRIDOS.

9. Graham G G, Placko R P, and MacLean Jr WC,: Nutritional value of normal, opaque- 2, and sugary - 2 opaque - 2 maize hybrids for infants and children. II Plasma free amino acids J Nutr 110: 1070 - 1075. 1988
10. Graham G G, Lembcke J, Lancho E, and Morales E,: Quality protein maize: digestibility and utilization by recovering malnourished infants. Pediatrics 83: 416 - 421.1989
11. Reutlinger SM, Selowsky. Malnutrition and poverty: Magnitude and Policy Options. Washington DC: The World Bank. World Bank Staff Occasional Papers N° 23. 1976
12. Quality Protein Maize. National Research Council. National Academy Press, Washington, D,C. pp 12 (8 - 11). 1988
13. Graham G G, Lembcke J, and Morales E,: Quality - protein maize as the sole source of dietary protein and fat rapidly growing young children Pediatrics 85:85 - 91. 1990
14. Protein Advisory Group of the United Nations System: PAG Guideline for human testing of supplementary Food Mixtures N° 17, New York 1001 USA. 1972
15. Food and Nutrition Board: National Academy of Sciences. Recommended Dietary Allowances 10 th Ed. Washington, D C. 1989
16. Smit EM,: An ultra-micro method for the determination of total nitrogen in biological fluids based on kjeldahl digestion and enzymatic estimation of ammonia. Clin Chem Acta, 94. 1979
17. Esteves W, Sores LA, Hartman L, Pereira AS.: Determination of lipids, including medium-chain fatty acids, in human feces. Clin Chem 28, 603-605. 1982
18. Raymond W F, Canaway R J, and Harris CE, An automatic adiabatic bomb calorimeter. J. Sci. Instrum.34, 501-503. 1957
19. Calloway DH, and Chenoweth WL, Utilization of nutrients in milk-and wheat-based diets by mean with adequate and reduced abilities to absorb lactose. I. Energy and nitrogen. Am J Clin Nutr 26, 939 - 951. 1973
20. MacLean Jr W C, López de Romaña G, Klein GL, Massa E, Mellits D, and Graham G G,: Digestibility and utilization of energy and protein of wheat by infants. J Nutr 109: 1290-1298. 1979
21. López de Romaña G, Graham GG, Mellits D, and MacLean Jr WC, : Utilization of the protein and energy of the white potato by human infants. J Nutr 110: 1849 - 1857. 1980
22. Morales E, and Graham GG,: Effects of amount consumed on the digestion of cassava by young children. J Nutr 117: 2116 - 2120. 1987
23. Kanashiro HC, Brown KH, López de Romaña G,López G and Black RE,: Consumption of food and nutrients by infants in Huascar (Lima) Perú. Am J Clin Nutr 52: 995 - 1004. 1990
24. Hamill PV V, Drizd T A, Johnson CL, Reed DB, Roche AF, Moore WM,: Physical growth: Nutritional Center for Health Statistics percentiles. Am J Clin Nutr 32: 607- 9. 1979

Recibido: 09 - 04- 1992
 Aceptado: 14 - 07 - 1993